

O RN À LUZ DA INOVAÇÃO PARA O MUNDO

Org.: Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim / Hélio Roberto Héris / Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto / Karilany Dantas Coutinho / Carlos Alberto Pereira de Oliveira

O RN À LUZ DA INOVAÇÃO PARA O MUNDO

Reitor

José Daniel Diniz Melo

Vice-Reitor

Henio Ferreira de Miranda

Diretoria Administrativa da EDUFRN

Graco Aurelio Camara de Melo Viana (Diretor)

Helton Rubiano de Macedo (Diretor Adjunto)

Judithe da Costa Leite Albuquerque (Secretária)

Conselho Editorial

Luis Alvaro Sgadari Passeggi (Presidente)

Alexandre Reche e Silva

Amanda Duarte Gondim

Ana Karla Pessoa Peixoto Bezerra

Anna Cecília Queiroz de Medeiros

Anna Emanuella Nelson dos Santos Cavalcanti da Rocha

Arrailton Araujo de Souza

Carolina Todesco

Christianne Medeiros Cavalcante

Daniel Nelson Maciel

Eduardo Jose Sande e Oliveira dos Santos Souza

Euzébia Maria de Pontes Targino Muniz

Francisco Dutra de Macedo Filho

Francisco Welson Lima da Silva

Francisco Wildson Confessor

Gilberto Corso

Glória Regina de Góis Monteiro

Heather Dea Jennings

Jacqueline de Araujo Cunha

Jorge Tarcísio da Rocha Falcão

Juciano de Sousa Lacerda

Julliane Tamara Araújo de Melo

Kamyla Alvares Pinto

Luciene da Silva Santos

Márcia Maria de Cruz Castro

Márcio Zikan Cardoso

Marcos Aurélio Felipe

Maria de Jesus Goncalves

Maria Jalila Vieira de Figueiredo Leite

Marta Maria de Araújo

Mauricio Roberto Campelo de Macedo

Paulo Ricardo Porfírio do Nascimento

Paulo Roberto Medeiros de Azevedo

Regina Simon da Silva

Richardson Naves Leão

Roberval Edson Pinheiro de Lima

Samuel Anderson de Oliveira Lima

Sebastião Faustino Pereira Filho

Sérgio Ricardo Fernandes de Araújo

Sibele Berenice Castella Pergher

Tarciso André Ferreira Velho

Teodora de Araújo Alves

Tercia Maria Souza de Moura Marques

Tiago Rocha Pinto

Veridiano Maia dos Santos

Wilson Fernandes de Araújo Filho

Secretária de Educação a Distância

Maria Carmem Freire Diógenes Rêgo

Secretária Adjunta de Educação a Distância

Ione Rodrigues Diniz Morais

Coordenadora de Produção de Materiais Didáticos

Maria Carmem Freire Diógenes Rêgo

Coordenadora de Revisão

Maria da Penha Casado Alves

Coordenador Editorial

José Correia Torres Neto

Gestão do Fluxo de Revisão

Rosilene Paiva

Revisão de ABNT

Verônica Pinheiro

Revisão Tipográfica

Renata Ingrid de Souza Paiva

Capa

Camilla Serejo de Farias

Diagramação

Camilla Serejo de Farias

Adaptação para Ebook

Beatriz Lima da Cruz

O RN À LUZ DA INOVAÇÃO PARA O MUNDO

Org.: Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim / Hélio Roberto Hékis /

Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto / Karilany Dantas Coutinho / Carlos Alberto Pereira de Oliveira

Catálogo da publicação na fonte. UFRN/Secretaria de Educação a Distância.

O RN à luz da inovação para o mundo / Organizado por Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim... [et al]. – Natal : SEDIS-UFRN, 2018.
498 p.

ISBN 978-85-7064-091-8

1. Inovação - Saúde. 2. Gestão - Saúde. 3. Saúde - RN. I. Valentim, Ricardo Alexsandro de Medeiros. II. Hekis, Hélio Roberto. III. Guerra Neto, Custódio Leopoldino de Brito. IV. Coutinho, Karilany Dantas.

CDU 61:62
R585

Elaborado por Verônica Pinheiro da Silva – CRB-15/692.

Todos os direitos desta edição reservados à EDUFRN – Editora da UFRN
Av. Senador Salgado Filho, 3000 | Campus Universitário
Lagoa Nova | 59.078-970 | Natal/RN | Brasil
e-mail: contato@editora.ufrn.br | www.editora.ufrn.br
Telefone: 84 3342 2221

APRESENTAÇÃO

A inovação é um dos principais fatores de desenvolvimento econômico e social no mundo, é uma estratégia de diferenciação e competitividade. Nesse sentido, pôde-se evidenciar seu potencial, a partir dos capítulos deste livro sobre temas transversais, por meio de aplicações práticas. Assim, a inovação é considerada como algo almejado, tanto nas organizações públicas quanto nas instituições privadas da área da saúde, para a melhoria de seu desempenho e de sua vantagem competitiva.

De posse destes conhecimentos, sob o eixo da inovação em saúde, os capítulos do livro “O RN à Luz da Inovação para o Mundo” tornam-se mais oportunas a identificação, a análise e a escolha de alternativas que venham, de fato, a contribuir para o pensamento, a reflexão e a ação. Assim, introduzem desafios e soluções para o desenvolvimento da Inovação em Saúde para o Estado do Rio Grande do Norte, tendo como temas transversais a mediação tecnológica e a inovação. A escolha dos capítulos norteou-se a partir de temas relacionados à **inovação tecnológica em saúde** por meio de **aplicações práticas**.

No **capítulo 1**, “OpenBiMed: banco de imagens médicas anonimizadas para a comunidade científica e acadêmica”, os autores enfatizam o OpenBiMed que, ao contrário dos demais bancos de imagens médicas existentes, é a porta de acesso para um acervo grande, abrangente e em expansão. Ele comporta imagens de variadas regiões anatômicas (abdômen, tórax, crânio, entre outros) e modalidades (tomografia computadorizada, ressonância magnética, angiografia, entre outras). Com isso, a comunidade acadêmico-científica pode desfrutar dessa base de dados para potencializar a formação (presencial e a distância) de profissionais médicos, além de favorecer o treinamento de algoritmos inteligentes, o teste de algoritmos já treinados e demais pesquisas que precisem de uma grande quantidade de dados/imagens de pacientes.

No **capítulo 2**, “OpenMed Vídeo: sistema de gravação e laudagem de exames médicos integrado com o sistema PACS”, os autores expõem o desenvolvimento de um aplicativo desktop que utiliza tecnologias web para gravação e edição de vídeos de exames de Nasofibrolaringoscopia e Laringoscopia, bem como a emissão de laudos digitais e a realização de uma integração com um servidor PACS. Nesse sentido, foram estudadas novas tecnologias que pudessem facilitar e agilizar o progresso da aplicação, além de disponibilizar uma interface amigável.

Já no **capítulo 3**, “Sistema de telemonitoramento para pacientes com esclerose lateral amiotrófica”, os autores propõem a implementação de um sistema de telemonitoramento web para pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica apto a receber sinais vitais, de modo a permitir um monitoramento em tempo real, ininterrupto e de qualidade pela equipe de saúde. Esses sinais vitais não se limitam apenas aos aferidos pelo respirador mecânico, mas também por outros equipamentos, como o monitor multiparâmetro, oxímetro de pulso, entre outros.

O **capítulo 4**, “Mapeamento de foco do mosquito aedes aegypti através de processamento de imagens com VANTS”, apresenta uma proposta de modelagem para um sistema de comunicação de transmissão de imagens em uma esquadrilha de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTS) aplicado no mapeamento de possíveis focos do *Aedes aegypti*. O objetivo principal é operar na prevenção da proliferação do *Aedes aegypti*, atuando em parceria estratégica com os agentes de endemia, aumentando a área de busca com redução do tempo, permitindo, assim, uma cobertura mais rápida de uma determinada região que, em alguns casos, é, inclusive, de difícil acesso.

No **capítulo 5**, “SOA-DB: arquitetura embarcada orientada a serviço para dispositivos biomédicos”, os autores propõem uma arquitetura embarcada, orientada a serviço, para acesso a dispositivos biomédicos, como forma de abstrair o mecanismo de escrita e leitura de dados nesses dispositivos, contribuindo, dessa maneira, para o aumento da qualidade e da produtividade

dos sistemas biomédicos. Assim, procura-se possibilitar que o foco da equipe de desenvolvimento de softwares biomédicos seja quase que exclusivamente voltado aos seus requisitos funcionais, ou seja, às regras de negócio pertinente ao domínio do problema.

No **capítulo 6**, “Uma metodologia para otimizar o sistema de melhoria continuada com foco nas experiências do usuário”, propõe, assim, uma otimização do atual processo do sistema de pós-atendimento do AVASUS, a qual possua em sua arquitetura um sistema mais dinâmico e objetivo para receber os problemas que os usuários venham a relatar sobre a utilização da plataforma, durante a realização do curso, além de automatizar parte do processo atual. Esse trabalho irá manter parte do processo de forma humanizada, visto que parte das avaliações são subjetivas e precisam de uma análise mais criteriosa. Poderemos verificar, ao fim do trabalho, que a arquitetura proposta é implementável, além de atender de forma eficiente as necessidades do processo de pós-atendimento.

No **capítulo 7**, “Análise dos descritores de imagem associados às características radiológicas em tomografias de nódulos cancerígenos”, os autores abordam os sistemas *CADx* (*Computer-Aided Diagnosis System*), os quais auxiliam os especialistas na análise de imagens médicas, fornecendo pré-diagnóstico. Esses sistemas, junto com o processamento digital de imagens e de inteligência artificial, têm evoluído em suas capacidades de auxílio e de diagnóstico. Nesse sentido, descrevemos um estudo que aponta quais os descritores de imagem são mais relacionados às características radiológicas utilizadas para descrever nódulos detectados em tomografias de tórax.

O **capítulo 8**, “A experiência do estado do Rio Grande do Norte com a implantação do programa nacional Telessaúde Brasil Redes e o seu impacto na qualidade dos serviços de saúde prestados na atenção básica”, é oriundo de um projeto piloto de Telemedicina, em apoio à atenção primária à saúde no Brasil, o Programa Telessaúde Brasil Redes, criado em 2007. No entanto, em um país de dimensões territoriais continentais como o

Brasil, que enfrenta uma série de desafios sociais, econômicos e políticos, com inúmeras desigualdades, a efetivação do programa tornar-se-ia de difícil execução. Mesmo diante de todos os entraves encontrados, o programa é uma ferramenta de sucesso no Brasil. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi evidenciar os impactos obtidos com a implantação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes no estado do Rio Grande do Norte.

Já o **capítulo 9**, “Análise de dimensões favoráveis à inovação em Hospitais da Rede EBSEERH por meio da metodologia *Minnesota Innovation Survey* (MIS)”, tem o objetivo de apresentar, a partir da aplicação do método *Minnesota Innovation Survey* (MIS), desenvolvido pelo *Minnesota Innovation Research Program* – MIRP da *University of Minnesota* nos Estados Unidos, as características favoráveis ao ambiente de inovação nos hospitais universitários conveniados à Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSEERH), considerada uma das maiores empresas públicas de caráter privado do Brasil. Foram pesquisados 17 hospitais (43,59%) de um total de 39 filiais em todas as regiões do país, por meio de um questionário eletrônico estruturado contendo 83 perguntas relacionadas às 29 dimensões que essa metodologia direciona para o desenvolvimento de inovações.

O **capítulo 10**, “Análise de indicadores de desempenho aplicado em Hospital Universitário conveniado à Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSEERH”, tem por objetivo analisar os indicadores de desempenho do Hospital Universitário Onofre Lopes, localizado na região nordeste do país, antes e após a adesão ao contrato de gestão com a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSEERH). Para a realização desse estudo, os autores selecionaram indicadores de desempenho em organizações hospitalares e analisaram o comparativo dos biênios 2011-2012 e 2014-2015, a partir da matriz de índice de desempenho adotada por Brizola, Gil e Junior (2011). Os 32 indicadores são organizados em termos de estrutura e resultados, bem como nas categorias: instalações, recursos humanos, receita, produção, produtividade, qualidade, custos e ensino/pesquisa/extensão.

O **capítulo 11**, “Utilização da tecnologia no ensino a distância em suporte básico de vida”, tem o objetivo de analisar as evidências de validação de um curso de Suporte Básico de Vida na modalidade Ensino a Distância para acadêmicos e profissionais de saúde de um Hospital Universitário.

No **capítulo 12**, “Modelo para avaliação e monitoramento de processos de elaboração de recursos educacionais para ambientes virtuais de aprendizagem: Um estudo de caso no AVASUS”, os autores desenvolvem um modelo de avaliação e monitoramento dos processos voltados à produção de cursos para a Educação a Distância – EaD. Para isso, foram realizadas as seguintes etapas: definição da família de cursos, mapeamento do estado atual e futuro do processo, desde a produção de conteúdos até a inserção de cursos no AVASUS, definição de indicadores de processos, elaboração e implementação de um plano de ação e desenvolvimento do modelo baseado na experiência do método aplicado. Entre os resultados alcançados, destacam-se a adaptação da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor – MFV para a EaD, otimização do processo de produção de cursos do AVASUS e o desenvolvimento do Modelo de Avaliação e Monitoramento da Produção de Cursos para a EaD.

No **capítulo 13**, “Inovações tecnológicas em saúde auditiva: Enfoque da base de pesquisa audição e linguagem do Laboratório e Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS”, os autores relatam os objetivos da base de pesquisa Audição e Linguagem do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS do Hospital Universitário Onofre Lopes, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, estudar e desenvolver tecnologias aplicadas à investigação do desenvolvimento típico e atípico da audição e linguagem de bebês e crianças. Além disso, pesquisar o uso de inovações tecnológicas na proposição e validação de métodos e técnicas envolvidos na identificação, diagnóstico, habilitação e reabilitação dos distúrbios da audição em diferentes ciclos da vida.

Com relação ao **capítulo 14**, “Aprendizado baseado em problemas para o desenvolvimento do sistema HERA”, aborda

o sistema HERA, desenvolvido pela Escola de Programação (EP) do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, é um software de controle de informações levantadas a partir da triagem neonatal de exames da linguinha e da orelhinha, da Maternidade da UFRN. A EP é alicerçada na metodologia PBL (*Problem Based Learn* / Aprendizado Baseado em Problemas), em que o discente soluciona problemas reais, supervisionado por tutores, além de envolver-se dinamicamente no processo de aprendizagem. Dessa forma, visa relatar as etapas de progresso e a aquisição de conhecimentos que ocorrem no decorrer da implementação desse sistema.

Já no **capítulo 15**, “Uso de eletromagnetismo e inteligência artificial no diagnóstico inicial de doenças degenerativas ósseas”, os autores enfatizam a necessidade de implantação, difusão e incorporação de novas tecnologias, envolvendo baixo custo e acessibilidade à população. Isso pode ser alcançado buscando novas formas de gestão de tecnologias, possibilitando o uso adequado, redução de custos, promoção de igualdade e qualidade, com o objetivo de facilitar o acesso a quem necessita desse tipo de diagnóstico, aumentando assim a prevenção de fraturas. Como consequência, há a redução de custos com tratamentos e melhoria da qualidade de vida à população afetada por essa doença silenciosa.

Diante desse cenário, o Laboratório de Inovações Tecnológicas em Saúde (LAIS), em parceria com a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), está desenvolvendo uma ferramenta para diagnóstico inicial de doenças degenerativas do sistema de suporte do corpo humano. Essa ferramenta é uma combinação de aplicação de técnicas e de conceitos de diversas áreas como Engenharia de Software, Elétrica, Computacional e Biomédica, tendo como proposta ser acessível, de fácil utilização, não invasivo e de baixo custo.

O **capítulo 16**, “Gestão de matriciamento aplicado-gema: plataforma web para gestão de apoio matricial em projeto piloto

de cuidado colaborativo em saúde mental no município de Natal-RN”, os autores relatam que o matriciamento foi um dos pilares no projeto de sistematização da linha de cuidado da atenção psicossocial, norteadora da reestruturação da rede de assistência à Saúde Mental no Município de Natal-RN. Nessa perspectiva, apresentam um projeto piloto que objetivou a implantação efetiva do apoio matricial sistematizado por uma plataforma web, a fim de mapear a rede de serviços de saúde, pactuar fluxos e reorganizar o processo de trabalho. Assim, ao longo dos anos de 2015 e 2016, foram realizadas capacitações e oficinas junto aos serviços de saúde ligados à Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Norte (SESAP), Secretaria de Saúde do Município de Natal (SMS) e o Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL).

Por fim, no capítulo 17, “Intranet da escola de programação do LAIS: uma ferramenta de aprendizagem e de gestão da informação”, os autores abordam as intranets, redes de computadores privadas que se baseiam nos mesmos recursos da internet. O sistema de intranet da Escola de Programação (EP) da Instituição é uma ferramenta para melhorar o gerenciamento e o compartilhamento de informações entre a equipe. Fundamentando-se na metodologia PBL (Problem Based Learning/ Aprendizado Baseado em Problemas) dentro da EP, o aluno participa ativamente do processo de aprendizagem, resolvendo problemas reais com a supervisão de tutores. Assim, o capítulo tem como objetivo descrever as etapas de desenvolvimento e de aprendizagem durante a implementação desse sistema.

Prof. Doutor Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim
Coordenador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS)

SUMÁRIO

OPENBIMED: BANCO DE IMAGENS MÉDICAS ANONIMIZADAS PARA A COMUNIDADE CIENTÍFICA E ACADÊMICA

19

*Diêgo Ferreira de Lima
Gabriela de Araújo Albuquerque
Marcel da Câmara Ribeiro Dantas
Nicole Sharapin Alves
Paulo Victor de Azevedo Guerra
Carlos Alberto Pereira de Oliveira*

OPENMED VÍDEO: SISTEMA DE GRAVAÇÃO E LAUDAGEM DE EXAMES MÉDICOS INTEGRADO COM O SISTEMA PACS

42

*Thales Barros de Castro
Marcel da Câmara Ribeiro Dantas
Camila Régia Oliveira Câmara
Ana Cecília Sá*

SISTEMA DE TELEMONITORAMENTO PARA PACIENTES COM ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA

78

*Marcel da Câmara Ribeiro Dantas
Isabele Magaldi Almeida de Freitas
Nícolas Vinícius Rodrigues Veras
Natanael de Freitas Neto*

**MAPEAMENTO DE FOCO DO
MOSQUITO AEDES AEGYPTI
POR MEIO DE PROCESSAMENTO
DE IMAGENS COM VANTS**

117

*Roberto Douglas da Costa
Mauricio Rabello Silva
Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim*

**SOA-DB:
ARQUITETURA EMBARCADA ORIENTADA A
SERVIÇO PARA DISPOSITIVOS BIOMÉDICOS**

139

*João Marcos Teixeira Lacerda
Bruno Gomes de Araújo
Diego Rodrigues de Carvalho
Philippi Sedir Grilo de Moraes
Hélio Roberto Hékis
Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim*

**UMA METODOLOGIA PARA
OTIMIZAR O SISTEMA DE MELHORIA
CONTINUADA COM FOCO NAS
EXPERIÊNCIAS DO USUÁRIO**

163

*Geir Veras Vieira
Karilany Dantas Coutinho
Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim*

**ANÁLISE DOS DESCRITORES DE IMAGEM
ASSOCIADOS ÀS CARACTERÍSTICAS
RADIOLÓGICAS EM TOMOGRAFIAS DE
NÓDULOS CANCERÍGENOS**

182

Giovani Ângelo Silva da Nóbrega

**O IMPACTO DO PROGRAMA
TELESSAÚDE BRASIL REDES NA
SAÚDE PÚBLICA DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO NORTE**

219

*Isabele Magaldi Almeida de Freitas
Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim
Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto
Nícolas Vinícius Rodrigues Veras
Antonio Higor Freire de Moraes
Hélio Roberto Hékis*

**ANÁLISE DE DIMENSÕES FAVORÁVEIS
À INOVAÇÃO EM HOSPITAIS DA REDE
EBSERH ATRAVÉS DA METODOLOGIA
MINNESOTA INNOVATION SURVEY (MIS)**

250

*Helder Pacheco de Medeiros
Hélio Roberto Hékis
Irami Araújo Filho
Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto
Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim
Davidson Rogério de Medeiros Florentino*

**ANÁLISE DE INDICADORES DE
DESEMPENHO APLICADO EM HOSPITAL
UNIVERSITÁRIO CONVENIADO À
EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS
HOSPITALARES – EBSERH**

277

*Júlia Lorena Marques Gurgel
Hélio Roberto Hékis
Irami Araújo Filho
Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim
Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto
Jane Francinete Dantas*

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA NO
ENSINO A DISTÂNCIA EM
SUPORTE BÁSICO DE VIDA**

305

Isabel Karolyne Fernandes Costa

Isabelle Katherinne Fernandes Costa

Rodrigo Assis Neves Dantas

Daniele Vieira Dantas

Jessica Cristhyanne Peixoto Nascimento

Richard Allan Gadelha de Freitas Costa

Gilson de Vasconcelos Torres

**MODELO PARA AVALIAÇÃO E
MONITORAMENTO DE PROCESSOS
DE ELABORAÇÃO DE RECURSOS
EDUCACIONAIS PARA AMBIENTES
VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM:
UM ESTUDO DE CASO NO AVASUS**

324

Maíra Luciano Sidrim

Hélio Roberto Hékis

Karilany Dantas Coutinho

Aline Pinho Dias

Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS
EM SAÚDE AUDITIVA:
ENFOQUE DA BASE DE PESQUISA
AUDIÇÃO E LINGUAGEM DO
LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA EM SAÚDE**

360

Sheila Andreoli Balen

Joseli Soares Brazorotto

**APRENDIZADO BASEADO EM
PROBLEMAS PARA O DESENVOLVIMENTO
DO SISTEMA HERA**

403

*Danieli Silva de Souza Rabelo
Pierre Andrade Freire
Antônio Cleiton Ribeiro de Lima
Aisha Silva de Souza Rabelo
Luisa Barbalho Pereira da Silva
Deyvison Silas de Lima Santos
Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim*

**USO DE ELETROMAGNETISMO
E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO
DIAGNÓSTICO INICIAL DE DOENÇAS
DEGENERATIVAS ÓSSEAS**

421

*Agnaldo Souza Cruz
Hertz Wilton de Castro Lins
Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim*

**GESTÃO DE MATRICIAMENTO
APLICADO - GEMA:
PLATAFORMA WEB PARA GESTÃO DE
APOIO MATRICIAL EM PROJETO PILOTO
DE CUIDADO COLABORATIVO EM SAÚDE
MENTAL NO MUNICÍPIO DE NATAL - RN**

440

*Hugo Granjeiro Soares Fontes
Tayrine Hérika Lopes
Cefas Rodrigues Freire
José Arilton Pereira Filho
Philippi Sedit Grilo de Moraes
Daniele Montenegro da Silva Barros
Emerson Arcoverde Nunes*

**INTRANET DA ESCOLA DE
PROGRAMAÇÃO DO LAIS:
UMA FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM
E DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO**

461

Mariana de Araújo Figueiredo

Matheus da Silva Oliveira

Paula Cristina Bastos Torres

Danieli Silva de Souza Rabelo

Pierre Andrade Freire

SOBRE OS AUTORES

477

OPENBIMED: BANCO DE IMAGENS MÉDICAS ANONIMIZADAS PARA A COMUNIDADE CIENTÍFICA E ACADÊMICA

*Diêgo Ferreira de Lima
Gabriela de Araújo Albuquerque
Marcel da Câmara Ribeiro Dantas
Nicole Sharapin Alves
Paulo Victor de Azevedo Guerra
Carlos Alberto Pereira de Oliveira*

Resumo

O OpenBiMed, ao contrário dos demais bancos de imagens médicas existentes, é a porta de acesso para um acervo grande, abrangente e em expansão. Ele comporta imagens de várias regiões anatômicas (abdômen, tórax, crânio, entre outros) e modalidades (tomografia computadorizada, ressonância magnética, angiografia, entre outras). Com isso, a comunidade acadêmico-científica pode desfrutar dessa base de dados para potencializar a formação (presencial e à distância) de nossos profissionais médicos, além de favorecer o treinamento de algoritmos inteligentes, o teste de algoritmos já treinados e demais pesquisas que precisem de uma grande quantidade de dados/imagens de pacientes.

Palavras-chave: Repositório de imagens médicas. PACS. Formato DICOM. Anonimização de imagens médicas. Sistemas de informação em saúde.

Introdução

Não é novidade que as instituições hospitalares vêm empregando sistemas de informação com a importante tarefa de melhorar os serviços prestados. A informatização dos departamentos de um hospital, apesar de exigir um considerável fundo financeiro, propicia recursos que trazem incontáveis vantagens tanto para o hospital quanto para os pacientes (ANDRADE; FALK, 2001). O caso do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) não é diferente. Diariamente, inúmeros exames são realizados no hospital e armazenados em um meio eletrônico controlado. Apesar disso, após a conclusão e laudagem do exame pelo médico, as imagens raramente são acessadas. O resultado é um volume muito grande de imagens (da ordem de milhões) que estão sendo arquivadas – o que tem um custo alto (CARITÁ et al., 2008). E isso acontece ao mesmo tempo em que a formação de alunos de medicina (e também residentes) carece de um maior acervo de exames para estudo. Objetivando preencher essas lacunas, o presente projeto foi concebido.

Imagens médicas e sua relevância para o ensino e pesquisa

Desde a descoberta dos raios X, em novembro de 1895 pelo cientista alemão Wilhelm Conrad Röntgen, o conceito de imagens médicas tem avançado significativamente. Não demorou para físicos começarem a explorar o potencial médico de uma radiografia. Devido a essa descoberta, diversos traumas ósseos puderam ser visualizados de maneiras que previamente seriam impossíveis, fazendo com que a radiografia se tornasse parte importante da medicina durante a Primeira Guerra Mundial. (SCATLIFF, 2014).

Com o avanço da tecnologia relacionada aos raios X a movimentação do paciente passou a ser visualizada não apenas em imagem estática e a fluoroscopia se tornou possível.

O processo de fluoroscopia consiste da obtenção de imagens em tempo real das estruturas internas de um paciente. A partir de 1920 radiologistas começaram a dar contraste para os pacientes tomarem (comumente é usado o bário, por ser opaco aos feixes do rádio 13). Naquela época, os riscos em relação à exposição aos raios X não eram conhecidos e os exames eram realizados sem nenhuma proteção. Atualmente, esses diagnósticos são realizados por meio de exames de tomografia computadorizada (CT) que, apesar de ainda emitir radiação ionizante, possuem menor risco de causar câncer (BRADLEY, 2008).

Computadores entraram no mundo das imagens médicas no início dos anos 70, com o advento da CT e da ressonância magnética (MR). O grande diferencial da CT em relação ao raio-x é o fato de que a primeira permite múltiplas imagens (fatias), ao passo que a segunda possibilita apenas filmes planos. Na CT, um tubo de raios X rotaciona em volta do paciente enquanto detectores percebem os raios não absorvidos refletidos ou refratados assim que passam pelo corpo (BRADLEY, 2008).

A chegada dessas novas tecnologias revolucionou a assistência médica ao longo das últimas décadas e expandiu a possibilidade de diagnosticar os mais variados tipos e graus de doenças no corpo humano. Nos dias de hoje, o conjunto de técnicas, tecnologias e processos utilizados para se criar imagens do corpo humano com a finalidade de realizar análises clínicas têm um nome: imagiologia médica. Foi graças às sofisticadas técnicas de imagiologia médica que cânceres como de esôfago, estômago e intestino começaram a ser diagnosticados, bem como úlceras, diverticulites e apendicites (CHOJNIAK; ZANUNCIO, 2016).

De forma clara, notamos que o avanço tecnológico que favorece a obtenção de imagens médicas acarreta também o aperfeiçoamento da capacidade de diagnóstico de nossos profissionais da área da saúde. Como um efeito secundário, melhores diagnósticos levam ao tratamento e a prevenção de doença de forma mais eficaz.

De maneira geral, pode-se depreender que a qualidade das imagens oriundas da examinação de um paciente é um fator determinante para a velocidade do tratamento de seus enfermos e, conseqüentemente, da chance de sucesso na cura. De fato, os benefícios de se ter boas imagens são imensos: as técnicas atuais nos ajudam a detectar e diagnosticar doenças ainda em suas fases iniciais, momento em que o tratamento é mais fácil e efetivo (CHOJNIAK; ZANUNCIO, 2016). Juntas, as inovações de imagiologia médica e a radioterapia ajudaram a transformar incontáveis pacientes em sobreviventes. Desde receber um scan CT ao invés de realizar um cateterismo cardíaco (um procedimento invasivo) até detectar um pólipó antes que esse se tornasse canceroso, a imagiologia médica não apenas eleva os resultados na saúde de nosso corpo e salva vidas, como também reduz prejuízos de assistência médica e tratamento.

Contudo, vale a ressalva de que existem outros fatores que contribuem para o sucesso ou falha no tratamento de uma doença. Um segundo fator, que consideramos não menos importante que a qualidade técnica dos equipamentos que auxiliam na examinação, é a perícia do profissional que realiza o diagnóstico. Com essa ideia em mente, as imagens médicas também têm uma importância muito grande quando se trata de difusão de conhecimento. Nas universidades, imagens de pacientes diagnosticados exercem um papel fundamental durante o ensino e treinamento de profissionais da área da saúde. Além do estudo prático, a expressiva visualização de enfermidades por meio das imagens potencializa o aprendizado dos alunos e os torna capazes de conceber diagnósticos certos, agindo de maneira eficaz em sua conduta médica.

Similarmente ao ensino, a pesquisa acadêmica também encontra alicerce na imagiologia médica: um ramo mais recente do estudo do corpo humano – a medicina baseada em evidências (MBE) – é um movimento médico fortemente influenciado pelo avanço da tecnologia de imagens, uma vez que se baseia na execução do método científico a toda prática médica. De certa forma,

a MBE relaciona a pesquisa científica e a experiência clínica ao procurar aplicar os resultados de estudos científicos epidemiológicos aos problemas individuais de cada paciente.

Posto isso, fica claro que tipo de efeito magnificante as imagens médicas aplicam sobre ensino e pesquisa. Diariamente, muitos exames médicos são realizados Brasil afora e, no caso do HUOL, as respectivas imagens produzidas são armazenadas em um sistema denominado OpenPACS. Esse é voltado para armazenamento, gestão e exibição de um acervo de exames nas mais variadas modalidades de aquisição de imagem (Ultrassom, Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética, Raio X, Hemodinâmica, entre outras). Em 2016 foram pouco mais de 33 mil exames realizados. Na imagem a seguir podemos observar a distribuição dessa quantidade pelos meses do ano de 2016.



Figura 1 – Quantidade de exames.

Fonte: Autoria própria.

Dentre essas modalidades as que representam as maiores porcentagens de todos os exames são visíveis na imagem a seguir:

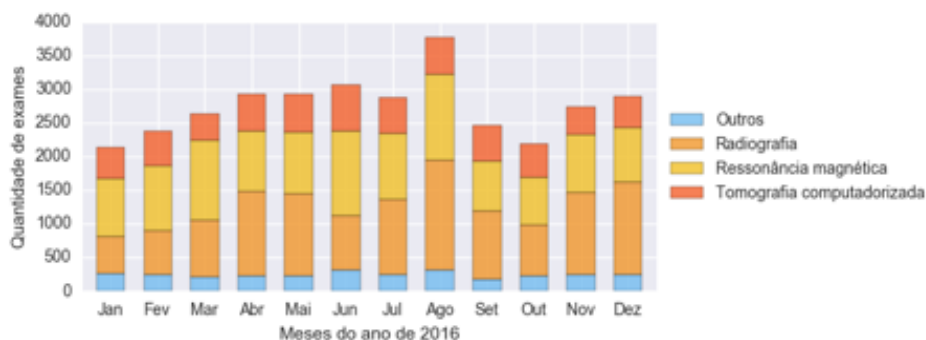


Figura 2 – Quantidade de exames

Fonte: Autoria própria.

Infelizmente, a fim de respeitar o sigilo dos pacientes que se consultam no hospital, esses exames são acessados somente pelos profissionais responsáveis e, portanto, mantidos fora do alcance da comunidade acadêmica. Perde-se, então, a oportunidade de explorar um grande acervo de imagens fidedignas de pacientes reais.

Criar uma ponte de acesso entre os estudantes e pesquisadores universitários e os exames efetuados diariamente no hospital representa uma possibilidade de avanço. Porém, se por um lado vemos a oportunidade promissora de divulgar informações médicas para estudo, por outro enfrentamos um dilema ético: devemos evitar quebrar o sigilo dos pacientes e expor suas informações pessoais.

Dilemas éticos enfrentados em se tratando de imagens médicas

Evidentemente, disponibilizar informações pessoais de pacientes como nome, idade e imagens médicas para o livre acesso de qualquer interessado caracteriza uma violação do direito à privacidade. No artigo nº XII da Declaração Universal dos Direitos Humanos, defende-se a não interferência na vida pessoal

ou familiar de todas as pessoas, bem como a proteção à honra e reputação de todo ser humano. Fica claro que essa questão se estende ao âmbito do sigilo profissional, haja vista que a transgressão ao segredo médico pode ocasionar perturbações na vida pessoal de um paciente.

Ademais, em nosso país, o sigilo e a privacidade da informação são assegurados pelo Código Penal em seu Art. nº 154, que descreve o crime de violação do segredo profissional, e pelo Código Civil, no Art. nº 229, que determina que ninguém pode ser obrigado a depor sobre fato cujo respeito, por estado ou profissão, deva guardar segredo. Existe, ainda, o Código de Ética Médica que descreve, por meio da Resolução CFM nº 1931/2009, artigos nº 73 e nº 79, situações em que é vedado ao médico revelar fato de que tenha conhecimento em virtude do exercício de sua profissão, salvo por motivo justo, dever legal ou autorização expressa do paciente. Dessa forma, estão obrigados a respeitar o segredo profissional não somente os médicos, mas também todos auxiliares do médico que participem da assistência aos pacientes, juntamente com o pessoal administrativo (especialmente aqueles que gerenciam os arquivos médicos). Portanto, o sigilo é considerado um dever inerente à conduta médica, e sua violação caracteriza uma infração ética, civil e penal.

A importância do segredo médico se deve ao fato de que existem informações que precisam ser guardadas a fim de garantir a proteção individual das pessoas. Na relação médico-paciente o sigilo é um fator fundamental, haja vista que a informação a respeito da saúde do corpo é uma das maiores intimidades que se pode conhecer de uma pessoa. Na área da saúde, a privacidade do paciente exige um cuidado ainda maior e sua confidencialidade tem uma utilidade prática: se não existirem garantias de que a privacidade será guardada, o paciente não revelará as informações relevantes para o exercício da atividade médica.

Posto isso, fica claro o motivo da inviabilidade de disponibilizar exames particulares de pacientes reais para uso

acadêmico. Ficamos postos diante de um dilema. É preciso escolher uma dentre duas saídas contraditórias e igualmente insatisfatórias:

- manter o sigilo dos pacientes, ao preço de abdicar do material riquíssimo que serve muito bem para ensino e pesquisa; ou
- fornecer material riquíssimo para ensino e pesquisa e potencializar a formação de nossos profissionais médicos (não somente médicos), porém quebrar o sigilo dos pacientes.

Apesar disso, existe uma solução para esse problema. Desde que seja impossível identificar o paciente de um exame, seremos capazes de juntar o melhor dos dois caminhos ao se vedar o acesso às informações estritamente pessoais de um exame como, por exemplo, nome e data de nascimento. Posto de outro modo, anonimizar as imagens médicas nos farão capazes de ceder imagens médicas para estudantes e entidades autorizadas. Note que, para fins práticos, iremos conservar informações como sexo e idade (sem envolver dia e mês de nascimento), haja vista a enorme utilidade que esses dados têm para análise clínica.

Anonimização de imagens médicas

No OpenPACS, as imagens são armazenadas no formato DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine ou comunicação de imagens digitais em medicina (FILHO FIRMINO et al., 2013) –, que é um padrão internacional voltado para tratamento e armazenamento de imagens médicas em meio eletrônico (AZEVEDO; SALOMÃO, 2009). O padrão consiste em um protocolo a nível de aplicação projetado para cobrir todos os aspectos da medicina contemporânea, envolvendo transferência de dados, armazenamento e visualização das imagens médicas (PIANYKH, 2011), sustentando os dados

e a qualidade necessários para uso clínico. Também vincula imagem a uma série de informações adicionais, de maneira que toda imagem no padrão DICOM carrega consigo informações próprias, a citar: instituição onde foi criada, nome e data de nascimento do paciente, modalidade do exame, entre inúmeras outras.

A imagem a seguir ilustra a disposição das informações em um arquivo no formato DICOM. Perceba que não é possível ter em mãos uma imagem nesse formato sem saber quem é o paciente, uma vez que essas informações e a imagem fazem parte do mesmo arquivo. Em se tratando de uma imagem anonimizada, no entanto, esses dados estarão ilegíveis.

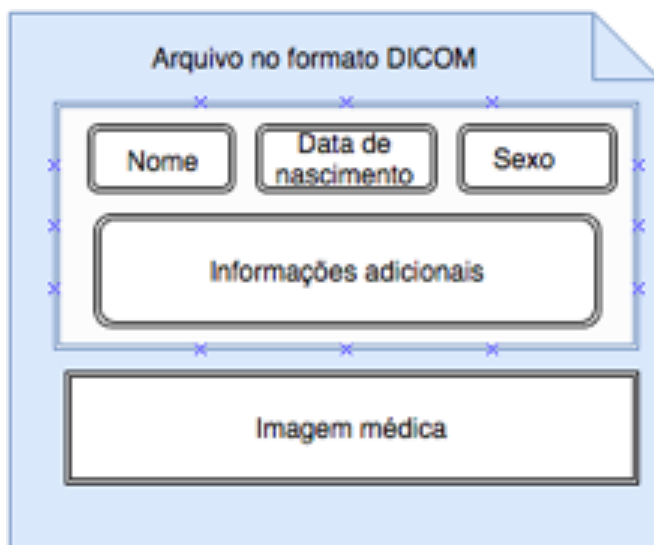


Figura 3 – Arquivo no formato DICOM.
Fonte: Autoria própria.

Uma característica fundamental do padrão DICOM é a capacidade de armazenar informações, seja do equipamento, exame, paciente ou hospital. Apesar de todas as possibilidades positivas obtidas por meio da sua aplicação, podemos destacar

uma questão negativa bastante relevante, a ausência de segurança ao acesso dessas informações. Principalmente, por tratarmos de imagens médicas que possuem informações a nível pessoal dos pacientes. De acordo com a documentação do padrão DICOM, disponibilizado pela National Electrical Manufacturers Association (NEMA), não há mecanismos de segurança nativos, mas são disponibilizados meios para seu desenvolvimento (BIDGOOD; HORII, 1997).

Existem maneiras eficientes e seguras de proteger as “informações sensíveis”, isso é, as informações particulares, promovendo a anonimização do arquivo. O objetivo principal da anonimização é isolar as informações sensíveis e mascará-las por meio de técnicas de criptografia, impossibilitando a identificação do paciente. A criptografia em si é o processo de conversão de texto simples e legível em um texto criptografado, ilegível, normalmente com o objetivo de proteger dados. (SINGH, 2011).

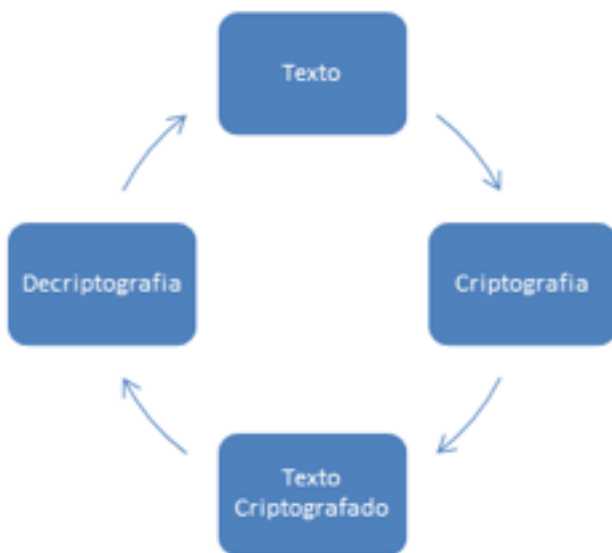


Figura 4 – Fluxograma explicando o processo de criptografia.
Fonte: Autoria própria.

Existem dois tipos principais de criptografia: simétrica ou assimétrica. A criptografia simétrica utiliza uma chave secreta e única. Nessa, tanto quem recebe quanto quem escreve a mensagem compartilham a mesma chave secreta. (THAKUR; KUMAR, 2011).

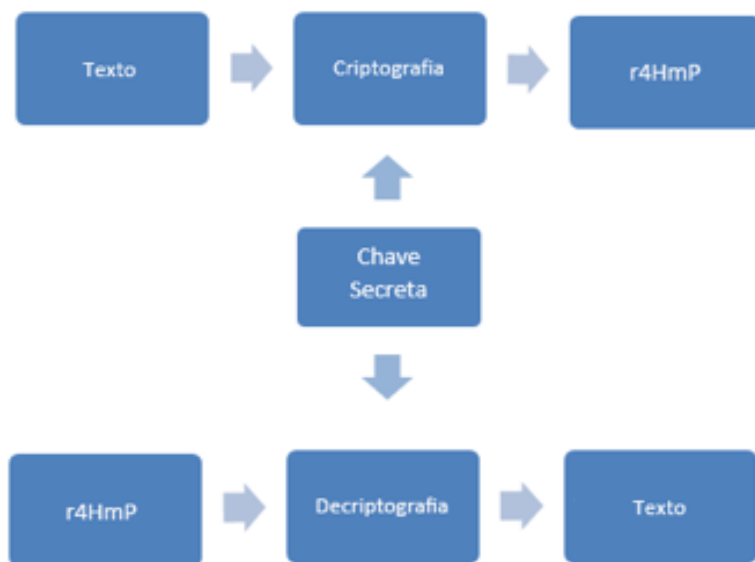


Figura 5 – Processo de criptografia simétrica.
Fonte: Autoria própria.

Na criptografia assimétrica, duas chaves são utilizadas. Uma dessas chaves deve ser conhecida por quem deseja criptografar – a chave pública –, enquanto a outra é privada e serve para descriptografar o texto (THAKUR; KUMAR, 2011). Uma característica bastante interessante da criptografia assimétrica, é a possibilidade de criar uma assinatura única, a partir da sua chave privada, que pode ser verificada a partir do uso da chave pública, identificando assim, a origem de determinado bloco criptografado.

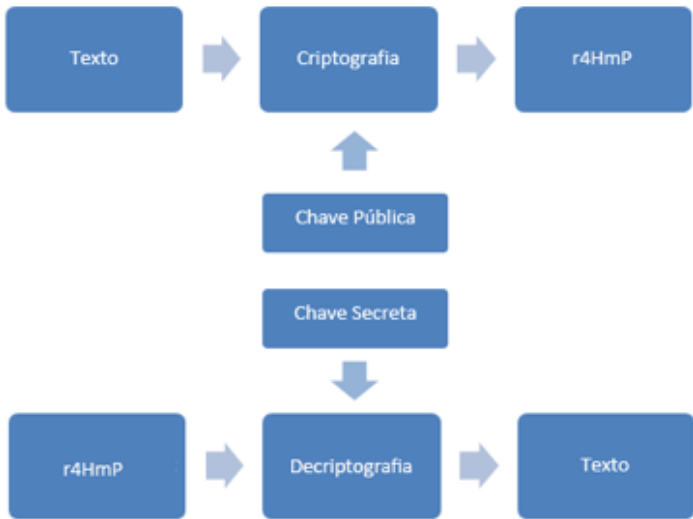


Figura 6 – Processo da criptografia assimétrica.
Fonte: Autoria própria.

Dessa maneira, informações como nome e data de nascimento serão ilegíveis para quem acessa a imagem, ao passo que dados úteis como sexo e idade estarão disponíveis. Aplicando conceitos avançados de criptografia nas imagens médicas, seremos capazes de proporcionar o acesso ao acervo educacional ao passo que mantemos o sigilo das informações sensíveis. Esse é o OpenBiMed.

O Projeto

De todos os projetos que objetivam a disponibilização de imagens médicas, nenhum está na língua portuguesa. Além disso, não fornecem o mesmo material que o OpenBiMed e, por conseguinte, não se apresentam tão completos. Alguns incluem majoritariamente imagens meramente ilustrativas, outros incluem imagens específicas demais (de um número limitado de tipos de imagem e campos de conhecimento) ou, até mesmo, mostram-se bastante confusos durante o seu uso. No final das contas, não existe uma maneira simplificada de se conseguir acesso a um rico acervo de imagens médicas, mesmo que, diariamente, muitos exames sejam realizados no mundo inteiro.

Visando cessar esse problema, o Banco de Imagens Médicas ou OpenBiMed foi criado buscando oferecer uma base de dados de exames médicos anonimizados com imagens para a comunidade científica e acadêmica. Em linhas gerais, o OpenBiMed, ao contrário dos demais bancos de imagens médicas existentes, é a porta de acesso para um acervo grande, abrangente e em expansão. Ele comporta imagens de variadas regiões anatômicas (abdômen, tórax, crânio, entre outros) e modalidades (ultrassom, tomografia computadorizada, radiografia computadorizada, entre outras).

A ideia é enriquecer o processo de aprendizagem na graduação e na residência médica por meio de uma vasta variedade de casos clínicos que pode ser usada tanto no ensino presencial como à distância. Além disso, a comunidade científica pode desfrutar dessa base de dados para o treinamento de algoritmos inteligentes, o teste de algoritmos já treinados e demais pesquisas que precisem de uma grande quantidade de dados/imagens de pacientes.

Para se autenticar no sistema, o usuário deverá fornecer credenciais válidas. Antes de ser capaz de desfrutar do acervo do projeto, é necessário comprovar vínculo com uma universidade ou grupo de pesquisa que deseje utilizar os dados disponíveis no sistema para fins acadêmicos.



Figura 7 – Login do usuário.
Fonte: Autoria própria.

Também é possível se autenticar no sistema por meio do Sabiá, um cadastro único utilizado como porta de entrada pelas plataformas AVASUS, Portal Saúde Baseada em Evidências (PSBE) e também Comunidade de Práticas (CdP). Realizada a autenticação o usuário poderá visualizar informações básicas de todos exames cadastrados no sistema, a citar: sexo e idade do paciente, modalidade e região anatômica do exame e número total de imagens.

Para facilitar a navegação no acervo, é possível efetuar uma filtragem dos registros disponíveis na tela, conforme ilustrado na figura abaixo. Todos os parâmetros já mencionados podem ser utilizados como critérios de filtragem. Além disso, é possível definir um número máximo de imagens em cada exame e um intervalo de idade para os pacientes do estudo.

OPENBIMED

Buscar...

Inicio

Menu

Sair

Exames

Visualizar

Ordenar por

Sexo

Idade

Filtrar por

Sexo

Modalidade

Anatomia

Nº max. i

Idade:

De:

Até:

Resultados por página

25

☐ Deseja guardar este filtro para pesquisas futuras?

Pesquisar

Figura 8 – Cadastro.
Fonte: Autoria própria.

A qualquer momento, o usuário poderá selecionar seus exames de interesse para download. As imagens serão agrupadas em um arquivo comprimido e então esse arquivo será entregue ao usuário.

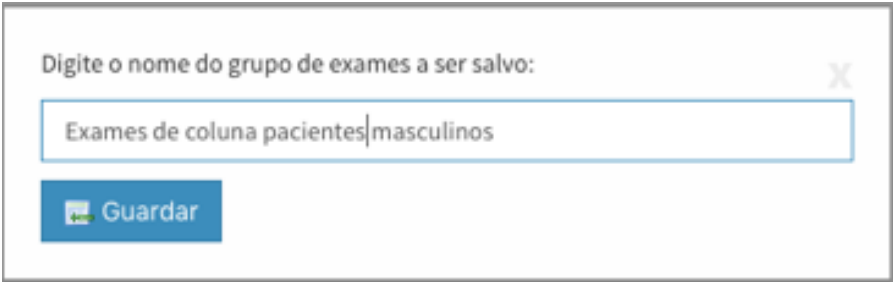
Guardar exames

Download

Sexo	Idade	Modalidade	Anatomia	Nº Imagens	
Masculino	19	MR	Crânio	347	☒
Feminino	39	CT	Abdômen	1527	☒
Feminino	22	CT	Coluna	601	☒
Feminino	12	CT	Abdômen	10	☐

Figura 9 – Exame para download.
Fonte: Autoria própria.

Existe, ainda, a opção de selecionar um grupo de exames e guardá-lo para acesso posterior, acessível por meio do botão acima da lista de exames. Para isso, é necessário fornecer um rótulo de identificação:



Digite o nome do grupo de exames a ser salvo:

Exames de coluna pacientes masculinos

Guardar

Figura 10 – Rótulo de identificação.
Fonte: Autoria própria.

Pode-se visualizar todos os agrupamentos de exame já guardados e visualizar seu conteúdo, por meio do menu de opções.



Figura 11 – Agrupamentos de exames de interesse.
Fonte: Autoria própria.

Como o OpenBiMed foi feito

O OpenBiMed é uma aplicação web completa. Como tal, cumpre a função primária de armazenar, processar e servir páginas web para seus usuários. Além disso, também inclui maneiras de receber conteúdo de seus clientes a fim de melhor servir informações. Para desenvolver uma aplicação web dessa qualidade, é necessário conhecimento em diversas linguagens, como, por exemplo:

- HTML;
- CSS;
- JavaScript;
- PHP;
- Python;
- Ruby.

Essas linguagens podem ser divididas em dois conceitos a partir de suas funções no sistema. As linguagens de front-end (HTML, CSS, JavaScript) são aquelas responsáveis pelas funções do sistema que irão interagir diretamente com o usuário por meio do navegador. Já as de back-end (PHP, Python ou Ruby) encarregam-se de realizar suas funções internamente, junto ao servidor em que o sistema será executado. Para facilitar e acelerar o processo de desenvolvimento surgiram os frameworks web. Frameworks podem ser definidos como um conjunto de códigos específicos de determinada linguagem e bibliotecas prontas para serem utilizadas. Esses recursos provêm toda uma série de funcionalidades pré-definidas, permitindo um rápido desenvolvimento inicial do projeto. Existem tanto para a área de front quanto de back-end. Nesse projeto, as linguagens utilizadas foram HTML, CSS e JavaScript para o front-end e Python para o back-end. E os frameworks, Django (Python), Bootstrap (CSS) e jQuery (Javascript).

Ao utilizar Django é possível criar sistemas web verdadeiramente densos e dinâmicos em um curto intervalo de tempo.

Django foi desenvolvido para prover atalhos para as tarefas comuns e básicas presentes em todos os sistemas e, ao mesmo tempo, permitir que o desenvolvedor crie suas próprias soluções (HOLOVATY; KAPLANMOSS, 2009). Um dos motivos fundamentais da escolha desse framework foi uma característica herdada do Python conhecida por *batteries included*, que remete à autossuficiência. Em nosso caso, significa dependência reduzida ou nula de pacotes ou bibliotecas externas. Posto isso, com Django é possível obter uma coleção de recursos que auxiliam o desenvolvimento do sistema e ainda fragmentar problemas complexos em tarefas mais simples (DANTAS, 2016).

A origem do acervo de imagens é o OpenPACS, sua arquitetura já se responsabiliza por controlar comunicação e fluxo de dados, garantindo a integridade, disponibilidade e segurança desses (VALENTIM et al., 2015). Para usufruir de sua base de dados, utilizamos o protocolo SSH, que diz respeito a um conjunto de especificidades sobre como conduzir transferência de dados de maneira segura por meio de uma rede de computadores. Em linhas gerais, SSH é uma solução de baixo custo baseada em software cuja finalidade é manter uma ponte entre computadores com forte garantia de que os interesses em ambos os extremos são genuínos. Essencialmente, é um protocolo cliente-servidor para encriptação e transmissão de informações e que garante a autenticidade de seus usuários (BARRETT; SILVERMAN, 2001). Desse modo, é possível conduzir a cópia segura (*secure copy* ou *scp*) de arquivos entre o OpenPACS e o OpenBiMed. Utilizando o comando UNIX *scp* as imagens são automaticamente encriptadas ao saírem do OpenPACS e desencriptadas ao chegarem ao OpenBiMed.

Em relação à anonimização das imagens, existem duas bibliotecas desenvolvidas em Python que foram essenciais para a realização do projeto: PyDICOM e PyCrypto – ambas tecnologias livres e de código aberto. PyDICOM permite a manipulação de imagens DICOM, por meio de funções Python. Com essa biblioteca é possível realizar um CRUD (Create, Retrieve

ou Read, Update, Delete) completo com todo e qualquer dado presente nas imagens médicas (PYDICOM, 2016). PyCrypto, por sua vez, é uma biblioteca bastante completa que possui uma coleção de algoritmos de criptografia (AES, DES, Blowfish, RSA, etc.) e funções hash (SHA256, MD5, etc.).

O método de criptografia preferido foi o RSA, um algoritmo de criptografia assimétrica, ou seja, possui uma chave pública e outra privada. Ambas as chaves podem ser utilizadas para criptografar e descriptografar uma mensagem. Essa característica é um dos motivos do RSA ter se tornado o algoritmo de criptografia assimétrica mais amplamente utilizado, pois fornece confidencialidade, integridade e autenticidade (ROUSE, 2016). Em consequência das chaves para criptografar e descriptografar serem distintas, é factível criar uma assinatura única para a imagem criptografada. Ao utilizar o módulo RSA do PyCrypto é possível criar ambas as chaves, pública e privada, realizar a verificação da assinatura e também importar e exportar as chaves (PYCRYPTO, 2016).

Considerações finais

Imagens DICOM possuem informações sensíveis inerentes à ética médica, e por esse motivo, devem ser armazenadas com bastante cuidado e segurança. Por outro lado, essas mesmas imagens contêm dados muito valiosos que poderiam ser compartilhados e/ou analisados em larga escala, sem ferir a privacidade de nenhum indivíduo. Essa é a linha de pensamento que fundamenta e norteia o projeto apresentado neste capítulo.

O OpenBiMed é uma aplicação web que aproveita uma janela de oportunidade existente na área da saúde e que caminha com o intuito de inovar no processo de aprendizagem na graduação e residência médica.

Referências

ANDRADE, Davi Gomes de; FALK, James Anthony. Eficácia de sistemas de informação e percepção de mudança organizacional: um estudo de caso. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 5, n. 3, set. 2001.

AZEVEDO-MARQUES, Paulo Mazzoncini de; SALOMÃO, Samuel Covas. PACS: sistemas de arquivamento e distribuição de imagens. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 3, n. 1, p. 131-139, 2009.

BARRETT, Daniel J.; SILVERMAN, Richard E. **SSH, The Secure Shell: The Definitive Guide**. Cambridge: O'Reilly, 2001. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=JFa5aLIII6oC&oi=fnd&pg=PR9&dq=secure+copy+linux+scp&ots=gIcYIBZZtT&sig=tgHl6mofIzsTOAX73LdXzH2mZvY#v=onepage&q=secure&f=false>>. Acesso em: 7 fev. 2017.

BIDGOOD, W. Dean JR.; HORII, Steven C. Understanding and Using DICOM, the Data Interchange Standard for Biomedical Imaging. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 4, n. 3, 1997.

BRADLEY, William G. History of Medical Imaging. **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 152, n. 3, 2008.

CARITÁ, Edilson Carlos et al. Implementação e avaliação de um sistema de gerenciamento de imagens médicas com suporte à recuperação baseada em conteúdo. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 41, n. 5, set. 2008.

CARRARE, Ana Paula Galvão Damasceno; AMARAL, Luiz Henrique; MOURA, Luiz Antonio Ribeiro de. **Imagens médicas digitais**: preservação, ensino e pesquisa. 2008. Disponível em: <http://www.fcmsantacasasp.edu.br/images/Arquivos_medicos/2008/53_2/vlm53n2_6.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2017.

CHOJNIAK, Rubens; ZANUNCIO, Drielle. Imagiologia no diagnóstico e estadiamento do câncer de próstata. **Oncô News**, São Paulo, 21 maio 2016.

DANTAS, M. C. R. Sistema de Telemonitoramento para Paciente com Esclerose Lateral Amiotrófica. **A Telessaúde no Brasil e a inovação tecnológica na atenção primária**. Natal: EDUFRN, 2015. p. 61-94.

FIRMINO FILHO, Jose Macedo et al. OpenPACS - Sistema open source para comunicação e arquivamento de imagens médicas: relato de experiência em um hospital universitário. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde**, v. 7, n. 2, 2013.

KAPLAN-MOSS, J.; HOLOVATY, A. **The Definitive Guide to Django: Web Development Done Right**. 1. ed. 2007.

LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM SAÚDE – LAIS. **BIMED**. Disponível em: <<http://lais.huol.ufrn.br/index.php/component/k2/item/112?show=show>>. Acesso em: 7 fev. 2017.

MEDICAL IMAGING E TECHONOLOGY ALIANCE – MITA. **Benefits of medical imaging**. Disponível em: <<http://www.medicalimaging.org/benefits-of-medical-imaging/>> Acesso em: 9 fev. 2017.

PIANYKH, Oleg S. **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide**. 2. ed. 2011.

PYCRYPTO. **PyCrypto Cryptography Toolkit**. 2016. Disponível em: <<http://pythonhosted.org/pycrypto/>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

PYDICOM. **PyDICOM User Guide**. 2016. Disponível em: <http://pydicom.readthedocs.io/en/latest/pydicom_user_guide.html>. Acesso em: 7 fev. 2017.

ROUSE, M. **RSA Algorithm** (Rivest-Shamir-Adleman). Disponível em: <<http://searchsecurity.techtarget.com/definition/RSA>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

SAÚDE PLENA. **Especialista fala sobre a importância do diagnóstico preciso**. Disponível em: <<http://www.uai.com.br/app/noticia/saude/2016/11/30/noticias-saude,198009/especialista-fala-sobre-a-importancia-do-diagnostico-preciso.shtml>>. Acesso em: 8 fev. 2017.

SCATLIFF, James H.; MORRIS, Peter J. From Röntgen to Magnetic Resonance Imaging: The History of Medical Imaging. **NC Medical Journal**, v. 75, n. 2, 2014.

SINGH, S. P.; MAINI, R. Comparison of Data Encryption Algorithms. **International Journal of Computer Science and Communication**, v. 2, n. 1, 2011.

THAKUR, J.; KUMAR, N. DES, AES and Blowfish: Symmetric Key Cryptography Algorithms Simulation Based Performance Analysis. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v.1, n. 2, 2011.

THE ROYAL SOCIETY. Invigorate bringing science to life. **Why is medical imaging important?**. Disponível em: <<http://invigorate.royalsociety.org/ks5/its-whats-inside-that-counts/why-is-medical-imaging-important.aspx>>. Acesso em: 8 fev. 2017.

TI INSIDE ONLINE SERVICES. **A gestão de Tecnologia da Informação nos hospitais**. 2013. Disponível em: <<http://convergecom.com.br/tiinside/14/03/2013/a-gestao-de-tecnologia-da-informacao-nos-hospitais/>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

VALENTIM, R. A. M. et al. LCD-OpenPACS: Sistema Integrado de Telerradiologia com Auxílio ao Diagnóstico de Câncer de Pulmão em Exames de Tomografia Computadorizada. **A Telessaúde no Brasil e a inovação tecnológica na atenção primária**. Natal: EDUFRN, 2015. p. 61-94.

WIKIPEDIA. **Imagiologia Médica**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Imagiologia_m%C3%A9dica>. Acesso em: 9 fev. 2017.

OPENMED VÍDEO: SISTEMA DE GRAVAÇÃO E LAUDAGEM DE EXAMES MÉDICOS INTEGRADO COM O SISTEMA PACS

*Thales Barros de Castro
Marcel da Câmara Ribeiro Dantas
Camila Régia Oliveira Câmara
Ana Cecília Sá*

Resumo

Este capítulo tem como objetivo expor o desenvolvimento de um aplicativo Desktop que utiliza tecnologias web para gravação e edição de vídeos de exames de Nasofibrolaringoscopia e Laringoscopia, bem como a emissão de laudos digitais e a realização de uma integração com um servidor PACS. Nesse sentido, foram estudadas novas tecnologias que pudessem facilitar e agilizar o progresso da aplicação, além de disponibilizar uma interface amigável. O framework Electron e tecnologias web, como CSS, HTML, JavaScript e Node.js, atendem bem a tais propósitos. Nesse contexto, o OpenMed Vídeo, nome do aplicativo apresentado neste capítulo, ao gravar e editar vídeos, atendeu aos requisitos sugeridos pelos profissionais de saúde do serviço de otorrinolaringologia do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), local onde essa demanda surgiu. O aplicativo em destaque também permite que os exames sejam armazenados de forma remota, em um sistema de arquivamento e comunicação de imagens médicas, por meio de uma integração com um servidor PACS. Portanto, ademais da realização de laudos digitais, permite aos profissionais do setor guardá-los de forma mais segura, assim como acessá-los de qualquer lugar, uma vez que esses se tornaram digitais. Acredita-se que o referido projeto está em consonância com a necessidade prevista pela equipe médica do HUOL e espera-se que venha a ser aprovado com êxito e com larga utilidade.

Palavras-chaves: Arquivamento de imagens. Laudo digital. Otorrinolaringologia. Hospital universitário.

Introdução

Desde o surgimento da informática, grandes volumes de dados vêm sendo gerados e armazenados. O seu armazenamento, em um computador, dá-se em discos magnéticos, em conjunto de discos independentes chamados RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks), em fitas magnéticas e em memórias de estado sólido (do inglês, Solid State Drive ou SSD). Vale ressaltar que qualquer um desses dispositivos tem espaço de memória limitado, sendo necessária a substituição, quando os dados excedem o espaço físico do aparelho e não podem ser apagados.

Além disso, mas no que se refere à área médica, a utilização em grande escala de sistemas digitais tem gerado um volume de dados cada vez maior (AZEVEDO-MARQUES; SALOMAO, 2009), sendo em sua totalidade imagens geradas através da realização de exames. No entanto, nessa situação específica, a melhor solução para gerenciar esse grande volume de dados está na adoção de um Sistema de Arquivamento e Distribuição de Imagens (PACS, do inglês Picture Archiving and Communication System) (AZEVEDO-MARQUES; SALOMAO, 2009).

O objeto de estudo do projeto em questão foi o setor de otorrinolaringologia do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL). Nesse setor médico, exames de Nasofibrolaringoscopia e Laringoscopia, que serão explicados mais adiante neste capítulo, são realizados e gravados por intermédio de uma câmera, de uma lente e de uma placa de captura de vídeo, o qual faz a conversão de uma das saídas da câmera em dados digitais. Os exames são gravados e armazenados em um único computador que, em pouco espaço de tempo, por limitação de memória, devem ser transferidos para discos rígidos externos.

Ainda nesse contexto, é possível acrescentar que os exames são gravados pelo software proprietário da placa

de captura, o PowerDirector, que realiza a gravação em vídeos no formato MPEG (Moving Picture Experts Group). Esse software é alvo de críticas dos médicos do hospital, os quais dizem ser um aplicativo que, por ter diversas funções de edição, muitas vezes desnecessárias, não é intuitivo, dificultando o trabalho dos profissionais da saúde.

Adicionando-se a essas dificuldades, o setor em questão buscava uma maneira de emitir laudos de forma digital, pois, atualmente, os médicos e residentes tanto os distribuem aos pacientes quanto os guardam em papéis que são preenchidos de forma manual, correndo-se o risco de perda e degradação.

Foi diante desse cenário que o OpenMed Vídeo surgiu, com o intuito de ser uma plataforma intuitiva, com poucos botões, que permita a emissão de laudagem digital e estabeleça uma integração com um servidor PACS, de modo que o problema de armazenamento local seja solucionado. Além disso, ela deve ser uma plataforma capaz de ter os requisitos mínimos, ou seja, aqueles já fornecidos pelo aplicativo da placa de captura e seu software: gravar e editar vídeos.

Exames de nasofibrolaringoscopia e laringoscopia

Pode-se afirmar que o desenvolvimento do projeto surgiu, dentre outras questões, da necessidade de gravar exames realizados no setor de otorrinolaringoscopia do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), como já mencionado anteriormente. Sendo assim, esta seção explicará um pouco acerca dos exames de Nasofibrolaringoscopia e de Laringoscopia.

A Otorrinolaringologia é uma especialidade médica, clínica e cirúrgica, responsável pelo diagnóstico e tratamento das doenças da cabeça e do pescoço, especialmente, ouvido, nariz e garganta. Por abordar tais regiões do organismo, faz-se necessário utilização de lentes e fontes de luz adequadas, além de equipamentos que possibilitem a gravação e captura de imagens,

a fim de encontrar anormalidades nas estruturas (VARELLA, 2016). Nesse contexto, torna-se importante a utilização da videoendoscopia, que pode ser feita com fibras flexíveis (nasofibrolaringoscópio) ou rígidas (laringoscópio / telescópio). As flexíveis (Figura 2), em geral produzem uma imagem de menor qualidade e luminosidade, porém são úteis para examinar cavidades nasais, rinofaringe, orofaringe, hipofaringe e laringe no mesmo procedimento. Os diâmetros podem variar de 2,2 a 3,2 mm, como também algumas possuem canal de aspiração e manipulação por onde é possível realizar biópsias e recolher secreções. As fibras rígidas, por sua vez, são formadas por prismas ópticos (Figura 1), variam de 2,7 a 4,0 mm de diâmetro. Sua ponta fixa em angulação pode ser encontrada de 0º, 30º, 45º, 70º, 90º e 120º (PILTCHER; MAAHS; KUHL, 2014).



Figura 1 – Exemplo de endoscópio Rígido.

Fonte: Extraído de (LTDA, 2016). Disponível em:

<<http://catalogohospitalar.com.br/endoscopia-rigido-para-laparoscopia.html>>.

Acesso em: 14 jun. 2017.



Figura 2 – Exemplo de endoscópio flexível.

Fonte: Otorrinovillas (2016). Disponível em:

<<http://catalogohospitalar.com.br/busca/endoscopia-flexivel/hospitalar.html>>.

Acesso em: 14 jun. 2017.

As figuras 3 e 4 mostram tanto o alcance de cada equipamento quanto sua introdução no paciente, feito pelo profissional especialista, o otorrinolaringologista:

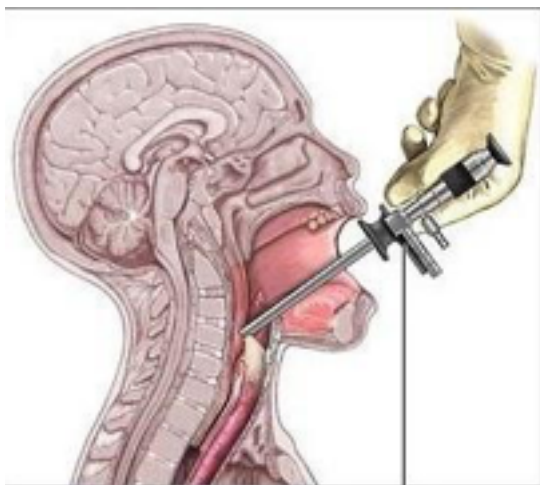


Figura 3 – Exame de laringoscopia.

Fonte: Medicina (2016). Disponível em:

<<http://medifoco.com.br/paralisia-laringea-paralisia-das-cordas-vocais-causas-sintomas-diagnostico-tratamento/>>. Acesso em: 14 jun. 2017

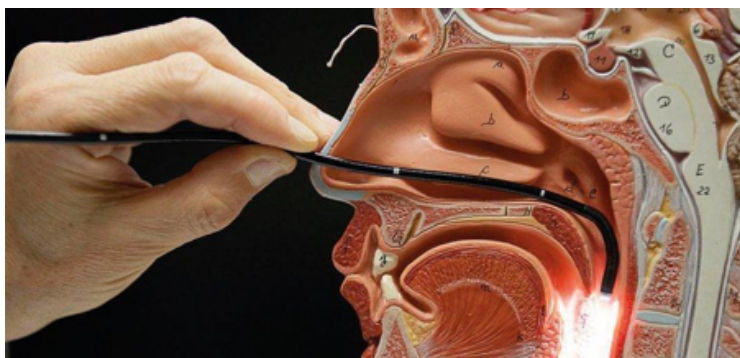


Figura 4 – Exame de Nasofibrolaringoscopia.

Fonte: Borghesan (2016). Disponível em:

<<http://www.rsaude.com.br/img/noticias/g/endoscopia-das-vias-aereas-superiores-nariz-e-garganta-07062016213147.jpg>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

Sistema PACS

Um dos principais objetivos da aplicação do OpenMed Vídeo é solucionar o problema de armazenamento dos exames em forma de vídeo. Para isso, foi pensado em uma aplicação que pudesse estabelecer uma integração com um sistema PACS, e fazer as devidas conversões e adequações.

O PACS é um sistema de arquivamento e comunicação, voltado para o diagnóstico por imagem e que permite o pronto acesso às imagens médicas em formato digital e em qualquer setor de um hospital (AZEVEDO-MARQUES; SALOMAO, 2009). Espera-se, com o PACS, sendo esse um sistema de informação, uma diminuição nas filas de espera, aumento na produtividade, eficiência e melhorias no atendimento aos pacientes (FIRMINO; PEREIRA; VALENTIM, 2012).

A arquitetura de um sistema PACS pode ser compreendida por equipamentos que realizam a aquisição, o armazenamento e a exibição de imagens médicas. A figura 5 ilustra os componentes básicos para a implementação desta plataforma, no qual o termo “modalidades” refere-se aos equipamentos de aquisição de imagens possíveis, como por exemplo, tomografia computadorizada ou ressonância magnética. As modalidades que se encontram na arquitetura de um sistema PACS têm como funções: aquisição de imagens de forma rápida e confiável, conversão dos dados para um formato padrão, chamado de DICOM e o envio das imagens para o servidor (FIRMINO; PEREIRA; VALENTIM, 2012).

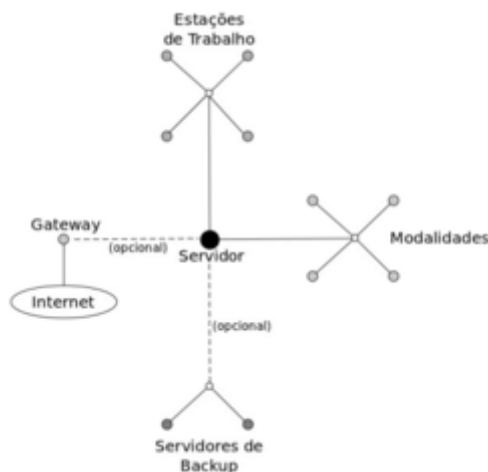


Figura 5 – Arquitetura de um sistema PACS com gateway de internet e Servidores de Backup.

Fonte: Azevedo-Marques e Salomão (2009).

O servidor PACS realiza o arquivamento das imagens, controlando a comunicação e todo o fluxo de dados, bem como garantindo a integridade desses dados. Por sua vez, os servidores de backup são úteis para a recuperação de dados, mantendo o sistema disponível quando inativo. O terceiro componente, as estações de trabalho, permite aos profissionais de saúde a visualização das imagens médicas. Por último, a imagem apresenta um componente opcional, Gateway de Internet, que tem como função permitir um diagnóstico à distância (telediagnóstico) ou uma segunda opinião especializada (teleconsultoria), por meio do envio digital das imagens (FIRMINO; PEREIRA; VALENTIM, 2012).

Tantos os servidores quanto as estações de trabalho possuem aplicativos de softwares específicos para integrar com o sistema PACS. Esses programas são fundamentais para que os componentes executem suas tarefas de forma adequada. Atualmente, existem vários softwares para servidores: DCM4CHEE, ConQuest e ClearCanvas PACS Server. Sendo o DCM4CHEE, segundo Vázquez et al. (2016), melhor em relação à qualidade e requisitos DICOM.

Protocolo DICOM

A evolução tecnológica aplicada à área médica permitiu o surgimento de equipamentos hospitalares de diagnóstico por imagem cada vez mais sofisticados, com funções diversificadas e protocolos de comunicação de diferentes formatos. Diante desse cenário, surgiu a necessidade de se desenvolver um padrão para transmissão e armazenamento de imagens médicas, com o intuito de não prejudicar a comunicação entre sistemas de armazenamentos e dispositivos médicos (FIRMINO; PEREIRA; VALENTIM, 2012). Dessa forma, em meados das décadas de 1980 e 1990, o Colégio Americano de Radiologia (American College of Radiology, ACR), juntamente com a Associação Americana de Equipamentos Elétricos (NEMA), desenvolveu um conjunto de padrões para equipamentos de imagens médicas denominado DICOM (do inglês, Digital Imaging and Communications in Medicine), sendo esse protocolo o principal padrão para armazenamento e transmissão de imagens médicas, entre os equipamentos de diagnóstico por imagem, e o sistema PACS.

Define-se o DICOM como um padrão global para transferência de imagens médicas e outras informações entre computadores (AZEVEDO-MARQUES; SALOMAO, 2009). Dentre suas principais características, é possível destacar: protocolo voltado para formato e transmissão de imagens médicas ponto a ponto, independente dos fabricantes; possui definições de software e hardware e um dicionário padrão de dados; e os protocolos de redes de computadores foram incorporados de maneira adequada.

Arquivo no formato DICOM

Nome: João da Silva Data de Nascimento: 30/10/1967 Sexo: Masculino

Informações adicionais:

Médico solicitante Serviço solicitante

Imagem médica

Figura 6 – Imagem sobre o DICOM.
Fonte: Autoria própria.

Tecnologias utilizadas no desenvolvimento do OpenMed Vídeo

Nesta parte do capítulo serão apresentadas as principais tecnologias utilizadas para desenvolver a aplicação OpenMed Vídeo.

- **Node.js**

O Node.js, uma plataforma construída sobre o motor JavaScript do Google Chrome, está em contraste com o modelo de concorrência mais comum nos dias de hoje, no qual threads são alocadas pelo sistema operacional (FOUNDATION, 2016). Threads são ditos processos “leves”, mas na verdade são pequenos subprocessos, ou seja, são fragmentos de um programa (PENHA; CORREA; MARTINS, 2002), reforçando que esses processos são programas sendo executados. Essa estrutura atual pode ser vista na figura 7, observando-se que os recursos são reservados à medida que as requisições de usuário chegam.

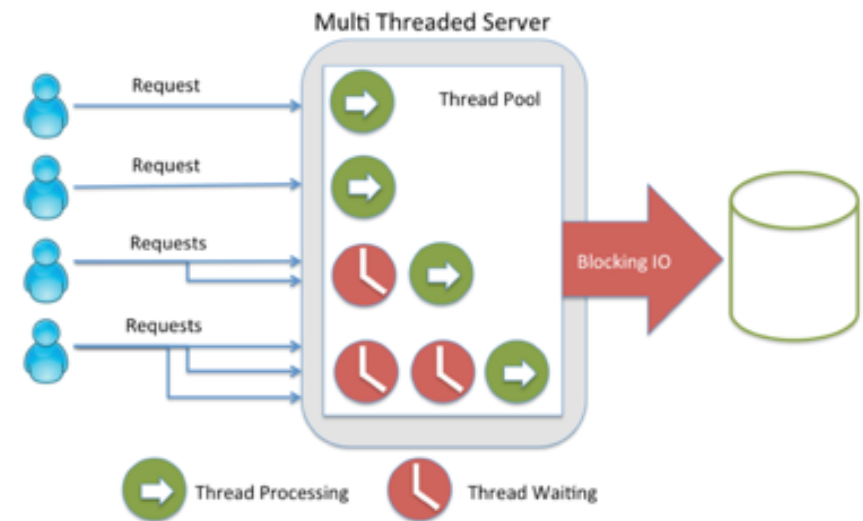


Figura 7 – Estrutura de um servidor de múltiplas threads.

Fonte: Strongloop (2016). Disponível em: <https://strongloop.com/blog-as-sets/2014/01/threading_java.png>. Acesso em: 14 jun. 2017.

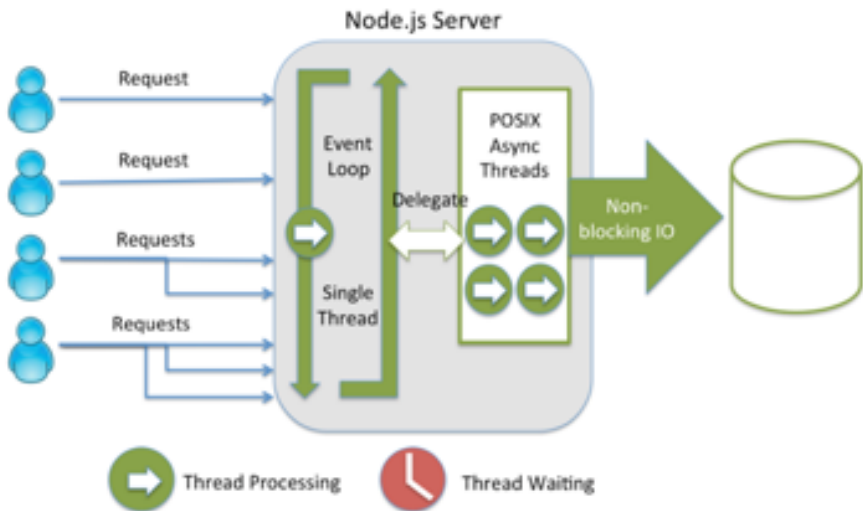


Figura 8 – Estrutura do Node.js.

Fonte: Strongloop (2016). Disponível em: <https://strongloop.com/blog-as-sets/2014/01/threading_node.png>. Acesso em: 14 jun. 2017.

Em um ambiente de muitas requisições a operações de Entrada e Saída (E/S), é inevitável que haja E/S bloqueante, fazendo com que as threads esperem, desperdiçando memória, por exemplo. Por sua vez, o Node.js, com uma proposta diferente, tem um sistema de concorrência que permite que as requisições ao servidor sejam tratadas pelo Event Loop, que é uma única Thread, uma linha de execução, que as recebe e as delega para uma piscina de Threads fazer operações de Entrada e Saída (FOUNDATION, 2016), um exemplo disso é uma busca ao banco de dados. Como pode ser visto, o Node procura otimizar os recursos computacionais com uma estrutura diferente dos demais servidores, como o caso do Apache, por exemplo, que para cada requisição uma nova Thread é alocada concorrentemente. Dessa maneira, por vezes, entende-se que por ele usar um único thread não existe escalabilidade, porém percebe-se que isso não é o que de fato ocorre, visto que existe uma piscina de threads em que realizam suas tarefas de forma que uma thread não depende da outra para que as tarefas sejam concluídas. Esse servidor web foi criado com o intuito de se ter essa estrutura diferente, no entanto é mais conhecido por possibilitar a utilização de JavaScript do lado servidor, sendo isso uma consequência e não um dos objetivos.

Finalizando esse contexto, é importante ressaltar que o Node.js também disponibiliza um sistema simples de carregamento de módulos, em que sua utilização permite incluir outros arquivos JavaScript (MOREIRA, 2016). Esses módulos são carregados por meio do comando npm, que é o gerenciador de pacotes do node e o maior ecossistema de bibliotecas de código aberto do mundo (FOUNDATION, 2016).

- **Electron**

O Electron é um framework para aplicações Desktop, que permite a utilização de ferramentas web (GITHUB, 2016), como HTML, CSS e JavaScript. Desenvolvido pelos profissionais do GitHub, tem a seguinte estrutura:

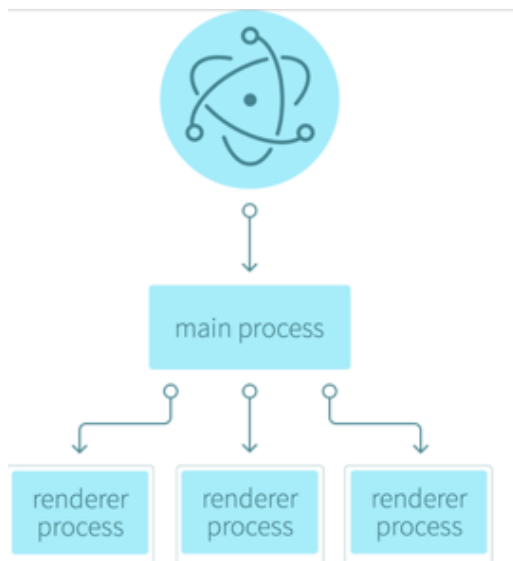


Figura 9 – Estrutura do Electron.

Fonte: Comsysyto (2016). Disponível em: <<https://comsysyto.files.wordpress.com/2015/09/basic.png?w=380&h=435>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

Antes de explicar a figura, faz-se necessário um breve comentário sobre o que é um framework. Trata-se de um conjunto de algoritmos (micro-frameworks) ou sistemas inteiros úteis no desenvolvimento de aplicações web (DANTAS, 2016).

Quanto a figura 9, pode-se observar três camadas: o Chromium, que é a versão aberta do Google Chrome; o Main Process, em que a aplicação é criada e monitorada e o Renderer Process, ou novos processos, que nesse contexto, são simples abas do navegador. O Chromium é a ferramenta em que a aplicação é executada e que utiliza o interpretador de código para JavaScript, desenvolvido pela Google, o V8. O Main monitora o ciclo de vida da aplicação e possibilita a utilização dos recursos do Node.js. Ressalta-se ainda que o processo Renderer permite que tecnologias web sejam utilizadas como em um website qualquer (GITHUB, 2016).

- **Tecnologias web**

Como dito anteriormente, o framework Electron é uma plataforma que permite criar aplicativos desktop por meio de tecnologias web. Pode-se dizer que é umas das vantagens desse framework, pois além desses tipos de tecnologia fornecerem um ágil desenvolvimento ao programador, também permitem que a interface dos aplicativos seja customizável, com o possível uso do CSS, por exemplo (ELECTRON, 2017).

As tecnologias web utilizadas no desenvolvimento da aplicação foram o HTML, CSS e JavaScript. Pode-se afirmar que as duas primeiras são utilizadas apenas no front-end da aplicação, enquanto que o JavaScript pode ser usado tanto no back-end quanto no front. Isso porque, com o advento do node, essa linguagem pode ser trazida para o lado servidor.

Entende-se por front-end e back-end camadas entre o hardware e o usuário final que, no contexto de desenvolvimento web, são as duas que mais se destacam. O front-end é uma abstração para algumas funções do sistema que terão como objetivo a interação direta com o usuário e o back-end processa vários tipos de informações para essa primeira camada (DANTAS, 2016). Vale ressaltar que, mesmo não sendo uma linguagem de programação comum em sistemas web, a linguagem C, juntamente com uma ferramenta de programação paralela, o openMP, foi utilizada nesta aplicação, como será dito mais adiante, mostrando a grande flexibilidade que o Node.js traz.

Metodologia

O objetivo deste projeto é desenvolver um aplicativo desktop a fim de que seja possível gravar e editar exames de Nasofibrolaringoscopia e Laringoscopia em vídeos, sem perder a qualidade e garantir o armazenamento em um servidor PACS. Além disso, o projeto tem como intuito permitir a laudagem, no formato digital, desses exames.

Gravação de exames

Após a escolha das tecnologias a serem utilizadas, seguiu-se em direção à implementação do projeto e umas das primeiras etapas foi a gravação dos exames. De posse das informações, citadas logo no início deste capítulo, de como o vídeo é capturado, a ideia é de que, quando a placa de captura de vídeo for conectada no computador via USB, o aplicativo a reconheça como uma webcam.

A transmissão do vídeo é feita por meio do envio contínuo de pacotes de dados da webcam, conhecido por stream. Para obter esse fluxo de dados, optou-se em utilizar o WebRTC, que é um projeto de código aberto, que não necessita de plugins para realizar a comunicação em tempo real de áudio, vídeos e dados na web (WEB, 2016). Essa plataforma, desenvolvida pelo grupo de pesquisadores da World Wide Web Consortium, disponibiliza várias APIs em JavaScript, sendo duas delas para captura e gravação de áudio e vídeo, a saber, `getUserMedia` e `MediaRecorder`, respectivamente. Vale ressaltar que uma API (do inglês, Application Programming Interface) é, em resumo, uma documentação de como pode-se realizar uma determinada tarefa através de uma biblioteca.

O `getUserMedia` fornece uma maneira de acessar o fluxo da câmera e do áudio local do computador. O primeiro parâmetro que essa função recebe indica quais mídias se deseja acessar, como por exemplo, áudio e vídeo (WEB, 2016). A partir de então, a captura do fluxo da webcam é realizada dentro da aplicação e, após isso, cria-se, por meio do código desenvolvido, um caminho interno para o fluxo de vídeo da câmera.

Com o acesso às mídias, o problema agora seria como conseguir gravá-las, que torna a parte mais importante dessa primeira etapa. Isso foi conseguido com a utilização da outra API, fornecida pelo WebRTC, a `MediaRecorder`. Essa interface cria um objeto, recebendo o stream de vídeo e algumas opções de formato, que, no caso do projeto, o escolhido foi o WebM. Por fim, o objeto `MediaRecorder` disponibiliza as funções `start` e `stop` para iniciar a gravação e finalizá-la, respectivamente.

- **Abrir e Editar**

Junto com a necessidade de gravar, foi observada também a necessidade de poder abrir o exame gravado e editá-lo. A ideia inicial, proveniente do setor de otorrinolaringologia do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), era de poder tirar uma foto em um instante de tempo do vídeo, poder desenhar com o cursor do mouse e colocar textos, indicando alguma anomalia nos exames.

Com apenas quatro botões na interface do software, todo o objetivo é alcançado. Um único botão serve para tirar a foto e limpar o que foi desenhado, como observado na figura 10. No momento em que a foto é capturada, três outros botões aparecem: um para mudar a cor da linha e a espessura e outro para realizar o laudo com a imagem editada. Nenhum botão existe para colocar textos nas imagens, uma vez que, com apenas dois cliques, abre-se uma janela para o usuário inserir alguma observação.

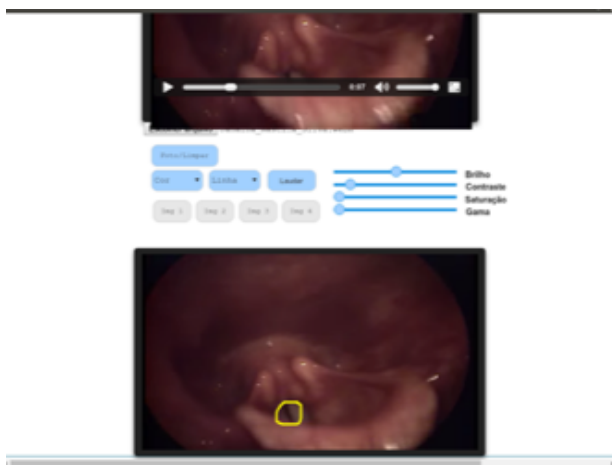


Figura 10 – Editar Exame.

Fonte: Autoria própria.

- **Recortar Vídeos**

Na gravação dos exames, algumas partes dos vídeos são dispensáveis, na maior parte das vezes, como seu início e seu fim, pois é quando a lente é introduzida e retirada do paciente, momento em que não há gravação de informações pertinentes ao exame. Com o objetivo de ter vídeos menores para ter um melhor desempenho de outras funcionalidades do aplicativo, bem como um melhor armazenamento, surgiu a necessidade de deixar só aquilo que é válido, ou seja, oferecer ao usuário a opção, quando necessário, de recortar o vídeo.

Na página principal da aplicação, existem quatro botões, destacando-se até este momento: Gravar Exame e Abrir e Editar Exames. Podia-se fazer essa etapa dentro de Abrir e Editar Exames, no entanto se optou por criar um botão com o nome Recortar Exame.

No entanto, os botões principais são os de recortar o início e o fim do vídeo. Quando o usuário clica no primeiro botão, o do início, por exemplo, uma caixa de diálogo é mostrada com dois campos, um para o tempo inicial, ou seja, o tempo que se deseja de início do corte e o outro para a duração, isto é, para até que ponto vai o corte. Quando o usuário coloca os valores de tempo, o programa é forçado a colocar no formato 00:00:00. Quando o usuário clica no botão para recortar o fim, um processo semelhante acontece. Contudo dessa vez é só a duração, já que o tempo inicial é setado para 0, isto é, começa-se do início do vídeo e vai até o tempo informado, realizando o corte final.

Nessa etapa, existem algumas possibilidades para as quais o arquivo deve ser recortado. A primeira delas é quando o usuário deseja apenas retirar o fim do vídeo e tudo é feito em cima do arquivo original, enquanto a segunda é quando o usuário deseja recortar o início e o fim. Uma possível desvantagem é que o usuário não pode cortar primeiro o fim e depois o início nessa ordem. Ou ele corta apenas o início ou o fim, ou ambos.

Para finalizar, existe o botão de substituir arquivo, que, após o exame ser editado, aplicam-se as alterações. Quando o

botão é clicado, uma função é chamada para verificar qual parte do vídeo foi recortado, isto é, qual saída será salva, se é o do início ou o do fim do vídeo.

O arquivo editado deve ser renomeado para o do arquivo inicialmente baixado pelo usuário para que a substituição seja realizada com sucesso.

• Conversão do vídeo WebM em DICOM

Os exames gravados precisam ser armazenados e, atualmente, o setor de otorrinolaringologia armazena em discos magnéticos, que excedem o espaço em pouco tempo, pela alta demanda de exames. Uma das ideias foi de armazenamento em um servidor web, porém não poderia ser em qualquer um, uma vez que se trata de exames médicos. Para esse caso, a melhor solução seria a adoção de um sistema PACS, visto que é um servidor voltado para a transmissão e armazenamento de imagens médicas (URTIGA et al., 2004).

PACS é um sistema de arquivamento, como mencionado anteriormente, e comunicação, voltado para o diagnóstico por imagem que permite o pronto acesso às imagens médicas (AZEVEDO-MARQUES; SALOMAO, 2009). Em um sistema como esse, as imagens são armazenadas em formato DICOM (do inglês, Digital Imaging and Communications in Medicine), tendo como objetivos promover a comunicação de imagens digitais e fazer com que os diversos fabricantes de aparelhos gerem as imagens em um formato único, entre outros. Para armazenar um vídeo em um sistema PACS é necessário a conversão em frames DICOM do vídeo, uma vez que os sistemas PACS geralmente aceitam apenas frames.

Lembrando que o aplicativo grava exames em formato WebM, que foi escolhido por ser um dos padrões suportados pelo HTML5 (uma das tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da aplicação), além de ser considerado um dos poucos formatos que podem acompanhar os novos padrões de compressão MPEG4, tanto em qualidade quanto em tamanho de arquivo, havendo uma melhor qualidade de vídeo (WEBM, 2017).

Logo, o arquivo sendo do formato WebM, é necessária a conversão para imagens DICOM, a fim de fazer a integração com o sistema de arquivamento. A primeira tentativa foi com o ffmpeg, que é um programa em linha de comando, utilizado para manipular vídeos. Pegava-se o vídeo e tentava-se, com o Child Process, módulo do node que permite rodar comandos do terminal, executar o programa. O comando era executado com sucesso, entretanto o ffmpeg não convertia corretamente para DICOM.

A segunda tentativa foi usar o dcm4che, que é uma caixa de ferramentas para trabalhar com DICOM (DCM4CHE.ORG, 2016). Uma dessas ferramentas fornece um arquivo na linguagem java, que permite converter imagens no formato JPG para DICOM. Nessa solução, ainda seria precisa a utilização do ffmpeg para converter o vídeo WebM em imagens JPG, já que o dcm4che não disponibiliza essa funcionalidade. Mais uma vez, fez-se uso do Child Process do node para executar o programa em linha de comando.

Com um vídeo de 60 segundos, aproximadamente 30 frames por segundo (mil e oitocentas imagens no formato JPG), o computador ficou irresponsivo por alguns minutos. A fim de encontrar uma solução para esse problema de desempenho, tentou-se criar um programa na linguagem C, com sua primeira versão serial, que conseguisse percorrer o diretório, no qual estariam as imagens convertidas pelo ffmpeg, e executar o comando do dcm4che para convertê-las em DICOM.

Assim, o programa serial criado mostrou um desempenho melhor do que aquele usando Child Process, isso porque o Node.js estava criando centenas de subprocessos para a conversão das imagens, fazendo com que o sistema operacional gastasse tempo em criar e apagar esses processos. Em suma, o computador não travou e o tempo foi reduzido pela metade.

Tendo em vista a melhoria significativa de utilizar-se o programa serial em C, imaginou-se que um algoritmo em paralelo teria uma resposta ainda superior, criando-se threads para as diversas operações. Primeiramente, o código deveria estar

adequado para aplicar uma ferramenta de programação paralela, que vinha a ser o OpenMP, ferramenta esta que se aproveita de características como a memória compartilhada. Nessa ferramenta, existem diretivas que indicam onde o programa deve ser paralelo. No entanto, o OpenMP não fornece paralelização de loops *Whiles*. Logo, no código, criou-se uma função apenas para varrer o diretório, contar e armazenar o nome das imagens, a fim de se criar um *for* e aplicar o *system* a cada imagem. Para finalizar, utilizando a diretiva *pragma omp parallel for*, o código, aparentemente, apresentou um tempo reduzido daquele do programa serial, apesar de ser um código *i/o bound*, ou seja, que apresenta diversas operações de Entrada e Saída, como ler e retornar arquivos de um diretório.

O fluxograma a seguir busca resumir a principal etapa explicada nesta seção, a paralelização do código C:

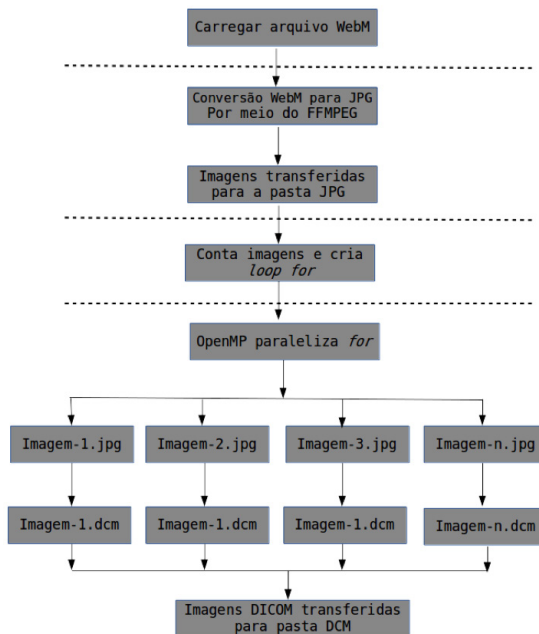


Figura 11 – Fluxograma da última etapa.
Fonte: Autoria própria.

Inicialmente, abre-se o arquivo WebM, em seguida converte-o em imagens JPG por meio do programa ffmpeg. As imagens são transferidas para uma pasta chamada JPG, ao passo que o programa em C já está sendo executado, o qual varre esse diretório com o objetivo de contar quantos arquivos existem para a criação do loop for. Quando os arquivos são contados e o for criado, a utilização do OpenMP tornasse viável, convertendo as imagens uma a uma de forma paralela. Como término, as threads que foram criadas são ligadas e as imagens transferidas para a pasta contendo as imagens DICOM.

- **Inserindo informações do paciente no DICOM**

Com a parte de converter para DICOM funcionando, a preocupação foi em inserir as informações do paciente nas imagens convertidas que são exigidas nesse formato. Para tanto, no ato da conversão, o dcm4che possibilita, por meio do jpg2dcm, que seja passado um xml com as informações. O node disponibiliza diversos módulos, um deles é o xmlbuilder, que com ele foi possível criar o modelo do xml a ser passado ao comando dentro do arquivo em C.

As informações do paciente para a construção desse arquivo são obtidas por um formulário dentro da aplicação, figura 12. Nele apresentam-se os campos com o nome do paciente, idade, ID do paciente, ano de nascimento, sexo, registro, modalidade, anestesia, entre outros. Toda essa etapa foi conseguida com uma biblioteca em JavaScript, jquery, para pegar as informações de cada campo e guardar em uma lista para ser usado na função do xmlbuilder.

A imagem mostra uma interface web de um sistema médico. No topo, há uma barra azul com o texto "OpenMed Vídeo". Abaixo, um formulário branco com o título "Dados do Paciente" e um ícone de fechar. O formulário possui os seguintes campos: "Nome do Paciente" (campo de texto), "ID do Paciente" (campo de texto), "Data de Nascimento" (campo de texto), "Registro do Paciente" (campo de texto), "Sexo" (com botões de rádio para "Masculino" e "Feminino"), "Modalidades" (menu suspenso) e "Uso de Anestesia" (checkbox). Na base do formulário, há dois botões: "Fechar" (cinza) e "Salvar" (azul). O fundo da interface é cinza e mostra partes de outros elementos, como "Grav" e "ACS".

Figura 12 – Formulário para obtenção das informações do paciente e do exame.

Fonte: Autoria própria.

• Laudagem

O laudo, nos mais diversos hospitais, dá-se, na maior parte das vezes, de forma manual, isto é, escrevendo em papéis, que podem ser perdidos e que se desgastam com o tempo. O OpenMed Vídeo procurou dar uma opção para o usuário que o utiliza de ter esse laudo digital, em que nem o tempo nem o ambiente podem estragá-lo, entre outras vantagens.

É possível visualizar, na figura 19, na seção 6, o formulário desenvolvido, que será o laudo propriamente dito com a imagem editada. Ao concluir as observações e informações do paciente no formulário, o médico tem a opção de criar um PDF, um botão no canto inferior direito da página.

A criação do PDF é feita utilizando-se dos módulos: File System (fs), que permite a manipulação de arquivos de diretórios no sistema operacional, e Operating System (os), que, como o próprio nome sugere, é um módulo que fornece métodos úteis relacionados ao sistema operacional; path, que promove uma interface para trabalhar com arquivos e diretórios, e o shell, que fornece funções relacionadas à integração com o desktop

(ELECTRON, 2017). Porém, a propriedade mais importante dessa etapa é o `webContents` do `BrowserWindow`, que permite, por meio do método `printToPdf`, gerar o arquivo PDF e utilizar um `callback` para escrever, utilizando-se do `fs`, o arquivo no sistema de diretórios. Finalizando o assunto, o arquivo ainda é aberto automaticamente, por meio do método `openExternal`, do módulo `shell`.

- **Integração com um sistema PACS**

Com o vídeo WebM sendo convertido para frames DICOM e por meio do preenchimento dos dados por um formulário, permitindo a inserção desses dados nas imagens, pôde-se facilmente desenvolver a etapa em destaque.

A integração com um sistema PACS, como dito em mais de uma secção, é um dos objetivos mais importantes do trabalho, pois permitirá que os exames gravados sejam armazenados em um servidor, solucionando o problema de armazenamento local dos computadores do setor de otorrinolaringoscopia.

Vale ressaltar que o DICOM fornece diversos serviços, que permitem executar determinada tarefa a um objeto, como por exemplo, armazená-lo ou mostrá-lo. Esse serviço também é conhecido como Classe de Serviço, devido à natureza orientada a objetos do seu modelo de informação (AZEVEDO-MARQUES; SALOMAO, 2009). Destacando-se ainda que, quando um dispositivo fornece um serviço, ele pertence a uma Classe Provedora de Serviço (Service Class Provider, SCP) no momento que solicita a uma Classe de Usuário de Serviço (Service Class User, SCU). Para o desenvolvimento da integração, o aplicativo assumiu tanto a condição de SCU, uma vez que necessita armazenar as imagens e o servidor, quanto a função de SCP, já que fornece uma funcionalidade. Para isso, cada imagem convertida é enviada por meio do serviço DICOM C-STORE.

Para finalizar, é importante mencionar que ao clicar no botão “Enviar OpenPacs”, é verificado se existe dentro do diretório/dcm imagens a serem enviadas e se o usuário está logado em

um sistema PACS. Caso contrário, o programa emite mensagens de alerta, informando a situação atual, como observado abaixo.

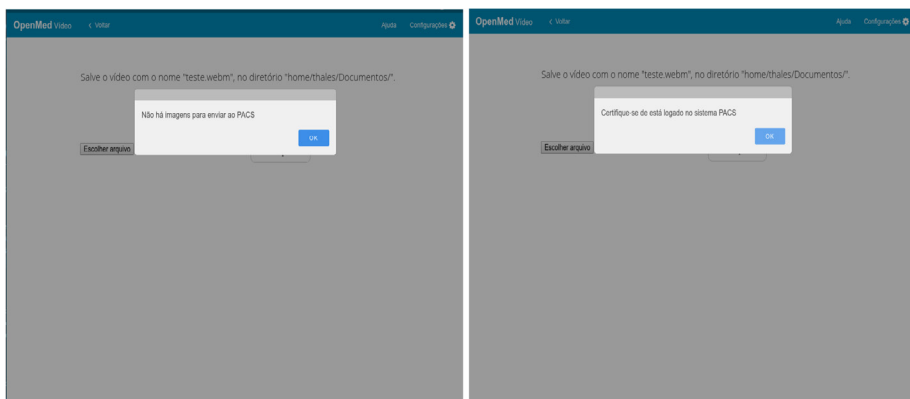


Figura 13 – Mensagens emitidas quando não há imagens a serem enviadas e quando o usuário não está logado em um servidor PACS.
Fonte: Autoria própria.

Resultados e discussões

Esta seção busca apresentar os resultados obtidos com o desenvolvimento do aplicativo em questão, bem como os experimentos realizados ao longo da implementação, a fim de se levantar uma análise e discussões sobre funcionalidade desse aplicativo.

• Resultados

O OpenMed Vídeo passou por avaliações dos profissionais do setor de otorrinolaringoscopia, aos quais foram mostradas todas as funcionalidades do sistema, permitindo que os médicos opinassem sobre as funções do aplicativo e sugerissem algumas outras. Ao longo do capítulo, pode-se perceber que essas funções, requeridas pela equipe médica, foram atendidas. Seguindo o mesmo contexto, nas semanas consecutivas, foram realizadas reuniões com a equipe do OpenPacs, a quem os médicos recorreram quando há a necessidade de armazenamento e de uma

aplicação mais intuitiva, objetivando analisar se os requisitos estavam sendo atendidos e como estava ocorrendo a evolução do projeto em evidência.

Em seguida, procura-se apresentar todos os componentes do sistema, as telas, assim como os resultados de suas funções, como por exemplo, a conversão realizada e a integração com o PACS.

- **Tela Inicial**

A tela inicial, mostrada na figura a seguir, propõe quatro páginas inicialmente. A primeira tela, quando clicada no botão “Gravar Exame”, oferecerá ao usuário a possibilidade de gravar o exame no formato WebM e salvar em qualquer lugar do seu computador. O “Recortar Exame” possibilitará, em uma tela que será mostrada mais adiante, o corte inicial e final do vídeo gravado. Por sua vez, o “Abrir e Editar”, em uma outra página, permite que o vídeo seja aberto e editado. Para finalizar, observando-se a imagem, vê-se o botão “Converter”, que proporcionará a conversão do vídeo em imagens DICOM e a integração com o sistema PACS.



Figura 14 – Tela inicial do OpenMed Vídeo.
Fonte: Autoria Própria.

- **Gravar Exame**

Na figura 15 observa-se a página em que os vídeos são gravados. Com a finalidade de buscar uma aplicação intuitiva, percebe-se que existe apenas um botão. Apesar da existência somente desse, o aplicativo grava, marca o tempo no canto inferior esquerdo e salva.

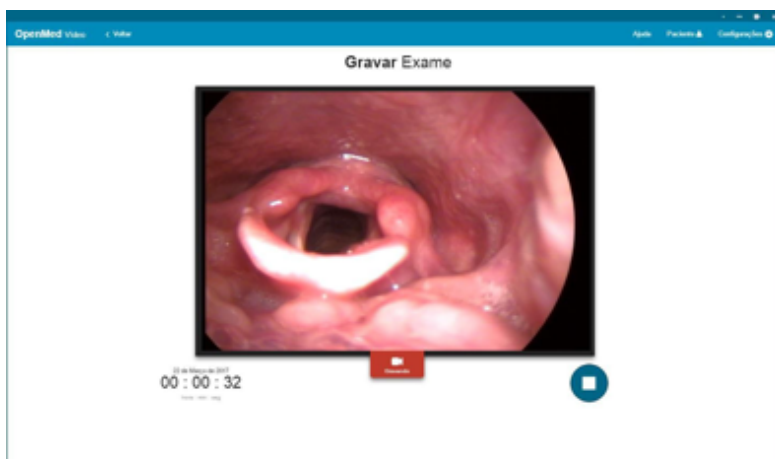


Figura 15 – Gravar Exame.
Fonte: Autoria Própria.

- **Recortar Exame**

A seguir, serão apresentadas as figuras referentes à etapa de recortar o exame. A primeira mostra a página na qual o vídeo será cortado tal como os botões para iniciar, adiantar ou atrasar, recortar no início ou no fim, um de recomendar e o de salvar a edição. As duas (figuras 17 e 18) mostram as janelas para a obtenção dos tempos na realização dos cortes de começo e final, respectivamente.

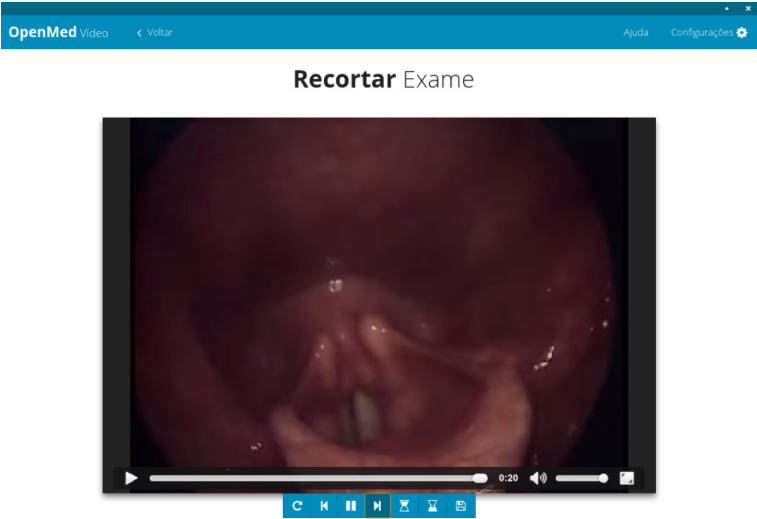


Figura 16 – Página inicial para recortar o vídeo.
Fonte: Autoria Própria.

The screenshot shows a window titled 'Recortar Exame' with a grey background. Inside the window, there is a text prompt 'Entre com o tempo no formato 00:00:00:'. Below this, there are two input fields. The first is labeled 'Início:' and contains the text '00:00:05'. The second is labeled 'Duração:' and contains the text '00:00:13'. At the bottom of the window, there are two buttons: a grey button labeled 'VOLTAR' and a blue button labeled 'CONCLUIR'.

Figura 17 – Janela para obter os tempos de corte.
Fonte: Autoria Própria.

Na figura anterior, percebe-se que a janela mostra dois campos a serem preenchidos, um deles é o tempo do momento inicial que se deseja realizar o corte e o outro é a duração total do vídeo.

Figura 18 – Janela para tempo obtenção do tempo final.
Fonte: Autoria Própria.

Percebe-se que, para retirar parte do fim do vídeo, é necessário apenas que o usuário informe até onde ele quer que o vídeo vá, ou seja, somente a duração final.

- **Abrir e Editar**

Um dos requisitos mínimos do sistema era que apresentasse, de forma intuitiva, uma possibilidade de editar as imagens dos exames. A figura 10 da seção 5 ilustra um vídeo sendo carregado e apenas um botão para capturar a foto, sendo exibido.

No momento do clique, outros três botões aparecem, assim como a foto correspondente no dado instante.

- **Laudagem**

Outro objetivo do OpenMed Vídeo era que laudos digitais pudessem ser realizados no setor de otorrinolaringologia. Nesse sentido, a ferramenta possibilita a laudagem digital, após a edição do exame, clicando apenas no botão “Salvar”. Com isso, uma nova página é aberta, Figura 19, em que o profissional de saúde preenche os campos com o nome do paciente, idade, data, sexo e faz algumas observações.

VIDEOENDOSCOPIA DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES

Nome do Paciente
Thales Barros de Castro

Registro
Registro do Paciente

Idade
Idade

Data
15/11/2016

Sexo
☒ Masculino
☐ Feminino

Preencha este campo.

Figura 19 – Laudagem.
Fonte: Autoria Própria.

- **Converter**

A apresentação, que segue em forma de figuras, é referente ao objetivo mais importante do OpenMed Vídeo, a integração com o PACS, que consiste na conversão do vídeo WebM em frames, JPG em DICOM e, por fim, no envio das imagens desse último formato ao servidor DCM4CHEE.

OPENMED VÍDEO: SISTEMA DE GRAVAÇÃO E LAUDAGEM DE EXAMES MÉDICOS INTEGRADO COM O SISTEMA PACS

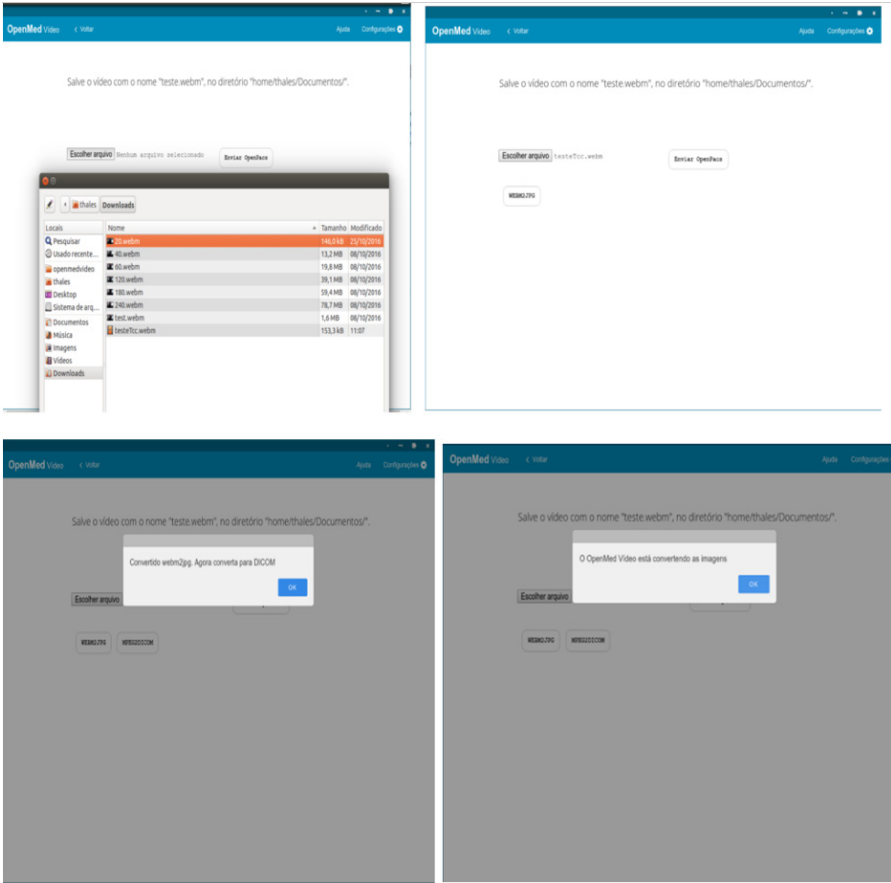


Figura 20 – Telas da conversão WebM para DICOM.
Fonte: Autoria Própria.

A figura 20 ilustra as etapas realizadas para conversão do vídeo WebM em DICOM. Percebe-se que a imagem é formada por outras quatro, cada uma representando um momento distinto, a saber: a escolha do vídeo a ser convertido (canto superior esquerdo); o surgimento de um terceiro botão, logo abaixo do “Escolher arquivo”, responsável em converter o vídeo em frames JPG (canto superior direito); a realização da operação anterior bem

sucedida juntamente com o aparecimento do botão responsável em converter as imagens JPG em DICOM (canto inferior esquerdo); e, por fim, a mensagem informando que as imagens foram transformadas em DICOM com sucesso (canto inferior direito);

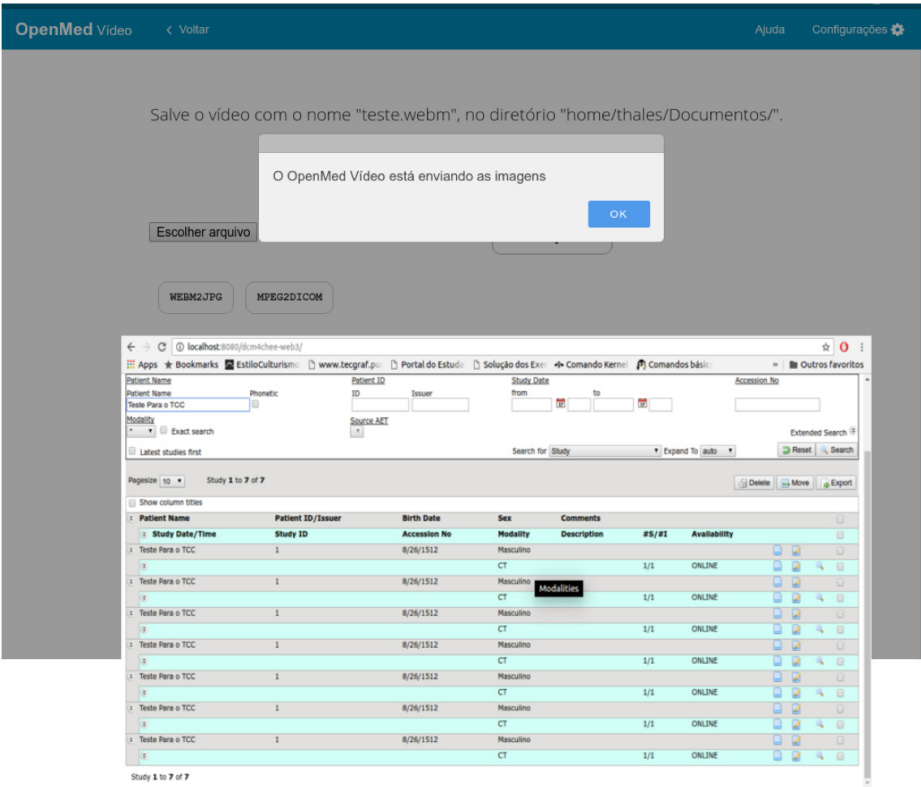


Figura 21 – Imagens DICOM enviadas ao sistema PACS.
Fonte: Autoria Própria.

• **Considerações**

Atualmente, o software que os profissionais utilizam para gravar e editar os exames é o PowerDirector, fornecido pelo fabricante da placa de captura, como já foi dito em outras oportunidades deste trabalho. Esse aplicativo grava os exames em MPEG,

formato no qual o OpenMed Vídeo não trabalha, pois ele grava os vídeos em WebM e todas as suas funções são baseadas em ler esse formato.

Seguindo esse contexto, foi necessário que o vídeo fornecido em MPEG fosse convertido ao formato padrão do OpenMed, o WebM, para que se pudesse examinar as demais aplicabilidades. A seguir, é mostrado o exame original e o recortado na tela de “Recortar Exame”.

Registro

99999999

Idade

35 anos

Data

18/11/2016

Sexo

☐ Masculino

☒ Feminino



fenda glótica antero-posterior

Conclusões

Exame realizado com telescópio 7mm inserido por cavidade oral, sob anestesia local com lidocaína spray 10%. Visualizado: base de língua, parede posterior de orofaringe, valêcula, epiglote, seios piriformes, aritenóides, prega aritepiglótica, bandas ventriculares e pregas vocais sem lesões elementares e com anatomia preservada. Movimentação de pregas vocais presente com formação de fenda glótica paralela, fusiforme, anteroposterior durante fonação.

Figura 22 – Informações reais preenchidas no laudo do OpenMed.
Fonte: Autoria Própria.

Percebe-se que a imagem editada é posicionada no centro de um formulário, a saber, o laudo digital, no qual os campos são preenchidos e as conclusões editadas pela médica. Na imagem, a médica visualizou, durante movimentação das pregas vocais, no momento da edição, a presença de uma fenda glótica, paralela, fusiforme, anteroposterior, durante a fonação da paciente.

Conclusões

Diante das necessidades apresentadas pelos otorrinolaringologistas do Hospital Universitário Onofre Lopes, concluiu-se que seria de extrema importância a criação de uma ferramenta computacional que pudesse solucionar o problema de armazenamento dos exames gravados no setor e que conseguisse ser de fácil utilização, de modo que esses profissionais de saúde não desperdiçam tempo editando as imagens dos vídeos e emitindo os laudos médicos.

Partindo desse contexto, o OpenMed Vídeo foi desenvolvido, pelo Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde, a quem a equipe médica recorreu quando surgiu a necessidade. Seu desenvolvimento possibilitou que os exames gravados pudessem ser armazenados em forma de imagens DICOM em um sistema PACS, de modo a ter um armazenamento não local. Além disso, proporcionou, sendo voltado para a problemática dos médicos, a existência uma ferramenta mais específica e intuitiva para o seu público alvo.

Ainda nessa conjuntura, pode-se afirmar que, além do que já foi mencionado anteriormente, o aplicativo em destaque atende às características mínimas apresentadas pelos softwares atualmente utilizados pelos profissionais do setor, que são, normalmente, aqueles dos fabricantes da placa de captura de vídeo, uma vez que grava e edita os exames.

Referências

- AZEVEDO-MARQUES, P. M. de; SALOMAO, S. C. Pacs: Sistemas de arquivamento e distribuição de imagem. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 3, n. 1, p. 131-139, 2009.
- BORGHESAN, C. E. **Endoscopia das Vias Aéreas Superiores** (Nariz e Garganta), Paraná, nov. 2016. Disponível em: <<http://www.rsaude.com.br/maringa/materia/endoscopia-das-vias-aereas-superiores-nariz-e-garganta/9965>>. Acesso em: 2 nov. 2016.
- COMSYSTO. **Building a desktop application with electron**. nov. 2016. Disponível em: <<https://comsysto.com/blog-post/building-a-desktop-application-with-electron>>. Acesso em: 3 nov. 2016.
- DANTAS, M. da C. R. **Sistema de telemonitoramento para pacientes com esclerose lateral amiotrófica**. 2016. 44 f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2016.
- DCM4CHE.ORG. **Open source clinical image and object management**. nov, 2016. Disponível em: <<http://www.dcm4che.org/>>. Acesso em: 25 nov. 2016.
- ELECTRON. **Electron documentation 1.4.8 docs/all**. mar, 2016. Disponível em: <<http://electron.atom.io/docs/all/>>. Acesso em: 3 mar. 2017.

FIRMINO, M.; PEREIRA, S.; VALENTIM, R. Pacs: sistema de comunicação e arquivamento de imagens médica: Visão introdutória e usabilidade no sistema de saúde brasileiro. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012, Tocantins. **Anais...** Tocantins, 2012. v. 1, n. 1, p. 2.

FOUNDATION, N. **Nodejs**. Jul. 2016. Disponível em: <<https://nodejs.org/en/>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

GITHUB. **Electron**. Jul. 2016. Disponível em: <<http://electron.atom.io/>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

HUBSPOT. **vex Documentation**. Jul. 2016. Disponível em: <<http://github.hubspot.com/vex/docs/welcome/>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

LTDA, E. D. B. T. **Endoscópio rígido para laparoscopia**. 1 fotografia,color. Disponível em: <<http://catalogohospitalar.com.br/endoscopia-rigido-para-laparoscopia.html>>. Acesso em: 2 nov. 2016.

MEDICINA, S. **LARINGOSCOPIA**. 2016. Disponível em: <<http://catalogohospitalar.com.br/endoscopia-rigido-para-laparoscopia.html>>. Acesso em: 2 nov. 2016.

MJR, S. **SLC - sistemas de laudo e captura**. 2016. Disponível em: <http://www.mardjr.com.br/sistemas_slc.asp>. Acesso em: 8 nov. 2016.

MOREIRA, R. H. **Módulos em node. JS**. 2016. Disponível em: <<http://nodebr.com/modulos-em-nodejs/>>. Acesso em: 3 nov. 2016.

NETTO, O. P. et al. Uma metodologia para estruturação de laudos médicos usando ontologias. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 31, 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2011, p. 3.

NODEJS.ORG. **Node.js v7.2.0 Documentation**. 2016. Disponível em: <<https://nodejs.org/api/fs.html>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

NODEJS.ORG. **Node.js v7.2.0 Documentation**. 2016. Disponível em: <https://nodejs.org/api/child_process.html>. Acesso em: 25 nov. 2016.

OTORRINOVILLAS. **VÍDEOENDOSCOPIA NASAL RÍGIDA E FLEXÍVEL**. 2016. Disponível em: <<http://catalogohospitalar.com.br/endoscopia-rigida-para-laparoscopia.html>> Acesso em: 2 nov. 2016.

PENHA, D. O. da; CORREA, J. B. T.; MARTINS, C. A. P. S. Análise comparativa do uso de multi-thread e openmp aplicados a operações de convolução de imagem. **wscad**, v. 1, n. 1, 2002.

PILTCHER, O. B.; MAAHS, G. S.; KUHL, G. **Rotinas em otorrinolaringologia**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

STRONGLOOP. What Makes Node.js Faster Than Java?

2016. Disponível em: <<https://strongloop.com/strongblog/node-js-is-faster-than-java/>>. Acesso em: 3 nov. 2016.

TOUCHHEALTH. Software para quem cuida da saúde.

2016. Disponível em: <<http://touchhealth.com.br/>>. Acesso em: 8 nov. 2016.

URTIGA, K. S. et al. Mini-WEBPACS: Sistema Compacto para Armazenamento e Distribuição de Imagens Médicas em Ambientes Clínico-Hospitalares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 9., 2004, Ribeirão Preto. **Anais...** Natal, 2004.

VARELLA, D. Exame de imagem nasofibrolaringoscopia.

Disponível em: <<https://drauziovarella.com.br/videos-3/nasofibrolaringoscopia/>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

WEB, W. W. **WebRTC**. 2016. Disponível em: <<https://webrtc.org/>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

WEBM. **WebM Files**. Disponível em: <<http://www.webmfiles.org/>>. Acesso em: 3 mar. 2017.

SISTEMA DE TELEMONITORAMENTO PARA PACIENTES COM ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA

*Marcel da Câmara Ribeiro Dantas
Isabele Magaldi Almeida de Freitas
Nícolas Vinícius Rodrigues Veras
Natanael de Freitas Neto*

O cenário e potencial da tecnologia aplicada à Esclerose Lateral Amiotrófica

A automação hospitalar é uma área multidisciplinar que envolve linguagens de programação (*software*), plataformas eletrônicas (*hardware*), atuação (mecânica) e fluidos fármacos (VALENTIM et al., 2012). Outros autores vão mais a fundo, definindo a automação hospitalar como uma subárea da automação que promove a automatização dos processos oriundos do ambiente hospitalar, buscando eficiência e produtividade, apropriando-se de muitos conceitos da automação industrial (BROOKS; BROOKS, 1998). Sob à perspectiva dessa linha de pesquisa, os trabalhos desenvolvidos conduzem à automatização do processo de monitoramento por meio de sistemas que utilizam biodispositivos ou biosensores para fazer a aquisição dos sinais vitais dos pacientes (JEVON; EWENS; POONI, 2012). Além disso, o desenvolvimento de sistemas para o monitoramento de pacientes é uma das áreas de pesquisa da automação hospitalar que vem ganhando destaque nos últimos anos (MORAIS et al., 2013). Como um todo, a utilização de sistemas que permitam melhorar a eficiência nos tratamentos aos pacientes vem se tornando uma praxe nos hospitais (ARAUJO, 2012).

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença neurodegenerativa, caracterizada por uma progressiva e fatal perda de neurônios motores (YAMANAKA et al., 2008) do córtex

cerebral, tronco encefálico e medula espinhal, não afetando, no entanto, a atividade cognitiva do paciente (EISEN, 2009). Como consequência da atrofia muscular progressiva oriunda da perda de neurônios motores, muitos pacientes com ELA falecem por complicações da insuficiência respiratória. Devido a essa delicada situação, em estágios avançados da doença se faz necessário o uso de respiradores artificiais (MADARAME et al., 2008), além de um monitoramento mais eficaz para melhorar a qualidade de vida do paciente frente às complicações respiratórias.

Com a evolução e o agravamento da ELA é preferível a utilização da ventilação não invasiva por pressão positiva, o *Bilevel Positive Pressure Airway* (BiPAP). Esse método aumenta a ventilação alveolar do paciente (POON; BECKER; LITTNER, 2010), proporcionando um conforto respiratório maior, prolongando a sobrevida por muitos meses, além de poder melhorar a qualidade de vida (ANDERSEN et al., 2012).

Partindo disso, o capítulo propõe a implementação de um sistema de telemonitoramento *web* para pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica, apto a receber sinais vitais de modo a permitir um monitoramento em tempo real, ininterrupto e de qualidade pela equipe de saúde. Apesar disso, esses sinais vitais não se limitam apenas aos aferidos pelo respirador mecânico, mas também por outros equipamentos, como monitor multiparâmetro, oxímetro de pulso, entre outros.

O oxímetro de pulso, por exemplo, é indicado para qualquer situação clínica em que possa ocorrer hipoxemia (insuficiência de oxigênio no sangue) (HANNING; ALEXANDER- WILLIAMS, 1995), além de se tratar de um método barato, não invasivo e portátil de medida da saturação de oxigênio arterial, que facilita a detecção precoce da hipoxemia (JEVON; EWENS; POONI, 2012). Desse modo, seria ineficaz limitar o monitoramento da ferramenta à apenas valores aferidos por respiradores mecânicos.

O fato do sistema ser *web* e de acesso remoto, isso é, de acesso descentralizado, permite que o sistema ofereça um

monitoramento *homecare*. O monitoramento *homecare* oferece uma série de vantagens, tanto sob o ponto de vista da equipe de saúde, quanto do paciente. Ele promove aumento da qualidade de vida, pois possibilita que o paciente permaneça em convívio familiar, evitando-se, assim, o deslocamento desnecessário do paciente para hospitais, havendo, consequentemente, redução de custos do tratamento e de riscos para o paciente (MORAIS et al., 2015).

Telemedicina e Telessaúde

Alguns autores apontam que a telessaúde surgiu, inicialmente, como uma estratégia para suporte aos profissionais de saúde por meio de teleconsultoria, telediagnóstico e teleducação (MARCOLINO et al., 2015). Porém, mais que isso, ela amplia o próprio conceito de saúde, trazendo novos espaços de atuação aos profissionais que trabalham para o bem-estar pleno da população e aumentando a cobertura dos serviços graças a tecnologia da informação (BALEN; BRAZOROTTO, 2015).

O uso dessas ferramentas tecnológicas favorece a realização de atividades à distância, relacionadas à saúde em seus diversos níveis. Elas permitem a interação entre profissionais de saúde ou entre esses e os usuários. Auxiliam também no diagnóstico ou na forma de tratamento durante um caso clínico, seja esse de baixa, média ou alta complexidade. Dessa forma, o Programa Telessaúde Brasil Redes oferece recursos para teleassistência, que propiciam consequentemente a teleconsultoria, o telediagnóstico e a segunda opinião formativa (MELO; SILVA, 2006).

Segundo o Conselho Federal de Medicina, a telemedicina é definida como: o exercício da Medicina por meio da utilização de tecnologias interativas, objetivando promover a assistência, a educação e pesquisa em saúde (CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA, 2002). Sendo assim, esse serviço permite a troca de informações que atendem a todos os níveis da saúde e permite uma educação continuada do profissional (EL KHOURI, 2003). Embora telemedicina e telessaúde tenham conceitos e aplicabilidades semelhantes, tratam-se de modalidades diferentes.

A telessaúde é um programa amplo, que engloba a Medicina e outras áreas da saúde como a Enfermagem e a Odontologia, por exemplo (WEN, 2008).

A Esclerose Lateral Amiotrófica e as consequências no cotidiano dos pacientes acometidos

A esclerose lateral amiotrófica é uma doença neurodegenerativa, caracterizada por fraqueza muscular progressiva que leva o paciente ao óbito, usualmente devido a complicações respiratórias (MORAIS et al., 2015). Pozza (2006) aponta que a fisioterapia, por meio de intervenções cinesioterapêuticas¹, assim como orientações aos pacientes e cuidadores são capazes de amenizar a perda físico-funcional, a fadiga muscular e a imobilidade do sistema musculoesquelético, melhorando a qualidade de sobrevivência. A esclerose lateral amiotrófica é a forma mais comum de doença progressiva do neurônio motor e um grande exemplo de doença neurodegenerativa, considerada por alguns autores como a mais devastadora das doenças neurodegenerativas (HAUSER; JOSEPHSON, 2015). Esses mesmos autores endossam que a doença tem progressão inexorável, leva ao óbito por paralisia respiratória e à sobrevivência média de três a cinco anos. Embora muito raros, existem relatos de estabilização ou até mesmo regressão da ELA. Na maioria das sociedades, a incidência é de um a três casos e a prevalência de três a cinco casos, ambas por 100.000 habitantes. Existem vários focos endêmicos da doença com prevalência maior no oeste do pacífico, nos Estados Unidos da América e Europa, assim como homens são um pouco mais acometidos que as mulheres (HAUSER; JOSEPHSON, 2015).

1 Conjunto de atividades físicas com finalidade terapêutica que demandam atividade muscular do paciente (c. ativa) ou que provocam uma resposta muscular do paciente à estimulação feita por meio de aparelhos específicos, massagens etc. (c. passiva).

No Brasil, existe o Programa de Assistência Ventilatória Não Invasiva aos Portadores de Doenças Neuromusculares, instituído pela portaria nº 1.370 do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008a). Como doença neuromuscular, a ELA está, portanto, incluída nesta portaria. Essa certeza jurídica, no entanto, veio apenas na portaria nº 370 do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008b), em seu anexo I. De acordo com essa segunda portaria, os critérios clínicos para o uso da Ventilação Não Invasiva (VNI) são:

- $\text{PaC2} > 45 \text{ mmHg}$;
- $\text{SpO2} < 88\%$ por mais de cinco minutos durante o sono e/ou dessaturação de oxigênio não explicada pela presença de apneias ou hipopneias;

Sintomas compatíveis com hipoventilação alveolar crônica, cefaleia matinal, fadiga, despertar noturno frequente com dispneia e taquicardia, sonolência, pesadelos relacionados com dificuldades respiratórias (sufocação e afogamento), dificuldade de concentração, ansiedade, depressão, náuseas, hiporexia (falta de apetite), perda ou ganho de peso, dificuldade de mobilizar secreções das vias aéreas e em casos mais avançados hipertensão pulmonar, insuficiência cardíaca congestiva e policitemia.

Na fase intermediária da doença o uso de dispositivos de VNI é indispensável para o paciente com ELA, pois proporciona alívio sintomático e aumento da sobrevida (PRESTO et al., 2009). O uso de VNI e técnicas correlatas podem prolongar a sobrevida e, caso a função bulbar o permita, evitar ou pelos menos adiar a necessidade de traqueostomia (ABOUSSOUAN et al., 1997; CHIÒ et al., 2012). A eficácia da VNI é explicada por múltiplos efeitos fisiológicos. Dentre os seus efeitos destacam-se: ventilação de pressão positiva (suporte inspiratório), pressão positivo telo-expiratória externa (PEEP), repouso dos músculos respiratórios e diminuição da pressão negativa intratorácica pelo esforço inspiratório com melhoria da função miocárdica (PASCHOAL;

VILLALBA; PEREIRA, 2007). Ainda de acordo com a portaria nº 1.370 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008b), em seu artigo terceiro, é exigido que as Secretarias de Saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios em Gestão Plena do Sistema, dentre outras exigências, adotem as providências necessárias para viabilizar a manutenção e acompanhamento domiciliar dos pacientes. Isso inclui, ainda, zelar pela adequada utilização das Indicações Clínicas para a utilização de ventilação não invasiva em pacientes portadores de doenças neuromusculares, definidas no Anexo II da portaria.

A Distribuição das especialidades de saúde no Brasil necessárias no acompanhamento de pacientes com ELA

As desigualdades no acesso aos serviços de saúde, ocasionadas pela carência e má distribuição geográfica de profissionais de saúde, principalmente em áreas remotas (MASSOTE et al., 2013), dificultam a concretização do texto da portaria nº 1.370. Essa escassez e má distribuição de médicos é ilustrada no mapa de calor encontrado na figura 1. Já na figura 2, é possível averiguar a distribuição de médicos especialistas, como pneumologistas, cardiologistas, pediatras e assim por diante. Na figura 1, o mapa de calor está com relação de um médico para cada mil habitantes, de nenhum a até seis médicos por mil habitantes. Na figura 2, o mapa de calor está com relação de um médico especialista para cada cem mil habitantes, de nenhum a até 300.

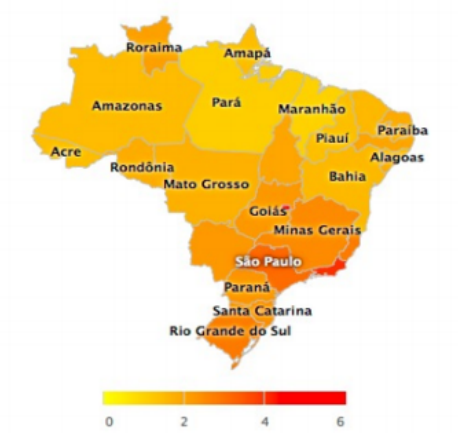


Figura 1 – Distribuição de médicos por mil habitantes no Brasil.
Fonte: Extraído de Brasil (2016).

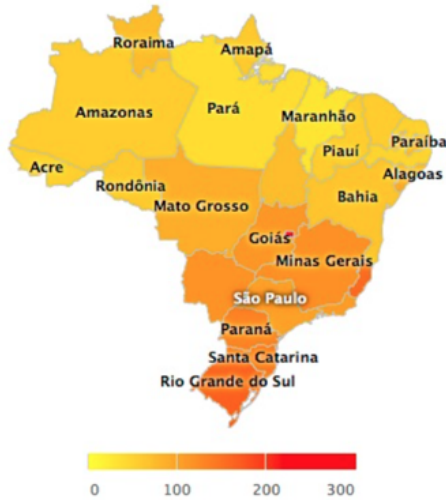


Figura 2 – Distribuição de médicos especialistas por cem mil habitantes no Brasil.
Fonte: Extraído de Brasil (2016).

Buscando ilustrar ainda mais a situação, a tabela 1 traz um levantamento dos quantitativos de médicos no Brasil, enquanto que a tabela 2 traz os quantitativos relacionados às especialidades médicas. É o caso da equipe de saúde responsável por acompanhar pacientes com ELA, que costuma ser composta de neurologistas e pneumologistas, ou seja, médicos especialistas (MORAIS, 2015).

Tabela 1 – Quantitativo de profissionais médicos no Brasil.

Médicos	Quantitativo de Profissionais	Porcentagem
Especialistas	181.746	42,4%
Não especialistas	246.834	57,6%
Todos	428.580	100%

Fonte: Extraído de Brasil (2016).

Tabela 2 – Quantitativos de algumas especialidades médicas no Brasil.

Especialidades	Quantitativo de Profissionais	Porcentagem
Pneumologia	2.126	1,2%
Neurologia	2.989	1,6%
Infectologia	1.828	1%
Outras	174.803	96,2%
Todas	181.746	100%

Fonte: Extraído de Brasil (2016).

Durante a elaboração desse sistema, observou-se que, pela fragilidade do paciente com ELA e despreparo da família, é frequente que a família recorra sem necessidade ao deslocamento do paciente a uma instalação de saúde adequada, comumente hospitais especializados, muitas vezes, distantes centenas de quilômetros de sua moradia, o que representa um risco ao paciente. Um sistema de monitoramento remoto, como constatado em alguns estudos (BRANDÃO, 2012; MORAIS, 2015), permite que

muitos falsos positivos sejam evitados, garantindo o conforto do paciente e diminuindo riscos eventuais.

Na análise de Borges (2003), estudam-se casos em que a “mãe da família” é acometida por ELA e as famílias, ainda assim, se reorganizam de modo a alcançar condições para cuidar da paciente com praticidade e solidariedade. Esse relato reforça as condições de afeto que ocorrem no ambiente domiciliar, que se mostra como um espaço privilegiado para o cuidado humanizado (BRONDANI et al., 2010). Grandes nomes da psicologia já discorreram sobre a grande influência ambiental exercida na subjetividade humana a partir da relação interdependente do ambiente com as pessoas, por meio do comportamento (LEWIN, 1939). Baseado nisso, é importante que os fatores ambientais sejam considerados de maneira relevante na subjetividade de pacientes com ELA, pois mesmo com suas limitações comportamentais, as influências do entorno afetam sua subjetividade.

Ainda, a permanência de pacientes dependentes de ventilação mecânica em hospitais aumenta os riscos de mortalidade devido a bactérias multirresistentes (TEIXEIRA et al., 2004), sendo a pneumonia associada à ventilação mecânica a infecção hospitalar mais comum nas unidades de terapia intensiva.

Em um outro estudo (LIMA; ANDRADE; HAAS, 2007), pacientes que permaneceram por mais de 24 horas na UTI com média de idade de $53,5 \pm 18,75$ anos foram analisados. Verificou-se que 66,2% dos pacientes da amostra adquirida ao longo de seis meses adquiriram infecção hospitalar, desses 26% por infecções respiratórias.

A Assistência Domiciliar à Saúde (ADS), como também é conhecido o acompanhamento *homecare*, é bastante defendido por autores como Fernandes et al., (2013), em que diversas vantagens são levantadas. Muitos outros estudos defendem a ADS reforçando que, não só é possível diminuir a ocupação de leitos hospitalares, consequentemente reduzindo custos, como também melhorar o tratamento do paciente (DIECKMANN, 1994; KINSELLA, 2008; MENDES, 2001; MORAIS et al., 2013).

Levando em consideração todos os levantamentos feitos nesta seção, torna-se clara a necessidade de fazer algo a respeito, não só para contribuir para a melhor qualidade de vida desses pacientes, como também ajudar as portarias mencionadas a terem seu texto cumprido de forma mais eficiente.

Desenvolvimento de Sistema Web

Um sistema *web* é uma aplicação cuja interação entre ela e o usuário ocorre por meio de um navegador *web*, também conhecido como *browser*. No âmbito da arquitetura de *software*, existem camadas entre o *hardware* e o usuário final e no contexto de desenvolvimento *web* duas camadas costumam ter maior relevância, sendo essas o *front-end* e o *back-end*.

O *front-end* é uma abstração para algumas funções do sistema que tem como objetivo a interação direta com o usuário, em muitos casos recebendo informações e retornando outras, por exemplo, o cadastro de novos pacientes ou a listagem dos pacientes cadastrados. O *back-end* é a abstração que processa essas informações para o *front-end*, seja de **input** ou **output**, por exemplo, buscando os últimos sinais vitais inseridos no banco de dados. O código do *front-end* é interpretado pelo navegador, enquanto que o código do *back-end* pela máquina que exerce a função de servidor da aplicação.

Baseado na visão até então apresentada, é possível dividir as linguagens de programação usadas em desenvolvimento *web* entre linguagens *front-end* e *back-end*. Alguns exemplos de linguagens, seguem abaixo. São as de *front-end*: *HTML*; *CSS*; e *JavaScript*. Já as de *back-end* são: *Python*; *Java*; *PHP*; e *Ruby*.

O *Python* se destaca, entre outras linguagens, por ser considerado uma linguagem de programação bastante intuitiva, permitindo que o programador possa focar no problema ao invés de se preocupar com a sintaxe e estrutura da linguagem de programação (FANGOHR, 2004).

Um outro conceito bastante importante no desenvolvimento *web* é o de *framework*. Um *framework* pode ser desde um

conjunto de algoritmos úteis no desenvolvimento de aplicações, conhecidos também como *microframeworks*, até sistemas inteiros que facilitam bastante o desenvolvimento de uma aplicação *web*, além de trazer soluções para os principais problemas que podem ser encontrados no desenvolvimento *web*, de forma genérica. Esses *frameworks*, como seus algoritmos, costumam ser escritos na mesma linguagem que a aplicação *web*, seja o *front-end* ou o *back-end*. Portanto, é comum a combinação de aplicações escritas em *Python* com o *framework Django*, *PHP* com *CakePHP* ou *Java* com *Spring*.

Django

Dentre outros *frameworks*, o *Django* se destaca por complementar uma característica do *Python* conhecida como *batteries included*. Isso é, ter uma coleção de recursos que auxiliam o desenvolvimento de sistemas, quebrando problemas complexos em tarefas mais triviais cujas soluções a linguagem/*framework* já oferece por padrão. É um *framework* bastante completo, de alto nível, que oferece, dentre vários recursos, um painel de administração de conteúdo, sistema de permissões, e autenticação e criptografia das senhas de acesso, por exemplo.

É importante mencionar, no entanto, que além do *Django* existe ainda uma infinidade de *frameworks web Python* como pode ser visto no *Python Package Index (PyPi)* (PYPI, 2016), um repositório de pacotes adicionais escritos em *Python*. Alguns nomes bastante conhecidos, além do *Django*, são *Flask*, *Zope*, *Pyramid*, entre outros.

Embora o *Django* seja bastante completo em termos de recursos oferecidos, destacando-se por essa característica entre os outros *frameworks web*, ainda é possível encontrar mais de 13.000 pacotes adicionais no *PyPI*, cerca de 16% de todo o repositório. Outros *frameworks web* famosos com menos recursos nativos, o que consequentemente gera mais oportunidades para pacotes adicionais, têm bem menos pacotes, como o *Zope* (3.708), *Flask* (2.583) e o *Pyramid* (1.155).

A figura 3 aponta o diagrama da arquitetura do Django, o *framework* que consiste das fundações do sistema, por meio do qual os módulos do sistema são implementados. O módulo de permissões, administração e autenticação são modificações em cima desses três módulos de mesmo nome já inclusos no *Django*.

A figura 3 é uma abstração do funcionamento do *Django* em que o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) se encontra no nível mais baixo e o usuário, no navegador, no nível mais alto de abstração. Um componente fundamental do sistema é o *SGBD*. Segue abaixo, exemplos famosos de *SGBDs* relacionais:

- *PostgreSQL*
- *MySQL*
- *SQLite*
- *Oracle*
- *Microsoft SQL Server*

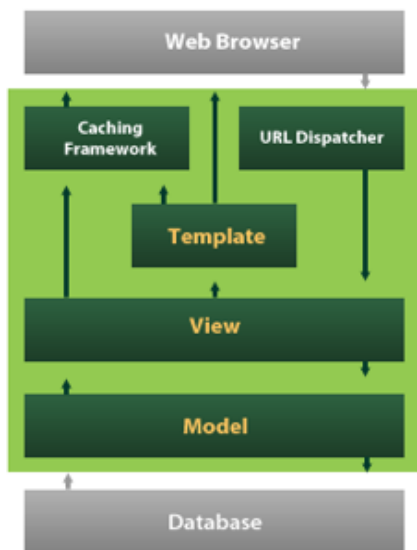


Figura 3 – Diagrama da arquitetura do framework Django.

Fonte: Extraído de Django Project (2017).

O *SGBD* é o responsável por administrar os dados geridos pela aplicação, como as informações do paciente, assim como as medições que ocorrem durante o monitoramento, revelando-se, portanto, um componente indispensável. Os *SGBDs* citados são também conhecidos como bancos *SQL*, ou bancos relacionais, pois os dados são organizados por meio de tabelas com suas linhas, colunas e as relações entre essas tabelas. Embora existam bancos não relacionais, esses não serão abordados aqui por não terem sido utilizados neste trabalho.

REST API

REST é um acrônimo para *Representational State Transfer*, em português Transferência de Estado Representacional. É uma arquitetura para sistemas distribuídos bastante conhecida para se compartilhar informações entre aplicações sem precisar se preocupar com os detalhes de implementação dos sistemas em si (FIELDING, 2016). Os dados podem ser representados de diversos modos, embora as representações mais comuns sejam em *JSON* ou *XML*, e mais recentemente *YAML*, isso é, formatos de serialização de dados.

Comparado com outras arquiteturas de comunicação para sistemas distribuídos, o *REST* se destaca pela sua simplicidade de implementação e variedade de formatos de serialização (ROZLOG, 2016).

Características Chaves de Sistemas Homecare

De acordo com Mcgee-Lennon (2008), as características chaves de sistemas *homecare* são:

- **Multiusuário**

É importante que o sistema permite acesso por diferentes usuários, dos variados profissionais das equipes de saúde,

como também pelo cuidador, mesmo que esse não utilize o sistema diretamente. No trabalho de Morais (2015), por exemplo, o cuidador utilizava um aplicativo móvel que indiretamente se comunicava com o sistema de monitoramento *web*. No cenário do sistema aqui proposto, isso se torna indispensável já que o monitoramento é feito por uma equipe de profissionais de saúde.

- **Multistakeholder**

O termo *stakeholder* é usado de forma ampla para representar quem possa ter influência direta ou indireta nos requisitos do sistema. Dado que os principais usuários do sistema são os profissionais da equipe de saúde, de funções variadas, é importante que profissionais dessas áreas sejam ouvidos para que o sistema acomode suas necessidades.

- **Distribuído**

É importante que o sistema seja capaz de coletar informações de fontes variadas, neste trabalho é proposto uma *Application Program Interface*, isso é, uma interface de comunicação padronizada para que dispositivos possam enviar informações para o sistema.

- **Interação multimodal**

A possibilidade de acessar a ferramenta de vários modos além de visualizar as informações de modos diferentes, como por gráficos, é posta como uma característica importante. O fato de ser um sistema *web* permite que seja acessado pelo mais variado espectro de dispositivos como *tablets*, *smartphones* e computadores. Adicionalmente, o sistema oferece gráficos para visualização interativa dos mais diversos sinais adquiridos.

- **Dinamismo**

Dado que usuários diferentes, e de profissões diferentes, irão utilizar o sistema, torna-se indispensável a possibilidade de escolher o modo como irá visualizar as informações de interesse.

Nem todas as informações coletadas interessam necessariamente a toda a equipe de saúde.

- **Condições de cuidados complexos**

Durante o monitoramento, é passível ocorrerem situações de emergência ou que requeiram atenção. O sistema deve oferecer recursos capazes de auxiliar a equipe médica na percepção desses casos.

- **Espaços de interação compartilhados**

Pode ocorrer de dois ou mais pacientes estarem sendo monitorados no mesmo espaço e o sistema precisa funcionar de modo que alertas de um paciente não atrapalhem o monitoramento dos outros. McGee-Lennon (2008) menciona esse ponto pensando em sistemas que possam ter alertas sonoras locais que não é o caso do sistema proposto neste trabalho, ainda que o telemonitoramento abordado aqui considere monitoramentos *homecare*, em leitos hospitalares e também em UTIs.

- **Serviço x Experiência de usuário**

É relevante que o desenvolvimento do sistema seja pautado não só pensando em usabilidade e nem só nos requisitos da equipe de saúde. Um equilíbrio entre eficiência clínica e usabilidade precisa ser encontrado.

- **Controle e propriedade dos dados**

A privacidade dos dados é um aspecto essencial em qualquer sistema. Além disso, os dados pertencem ao paciente e o sistema deve permitir que o paciente possa obter esses dados de forma integral.

- **Prestação de contas**

Saber a origem dos dados que alimentam o sistema é significativo no caso da ocorrência de erros. Isso inclui não só informações do paciente como também do dispositivo que está enviando os dados.

- **Mudança de múltiplos requisitos**

Os requisitos do sistema são passíveis de modificações com o tempo. Como o sistema aqui proposto destina-se apenas à pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica essa possibilidade é reduzida, ainda que plausível.

Ainda de acordo com McGee-Lennon (2008), se essas características não são seguidas, existem três consequências básicas de conflito. São estas:

Falha no sistema: Essa é a pior consequência que pode ocorrer pelo não seguimento das características há pouco citadas. Uma falha no sistema pode acarretar em informações falsas, sendo processadas pelo sistema gerando gráficos que reportam uma imagem clínica diferente do real podendo trazer danos imensuráveis ao paciente.

Usabilidade de baixa qualidade (E mau uso não intencional):

A impossibilidade dos usuários conseguirem utilizar os recursos do sistema ou de utilizarem de forma errônea.

Relutância de utilização por parte dos usuários: A diferença desse ponto com o anterior é que em vez de se prender à performance do sistema, esse ponto foca na relutância em utilizar o sistema por parte dos usuários por requisitos não levados em conta ou com recursos no sistema distintos dos desnecessários.

Expansão das pesquisas relacionada ao monitoramento remoto de pacientes

Foi possível encontrar na literatura alguns trabalhos que de certo modo realizavam monitoramento de pacientes usando sistemas de informação. Na fisioterapia, encontramos Alves et al. (2012) validando um sistema de monitoramento proposto para monitorar amplitude de movimentos por meio de uma rede de

sensores. Já Pires et al. (2015) discutem o desenvolvimento de uma versão inicial do Sistema de Informação para a Gestão do Cuidado na Rede de Atenção Domiciliar (SI GESCAD), que traz mais similaridades com este trabalho já que realiza monitoramento *homecare*. Em Silva et al. (2014), os autores propõem o desenvolvimento de uma solução de hardware e software para a localização e monitoramento de pessoas em ambientes domiciliares, universitários, hospitalares ou empresariais, utilizando equipamentos de prateleira/comuns.

O trabalho de Fernandes et al. (2013) se assemelha bastante ao trabalho descrito nesta monografia, dado que se preocupa com o desenvolvimento de sistemas *homecare* para pacientes. Preocupado com a população idosa, (POTTER; SZTAJNBERG, 2013) desenvolve uma arquitetura de monitoramento para idosos que, como alguns trabalhos já citados, estende-se ao ambiente domiciliar, isso é, monitoramento *homecare*.

Finalidade do Sistema de Telemonitoramento Web para pacientes com ELA

O objetivo deste trabalho é a implementação de um sistema *web* dotado de recursos para o gerenciamento de informações de pacientes e profissionais de saúde, capaz de receber sinais vitais de pacientes, tanto do ambiente hospitalar, quanto domiciliar. Além disso, desenvolver funcionalidades de monitoramento de sinais vitais com foco na melhoria da qualidade de vida do paciente e evolução do tratamento.

O gerenciamento das informações em aplicações *web* costuma ser chamado de *CRUD*, em virtude das principais ações a serem tomadas em relação aos dados armazenados no sistema. São essas, em inglês: *Create, Read, Update* and *Delete* que formam o acrônimo *CRUD*. As ações equivalentes em português são criar, ler, atualizar e deletar.

Etapas do desenvolvimento do Sistema

1. Levantamento de requisitos com os *stakeholders*;
2. Modelagem do banco de dados;
3. Implementação de um sistema *web* dotado de:
 - a) Módulo de gerenciamento de pacientes.
 - b) Módulo de autenticação para os profissionais de saúde.
 - c) Módulo de permissões para adaptação do sistema dependendo do tipo de usuário.
 - d) Módulo de recebimento de sinais vitais de pacientes.
 - e) Módulo de monitoramento de paciente.
 - f) Módulo de administração do sistema.
4. Testes da aplicação.

Metodologia

Nesta seção, as características do sistema e seu desenvolvimento serão abordados com mais detalhes.

Características Gerais do Sistema

O componente *back-end* do sistema foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Python* e o *framework web Django* versão 1.9. Durante os testes, o sistema foi servido em uma máquina utilizando o Sistema Operacional *Fedora* versão 25, sendo esse o servidor da aplicação. O componente *front-end* utilizou as linguagens *HTML*, *CSS* e *JavaScript* em conjunto com as bibliotecas *jQuery*, *Bootstrap* e *Highcharts JS*, essa última para geração dos gráficos do sistema. O *PostgreSQL* versão 9.1 foi o SGBD escolhido e o *Gunicorn* como servidor *web* do sistema. O *Git* foi utilizado como ferramenta de versionamento de código e o *GitLab* como interface web para demais interações com o

repositório. É sabido que em produção, soluções como *NGINX* são preferíveis ao *Gunicorn* mas nos testes desempenhados o *Gunicorn* serviu satisfatoriamente.

Diagrama de caso de uso

O diagrama de caso de uso proporciona uma visão geral de todos os casos de uso do sistema ELAWEB e como esses se relacionam, fornecendo uma visão geral das funcionalidades do sistema, como é possível visualizar na figura 4 abaixo (PRESSMAN, 2011).



Figura 4 – Diagrama de Casos de Uso do Elaweb.

Fonte: Autoria própria.

Arquitetura do Sistema

A figura 5 mostra os módulos da aplicação e o relacionamento entre elas. O módulo de monitoramento, por exemplo, depende do módulo de paciente e do módulo de integração para gerar os gráficos de monitoramento. Esse, por sua vez, depende do módulo de administração para cadastrar os pacientes e

os dispositivos nos leitos para recebimento dos sinais vitais dos pacientes. Nas subseções abaixo os módulos são detalhados cobrindo inclusive suas relações com os demais módulos.

- **Módulo de autenticação**

O módulo de autenticação é o responsável por garantir o correto acesso ao sistema por parte dos profissionais de saúde e de administração. Nele está incluído as ações de *login* e *logout*, além de técnicas de segurança para preservar o sistema de possíveis ataques como *CSRF*, um ataque que se aproveita de um usuário conhecido ao sistema para enviar comandos não autorizados por esse usuário (AUGER, 2016). Esse módulo em grande parte consiste do respectivo componente do próprio *Django*.

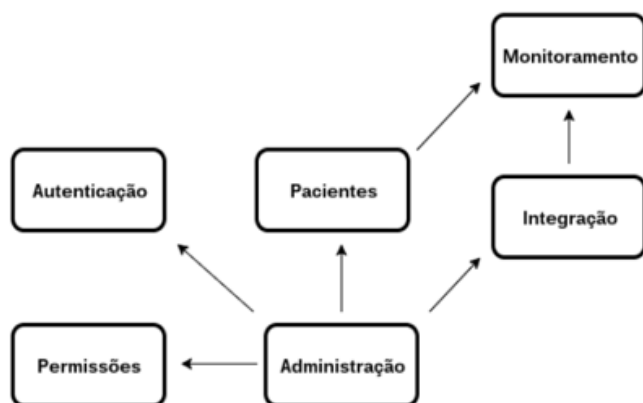


Figura 5 – Diagrama da arquitetura do sistema.
Fonte: Autoria própria.

Embora o autor pudesse realizar suas próprias implementações dos conhecidos algoritmos na área de segurança, os componentes do *Django* que realizam essas tarefas são testados há anos por milhares de *websites* na *internet*, dentre os quais se destacam o *Instagram*, *Pinterest*, *Disqus*, *OpenStack* e o *Open Knowledge Foundation* (DJANGO PROJECT, 2016). Desse modo,

seria contraprodutivo e até arriscado do ponto de vista de segurança tentar implementar esses algoritmos.

- **Módulo de permissões**

O módulo de permissões é o responsável por permitir que o sistema se adapte ao tipo de usuário que está autenticado. Alguns usuários podem cadastrar novos pacientes, enquanto que outros podem apenas visualizar pacientes vinculados à equipe que esse profissional pertence. Essas condições podem ser configuradas por meio desse módulo pelos administradores, variando de unidade para unidade hospitalar. Do ponto de vista de telas, esse módulo pode ser visto como parte do módulo de administração e a tarefa de estipular essas permissões são geralmente realizadas por usuários administradores.

- **Módulo de pacientes**

O módulo de pacientes permite o gerenciamento das informações desse, incluindo as telas de *CRUD* para se adicionar, modificar, visualizar e tornar indisponível os dados do paciente. Como pode ser visto na figura 4, o módulo de monitoramento é alimentado com algumas informações do módulo de pacientes. Essas informações limitam-se aos dados necessários para que a equipe de saúde possa vincular os sinais monitorados com o paciente em questão.

- **Módulo de integração**

O módulo de integração é o responsável por cadastrar novos domicílios e informar as chaves de acesso a *API* a serem configuradas nos dispositivos que irão enviar os sinais dos pacientes. A *API* serve como interface de comunicação para que demais sistemas e dispositivos possam alimentar com dados o sistema proposto. Ela é justamente o padrão de comunicação com base no qual o módulo de integração irá tratar os dados recebidos, sabendo o leito de origem, de qual sinal se trata, e o momento que esses dados foram adquiridos pelo dispositivo. A seção 4.3 irá entrar em mais detalhes sobre o funcionamento da *API*.

- **Módulo de monitoramento**

O módulo de monitoramento recebe informações do módulo de integração e do módulo de pacientes para, após processamento, mostrar por meio de gráficos e alertas a situação dos pacientes. Esses alertas são globais no sistema ou apenas para usuários que pertencem à equipe que monitora o paciente em questão. Em reuniões realizadas com neurologistas e pneumologistas foi decidido os parâmetros indispensáveis para o eficaz monitoramento dos pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica. São estes: Saturação de oxigênio, frequência respiratória, frequência cardíaca, fuga de ar e volume total estimado. Assim, o módulo de monitoramento permite o monitoramento em conjunto ou isolado desses parâmetros. Faixas de segurança são desenhadas nos gráficos o que permite melhor visualização por parte do profissional de casos em que o paciente está em possível perigo. Esses gráficos estão sempre do parâmetro em questão monitorado em função do tempo, com período de amostragem de 1 segundo.

Os parâmetros supracitados dizem respeito aos principais sinais biológicos monitorados em pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica. A frequência respiratória, que é o número de ciclos respiratórios que uma pessoa completa num lapso específico de tempo, a fuga de ar, que mede em litros por minuto a fuga de ar da máscara, e o volume total estimado, que é o volume em litros de ar fornecido ao paciente, são comuns em ventiladores mecânicos. Já a frequência cardíaca, que é o número de batimentos cardíacos por unidade de tempo, geralmente expresso em *batimentos por minuto* (BPM), e a saturação de oxigênio, que é uma medida relativa da quantidade de oxigênio que está dissolvido no sangue, é comumente encontrado em equipamentos de oxímetro de pulso.

- **Módulo de administração**

O módulo de administração tem influência sobre quase todos os outros módulos, como pode ser visto na figura 4. É por meio

dele que é possível criar novos usuários, pacientes, dispositivos, leitos e equipes de saúde. Dado que o paciente pode estar no hospital em alguns períodos e em casa em outros é necessário que exista a possibilidade de ter mais de um leito cadastrado para um mesmo usuário. E além disso, um leito pode ter mais de um dispositivo vinculado como um ventilador mecânico e um oxímetro de pulso, por exemplo. No ambiente hospitalar teríamos um ventilador mecânico e um monitor multiparâmetro.

Arquitetura de Comunicação

A figura 6 mostra o fluxo de dados entre os leitos e o sistema de monitoramento remoto, sejam ambientes domiciliares, leitos hospitalares ou unidades de terapia intensiva. O modo como esses dados partem dos domicílios exigiria desse trabalho uma abordagem mais detalhada de dispositivos médicos, o que foge do escopo delimitado. Outros trabalhos abordam esse aspecto com mais detalhes, como o de Moraes (2015).

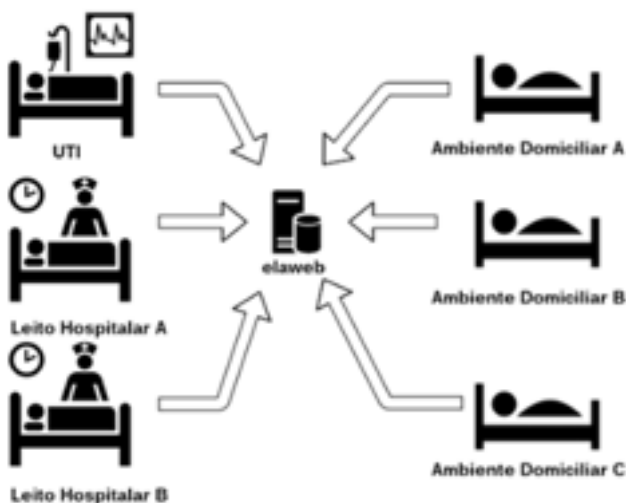


Figura 6 – Diagrama da arquitetura de comunicação.

Fonte: Autoria própria.

Por meio de uma *API*, a qual os dispositivos em ambiente domiciliar ou hospitalar precisam estar em conformidade, esses dados são consumidos pelo sistema de monitoramento. Nesse sistema foi utilizado o *Django REST Framework*, conhecida como uma poderosa e flexível ferramenta para criar *web APIs* (DJANGO REST, 2016). O *Django REST Framework* funciona como um pacote adicional que se incorpora a sua instância do *Django*, facilitando consideravelmente o desenvolvimento de uma *API* para o sistema. Isto inclui não só leitura e escrita dos dados, como também autenticação para realizar essas ações, como a escrita dos dados adquiridos pelos dispositivos no sistema de monitoramento.

O formato de serialização de dados escolhido foi o *YAML*, pela sua alta legibilidade e facilidade de representar informações, destacando-se frente a outros formatos como o *XML*, conhecido pela sua natureza prolixa e o tempo necessário para analisar o resultado apresentado (ROZLOG, 2016).

Pela característica *stateless* do *REST*, em todos os envios, todas as informações necessárias para compreensão global da mensagem precisam ser enviadas. Essa característica inclusive diminui as chances de erro, já que as informações estão sempre associadas entre si. A mensagem contém *tokens* de identificação e os valores associados para o paciente, o leito em que ele se encontra no momento, seja um leito hospitalar ou domiciliar, o dispositivo que está enviando os sinais, e os sinais que esse dispositivo envia, dados esses previamente cadastrados pelo usuário administrador por meio do módulo de administração.

Resultados obtidos pela implementação do sistema de telemonitoramento web

O sistema de monitoramento passou por avaliações de desempenho, precisão na aquisição dos valores medidos e usabilidade por parte da equipe médica, ao longo de seu desenvolvimento. Na figura 7, podemos ver a tela principal após autenticação como usuário administrador o que permite todas as funcionalidades do sistema.

SISTEMA DE TELEMONTITORAMENTO PARA PACIENTES COM ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA



Figura 7 – Tela principal do sistema.
Fonte: Autoria própria.

A seguir, são apresentadas algumas telas do sistema com dados reais de pacientes anonimizados, por questões de privacidade.

Telas do Sistema

Baseado em solicitações dos *stakeholders*, profissionais das especialidades que costumam compor a equipe de saúde de acompanhamento de pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica, foi possível se avançar bastante no quesito usabilidade. *Widgets*, ou seja, componentes web de interação, foram implementados de modo a diminuir o número de *clicks* com o mouse e o tempo necessário para se tomar ações no sistema, como monitorar um determinado paciente. A figura 8 revela um sistema de *autocomplete* evitando que o usuário precise digitar o nome completo do usuário. Ainda, na presença de homônimos, um código identificador do paciente no sistema é informado e o seu CPF, o que garante que o monitoramento mostrado pelo sistema é de fato o do paciente desejado.

ELAWeb Paciente Ventilador Administração Sair do sistema Ajuda Você está logado como nicolasvinicius.

Nome do Paciente: Pac

Período de: a:

Consultar

- Paciente C ID:1 CPF:111.222.111-22
- Paciente B ID:2 CPF:111.111.111-11
- Paciente A ID:3 CPF:111.122.222-22

Figura 8 – Busca de paciente.
Fonte: Autoria própria.

A figura 9 revela um *widget* para escolha do período de monitoramento, não sendo necessário o usuário digitar manualmente o período desejado. Eventualmente, o ato de digitar manualmente informações pode acarretar em erros de digitação o que revelaria informações que não condizem com as informações solicitadas pelo usuário e pode ter, como consequência, ações médicas que coloquem em risco a saúde do paciente.

ELAWeb Paciente Ventilador Administração Sair do sistema Ajuda Você está logado como nicolasvinicius.

Nome do Paciente:

Período de: Feb a: 2017

Consultar

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

Figura 9 – Escolhendo período de monitoramento.
Fonte: Autoria própria.

A figura 10 revela as opções de monitoramento, o que inclui o monitoramento de todos os parâmetros, caso assim o usuário deseje.

A interface do sistema ELAWeb apresenta uma barra superior com o logotipo e o nome 'ELAWeb', e links para 'Paciente', 'Ventilador', 'Administração', 'Sair do sistema' e 'Ajuda'. À direita da barra, há uma mensagem de login: 'Você está logado como nicolavivicius.'. Abaixo da barra, há campos para 'Nome do Paciente:' e 'Período de:' seguido de 'a:'. À direita desses campos, há um botão 'Consultar' com uma seta para baixo. Ao clicar no botão, um menu suspenso aparece com as seguintes opções: 'Saturação de Oxigênio', 'Frequência Respiratória', 'Frequência Cardíaca', 'Fuga de Ar', 'Volume Total' e 'Todos os parâmetros' (destacado em azul).

Figura 10 – Escolhendo parâmetro de monitoramento.
Fonte: Autoria própria.

Escolhendo parâmetro de monitoramento

Com ajuda da equipe médica foi possível aferir as condições nas quais os parâmetros atingem valores alarmantes. Baseado nisso, zonas de perigo foram criadas nos gráficos de modo a visualmente identificar ocorrências de valores próximos ou dentro da zona de perigo durante um período de monitoramento. Um exemplo para o parâmetro de Saturação de Oxigênio é ilustrado na figura 11. O eixo das ordenadas representa a saturação de oxigênio em porcentagem de 760 mmHg enquanto que o eixo das abscissas representa o tempo decorrido do monitoramento.



Figura 11 – Tela de monitoramento para o parâmetro de saturação de oxigênio.
Fonte: Autoria própria.

A figura 12 mostra o monitoramento de todos os parâmetros simultaneamente, com cores diferentes para facilitar a identificação dos parâmetros



Figura 12 – Tela de monitoramento para todos os parâmetros habilitados no sistema.
Fonte: Autoria própria.

Gerenciamento de Pacientes

O sistema oferece as funcionalidades básicas de registro, isso é, inserir novos pacientes e profissionais, editar suas informações, remover e ler, funcionalidades essas também conhecidas como *CRUD*. É importante frisar que a opção de remover, na verdade, apenas desativa a visualização dos dados por parte do sistema, ou seja, dados de pacientes jamais são apagados. A figura 13 mostra a página de cadastro do paciente.

A captura de tela mostra a interface web do sistema ELAWeb. No topo, uma barra de navegação contém links para 'Paciente', 'Ventilador', 'Administração', 'Sair do sistema' e 'Ajuda'. À direita, há uma mensagem: 'Você está logado como nicolasvinicius.'. O formulário principal, intitulado 'Cadastro de um novo paciente', contém os seguintes campos: 'Nome' (campo de texto), 'CPF' (campo de texto), 'Cartão SUS' (campo de texto), 'Gênero' (menu suspenso com 'Masculino' selecionado), 'Cuidador' (campo de texto), 'Telefone' (campo de texto), 'Peso' (campo de texto), 'Altura' (campo de texto), 'Nascimento' (campo de texto) e 'Endereço' (área de texto grande). Abaixo desses campos, há 'Cidade' (menu suspenso com 'Acari' selecionado), 'Estado' (menu suspenso com 'Rio Grande do Norte' selecionado), 'CEP' (campo de texto) e 'Aparelho' (menu suspenso). Um botão azul 'Adicionar paciente' está localizado na base do formulário.

Figura 13 – Cadastro de um novo paciente.
Fonte: Autoria própria.

Considerações Finais

Todo este capítulo é dedicado à apresentação dos resultados obtidos no telemonitoramento *web* dos pacientes com ELA, os quais já foram realizados. Nesse sentido, foi feita uma análise do comportamento do sistema diante de situações reais de monitoramento e aquelas que não foram possíveis de serem obtidas a partir desse monitoramento foram geradas de forma aleatória, mas obedecendo aos critérios limites para que a situação fosse

criada. Dessa forma, foi possível avaliar a arquitetura de monitoramento em função de todos os estados possíveis para o qual o sistema pudesse ser levado. Além disso, os resultados dos testes evidenciaram um comportamento satisfatório da arquitetura frente às situações propostas pela equipe de saúde.

É notório, como apontam algumas seções deste trabalho, o cenário carente de produção científica na área de telemonitoramento da Ventilação Não Invasiva para pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica. Espera-se que este trabalho, e os resultados aqui encontrados, sirvam de condutores para mais experimentos nesta área.

Além disso, ficou clara a importância do convívio familiar atrelado aos benefícios da assistência domiciliar à saúde, que trabalham no sentido de aumentar a sobrevida do paciente, melhorar a qualidade de vida e reduzir custos e a ocupação de leitos hospitalares.

No que se refere à arquitetura do sistema proposto, o sistema possui todos os recursos necessários para um sistema de monitoramento *homecare*, de acordo com a literatura consultada e demais ajustes solicitados pelos profissionais de saúde abordados.

É plausível concluir que a modalidade de acompanhamento médico *homecare* seria mais comum se houvessem os requisitos mínimos para se acompanhar remotamente os pacientes acometidos pela Esclerose Lateral Amiotrófica. Conclui-se, portanto, que o sistema aqui exposto como *elaweb* contribui de certo modo com a popularização do acompanhamento *homecare*, modalidade de acompanhamento repleta de diversos benefícios.

Novos horizontes a serem explorados na área de monitoramento de pacientes

Como uma das propostas do sistema é contribuir para uma melhor eficiência do serviço de saúde pública no Brasil, integração com os sistemas de recursos humanos e bases de dados

contribuíram para não só receber os dados do paciente, ao invés de seu cadastro manual, como também alimentar sistemas do governo com informações do acompanhamento do paciente.

O propósito desse sistema gira em torno do telemonitoramento de pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica, mas o autor é ciente de que existem outros casos que também necessitam de acompanhamento, como idosos cardíacos ou pacientes com mal de Alzheimer. Assim, a partir da experiência aqui obtida, é possível criar um modelo genérico que facilite que sistemas focados em outras doenças possam ser desenvolvidos.

A tendência é que ao longo do tempo a quantidade de sinais vitais adquiridos pelo sistema possa servir para outros usos à comunidade científica. Um exemplo seria um banco de sinais para treinar algoritmos inteligentes que poderiam prever, por exemplo, ocorrências de casos clínicos. Além disso, esses dados poderiam ser utilizados também no ensino, inclusive na educação a distância.

Referências

ABOUSSOUAN, L. et al. Effect of noninvasive positive-pressure ventilation on survival in amyotrophic lateral sclerosis. **Annals of Internal Medicine**, v. 127, n. 6, p. 450-453, set. 1997.

ALVES, R. et al. Redes de sensores sem fio aplicadas à fisioterapia: Implementação e validação de um sistema de monitoramento de amplitude de movimento. **iSys - Revista Brasileira de Sistemas de Informação**, v. 5, jul. 2012.

ANDERSEN, P. et al. Efn guidelines on the clinical management of amyotrophic lateral sclerosis (mals) – revised report of an efns task force. **European Journal of Neurology**, v. 19, n. 3, p. 360-375, ago. 2012.

ARAÚJO, Lauro César. Configuração: uma perspectiva de Arquitetura da Informação da Escola de Brasília. Brasília, 2012. 346f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Faculdade de Ciência da Informação, Brasília, 2012.

AUGER, Robert. **The cross-site request forgery (CSRF/XSRF)**. 2010. Disponível: <<http://www.cgisecurity.com/csrf-faq.html>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

BALEN, S.; BRAZOROTTO, J. Telessaúde em audiologia. In: VALENTIM, R. A. de M. et al. **Telessaúde no Brasil e a Inovação Tecnológica na Atenção Primária**. Natal: Edufrn, 2015. p. 419-449.

BORGES, C. Dependência e morte da “mãe de família”: A solidariedade familiar e comunitária nos cuidados com a paciente de esclerose lateral amiotrófica. **Psicologia em Estudo**, v. 8, p. 21-29, ago. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Cadastro Nacional de Especialistas – CNE. **Cadastro Nacional de Especialistas da transparência ao processo de formação**. 2015. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/18980-cadastro-nacional-de-especialista-da-transparencia-ao-processo-de-formacao>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

BRONDANI, C. et al. Caregivers and strategies for home care patients. **Texto e Contexto Enfermagem**, v. 19, n. 3, p. 504-510, jul. 2010.

BROOKS, J.; BROOKS, L. Automation in the medical field. **Engineering in Medicine and Biology Magazine**, v. 17, n. 4, jan. 1998.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA – CFM. Resolução no 1.643, de 7 de agosto de 2002. Define e disciplina a prestação de serviços através da telemedicina. **Diário Oficial da União**, Poder executivo, Brasília, DF, 26 ago. 2002.

CHIÒ, A. et al. Parals: Noninvasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis: a 10 year population based study. **Neurol Neurosurg Psychiatry**, v. 83, n. 4, p. 377–381, ago. 2012.

DIECKMANN, J. Home health administration: an overview. **Handbook of home health care administration**, p. 3–13, jun. 1994.

DJANGO PROJECT. **Django Project 2016**. Disponível em: <www.djangoproject.com> Acesso em: 20 fev. 2017.

DJANGO REST. **Django REST Framework**. Disponível em: <<http://www.django-rest-framework.org/>>. Acesso em: 20 fev.2017.

EISEN, A. Amyotrophic lateral sclerosis: A 40-year personal perspective. **Journal of Clinical Neuroscience**, v. 16, n. 4, p. 505–512, jan. 2009.

EL KHOURI, S. G. **Telemedicina**: análise de sua evolução no Brasil. 2003. 238 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

FANGOHR, H. A comparison of c, matlab and python as teaching languages in engineering. **Lecture Notes on Computational Science**, n. 3039, p. 1210-1217, jul. 2004.

FERNANDES, Y. et al. Monitoramento de pacientes homecare: Uma abordagem utilizando banco de dados em tempo real. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica**, v. 3, n. 4, p. 39-57, jun. 2013.

FIELDING, R. **Representational State Transfer (REST)**. Disponível em: <https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm>. Acesso em: 26.6.2018. [S.l.: s.n.], 2000.

HANNING, C. D.; ALEXANDER-WILLIAMS, J. M. Pulse oximetry: a practical review. **British Medical Journal**, v. 311, n. 7001, p. 367–370, ago. 1995.

HAUSER, S.; JOSEPHSON, S. **Neurologia Clínica de Harrison**. 3. ed. São Francisco: Artmed, 2015.

JEVON, P.; EWENS, B.; POONI, J. **Monitoring the critically ill**. 3. ed. Londres: Wiley-Blackwell, 2012.

KINSELLA, A. The home telehealth primer. **Information for Tomorrow**, jul. 2008.

LEWIN, K. Field theory and experiment in social psychology: Concepts and methods. **American Journal of Sociology**, v. 44, n. 6, p. 868-896, maio 1939.

LIMA, M.; ANDRADE, D.; HAAS, V. Avaliação prospectiva da ocorrência de infecção em pacientes críticos de unidade de terapia intensiva. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 3, p. 342–347, jul. 2007.

MADARAME, T. et al. The development of a brain computer interface device for amyotrophic lateral sclerosis patients. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, 2008, Singapore. **Proceedings...** New York, USA, 2008.

MARCOLINO, M. et al. O uso da telessaúde para melhorar o acesso ao cuidado especializado: rede de teleassistência de minas gerais. In: VALENTIM, R. A. de M. **Telessaúde no Brasil e a Inovação Tecnológica na Atenção Primária**. Natal: Edufrn, 2015. p. 181-197.

MASSOTE, A. et al. Fatores de atração e fixação de médicos em áreas remotas do Brasil. In: Comunicação Oral Coordenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA DA FAMÍLIA E COMUNIDADE, 22., 2013, Belém. **Anais...** Belém, 2013.

MCGEE-LENNON, M. Requirements engineering for homecare technology. In: ANNUAL SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 26., Florence. **Proceedings...** ACM, 2008. p. 1439-442.

MENDES, W. **Homecare**: uma modalidade de assistência à saúde. UERJ: UnATI, jun. 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS. **Gabinete do Ministro**: Portaria n 1.370, de 3 de Julho de 2008. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt1370_03_07_2008.html>. Acesso em: 20 abr. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS. **Secretaria de atenção à saúde**: Portaria n 370, de 4 de Julho de 2008. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sas/2008/prt0370_04_07_2008.html>. Acesso em: 20 abr. 2017.

MORAIS, A. **Fuzzy Angel**: Uma Arquitetura Distribuída de Telemedicina Para Monitoramento de Pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica da Computação) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MORAIS, A. et al. Um anjo para ela: arquitetura baseada em visão computacional aplicada ao monitoramento on-line de parâmetros respiratórios de pacientes com esclerose lateral amiotrófica (ela) em ambiente hospitalar. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 29, n. 2, p. 206-210, abr. 2013.

MORAIS, A. H. F. et al. Esclerose lateral amiotrófica: aspectos da ventilação não invasiva e uma proposta de monitoramento homecare. In: VALENTIM, R. A. de M. **Telessaúde no Brasil e a Inovação Tecnológica na Atenção Primária**. Natal: Edufrn, 2015. p. 309-344.

MORAIS, A. H. F.; VALENTIM, R. A. M.; BRANDÃO, G. B. Esclerose lateral amiotrófica: Uma revisão do estado da arte para sistemas de monitoramento em homecare. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, v. 2, n. 4, p. 9-18, jan. 2012.

PASCHOAL, I.; VILLALBA, W.; PEREIRA, C. Insuficiência respiratória crônica nas doenças neuromusculares: diagnóstico e tratamento. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 1, p. 81-92, ago. 2007.

PIRES, M. et al. Sistema de informação para a gestão do cuidado na rede de atenção domiciliar (si gescad): subsídio à coordenação e à continuidade assistencial no sus. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 20, n. 6, p. 1805-1814, jun. 2015.

POON, C.; BECKER, K.; LITTNER, M. Noninvasive positive airway pressure in hypercapnic respiratory failure in noncardiac medical disorders. **Sleep Medicine Clinics**, v. 5, n. 3, p. 451-470, ago. 2010.

POTTER, H.; SZTAJNBERG, A. Arquitetura de software de um sistema de telemonitoramento de pacientes idosos. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA MÉDICA, 13., 2013, Maceio. **Anais...** Maceio, 2013.

POZZA, A. Conduta fisioterapêutica na esclerose lateral amiotrófica. **São Paulo Medical Journal**, v. 124, n. 6, p. 350-354, ago. 2006.

PRESTO, B. et al. Ventilação não invasiva e fisioterapia respiratória para pacientes com esclerose lateral amiotrófica. **Revista Neurociências**, v. 17, n. 3, p. 293-297, ago. 2009.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. 7. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2011.

PYTHON PACKAGE INDEX – PYPI. **Python Package Index**. Disponível em: <<https://pypi.python.org/pypi>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

ROZLOG, M. **REST e SOAP**: Usar um dos dois ou ambos? (2016). InfoQ. Disponível em: <<https://www.infoq.com/br/articles/rest-soap-when-to-use-each>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

ROCHA, J. Afonso; MIRANDA, M. J.. Disfunção ventilatória na doença do neurônio motor Quando e Como Intervir? **Acta Médica Portuguesa**, Porto, v. 20, n. 2007, p.157-165, nov. 2006.

SILVA, M. et al. Dispositivo integrado a um sistema colaborativo para o monitoramento e localização de pessoas. In: **Computer on the Beach**. [S.l.: s.n.], 2014.

TEIXEIRA, P. et al. Pneumonia associada à ventilação mecânica: impacto da multirresistência bacteriana na morbidade e mortalidade. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 6, p. 540–548, nov. 2004.

VALENTIM, R. et al. Automação hospitalar: O estado da arte. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, v. 2, n. 1, p. 27-38, jan. 2012.

WEN, C. L. Telemedicina e Telessaúde. Um panorama no Brasil. **Informática Pública**, v. 10, n. 1, p. 7-15, 2008.

YAMANAKA, K. et al. Astrocytes as determinants of disease progression in inherited amyotrophic lateral sclerosis. **Nature Neuroscience Journal**, v. 11, n. 3, p. 251-253, jan. 2008.

MAPEAMENTO DE FOCO DO MOSQUITO AEDES AEGYPTI POR MEIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS COM VANTS

Roberto Douglas da Costa

Mauricio Rabello Silva

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

Resumo

Este estudo apresenta uma proposta de modelagem para um sistema de comunicação de transmissão de imagens em uma esquadrilha de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTS) aplicado no mapeamento de possíveis focos do *Aedes aegypti*. O objetivo principal é operar na prevenção da proliferação do *Aedes aegypti* atuando em parceria estratégica com os agentes de endemia, aumentando a área de busca com redução do tempo, permitindo assim uma cobertura mais rápida de uma determinada região, que em alguns casos é, inclusive, de difícil acesso. Dessa forma, uma excelente opção para o desenvolvimento da proposta foi utilizar FANETs (Flying Ad hoc Networks). O modelo apresentado mostra que, ao adotar uma FANET para essa aplicação, é possível garantir que a imagem detectada como possível foco do mosquito seja entregue à Estação de Controle (EC) em terra, desde que um dos componentes do sistema tenha um link de conectividade com a EC.

Introdução

Visto como um grande problema de saúde pública no mundo, a Dengue, doença viral grave, transmitida por mosquitos do gênero *Aedes*, se prolifera assustadoramente em mais de 100 países de todos os continentes. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) estimam que 4 bilhões de pessoas vivam em áreas consideradas de risco de infecção pela doença e, anualmente, cerca de 50 milhões de casos são registrados, dos quais 500 mil são considerados graves e 21 mil resultam em morte (MEDECINS SANS FRONTIERES, 2017).

No Brasil, o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da doença, encontrou condições socioambientais favoráveis para sua reprodução desde 1976, ano em que foi reintroduzido no país. O inseto mostrou que se adequou, com grande facilidade, à urbanização rápida e aos costumes atuais da população. Em 1996, para combater a doença, o Ministério da Saúde apresentou o Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa) que atua nas três esferas do governo de forma integrada (BRASIL, 2009).

Hoje, um grande problema para combater o mosquito é devido à facilidade pela qual o vetor consegue se reproduzir. Essa reprodução ocorre em locais onde ocorre acúmulo de água em recipientes, estejam eles em qualquer área. Sendo assim, a maior arma contra a proliferação desse inseto é a prevenção, a qual exige a participação e a mobilização de toda a comunidade.

Pensando na otimização da estratégia de prevenção e com intuito de ajudar as Secretarias Municipais de Saúde (SMS) junto à ação dos agentes de endemias, este trabalho apresenta uma proposta de mapeamento de possíveis focos do mosquito por meio da análise de imagens aéreas colhidas por uma equipe de VANTS (Veículos Aéreos Não Tripulados), os quais estão conectados em uma rede de comunicação ad hoc, tratada na literatura como FANET (*Flying Ad hoc Network*), transmitindo de forma confiável informações entre as aeronaves e uma estação base. Inicialmente, a solução é modelada a partir do uso de Redes de Petri Coloridas Temporizadas com intuito de validar a estratégia apresentada.

Materiais e métodos

Nesta seção, apresentamos os materiais adotados na confecção deste trabalho de pesquisa, relatando o método de abordagem adotado, como também as fases do processo de pesquisa que culminou neste artigo.

Modelagem de sistemas por meio de Redes de Petri

As Redes de Petri (RdP) foram criadas a partir da tese de doutorado de Carl Adam Petri, intitulada *Kommunikation mit Automaten* (Comunicação com Autômatos), que teve como objetivo principal modelar sistemas com componentes concorrentes e foi apresentada na Universidade de Bonn na Alemanha em 1962 (PETRI, 1962).

Nos anos seguintes, mais precisamente em 1968, surgiram as primeiras aplicações com utilização de RdP no projeto norte-americano *Information System Theory*, da A.D.R. (*Applied Data Research*, Inc.). Com o projeto, foi apontada, além da teoria inicial e da notação, a forma de representação de RdP. A partir desse trabalho, foi possível comprovar que as Redes de Petri poderiam ser aplicadas na análise e na modelagem de sistemas com componentes concorrentes (MARRANGHELLO, 2005).

Em Murata (1989) é retratado o destaque dado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) durante a década de 1970, tendo em vista a grande quantidade de publicações, realização de eventos com o tema e a compilação de diversos trabalhos que resultou na publicação de um livro. Foi possível observar pesquisas em diversas áreas, tais como a modelagem de componentes de hardware, controle de processos, linguagens de programação, sistemas distribuídos e protocolos de comunicação.

Nesse período, é preciso destacar o surgimento das Redes de Petri Temporizadas apresentadas em (RAMCHANDANI, 1974), (MERLIN; FARBER, 1976) e (SIFAKIS, 1977) que possuem a capacidade de modelar características temporais determinísticas.

Já com o advento das chamadas Redes de Petri de Alto Nível (GENRICH; LAUTENBACH, 1981), tais como as Numéricas (SIMONS, 1978), as de Predicado/Transição (GENRICH; LAUTENBACH, 1978) e as Coloridas (JENSEN, 1983), foi possível modelar sistemas com um poder maior de descrição por meio da utilização de diferentes marcas, permitindo uma representação mais dinâmica dos sistemas. Além disso, a possibilidade de integrar taxas de ocorrência não determinísticas aos eventos modelados também estava presente nas RdP (MARRANGHELLO, 2005).

Portanto, atualmente as Redes de Petri são tratadas como uma ferramenta de modelagem gráfica e matemática aplicada a diversos sistemas, amplamente empregada para descrever e para estudar sistemas com processamento de informações que, na grande maioria dos casos, podem ser concorrentes, assíncronos, distribuídos, paralelos, não determinísticos e/ou estocásticos (KREPINEVICH, 2003).

Neste trabalho, é feito uso de uma Rede de Petri Colorida Temporizada capaz de representar o comportamento do roteamento de mensagens dentro da FANET, para tal cada VANT é considerado um nó de uma rede *ad hoc*. Deve-se levar em consideração a qualidade de cada um dos links de conectividade entre VANTS, ou seja, comunicação de VANT para VANT (VANT-VANT).

Redes de comunicação para VANTS

Inicialmente idealizados para fins militares, os VANTS (Veículos Aéreos Não Tripulados), também tratados na literatura como UAVs (*Unmanned Aerial Vehicles*), foram inspirados nas bombas voadoras alemãs do tipo V-1 e nos inofensivos aeromodelos de rádio controlados. Nos últimos anos, os VANTS obtiveram destaque, em princípio, em operações militares durante ações de espionagem e de bombardeio dos Estados Unidos no Iraque (GONÇALVES; SOBRAL; FERREIRA, 2017).

Atualmente, essas máquinas voadoras são amplamente projetadas e construídas com o objetivo de serem usadas em missões consideradas perigosas para os seres humanos em diferentes áreas, tais como áreas de inteligência militar, apoio e controle de tiro de artilharia, apoio aéreo a tropas de infantaria e cavalaria no campo de batalha, controle de mísseis de cruzeiro, atividades de patrulhamento urbano, costeiro, ambiental e de fronteiras, atividades de busca e resgate, entre outras (CORRÊA, 2008).

As Redes de Comunicação para Sistemas Multi VANTS, chamadas de FANETs, *Flying Ad hoc Networks*, (BEKMEZCI; SAHINGOZ; TEMEL, 2013), apesar de classificadas como MANETs, Mobile Ad hoc Network, (GIORDANO, 2002), apresentam características e requisitos bastante específicos. Dessa maneira, grande parte dos protocolos e estratégias adotadas em outras redes sem fio, tais como as redes *ad hoc* Veiculares (VANETs – *Vehicular Ad hoc Networks*) (WANG; Li, 2009) não podem ser empregadas.

Neste trabalho, a FANET em uso é composta por aeronaves não tripuladas que se comunicam entre si e com uma estação base de controle. A velocidade dos nós (aeronaves) pode variar entre zero e a pouco mais de 15 m/s com movimentos em duas ou três dimensões de acordo com a missão. A topologia pode ser fixa ou sujeita a mudanças lentas ou muito rápidas, com movimentação desordenada ou sincronizada, dependendo do objetivo (LI; ST-HILAIRE; KUNZ, 2012; GUPTA; JAIN; VASZKUN, 2015; SÁNCHEZ-GARCÍA; GARCÍA-CAMPOS; TORAL, 2016),

Nessa perspectiva, a aeronave que será utilizada é o Phantom 3, o qual podemos observar na Figura 1, com peso de 1280 g, 689 mm de diagonal e velocidade horizontal de até 16 m/s é uma interessante solução para a missão aqui descrita. A câmera embarcada no VANT é uma Sony EXMOR 1/2.3” 12.4 Mpixels, lentes FOV 94º, velocidade de disparo 8s-1/8000s com tamanho máximo de imagem 4000 x 3000 pixels.



Figura 1 – VANT Phantom 3 equipado com câmera.

Fonte: <<https://www.dji.com/phantom-3-pro>>. Acesso em: 17 set. 2018.

Para comunicação entre os VANTS deve ser adotado um protocolo de roteamento que trate a indisponibilidade eventual de nós, ou seja, caso alguma aeronave tenha problemas durante a missão, tais como problemas na interface de comunicação ou baixa carga da bateria, a rede deve funcionar de forma ininterrupta, fazendo uso de sua capacidade de se reorganizar.

Modelagem da rede de VANTS usando Redes de Petri colorida temporizada

Devido ao tamanho da área a ser varrida, em alguns casos, pode ocorrer que um ou mais VANTS não tenham comunicação com a Estação de Controle (EC) em terra. Nesse sentido, com objetivo de garantir que esses nós da rede consigam entregar dados à EC, as imagens oriundas desses VANTS farão uso da rede ad hoc para alcançar o destino final, esse processo é chamado de entrega *multihop*. É possível encontrar mais detalhes sobre tal mecanismos em Broch (1998).

A modelagem por meio de Redes de Petri foi utilizada para ilustrar o roteamento de mensagens dentro da rede *ad hoc*, na qual cada VANT é tratado como um nó da rede. As Redes de Petri Coloridas Temporizadas (RPCT) permitem que as ações

tenham prioridade, tendo em vista que uma ação temporizada só é executada caso não exista nenhuma ação imediata habilitada. A seguir, serão apresentadas algumas figuras e a descrição destas a respeito de como ocorre o processamento de dados dessas ferramentas.

A Figura 2 apresenta a RPCT utilizada para modelar o comportamento do fluxo das mensagens trocadas entre o Sistema Multi VANT durante uma missão de varredura na busca por focos do mosquito. Os diferentes tipos de marcas (cores) e pesos (valores atribuídos a cada marca em um arco) permitem que cada mensagem seja direcionada e emitida conforme o fluxo desejado. Já os Quadros 1 e 2 descrevem os lugares (*places*) e as transições que compõem a rede.

A Figura 3 ilustra a detecção de um possível foco do mosquito pelo VANT-1 e a transmissão dos dados em broadcast para os outros VANTS com objetivo de que a informação chegue até a Estação de Controle (EC). Esse fato é representado pela transição sinal de broadcast habilitada (em vermelho). Para isso, cada VANT deve informar sua posição atual para que o VANT-1 seja capaz de optar pela aeronave mais próxima da EC.

Ao receber a mensagem de solicitação do VANT-1, as outras aeronaves enviam como resposta sua respectiva localização, a qual será utilizada como métrica de escolha para identificar o VANT mais próximo e, em consequência disso, será o destinatário da mensagem, porém nessa etapa, a entrega é feita de forma *unicast*.

A Figura 4 mostra que, além de enviar as localizações, é possível que ocorra perda de pacote, representado pela transição “perdePacote” ou, o VANT encaminhe a imagem para a EC, neste caso, a imagem foi enviada para ele na etapa anterior pelo VANT-1.

Já a Figura 5 retrata a etapa do processo, na qual a imagem capturada é enviada para a EC. Contudo, é necessário que a transição temporizada “focoLocalizado/transmitImagem” esteja habilitada e, para isso, é preciso três marcas vermelhas no lugar (*place*) VANT-1, peso atribuído ao arco que conecta transição.

Após a imagem atingir a Estação de Controle, o processo se conclui. Do contrário, ele se repete até que a imagem seja entregue à EC onde, naquele momento, possa ser processada e validade ou não como um possível foco do mosquito.

Destaca-se que a Estação de Controle, ao receber a mensagem, deverá atualizar a base dados de imagens e conforme a localização recebida, emitir um protocolo de vistoria do agente de endemias responsável pela área, na qual imagem foi feita. Essa informação é obtida por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS). É interessante ressaltar que a vistoria esteja vinculada à verificação e à aprovação de algum responsável pela análise prévia das imagens.

Posteriormente, o processo é concluído com a criação de um banco de dados, no qual, periodicamente, após a conclusão e análise das áreas de uma referida região vistoriada, constará os possíveis focos detectados e sua situação, se foram eliminados ou não.

Lugar (Places)	Descrição
VANT-1	Aeronave 1 (origem)
VANT-2	Aeronave 2
VANT-3	Aeronave 3
VANT-4	Aeronave 4
Estação Controle	Estação de controle em terra (destino)
Reenvia Sinal Timeout	Mensagens descartadas

Quadro 1 – Descrição dos places (lugares) que compõem a RdP.
Fonte: Autoria própria.

Transição	Tipo	Descrição
Sinal de Broadcast		VANT-1 envia sinal de broadcast para todos os nós da rede.
perdePacote	Temporizada	Aeronaves (2, 3 e 4) perdem pacote e não conseguem enviar localização para o VANT-1.
LocalizaçãoN2	Temporizada	VANT-2 envia sua localização para o VANT-1.
localizaçãoN3	Temporizada	VANT-3 envia sua localização para o VANT-1.
localizaçãoN4	Temporizada	VANT-4 envia sua localização para o VANT-1.
EC	Temporizada	Aeronaves repassam mensagem para Estação de Controle.
cancelBroadcast		Mensagem de broadcast é cancelada.
retransBroadcast	Temporizada	Mensagem de broadcast é retransmitida.
limpaBufferBroadcast		Limpar buffer do broadcast do VANT-1.
rejeitaBroadcast		VANT-1 rejeita mensagem de broadcast.
localizaFoco/ transmitImagem	Temporizada	VANT-1 localiza o foco e inicia transmissão da imagem pela rede.
focolocalizado/ transmitImagem	Temporizada	Estação controle recebe a imagem com o foco localizado.

Quadro 2 – Descrição das transições que compõem a RdP.
Fonte: Autoria própria.

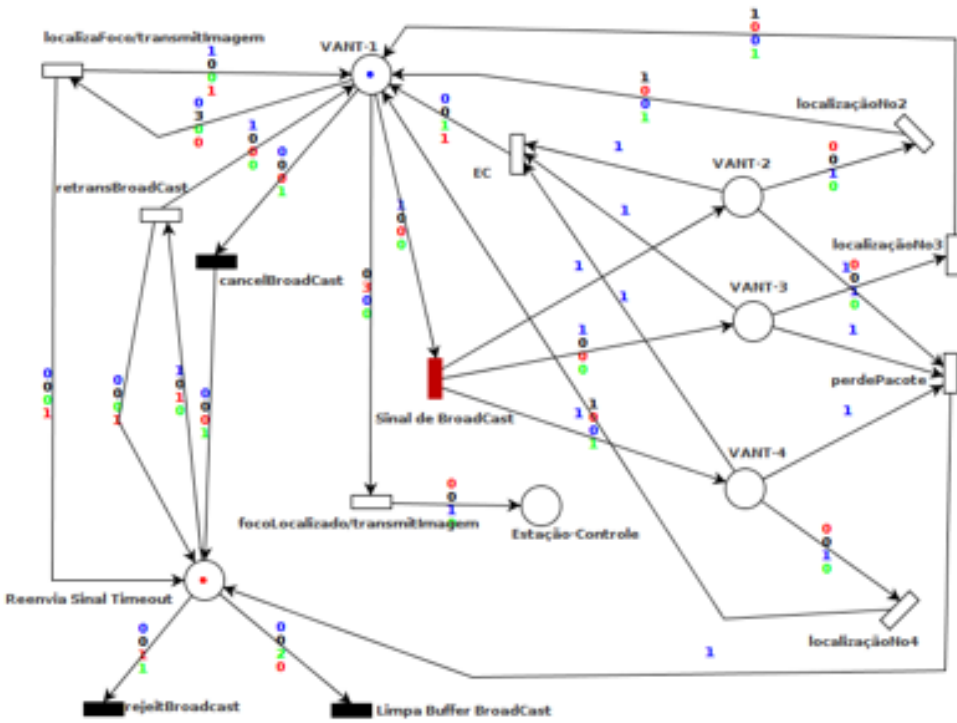


Figura 3 – Detecção de possível foco de criadouro do mosquito Aedes aegypti pelo VANT-1.
Fonte: Autoria própria.

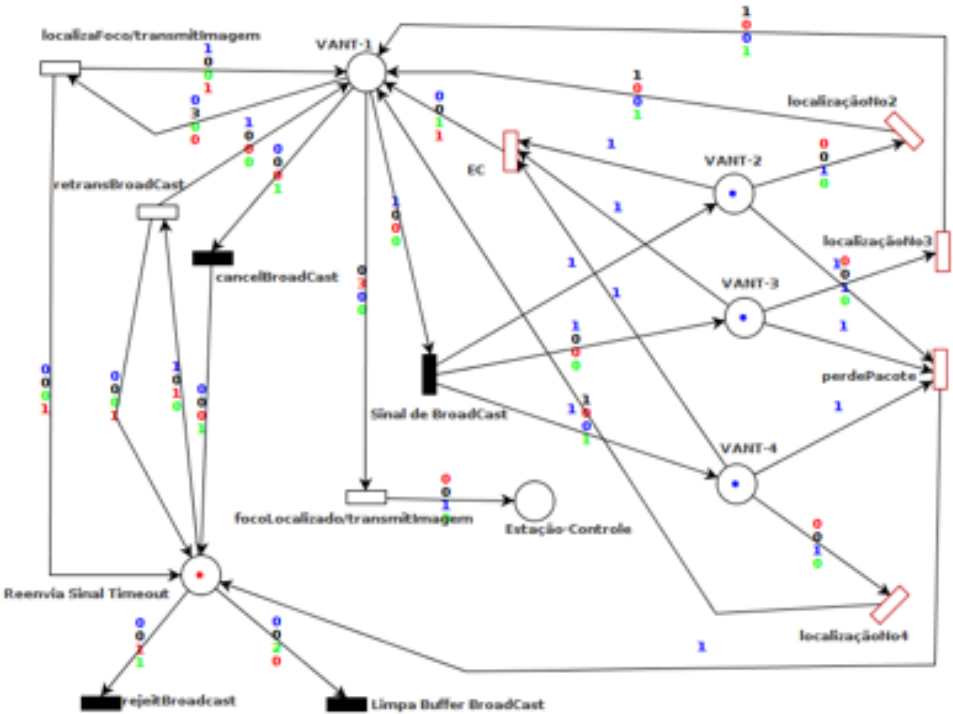


Figura 4 – VANT-2, VANT-3 e VANT-4 recebendo a mensagem enviada em broadcast pela VANT-1.
Fonte: Autoria própria.

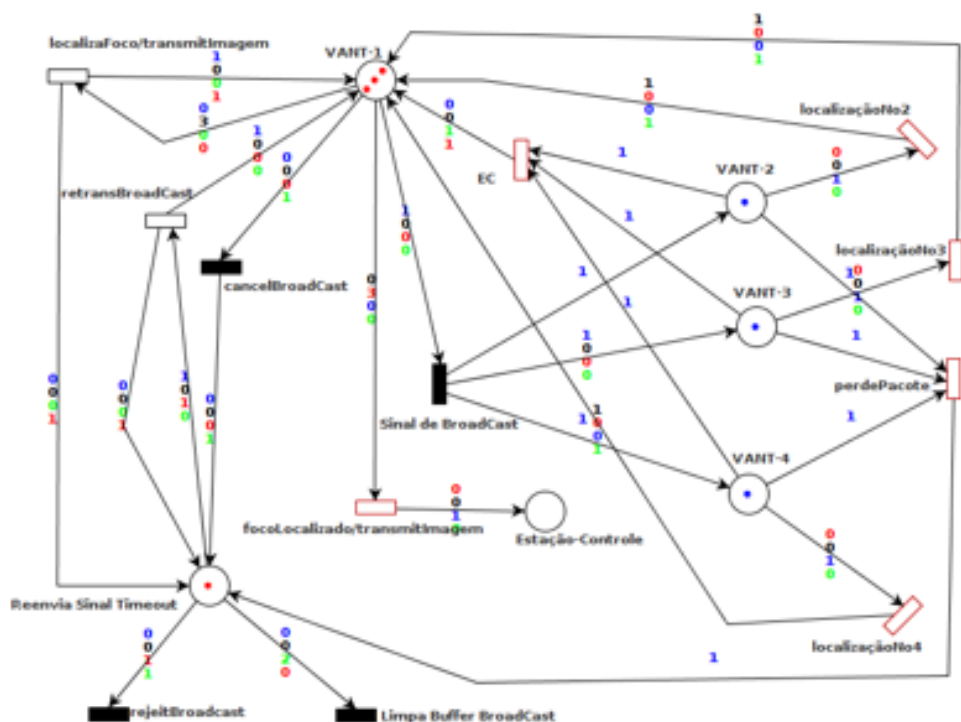


Figura 5 – Etapa final em que o VANT-1 consegue enviar a imagem para a Estação de Controle.
Fonte: Autoria própria.

Resultados e discussões

De acordo com as considerações feitas na seção anterior, a rede de comunicação deve ser constituída com um pequeno número de aeronaves. Na varredura da área, com base na estratégia em que ela não é subdividida, os nós têm comportamento de voo coordenado, executando rotas similares à velocidade constante, sendo possível determinar pontos futuros e prever o comportamento da rede.

Os Algoritmos de roteamento determinístico são baseados na formulação de um modelo dependente do tempo. Assim, com a estratégia de varredura proposta, é possível definir um plano de voo que minimize a distância entre os nós da rede para evitar problemas de perda de sinal e usar técnicas otimizadas de entrega de pacotes fim a fim, com pacotes *unicast*.

Para os primeiros testes, será adotado um plano de voo com todos os nós próximos, em formação, fazendo a varredura em conjunto da área completa seguindo um padrão em espiral (como são poucas aeronaves, não é grande a diferença do trajeto entre o VANT mais externo e o mais interno da espiral). O voo em formação compacta aumenta a segurança no transporte de dados, diminui a perda de sinal e proporciona um melhor desempenho, com menor consumo de recursos, para que a informação seja transmitida até a estação base a partir do VANT *hub*.

Arquitetura da rede

De acordo com a estratégia de varredura adotada e os requisitos de comunicação da esquadilha, foi escolhido o padrão para comunicação e roteamento dos dados *ZigBee* IEEE 802.15.4, desenvolvido pela *Alliance ZigBee* (ZIGBEE ALLIANCE, 2017) em conjunto com o IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Esta tecnologia possui características adequadas para atender uma rede de sensores sem fio com baixo consumo de energia (CARDEI; LIU; WU, 2013). O padrão *ZigBee* é uma evolução do padrão IEEE 802.15.4, com camadas de rede e segurança, estrutura de controle e criptografia. Ele possibilita configurar redes auto-organizáveis, capazes de se adaptar às diversas topologias, conectividade entre nós e condições de tráfego, possibilitando transmissão de dados em tempo real.

Os nós são classificados a partir das seguintes funções lógicas: coordenador, roteador e dispositivo final. Um coordenador é o nó inicial da rede e está sempre em modo ativo para efetuar o controle desta, sendo assim o nó com maior consumo de energia.

Já o nó roteador é utilizado na topologia *mesh* e cluster (árvore) para dar maior robustez à rede. Nele, existem tabelas de roteamento que permitem encontrar o menor caminho para um pacote chegar ao destino, dando à rede a característica de autorregeneração, caso ocorra queda das funcionalidades de outros nós roteadores na rede. Os dispositivos finais são nós folhas das topologias.

Arquitetura de hardware e software

Para fins de testes iniciais, a rede do Sistema Multi VANT proposta será fisicamente construída com base em módulos Xbee Pro 900HP S3B, conectados a microcomputadores do tipo Raspberry Pi com Sistema Operacional Linux, embarcados em veículos aéreos quadrirrotor, equipados com GPS e placa controladora *Ardupilot*. Os módulos *Xbee* utilizados possuem alcance de até 6,5 km a 200 kbps de taxa de transmissão para o transporte de dados em uma rede 802.15.4 (*Zigbee*) com 2050 mW de potência e baixo consumo de energia. A estação base será um servidor executando em um computador pessoal. No Sistema Operacional Linux haverá suporte ao protocolo de gerenciamento SNMP, *software* IPERF *Tools* para testes de desempenho, e suporte a uma aplicação em linguagem “C” no modelo cliente-servidor para troca de mensagens de controle da área monitorada e envio de dados de telemetria e imagens.

Testes de validação

Para avaliar a arquitetura de rede proposta para o Sistema Multi VANT, esta será implementada usando uma esquadrilha de helicópteros quadrirrotores, nos quais será embarcada a arquitetura de *hardware* correspondente. Para testes iniciais, será adotada a estratégia de varredura em espiral sem subdivisão da área monitorada e com velocidade de voo constante.

Neste caso, os VANTS voarão em formação compacta, em que a distância entre os nós será definida pela altura do voo

e pela abertura da câmera, que registrará as imagens com uma sobreposição de 10% sobre a imagem capturada pelo nó vizinho.

Posteriormente, será testada a estratégia baseada em subdivisão da área monitorada, aplicando o método proposto por Marro e Gonçalves (MARRO, 2013), podendo ser necessário planejar velocidades diferentes para cada VANT, de maneira a manter as aeronaves da esquadrilha a um alcance adequado de comunicação entre si.

Para ambas estratégias de varredura, será analisado até qual distância de afastamento os nós têm uma comunicação confiável, além do tempo para reorganização da rede em caso de perda de um nó.

A troca de mensagens entre a estação base e os nós se dará por intermédio de um único nó (*hub*) eleito como coordenador *ZigBee* em uma rede ponto a ponto. Nos outros VANTS, os módulos *XBee* serão configurados como roteadores *ZigBee*, formando uma rede *Mesh* para enviar dados até o nó coordenador, o qual será responsável por encaminhar as mensagens para a estação base e dela para a esquadrilha. Os nós folhas também serão configurados como dispositivo finais *ZigBee*. O objetivo será a avaliação do desempenho da rede por meio de testes de transmissão de dados, assim como o consumo de energia de cada VANT.

Para monitoramento da rede, no Sistema Operacional dos computadores embarcados, serão instalados aplicativos com suporte ao protocolo SNMP e o *software* IPERF para testes e análise de métricas de desempenho, tais como intensidade do sinal (RSSI – *Radio Signal Strength Indicator*), relacionado com a distância entre os nós, latência (tempo do atraso), taxa de transmissão (velocidade do *link*), taxa de perda de pacotes, *jitter* (variação da latência) e overhead (tempo para encontrar um nó). Além disso, será avaliado o consumo de energia (quanto maior o uso da rede, maior o consumo de energia).

Além disso, será desenvolvido um programa monitor em linguagem “C” para a troca de mensagens e coleta de dados que serão armazenados em banco de dados. Dessa forma,

será possível analisar o desempenho da rede de comunicações, bem como a sua confiabilidade e capacidade de reorganização quando ocorrer adição ou remoção de nós.

Os testes serão executados utilizando o protocolo TCP e UDP, sendo o programa monitor responsável pelo controle de pacotes, detecção e correção de erros, retransmissão de pacotes, envio e recepção de mensagens, podendo ser de três tipos: controle, dados e confirmação. As mensagens de controle contêm informações de comando e telemetria dos VANTS.

As mensagens de dados são usadas para transmitir imagens, informações de localização e outras informações obtidas quando um barco é detectado. As mensagens de confirmação transmitem a resposta do recebimento de mensagens de controle ou dados.

Como as mensagens e seu tamanho são conhecidos, é possível ter controle sobre os dados que serão transmitidos na rede, evitando fragmentação de pacotes em camadas inferiores, e a aplicação pode utilizar métodos de detecção e correção de erros, diminuindo a retransmissão de pacotes.

Será realizada uma série de experimentos para cada estratégia de varredura variando a distância entre os nós, a altura e velocidade dos VANTS, assim como o alcance máximo para que a rede tenha usabilidade, com o consumo aceitável de bateria. Serão feitos ensaios de transmissão de pacotes de controle, pacotes de dados e pacotes de confirmação, variando a taxa de transmissão até o limite de 200 kbps suportado pelo módulo *Xbee Pro*.

Assim sendo, os dados coletados serão utilizados para definir a distância máxima de separação dos nós da rede e prever o tempo de vida de baterias utilizadas na aplicação para cada estratégia de varredura de área, o que auxiliará na definição de quais características serão definitivamente implantadas na rede de VANTS para monitoramento da área a ser varrida em busca dos possíveis focos de criadouro do mosquito.

Considerações finais

Neste estudo, podemos compreender a Dengue, a Zica e a Chikungunya como problema de Saúde Pública que precisará sempre de estratégias de combate a essas doenças causadas pelo mosquito *Aedes aegypti*. Para isso, é preciso que a população atue diretamente na sua prevenção, evitando deixar água parada em locais de armazenamento, evitando que o mosquito deposite suas larvas e possa se reproduzir. O problema é que nem toda população se preocupa com essa prevenção, deixando caixas d'água abertas, piscinas sem tratamento adequado e depositando lixo em locais não apropriados, exigindo assim, um maior esforço de trabalho por parte dos agentes de endemias na localização e no monitoramento de possíveis focos de criadouros do mosquito.

Com objetivo de resolver o problema de localização, mapeamento e monitoramento de possíveis criadouros de lavras do mosquito *Aedes aegypti*, modelou-se um sistema por meio de uma Rede de Petri Temporizada que define as ações a serem executadas em uma rede do tipo *ad hoc*, formada por VANTS que representam os nós dessa rede.

Para validar o sistema proposto, foi definida uma arquitetura de rede baseada em tecnologia *Zigbee*, para o enlace e roteamento de mensagens de controle, de dados e de confirmação entre os nós e a estação base. Correntemente, está sendo implementada a arquitetura de *hardware* e *software* que dará suporte à rede de comunicação, a qual será embarcada em uma esquadilha de helicópteros quadrirrotores. Com esta infraestrutura serão realizados testes experimentais que permitirão validar a arquitetura de rede proposta, bem como escolher qual será a melhor alternativa entre as duas estratégias de varredura de área apresentadas.

Referências

BEKMEZCI, I.; SAHINGOZ, O. K.; TEMEL, S. Flying **ad-hoc networks** (FANETs): A survey. *Ad Hoc Networks*, v. 11, n. 3, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Combate à Dengue**. 2009. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2009/11/combate-a-dengue>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

BROCH, J. et al. A performance comparison of multi-hop wireless ad hoc network routing protocols. In: **Proceedings...** of the 4th annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking. ACM, 1998.

CARDEI, I.; LIU, C.; WU, J. **Routing In Wireless Networks With Intermittent Connectivity**. *Encyclopaedia of Wireless and Mobile Communications*, CRC, Press Taylor & Francis Group, United Kingdom-UK, 2013.

CORRÊA, M. A. Modelo de veículos aéreos não tripulados baseado em sistemas multi-agentes. 103 f. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GENRICH, H.; LAUTENBACH, K. Facts in Place/ Transition Nets. *Proceedings of the Seventh Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science. Lecture Notes in Computer Science*, v. 64, 1978.

GENRICH, H. J.; LAUTENBACH, K. System modelling with high-level Petri nets. **Theoretical computer science**, v. 13, n. 1, 1981.

GIORDANO, S. et al. **Mobile ad hoc networks**. Handbook of wireless networks and mobile computing. New York: John Wiley & Sons, 2002.

GONÇALVES, P.; SOBRAL, J.; FERREIRA, L. A. Unmanned aerial vehicle safety assessment modelling through petri Nets. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 167, 2017.

GUPTA, L.; JAIN, R.; VASZKUN, G. Survey of Important Issues in UAV Communication Networks. In: **IEEE Communications Surveys and Tutorials**, 2015. Issue: 99.

JENSEN, K. H. High-level Petri Nets. In: **A. Pagnoni and G. Rozenberg (eds.): Applications and Theory of Petri Nets**, Informatik-Fachberichte, v. 66, Springer-Verlag, 1983.

KREPINEVICH, A. F. **Operation Iraqi Freedom: A first-blush assessment**. Washington, DC: Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2003.

LI, Y.; ST-HILAIRE, M.; KUNZ, T. **Enhancing the RGR Routing Protocol for Unmanned Aeronautical Ad-hoc Networks**. Carleton University, Systems and Computer Engineering, Technical Report SCE-12-01, 2012.

MARRANGHELLO, Norian. **Redes de Petri**: Conceitos e aplicações. São Paulo: DCCE/IBILCE/UNESP, 2005.

MARRO A. A.; GONÇALVES, L. M. G. **A Path Planning Method for Multi-UAV System**. Robotics Symposium and Competition (LARS/LARC), 2013. Latin American, Arequipa, 2013.

MEDECINS SANS FRONTIERES. **Dengue**. 2017. Disponível em: <<http://www.msf.org.br/o-que-fazemos/atividades-medicas/dengue>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

MURATA, Tadao. Petri nets: Properties, analysis and applications. **Proceedings of the IEEE**, v. 77, n. 4, 1989.

MERLIN, P. M.; FARBER, D. J. **Recoverability of Communication Protocols** – Implication of a Theoretical Study. IEEE Transactions on Communications, 1976.

PETRI, Carl Adam. **Kommunikation mit automaten**. Darmstadt: Technische Hochschule, 1962.

RAMCHANDANI, C. **Analysis of Asynchronous Concurrent Systems by Means of Petri Nets**. Project MAC, TR-120, MIT, Cambridge, MA, 1974.

SÁNCHEZ-GARCÍA, J.; GARCÍA-CAMPOS, J. M.; TORAL, S. L. D. G. Reina, and F. Barrero, “An Intelligent Strategy for Tactical Movements of UAVs in Disaster Scenarios,” **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 2016, Article ID 8132812, 2016.

SIFAKIS, J. Use of Petri nets for Performance Evaluation. **Proceedings...** 3rd International Symposium on Modeling and Evaluation, IFIP, North Holland, 1977.

SIMONS, F. J. W. **Modelling and Analysis of Communication Protocols Using Numerical Petri Nets**. 1978. Thesis (Doctorate in Electrical and Engineering Science) – University of Essex, Telecommunications System Group, 1978.

WANG, Y.; LI, F. Vehicular ad hoc networks. In: **Guide to wireless ad hoc networks**. Springer London, 2009.

ZIGBEE ALLIANCE. ZigBee Pro. 2017. Disponível em: <<http://www.zigbee.org/zigbee-for-developers/network-specifications/zigbee-pro>>. Acesso em: 22 maio 2017.

SOA-DB: ARQUITETURA EMBARCADA ORIENTADA A SERVIÇO PARA DISPOSITIVOS BIOMÉDICOS

João Marcos Teixeira Lacerda

Bruno Gomes de Araújo

Diego Rodrigues de Carvalho

Philippi Sedir Grilo de Moraes

Hélio Roberto Hékis

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

Running Title: Dispositivos Biomédicos Orientados a Serviço

Resumo

A grande diversidade na arquitetura de dispositivos biomédicos, aliada aos seus diferentes protocolos de comunicação, tem dificultado a implementação de sistemas que necessitam realizar o acesso a esses dispositivos. Diante dessas diferenças, surge, então, a necessidade de prover o acesso a estes de forma transparente. Neste sentido, o presente trabalho propõe uma arquitetura embarcada, orientada a serviço, para acesso a dispositivos biomédicos, como forma de abstrair o mecanismo de escrita e leitura de dados nesses dispositivos, contribuindo, desta maneira, para o aumento da qualidade e da produtividade dos sistemas biomédicos. Assim, procura-se possibilitar que o foco da equipe de desenvolvimento de softwares biomédicos seja quase que exclusivamente voltado aos seus requisitos funcionais, ou seja, às regras de negócio pertinente ao domínio do problema. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas tecnologias como as linguagens XML e Java, hardware baseado em sistemas num único chip e conceitos de Engenharia de Software como Padrões de Projeto. Após a proposição da arquitetura, foram realizados testes com o intuito de validar a arquitetura proposta.

Palavras-chave: Automação Hospitalar. Dispositivos Biomédicos. Arquitetura Orientada a Serviço. Sistemas Embarcados.

Introdução

A rápida disseminação de novos dispositivos de *hardware* no mercado tem aumentado a complexidade na comunicação entre eles. Muitos dispositivos de *hardware* disponibilizam suas funcionalidades por meio de protocolos proprietários, de *drivers* que são dependentes de uma plataforma de sistema operacional (VALENTIM et al., 2008). Diante desse ambiente fechado e heterogêneo de *hardware*, a questão da interoperabilidade precisa ser discutida. Isso porque quanto mais divergentes forem, mais difícil e complexo serão os mecanismos de integração. Essa problemática está também presente na área biomédica, na qual muitos de seus dispositivos são proprietários e, portanto, dificultam o acesso e consequentemente o desenvolvimento de aplicações. Por exemplo, o monitoramento de pacientes, a aquisição de sinais biomédicos, entre outras.

O monitoramento e o controle físico do ambiente têm se tornado possíveis por meio de aplicações de interfaces comuns a dispositivos, desde básicos sensores e atuadores a equipamentos digitais complexos (DEUGD et al., 2006).

Tais dispositivos, porém, são tradicionalmente dominados pelos desenvolvedores de sistemas embarcados. Diante desse fato, surge a necessidade de criar interfaces entre o mundo físico dos sensores e atuadores e o cenário de software dos sistemas corporativos. A exemplo, os sistemas hospitalares de Prontuário Eletrônico, Monitoramento de Pacientes, Sistemas de Internamento de Pacientes, os quais poderiam estar integrados aos dispositivos biomédicos de forma transparente.

A concepção da SOA-DB foi projetada considerando um ambiente hospitalar heterogêneo, tanto em relação às aplicações que realizam acesso aos dispositivos biomédicos, quanto aos próprios dispositivos, como ilustrado na Figura 1. O propósito foi especificar a arquitetura SOA-DB como um elemento de acesso entre as aplicações e os dispositivos, de modo a tornar homogêneo o processo de comunicação entre os dois. Deste modo, desenvolvedores de aplicações hospitalares que utilizam

linguagens de programação como *Java*, *C#*, *.NET* ou *Python*, ou qualquer outra que forneça suporte à *SOA* (*Software Oriented Architecture*), poderão acessar dispositivos de hardware, sem a necessidade de conhecer os detalhes técnicos específicos dos dispositivos biomédicos.

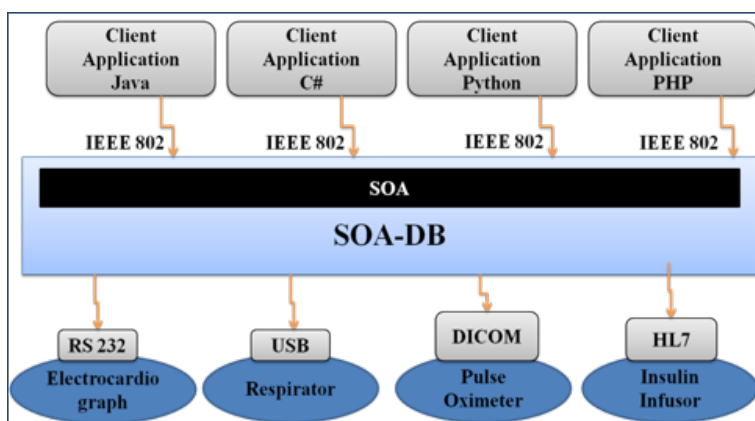


Figura 1 – SOA-DB no ambiente hospitalar.
Fonte: Autoria própria.

A atuação da SOA-DB no ambiente da Figura 1 fornece uma aproximação dos sensores e atuadores dos sistemas corporativos, no caso, sistemas biomédicos. Essa atuação pode ser ainda mais justificada pelo avanço tecnológico dos dispositivos atuais. Alguns destes são i) as placas baseadas em microcontroladores, as quais fazem uso de interfaces de programação e se tornaram atraentes por apresentarem um baixo custo financeiro, como a placa de desenvolvimento para prototipagem eletrônica Arduino (2013); e ii) sistemas num único chip (*Systems-on-a-Chip* - SoCs), que podem ser representados por placas de desenvolvimento para sistemas embarcados que utilizam a arquitetura ARM, dentre as quais está a *Beagleboard* (2013). Ambas as tecnologias apresentadas conseguem reunir um microprocessador, memória RAM, interfaces de entrada e saída e uma elevada autonomia energética, resultando num dispositivo com poder de processamento

bastante similar ao dos *netbooks* ou smartphones de última geração, no caso dos SoCs.

Tais avanços podem fornecer maiores possibilidades no âmbito da informática em saúde, como aumentar a precisão de um oxímetro de pulso, melhorar a qualidade na visualização de um eletroencefalograma, tornar possível a realização de eletrocardiogramas em tempo real, permitir o desenvolvimento de sistemas biomédicos para predição de quadro clínico de pacientes, entre outras. Outro aspecto bastante atraente é que o desenvolvimento dessas novas tecnologias pode convergir para padrões abertos, a fim de prover um maior espectro de interoperabilidade.

Neste contexto, uma questão a ser considerada é a melhoria nos serviços fornecidos por dispositivos médicos, uma vez que é possível aumentar a complexidade dos *softwares* embarcados nesses dispositivos. Esse aumento pode ser justificado pelo avanço tecnológico, ou seja, de recursos computacionais, como citado anteriormente. Deste modo, à medida que *softwares* de maior complexidade possam executar em dispositivos de menor tamanho físico, com maior autonomia energética e com menor custo financeiro, serão possíveis o desenvolvimento de novas aplicações biomédicas e, com isso, o uso da mobilidade – aspecto desejado no ambiente da saúde, especialmente em hospitais.

Uma contribuição significativa que esses novos dispositivos podem oferecer é o suporte à SOA. Sistemas baseados em SOA proporcionam uma computação independente de protocolo, com baixo nível de acoplamento (PAPAZOGLOU; HEUVEL, 2007).

A vertente mais comum para implementação de sistemas que fazem uso da arquitetura SOA é baseada em *Web Services*, o qual é considerado por Schall et al. (2005) como a evolução da *Web*. Isso porque provê, mais do que a interação de seres humanos com aplicações via formulário HTML, a integração direta entre aplicações. Essa integração pode ser contextualizada no ambiente dos dispositivos médicos, uma vez que permite a interoperabilidade entre dispositivos e aplicações médicas,

por meio do protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) (W3C, 2013a) e das interfaces WSDL (*Web Services Description Language*) (W3C, 2013b), ambos previstos na arquitetura SOA e baseados na linguagem XML (W3C, 2013c), implementados por meio da tecnologia dos *Web Services*.

Todavia, um aspecto que deve ser considerado em relação ao uso de *Web Services* é que esta tecnologia deve estar adaptada para a área médica, especificamente quando se trata de sistemas embarcados. O trabalho proposto por NASCIMENTO et al. (2007) é um exemplo que realiza tal adaptação. Este trabalho apresenta a SOAB (*Software Architecture for Body-worn Sensor Networks Project*), concebida em abordagem *top-down*, e tem como principal objetivo a transferência da tarefa de configurar uma rede de sensores para monitoração de variáveis fisiológicas, usualmente realizada por desenvolvedores especializados, para os profissionais de saúde.

A ideia de transferir a responsabilidade da configuração dos sensores para monitoração de pacientes é boa, porém este trabalho tem outro foco. Ele procura prover uma arquitetura baseada em padrões abertos, agregando fatores como interoperabilidade, ao mesmo tempo que busca a robustez necessária para atuar num ambiente crítico, que é o monitoramento de sinais vitais.

A interoperabilidade é um aspecto relevante. Para tanto, os dispositivos biomédicos que se baseiam em sistemas embarcados devem ser capazes de suportar diversas formas de conectividade e protocolos padrões de comunicação, os quais possam funcionar sobre a pilha TCP/IP. Deste modo, a ideia é permitir o desenvolvimento de sistemas distribuídos, aspecto bastante explorado e com diversas aplicações na área da telemedicina.

Outro aspecto importante, em relação ao trabalho de Nascimento et al. (2007), é que este trabalho, com data de submissão no ano de 2014, pode aproveitar os avanços de *software* e *hardware* supracitados, como o avanço dos SoCs e microcontroladores.

Esses aspectos são discutidos neste artigo por meio da SOA-DB, uma arquitetura orientada a serviços, cujo objetivo é abstrair a complexidade no acesso aos dispositivos biomédicos. Sendo assim, os dispositivos poderão ser vistos como um serviço de rede e acessados por meio de interfaces padrões previstas na arquitetura SOA, utilizando-se de chamadas remotas (RPC – *Remote Procedure Call*).

Materiais e Métodos

O processo de concepção e implementação da arquitetura SOA-DB, objeto desse artigo, foi baseado no modelo especificado em SODA (*Service Oriented Device Architecture*) (DEUGD et al., 2006). SODA é um modelo cujo propósito é prover um mecanismo para construção de interfaces abertas na forma de acesso, entrada e saída, aos dispositivos de qualquer natureza.

Devido a sua completude, essa arquitetura serviu como referência durante todo o processo de desenvolvimento da SOA-DB. Todavia, é importante destacar que a SODA é um modelo que não especifica quais tecnologias devem ser aplicadas, nem descreve como implementar, aspectos esses encontrados na SOA-DB.

No modelo SODA, há três componentes principais. O Adaptador de Dispositivo se comunica com as interfaces, protocolos e conexões dos dispositivos, de um lado. Do outro lado, apresenta um modelo de serviços abstratos para o Adaptador de barramento. Neste Adaptador se encontram a implementação do acesso aos dispositivos e a lógica de negócio com que eles trabalham.

O Adaptador de barramento transporta os dados dos dispositivos através de protocolos de rede, mapeando um modelo abstrato de serviço de dispositivo, com o intuito de especificar o mecanismo de vinculação SOA utilizado pelo ambiente corporativo. Este Adaptador é responsável por transformar a implementação física do acesso aos dispositivos em algo que possa ser trafegado

pela rede. O Serviço para Registro de Dispositivo, por sua vez, provê a descoberta e acesso dos serviços SODA.

Por fim, há a camada de software que efetivamente fará o transporte e a publicação dos serviços SODA na rede, que pode ser a tecnologia intitulada de *Enterprise Service Bus*, definida por PAPAZOGLOU e HEUVEL (2007) como uma plataforma de integração que utiliza padrões *Web Services* para suportar uma grande variedade de padrões de comunicações ao longo de múltiplos protocolos de transporte e fornecer recursos de valor agregado para aplicações SOA ou outros mecanismos de transmissão de serviços SOA.

Arquitetura SOA-DB

O modelo arquitetural da SOA-DB é composto por dois componentes principais: as interfaces de comunicação (API Mult-I/O) e o serviço baseado em SOA (Componente SOA). Esses elementos estão diretamente interligados.

A API Mult-I/O (Figura 2) é uma camada que integra e permite generalizar diferentes implementações de acesso a dispositivos, tais como USB, RS-232, Paralela, IEEE 802 e demais. Essa API provê uma interface remota para a aplicação que servirá de base para as requisições de I/O. As diferentes implementações são definidas de acordo com a interface de comunicação que um dado dispositivo possa implementar. Para isso, foram aplicados os padrões de projeto *Factory Method* e *Abstract Factory* (GAMMA et al., 1995), os quais proveem um alto grau de desacoplamento, de modo que quaisquer outras interfaces de comunicação poderão ser aplicadas sem que haja necessidade de reescrita da aplicação.

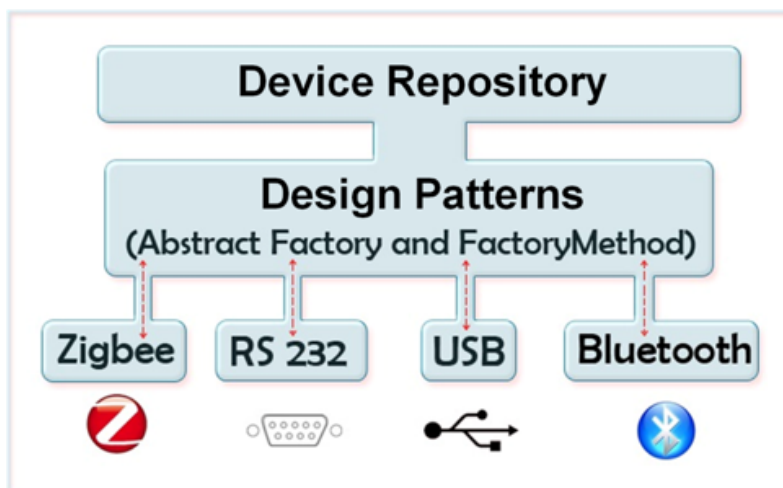


Figura 2 – A API Mult-I/O.
Fonte: Autoria própria.

Nesta perspectiva, a arquitetura SOA-DB foi especificada para criar, durante o processo de estabelecimento de comunicação, instâncias das interfaces utilizadas pelos dispositivos biomédicos, fazendo uso dos padrões *Abstract Factory* e *Factory Method* em tempo de execução.

Esse procedimento foi implementado na SOA-DB por meio de um Repositório de Dispositivos cujo propósito é permitir a realização de consultas, as quais devem retornar informações pertinentes aos dispositivos integrados à SOA-DB. Com essa estratégia, a API Mult-I/O tem o papel de abstrair, da aplicação cliente que a acessa, os protocolos de comunicação de acesso ao dispositivo biomédico.

A Figura 3 ilustra o Repositório de Dispositivos implementado na SOA-DB, que pode ser comparado ao “*Serviço Para Registro de Dispositivos*” do padrão SODA descrito anteriormente. Este repositório funciona como um Serviço de Nomes, podendo ser implementado em um arquivo de texto, um arquivo XML, um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD)

ou qualquer outra forma de armazenamento de dados. O repositório possui duas tabelas, INTERFACE e DISPOSITIVO, de modo que o relacionamento entre elas é, respectivamente, de um para muitos (1:N).

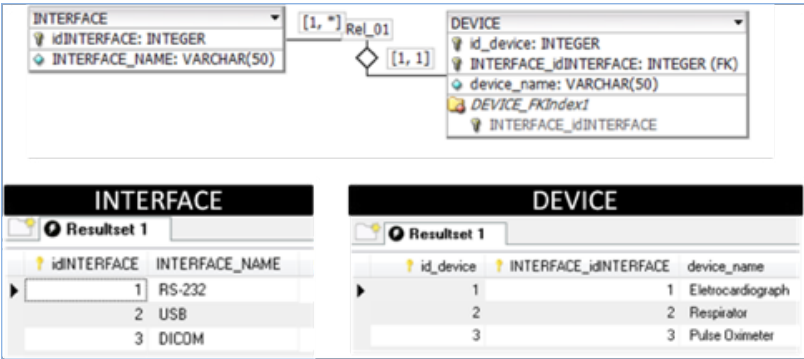


Figura 3 – O Repositório de Dispositivos - A Figura 3 ilustra o modelo de dados utilizado na SOA-DB (acima) e as tabelas populadas (abaixo) no banco de dados. As tabelas são INTERFACE e DISPOSITIVO e o relacionamento entre elas é de 1 para N, onde uma INTERFACE pode constituir vários DEVICES e um DEVICE só pode ser constituído de uma única INTERFACE.

Fonte: Autoria própria.

O componente SOA, ilustrado na Figura 4, foi desenvolvido com base no framework SOAP Axis (*Apache Extensible Interaction System*) (APACHE, 2013), o qual implementa o protocolo SOAP, sendo este responsável pelo transporte das requisições e respostas pela rede. Tais mensagens são trocadas no formato XML (PAPAZOGLU; WILLEN, 2007). Então, por meio do componente SOA, podem ser definidas interfaces padrões e remotas. Essas interfaces seguem as normas especificadas pelo padrão WSDL, permitindo, portanto, a descrição de serviços (recursos) disponibilizados pelos dispositivos biomédicos. O Componente SOA é a base para a Aplicação Cliente consumir os serviços disponibilizados pelos dispositivos médicos de maneira padrão, transparente e remota.

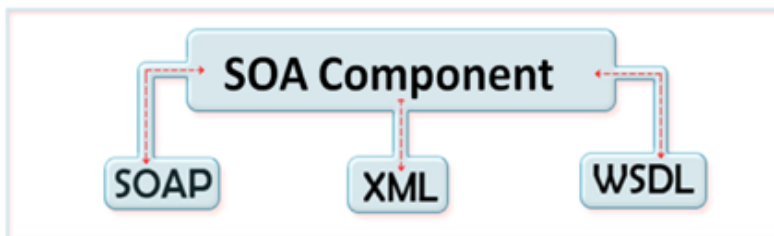


Figura 4 – Componente SOA.
Fonte: Autoria própria.

Como a concepção foi projetada sobre a arquitetura SOA, o modelo arquitetural proposto foi especificado para suportar requisições realizadas por diferentes aplicações clientes de forma remota. Efetivamente, isso foi feito na SOA-DB por meio de *Web Services*. Com isso, as requisições podem ser realizadas na linguagem de programação nativa da aplicação, que necessita acessar um dispositivo qualquer na rede hospitalar.

Como supracitado, a SOA-DB também foi especificada para prover comunicação por meio de diferentes interfaces de acesso físico, tais como RS-232, USB (*Universal Serial Bus*), IEEE 802.3. Todavia, ela deve suportar novos modelos que venham a surgir no mercado, bem como os protocolos de comunicação específicos do meio hospitalar, como DICOM (ALCOCER et. al, 1996) ou HL7 (PETRY et al., 2009).

Toda a concepção foi dirigida a garantir um baixo acoplamento entre os dispositivos e suas aplicações, fazendo uso, para tanto, de padrões de projetos utilizados na Engenharia de Software, os quais são baseados em modelos que fazem uso de interfaces orientadas a objetos.

é configurado na arquitetura). Tal medida foi adotada por questões de desempenho do dispositivo que hospeda a arquitetura, visto que se trata de um sistema embarcado. Portanto, é necessário otimizar o uso dos recursos – neste caso, memória. Deste modo, esse modelo cria uma espécie de *buffer* (fila de dados), na qual o dado que será retornado ao cliente será sempre o primeiro da fila, ou seja, o dado mais antigo. Adicionalmente, existe um arquivo de *log*, cujo propósito é armazenar todos os dados inseridos na tabela temporária. Em caso de falhas no banco de dados, o arquivo de *log* pode ser utilizado como *backup* de segurança.

SOA-DB Embarcada

Considerando o conceito de mobilidade, surgiu a necessidade de embarcar a arquitetura. Para tanto, os seguintes pré-requisitos foram considerados:

- dispositivo de pequeno porte físico, para facilitar no deslocamento, ou seja, fornecer mobilidade;
- suportar comunicação móvel, a fim de possibilitar o uso da SOA-DB em lugares de difícil acesso, longe dos grandes centros;
- baixo custo financeiro, para tornar viável o uso desta arquitetura, em termos financeiros;
- autonomia energética adequada, pois a consequência de ser um dispositivo móvel acarreta a necessidade de carregamento e, por isso, o dispositivo necessitará de uma autonomia energética de pelo menos algumas horas;
- suportar um contêiner *WEB*, tendo em vista que a Internet está chegando a lugares cada vez mais remotos e, neste caso, um dispositivo com um servidor *WEB* embarcado poderá, além de oferecer a sua conectividade com a Internet, receber informações remotas e processá-las no seu próprio servidor. Além disso, qualquer dispositivo acoplado à SOA-DB será

- habilitado a trafegar dados na WEB, mesmo que este não possua nenhuma interface física para tal; e
- suportar versões completas de linguagens de programação, como é o caso da Java Standard Edition (SE), versão mais completa que a Java Micro Edition, geralmente utilizada em dispositivos embarcados. Com isso, torna-se possível desenvolver soluções para dispositivos embarcados utilizando-se de APIs mais completas dessas linguagens, possibilitando a construção de aplicações mais ricas, tanto em termos funcionais quanto em termos visuais.

Os dois últimos pré-requisitos fornecem uma maior robustez em relação ao desenvolvimento de software habitual utilizado em sistemas embarcados, por tornarem possível desenvolver soluções para esses dispositivos utilizando-se de APIs mais completas das linguagens de programação, além de gerarem independência de um servidor *WEB* remoto, já que este já está contido na arquitetura. Porém, para ter o suporte à Java SE e a um contêiner *WEB*, foi necessário utilizar um *hardware* com recursos computacionais (poder de processamento e capacidade de memória RAM) capazes de garantir um razoável desempenho para os sistemas biomédicos a serem registrados na SOA-DB.

O sistema escolhido para embarcar a SOA-DB foi a placa de desenvolvimento para sistemas embarcados intitulada Beagleboard, baseada no SoC (*system-on-a-chip*), desenvolvido pela empresa Texas Instruments, OMAP (*Open Multimedia Applications Platform*) 3530, com um processador ARM Cortex A8 de 600 MHz e 256 MB de memória RAM. A partir dessa configuração de *hardware*, com a adição de um sistema operacional UNIX específico e uma versão da máquina virtual Java, ambos para sistemas embarcados (Angstrom e Java Embedded SE, respectivamente), a SOA-DB foi embarcada.

Após embarcada a SOA-DB, a Figura 6 ilustra uma visão geral da arquitetura, desde as aplicações que acessam os

dispositivos – que podem ser qualquer uma que tenha suporte a *Web Services*, como Java, C#.NET, PHP ou Python –, passando pela nuvem da Internet, até chegarem à SOA-DB, pelo componente SOA. Este componente, por sua vez, converte e entrega as informações requisitadas pelas aplicações à API Multi-I/O, que tem o papel de acessar o dispositivo fisicamente. Por fim, a API Multi-I/O entrega as informações dos dispositivos ao Componente SOA, até ser realizada toda a engenharia reversa, na qual o dado é entregue à aplicação biomédica que o requisitou.

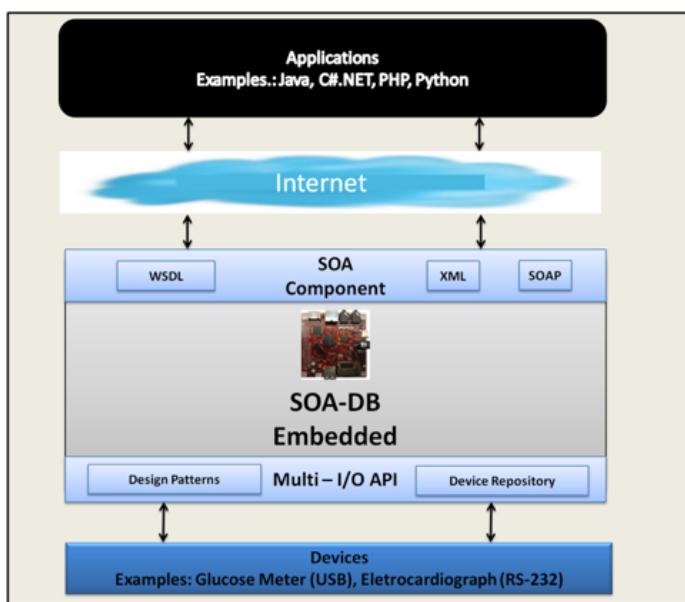


Figura 6 – Visão geral da SOA-DB (SOA-DB). As aplicações biomédicas solicitam dados aos dispositivos sem conhecerem seu protocolo de comunicação, por meio da SOA-DB.

Fonte: Autoria própria.

Testes e resultados

Foram utilizados alguns conceitos a fim de testar a eficácia da SOA-DB para processar sinais vitais. O Tempo de Acesso é o período em que uma requisição é processada. Adicionalmente, o Tempo de Resposta é o Tempo de Acesso mais o tempo de comunicação dos dados na rede (*Round Trip Time* – Tempo de Ida e Volta).

Os testes foram realizados com sinais vitais do coração (eletrocardiograma), baseados no modelo matemático proposto por MCSHARRY et. al (2003) e implementado via *software* por meio do Java ECG Generator (2013). O eletrocardiograma foi gerado em arquivo CSV (*Comma Separated Value*), com um número aproximado de batidas de 256 e frequência interna de amostragem de 256 Hz.

O arquivo CSV foi exportado para um microcomputador (Micro1) com sistema operacional Windows, com arquitetura x86 e 2GB de memória RAM. No Micro1, foi desenvolvida uma aplicação de leitura do arquivo CSV e o envio desses dados, com o intuito de simular um eletrocardiógrafo. Na intenção de validar a SOA-DB para diferentes tipos de clientes, foram utilizados três tipos para acessar o eletrocardiograma gerado.

Num primeiro cenário, um cliente solicitou diretamente os dados do eletrocardiograma, por meio de um microcomputador, executado sob uma arquitetura x86, com sistema operacional Windows (Micro2), com 2GB de memória RAM.

Num segundo cenário, foi adicionada a SOA-DB no acesso ao exame de eletrocardiograma, por meio de dois tipos de clientes, um cliente em rede local e um cliente remoto. O cliente em rede local foi um microcomputador *notebook*, com sistema operacional Windows, executado sob uma arquitetura de *hardware* x86, com 6GB de memória RAM. Este acessou a SOA-DB por meio do padrão IEEE 802.11 (Wireless). O cliente remoto acessou a SOA-DB, por meio de um *smartphone*, executado sob uma arquitetura RISC, com sistema operacional

Android, por meio de uma conexão de dados 3G. A Figura 7, apresentada a seguir, ilustra o cenário.

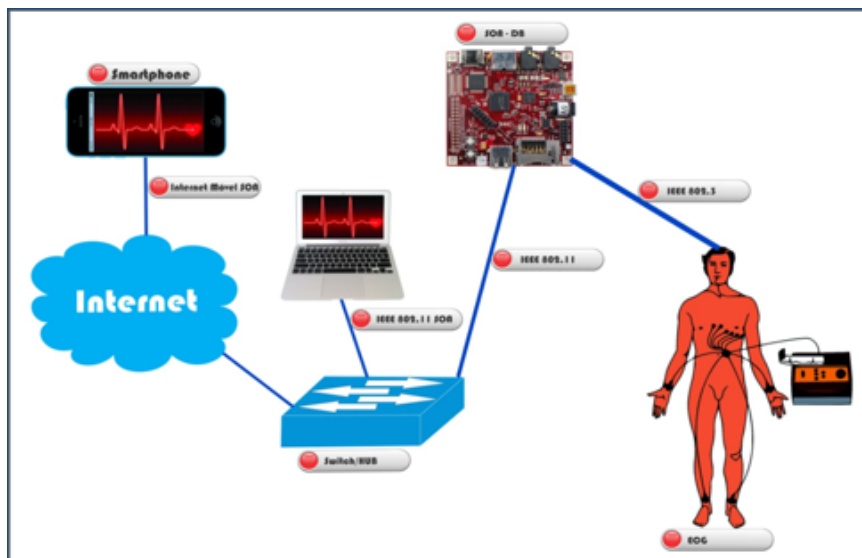


Figura 7 – Os dados do exame de eletrocardiograma foram acessados por meio da SOA-DB, que possibilitou a utilização de clientes heterogêneos, como um microcomputador móvel por meio de uma rede local wireless ou um smartphone, por meio de uma conexão de dados de internet móvel.

Fonte: Autoria própria.

A partir dos dois cenários, foram realizados testes. O desenvolvimento desses dois cenários teve a pretensão de calcular o custo da adição da SOA-DB no acesso ao dispositivo biomédico. O quadro 1 representa os resultados, com os Tempos Médios de Resposta e respectivos Desvios Padrões. A Figura 8 ilustra o exame transmitido para os três clientes testados e os respectivos *Jitters* (variação nos tempos de resposta).

Cliente	Tempo Médio de Resposta (milissegundos)	Desvio padrão
Local (Arquitetura x86)	1,71	5,02
Remoto por SOA-DB	20,23	21,24
Arquitetura x86 (Notebook - Windows Rede Local - Wireless)		
Remoto por SOA-DB Arquitetura RISC (Smartphone - Android - Internet - 3G)	47,11	31,56

Quadro 1 – Tempos de Resposta (Response Times)
Fonte: Autoria própria.

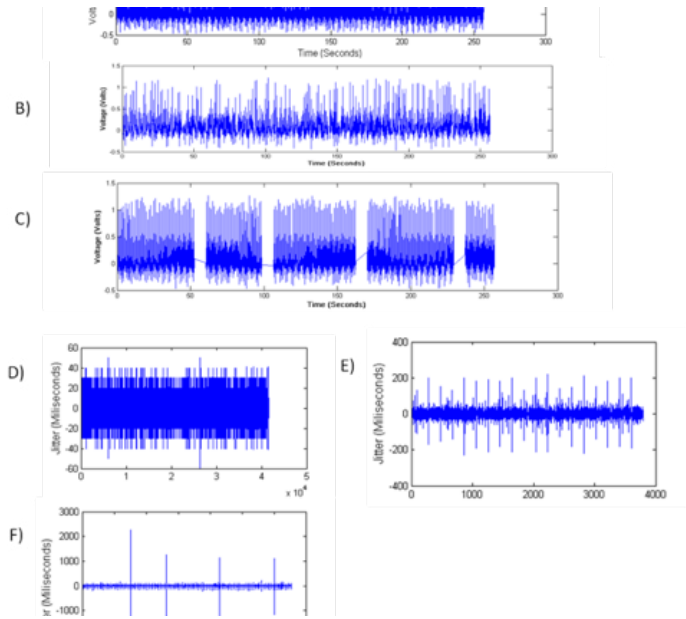


Figura 8 – Exame recebido pelos clientes e seus respectivos jitters. A) ECG Local. B) ECG WEB. C) ECG Mobile. D) Jitter Local. E) Jitter WEB. F) Jitter Mobile.

Fonte: Autoria própria.

Discussão

Nos resultados, foi observada uma pequena diferença em relação aos Tempos Médios de Resposta do Cliente Local em relação aos Clientes Remotos, uma vez que a implantação da SOA-DB para um cliente *WEB* demandou 18,52 milissegundos e 45,4 para um cliente *mobile* (diferença entre o Tempo Médio de Resposta de cada cliente em relação ao cliente local). Vistos todos os benefícios relatados pela SOA-DB, essa diferença no tempo de acesso em relação a uma aplicação local de aquisição de dados biomédicos é muito pequena.

Pôde ser observada também uma diferença não muito significativa entre o cliente *WEB* e o cliente *mobile*, mostrando a viabilidade da SOA-DB mesmo em um ambiente com menos recursos de *hardware*.

Em relação ao desvio padrão de cada cliente, foi constatado um desvio padrão baixo, visto que o mais expressivo (pior caso) foi, aproximadamente, 4 vezes maior do que o seu respectivo Tempo de Médio de Resposta (para o cliente local, sem a adição da SOA-DB). Já na adição da SOA-DB, o desvio padrão foi mais baixo ainda, sendo bem próximo ao Tempo Médio de Resposta, para os dois clientes, *WEB* e *mobile*, o que melhora ainda mais o cenário.

Paralelamente ao desvio padrão, nos *Jitters*, ou variações dos Tempos de Resposta, das requisições dos clientes à SOA-DB, foi observada uma boa estabilidade, ocorrendo pequenas variações nos Tempos de Resposta, atribuindo qualidade e segurança para a SOA-DB, já que ambas andam juntas no quesito “transmissão de dados”.

Conclusão

Desenvolver aplicações para acessar dispositivos biomédicos remotamente não é uma tarefa trivial. Alguns obstáculos aparecem quando se está desenvolvendo, como permissões do SO (Sistema Operacional), requisitos de comunicação entre o SO e a

aplicação, ou até mesmo problemas referentes à localização e ao reconhecimento das bibliotecas de acesso aos dispositivos. Esses problemas podem tirar o desenvolvedor do foco principal, que é analisar e codificar o acesso aos dispositivos. Por outro lado, quesitos como interoperabilidade, integração, encapsulamento das especificidades de comunicação, estabilidade e segurança fornecidos pela SOA-DB contribuem para a aproximação do desenvolvedor com esse foco principal.

A integração fornecida pela SOA-DB realiza um feito bastante desejado pelos profissionais que trabalham na área de saúde. Ela consegue integrar os protocolos padrões de comunicação do mercado, como RS-232 e USB, com os protocolos de comunicação utilizados no ambiente hospitalar, como DICOM ou HL7. Além disso, fornece portabilidade, visto que a SOA-DB pode ser implantada em ambientes diversificados sem sofrer alterações significativas.

A partir dos resultados obtidos, a viabilidade prática da SOA-DB foi constatada, após a viabilidade teórica discutida na subseção “Arquitetura SODA Aplicada por SOA-DB”, possibilitando um possível investimento na ideia deste trabalho, tendo em vista que o conceito da abstração de protocolos de comunicação num ambiente hospitalar foi alcançado.

A redução da complexidade no acesso aos dispositivos biomédicos provida pela SOA-DB pode contribuir para o aumento da qualidade nas aplicações de monitoramento de pacientes para a diminuição na manutenção de sistemas de monitoramento de dados biomédicos, uma vez que o desenvolvedor se preocupará com poucos detalhes de acesso aos dispositivos biomédicos, voltando quase que totalmente a sua atenção para a aplicação e evitando que os desenvolvedores trabalhem com diversas APIs e protocolos voltados para esses dispositivos.

É importante citar o fato do direito de propriedade intelectual, pois a interoperabilidade fornecida pela SOA-DB não viola de maneira alguma esse direito, visto que determinada

funcionalidade do dispositivo biomédico pode ser acessada sem a necessidade de conhecimento de sua implementação.

Este trabalho também serviu para constatar que a adição de uma camada de software a um hardware embarcado não é mais tão onerosa como há alguns anos. A evolução dos microcontroladores e SoCs ajudaram muito para tornar isso possível, ao ponto de o pensamento de performance ao extremo, com a utilização de poucos recursos, ter se tornado obsoleto. Por exemplo, há poucos anos, era inviável se pensar em um servidor WEB completo, típico de um hardware potente, ser embarcado.

Portanto, atualmente é possível aliar performance a um baixo custo financeiro, com um baixo consumo de energia e a utilização de muitos recursos de software. A *Beagleboard* é uma prova disso, havendo no mínimo três soluções consagradas de SOs disponíveis para esse SoC, como Ubuntu, Debian ou Android, além de máquinas virtuais Java com quase todos os recursos encontrados nos PCs comuns, bastante superior às versões disponíveis para celulares. Há também navegadores WEB funcionais para *Beagleboard* e sua capacidade de renderização em 3D é bastante satisfatória em comparação com os dispositivos móveis atuais.

Um reflexo concreto da evolução tecnológica dos SoCs pode ser observado nos smartphones atuais, que são muito parecidos com os SoCs abordados neste trabalho, os quais realizam diversas funções de um PC típico, com a vantagem da mobilidade e do baixo custo. Entretanto, esse potencial tecnológico precisa ser aproveitado em outras áreas, como a saúde, que carece de inovação tecnológica. Este trabalho é uma parte do potencial tecnológico disponível que pode ser aproveitado para a inovação tecnológica em saúde e é importante para disseminar essa possibilidade.

Em relação ao conceito de Sistemas Embarcados, é preciso acabar com a ideia de separação entre desenvolvedores de sistemas embarcados e desenvolvedores de TI. Ambos podem trabalhar em conjunto e a tendência é que isso convirja cada vez mais.

Uma contribuição muito importante da SOA-DB diz respeito aos fabricantes e fornecedores de equipamentos hospitalares, ao passo que, atualmente, um hospital, ao adquirir um equipamento hospitalar, fica totalmente refém do fornecedor deste em relação a treinamento, suporte e reparo. Dessa forma, a SOA-DB pode diminuir essa dependência, pois, ao invés de se ter um dispositivo com solução hardware-software integrada pelo mesmo fabricante, ela possibilita a divisão de tarefas na construção do equipamento biomédico.

Neste sentido, surgem tarefas especializadas e independentes na construção de um equipamento biomédico, como o projetista do *hardware*, o projetista das interfaces de comunicação, o administrador dos dispositivos ou o desenvolvedor da aplicação cliente. O ponto chave é que, uma vez que um determinado dispositivo implemente a SOA-DB, essas funções especializadas poderão se comunicar de forma interoperável, tornando o hospital muito menos dependente de um determinado fabricante ou fornecedor.

Como trabalho futuro, é sugerido o desenvolvimento de uma aplicação *WEB*, embarcada na própria arquitetura, para administrar os dispositivos conectados e suas interfaces de comunicação. Isso seria algo muito próximo às aplicações de administração dos roteadores domésticos, pois, atualmente, é algo executado de forma manual na SOA-DB. Outro ponto forte para trabalhos futuros é o quesito Qualidade de Serviço, já que a SOA-DB trabalha num ambiente crítico da saúde.

Agradecimentos

Ao CNPq, à CAPES e ao Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS) do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Referências

- ALCOCER, P. R. C. et al. Uma interface gráfica em padrão dicom para pc: Em busca de um sistema hierárquico para visualização dinâmica e armazenamento de imagens de angiografia digital. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 191-201, out. 1996.
- APACHE. **Web services** - axis. the apache software foundation. Disponível em: <<http://ws.apache.org/axis/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- ARDUINO. **Arduino** - homepage. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- BEAGLEBOARD. **Beagleboard homepage**. Disponível em: <<http://www.beagleboard.org/Products/BeagleBoard/>> Acesso em: 20 jun. 2017.
- DEUGD, S. et al. SODA: Service Oriented Device Architecture. **IEEE Pervasive Computing**, Estados Unidos, v. 5, n.3, p. 94-96, ago. 2006.
- EHLBECK, M. et al. Towards a Service-Oriented Architecture for Interconnecting Medical Devices and Applications. In: WORKSHOP ON HIGH CONFIDENCE MEDICAL DEVICES, SOFTWARE, AND SYSTEMS AND MEDICAL DEVICE PLUG-AND-PLAY INTEROPERABILITY, 41, 2007, Boston. **Anais...** Boston: IEEE, 2007. p. 153-155.

GAMMA, E. et al. **Design patterns elements of reusable object-oriented software**. Reading: Addison-Wesley, 1995. 395 p.

MCSHARRY, P. et al. A Dynamical Model for Generating Synthetic Electrocardiogram Signals. **IEEE Transactions On Biomedical Engineering**, Estados Unidos, v. 50, n. 3, p. 289-294. mar. 2003.

NASCIMENTO, F. et al. Uma rede de sensores para monitoração do corpo humano com suporte à programação. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 231-244, dez. 2007.

PAPAZOGLU, Mike P; HEUVEL, Willem-Jan van den. Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues. **The VLDB Journal**, Alemanha, v. 16, n. 3, p. 389-415. ago. 2007.

PETRY, K. et al. Utilização de um middleware baseado no padrão HL7 para promover a interoperabilidade com sistemas legados na área da saúde. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 29-40. abr. 2009.

SCHALL, D.; AIELLO, M.; DUSTDAR, S. Web services on embedded devices. *Ijwis*, Áustria, v. 2, n. 1, p. 45–50, fev. 2006.

VALENTIM, R. et al. MP-19 AH: Multicycles protocol for Hospital Automation over Multicast Addressing. In: PROCEEDINGS OF IEEE 6TH INTERNATIONAL

CONFERENCE ON INDUSTRIAL INFORMATICS, 6., 2008, Daejeon. **Anais...** Daejeon: IEEE, 2008, p. 979-984.

W3C. World Wide Web Consortium. **SOAP - Simple Object Access Protocol**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/soap12-part1/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

W3C. World Wide Web Consortium. **WDSL - Web Services Description Language**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/wsdl/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

W3C. World Wide Web Consortium. **XML - Extensible Markup Language Language**. Disponível em: <<http://www.w3.org/XML/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

UMA METODOLOGIA PARA OTIMIZAR O SISTEMA DE MELHORIA CONTINUADA COM FOCO NAS EXPERIÊNCIAS DO USUÁRIO

Geir Veras Vieira

Karilany Dantas Coutinho

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

Resumo

Atualmente, a Educação a Distância tornou-se uma ferramenta fundamental para quebrar as barreiras da necessidade da presença física dos alunos na busca por formação educacional. Assim, inspirado nos benefícios do EaD, foi implementado o projeto AVASUS. Este projeto consiste em uma plataforma com cursos na modalidade EaD cujo objetivo principal é qualificar profissionais e estudantes da área da saúde. Nesse contexto, o pós-atendimento é uma prática importante para obter um feedback dos usuários sobre problemas apresentados na plataforma, com os cursos, como também para receber sugestões e críticas, por meio dos quais a equipe busca atender aos pedidos dos usuários. O presente trabalho propõe, assim, uma otimização do atual processo do sistema de pós-atendimento do AVASUS, a qual possua em sua arquitetura um sistema mais dinâmico e objetivo para receber os problemas que os usuários venham a relatar sobre a utilização da plataforma durante a realização do curso, além de automatizar parte do processo atual. Este trabalho irá manter parte do processo de forma humanizada, visto que parte das avaliações são subjetivas e precisam de uma análise mais criteriosa. Poderemos verificar, ao fim do trabalho, que a arquitetura proposta é implementável, além de atender de forma eficiente as necessidades do processo de pós-atendimento.

Palavras-chave: Moodle. AVASUS. Pós-atendimento. Educação a Distância.

Introdução

O uso da tecnologia de informação e comunicação (TIC) vem dando cada vez mais facilidade ao acesso à informação (MACEDO; ASSUMPÇÃO; MOURA et al., 2015). A Educação a Distância (EaD) é um exemplo disso. Essa modalidade educacional se refere àquela em que o professor e o aluno não estão presentes fisicamente no mesmo lugar. Dessa forma, o processo de aprendizagem do discente passa a ser autônomo, conforme a orientação de uma ação pedagógica virtual (FARIAS; GURGEL, 2016).

Nesse contexto, a plataforma Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment – Ambiente modular de aprendizagem dinâmica orientada a objetos) é uma sala de aula virtual na qual o aluno tem a possibilidade de acompanhar as atividades do curso pela internet e seu acesso à plataforma se dá por meio de um usuário e uma senha pessoal. O Moodle pode ser acessado em qualquer computador com internet, sendo a principal plataforma de sustentação das atividades. É por meio dela que o usuário poderá ter acesso aos conteúdos disponibilizados pelos professores, além de postar atividades, debater o tema em fóruns de discussão, tirar dúvidas via mensagens, entre outras atividades (SABBATINI, 2007).

O AVASUS (Ambiente Virtual de Aprendizagem do SUS) foi lançado pelo Ministério da Saúde (MS) em setembro de 2015. Trata-se de um espaço virtual de aprendizagem voltado para a qualificação, gestão e assistência no Sistema Único de Saúde (SUS) (MACHADO, 2015). Atualmente, possui mais de 550 mil matrículas e mais de 148 módulos disponíveis, divididos em módulos que podem ser acessados pela população em geral e módulos restritos a determinados profissionais de saúde (BRASIL, 2016).

Na atualidade, o pós-atendimento é uma prática indispensável, pois é uma ferramenta de interface entre o produto e o cliente, por meio do qual o gestor tem o feedback do que é mais importante para a continuidade e o crescimento de um projeto, empresa, empreendimento, entre outros. Visando isso, o proposto trabalho busca apresentar uma proposta metodológica

de otimização do sistema de pós-atendimento do AVASUS, a fim de melhorar o processo já existente e atender melhor os seus clientes.

Este projeto apresenta uma solução ao sistema de avaliação do usuário, em que uma parte do processo é automatizado e outra é humanizado. Com a implementação do sistema proposto, a equipe de suporte de pós-atendimento do AVASUS terá uma maior objetividade na análise das avaliações dos cursos, verificação de problemas que os usuários, por ventura, venham a ter ao usar a plataforma, auxílio na verificação das sugestões para melhorar a produção, atualização ou confecção de novos cursos, bem como melhoria da própria plataforma, entre outras possibilidades.

Investigação prévia

O AVASUS (Ambiente Virtual de Aprendizagem do SUS, atualmente na versão 2.0) é um espaço virtual de aprendizagem desenvolvido para profissionais e alunos da área de saúde com o objetivo de qualificar a formação, a gestão e a assistência no Sistema Único de Saúde (SUS). O AVASUS é uma plataforma do Ministério da Saúde, desenvolvida pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), por meio do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS) e da Secretaria de Educação a Distância (SEDIS), que beneficia milhões de pessoas (NÓBREGA et al., 2016). Os módulos educacionais disponíveis nessa plataforma são compostos por diversas mídias (textos, áudios, vídeos), que abordam temas clínicos e organização do processo de trabalho.

AVASUS, atualmente, apresenta cerca de 282.000 usuários inscritos, 565.000 matrículas na plataforma, em 148 cursos, em que alguns são abertos ao público e outros restritos a alguns profissionais de saúde. Os cursos mais populosos do AVASUS são os voltados para agentes comunitários, um total de quatro cursos que somados representam 60,89% das matrículas (NÓBREGA et al., 2016).

Ao acessar o AVASUS, o usuário verifica uma plataforma muito dinâmica e ilustrativa. Ou seja, um pouco diferente daquele padrão cansativo de blocos, geralmente característico de ambientes que fazem uso das plataformas Moodle, como podemos ver na Figura 1.



Figura 1 – Página de módulos do AVASUS.

No AVASUS, durante a realização do curso, o usuário conta com diversos recursos utilizados na EaD, tais como: questionários, materiais em vídeo, animações, fóruns, entre outros. O usuário ainda pode acompanhar o seu progresso durante a realização do curso por meio de uma barra de progresso, que indica a porcentagem de realização do curso.

Em cada aula existente no AVASUS há um recurso denominado Temporizador. Este mecanismo utiliza o tempo, em segundos, do primeiro acesso do aluno a cada aula assistida, e está localizado no canto inferior direito. Para concluir a aula, ao finalizar o tempo, automaticamente aparecerá a opção Finalizei

esta etapa. Ao clicar, o usuário será direcionado para a etapa subsequente. O botão temporizador não limita o usuário, pois, se ele quiser, a qualquer momento poderá retornar e refazer a aula, caso julgue necessário (BRASIL, 2016).

Podemos verificar na Figura 2 a estrutura de um curso do AVASUS e alguns recursos oferecidos na plataforma.



Figura 2 – Página do curso Acolhimento ao usuário com dor no aparelho locomotor.

Ao finalizar o curso, o usuário é convidado a realizar a avaliação padrão utilizada na plataforma. Conforme pode ser verificado na figura 3, a avaliação padrão consiste no preenchimento de uma a cinco estrelas e ainda possui um campo em que é possível redigir algum comentário sobre o curso, caso o usuário acredite ser necessário. Alguns usuários utilizam esse campo para elogiar o curso, outros para dar sugestões, e alguns ainda o utilizam para fazer algum tipo de crítica ou para relatar problemas encontrados no decorrer do curso. Logo após o envio da avaliação, o certificado pode ser retirado, como mostrado na figura 4.



Figura 3 – Página do curso após finalizado liberando a avaliação do curso.



Figura 4 – Página do curso após realizada a avaliação liberando o certificado.

- **Atual Sistema de pós-atendimento do AVASUS**

É de conhecimento geral que o pós-atendimento ao usuário é uma prática indispensável, momento em que o foco principal deixa de ser apenas o produto e passa a ser também o cliente. O objetivo da implementação de um sistema de pós-atendimento é entender as reais necessidades do usuário e, por meio delas, melhorar a plataforma e os cursos ofertados.

Visando essa necessidade, o AVASUS conta com o seu próprio sistema de suporte ao usuário, porém esse não é automatizado. Assim, após o envio da avaliação do usuário, a equipe responsável pelo pós-atendimento resgata essa avaliação, de acordo com o curso e o período específico do aluno, e faz a análise de cada avaliação comentada e não comentada. Em seguida, envia um e-mail para cada usuário de acordo com as seguintes classificações:

- Avaliações com quatro (4) ou cinco (5) estrelas que não possuam um comentário, ou ainda possuam um comentário que não traz informação relevante, sem que influencie no aprendizado ou mesmo no curso ou plataforma.
Como retorno ao usuário, tem-se: é enviado um e-mail agradecendo pela avaliação.
- Avaliações com quatro (4) ou cinco (5) estrelas que possuam uma crítica ou sugestões.
Como retorno ao usuário, tem-se: é enviado um e-mail agradecendo pela avaliação, e informando que a sugestão será analisada e encaminhada ao setor responsável pela demanda específica do comentário.
- Avaliações com três (3) ou menos estrelas.
Como retorno ao usuário, tem-se: é enviado um e-mail buscando saber qual o motivo da avaliação abaixo da média.

A partir dessas avaliações comentadas, a equipe de suporte verifica o que há de relevante em cada avaliação e realiza um levantamento dos comentários mais recorrentes para cada curso. De acordo com essas sugestões, a equipe de suporte repassa ao setor responsável pela demanda. E, após receber o retorno da equipe responsável pela demanda, a equipe de suporte retorna ao usuário com o feedback.

A Figura 5 mostra o fluxograma e a estrutura atual do pós-atendimento utilizado no AVASUS.

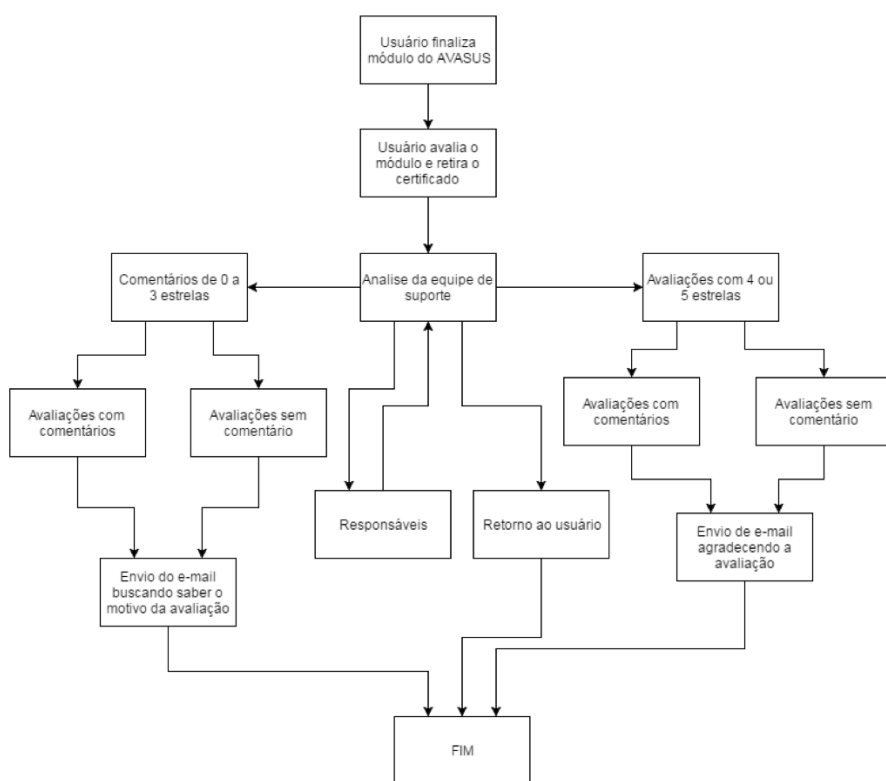


Figura 5 – Fluxograma da atual estrutura de pós-atendimento.

Fonte: Autoria própria.

Nóbrega et al. (2016) verificaram por meio de uma análise estatística que os comentários mais comuns dentro das avaliações dos cursos foram: muito bom, ótimo, ótimo curso, bom. Esses dados serão apresentados a seguir, na tabela 1.

Tabela 1 – Dados de avaliações dos usuários do AVASUS.

Resposta	Quantidade de Ocorrência	Percentual (%)
Muito Bom	984	4,69
Ótimo	579	2,76
Ótimo Curso	364	1,73
Bom	199	0,95
Excelente	165	0,79
Gostei	132	0,63
Muito bom o Curso	128	0,61
Gostei Muito	108	0,51
Excelente Curso	107	0,51

Fonte: Autoria própria.

Método

De acordo com a amostra observada, baseada no que se tem hoje de sistema de pós- atendimento na plataforma AVASUS, a implementação de um sistema automatizado irá beneficiar em diversos aspectos importantes, a fim de que se eleve a satisfação do usuário no que diz respeito à utilização da plataforma AVASUS. Entre esses pontos, destacam-se: agilizar o feedback ao usuário e minimizar erros na leitura de dados relacionada à manipulação da quantidade de demandas, tendo em vista o aumento de usuários e de módulos educacionais a serem administrados na plataforma.

- **Etapas Metodológicas**

Etapla 1: Ao finalizar o curso na plataforma AVASUS, o aluno será convidado a preencher o formulário de avaliação do curso. Após submeter a sua avaliação, ficará disponível a retirada do seu certificado e a interface com o usuário será finalizada. Nesse momento, entra em funcionamento a metodologia proposta, por meio da implementação de um novo software de pós-atendimento AVASUS.

Etapla 2: O software irá receber a informação para dois parâmetros:

1. A quantidade de estrelas atribuídas por aquele usuário; e
2. O comentário preenchido pelo usuário.

Tomando como ponto de partida a quantidade de estrelas atribuídas pelo usuário, a avaliação será encaminhada para dois grandes grupos. Um subdividido em avaliações com quatro ou cinco estrelas, e outro grupo para avaliações com três ou menos estrelas.

Etapla 3: Análise das avaliações com quatro ou cinco estrelas.

Quando o usuário atribui quatro ou cinco estrelas, ele pode ter inserido algum tipo de comentário. Em casos de não ter colocado comentário, será enviado automaticamente um e-mail agradecendo pela avaliação do curso. O intuito dessa mensagem é que o usuário perceba que suas avaliações estão sendo devidamente analisadas e sinta-se atendido em sua solicitação. E, dessa forma, o software encerra o processo de análise da avaliação.

Baseada nas informações obtidas por Valentim et al. (2016), Figura 6, notou-se que há respostas-padrão nos comentários das avaliações. Assim, tomou-se como base essas referências de feedback dos usuários, de forma que o software entendesse que tais avaliações, com esse tipo de comentário padrão e nenhuma informação adicional – ou seja, sem sugestão ou crítica nos comentários –, deveriam receber um e-mail agradecendo ao usuário pela avaliação.

Entretanto, conforme verificado em análise da amostra do atual sistema de pós- atendimento do AVASUS, para alguns usuários, apesar de alguns cursos merecem uma avaliação de quatro ou cinco estrelas, o mesmo ainda pode melhorar. Por isso, há um campo no formulário em que o cursista tem a oportunidade de fornecer alguma sugestão para o curso ou fazer alguma crítica. A solução encontrada para esses casos, de acordo com a metodologia proposta, é o novo software de pós-atendimento enviar essas avaliações diretamente à equipe de suporte AVASUS.

Dessa forma, ao receber a informação, também de forma automatizada, a equipe de suporte AVASUS direcionará a demanda para a equipe responsável pelo assunto referente ao questionamento. Em paralelo a esse procedimento, será enviado um e-mail e um mensagem de texto para o celular do usuário, informando que a sugestão da avaliação foi entregue à equipe AVASUS e será analisada no prazo de 48 h, quando ele receberá o feedback, garantindo, assim, a qualidade no atendimento ao nosso Cliente.

Etapa 4: Análise das avaliações com três ou menos estrelas.

Quando o usuário atribui três ou menos estrelas, significa que o curso foi avaliado como BOM. Um curso avaliado com três estrelas, apesar de ser um bom resultado, merece também a devida atenção pelo fato do AVASUS prezar pela busca da excelência. Quando um curso recebe de duas a uma estrela, isso significa que o curso não está atendendo os padrões de satisfação do usuário.

A proposta para essa etapa é, após o usuário submeter a avaliação padrão do AVASUS, o software identificar a quantidade de estrelas, entre uma e três, e oferecer uma segunda opção de avaliação para o usuário submeter, sendo essa opcional, contendo itens de caráter objetivo. Assim, baseando-se em estudos de caso (SILVA; COSTA, 2016; MACEDO; ASSUMPÇÃO; MOURA et al., 2015; SOUSA; SANTOS, 2015), esta caixa terá três perguntas, cada qual com uma checkbox, na qual o usuário iria marcar a opção SIM ou NÃO.

As perguntas apresentadas na Figura 7 são as causas mais comuns de dificuldade dos usuários ao realizar um curso a distância. Finalizada a segunda avaliação, será enviado um e-mail e um mensagem de texto para o celular do usuário informando que a sugestão da avaliação foi entregue à equipe AVASUS e será analisada no prazo de 48h, quando ele receberá o feedback, garantindo, assim, a qualidade no atendimento ao cliente.

Sua avaliação possui * estrelas, para melhor entendermos as dificuldades do curso assinale as alternativas a seguir.

Houve dificuldade no manuseio da plataforma?

☐ Sim

☐ Não

O conteúdo do está complexo e não atende o proposto do curso?

☐ Sim

☐ Não

O conteúdo está cansativo, sendo necessário mais uso de materiais interativo?
(Ex.: Vídeos, Animações, ...)

☐ Sim

☐ Não

Figura 6 – Proposta de questionário adicional.

Etapa 5: Análise da equipe de suporte AVASUS.

A equipe de suporte vai receber do software as sugestões ou críticas enviadas pelo usuário. Algumas vezes, esses comentários não possuem uma sugestão propriamente dita, apenas trazem dificuldades do usuário em manejar os recursos da plataforma, etc. Assim, posteriormente, a equipe entrará em contato com o usuário para a resolução do problema, e o contato se dará

por meio de e-mail ou telefone, quando o usuário será orientado sobre a sua dúvida.

No caso de sugestões e críticas enviadas à equipe de suporte, essa encaminhará ao setor responsável, relacionado àquela sugestão ou crítica. E as avaliações com comentário fora do padrão, a equipe irá buscar analisar individualmente, visto que essas são subjetivas, e posteriormente encaminhá-las a cada setor responsável pelos assuntos apontados em tais avaliações.

Logo após o encaminhamento das sugestões ou críticas às equipes responsáveis, espera-se um retorno dessas à equipe de suporte. Ao receber o feedback da equipe responsável, informando quais medidas serão tomadas de acordo com as avaliações recebidas, a equipe de suporte retornará ao usuário, finalizando o processo.

Resultados e discussão

A necessidade de otimização do processo de pós-atendimento do AVASUS ficou evidenciado com o levantamento da revisão bibliográfica e da análise do processo atual.

O objetivo desta proposta é otimizar o sistema já existente, de forma a atender com mais eficiência o usuário AVASUS, tornando-o mais dinâmico e objetivo também para a equipe de suporte.

Todo o procedimento metodológico, explanado na seção 4, devidamente detalhado, encontra-se na forma de fluxograma, a seguir, conforme Figura 8.

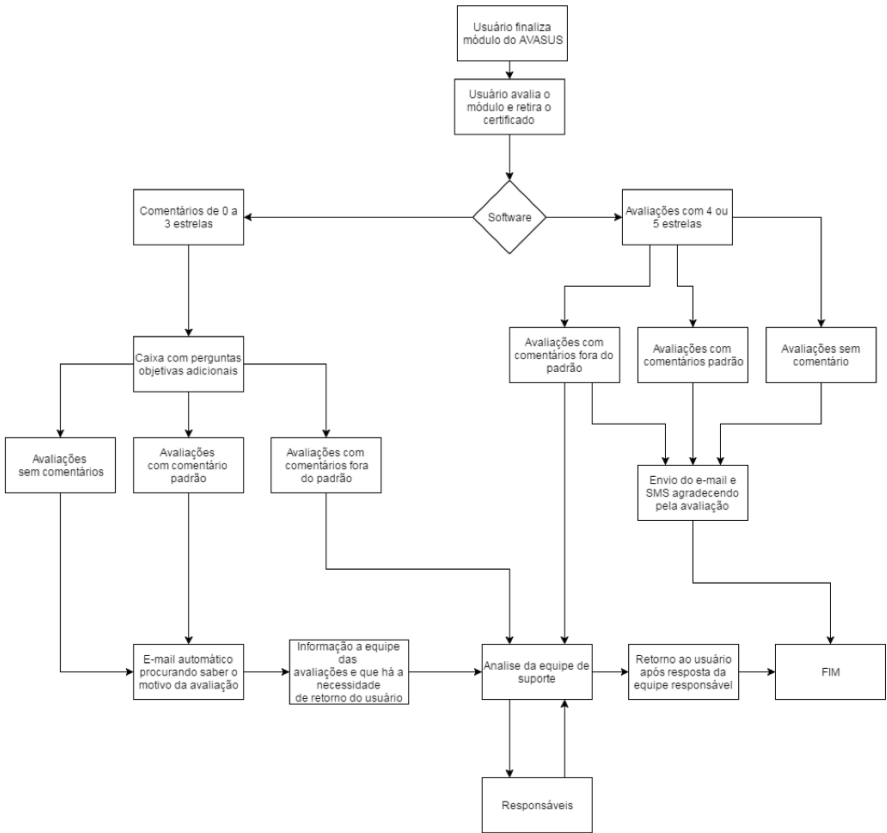


Figura 7 – Fluxograma da arquitetura proposta.
Fonte: Autoria própria.

Considerações finais

O Sistema de Pós-Atendimento ao usuário é uma ferramenta importantíssima para o sucesso de um projeto. É por meio dele que se pode obter diversas sugestões de melhoria, críticas e atender as demandas dos usuários, bem como outros pontos relacionados à melhoria da plataforma. Após verificar a atual forma do processo de pós-atendimento aos usuários do AVASUS, ficou evidente a necessidade de otimização do sistema atual.

Com o desenvolvimento do software sugerido, acreditamos que a plataforma AVASUS ganhará uma melhoria exponencial no seu sistema de atendimento ao usuário. Ou seja, com o uso do software aqui proposto a equipe de suporte se tornará mais objetiva e terá um maior controle dos dados das avaliações.

Por fim, ficou evidente que, com a implementação do software modelado, será possível obter uma forma automatizada de retorno ao usuário em situações nas quais o curso foi excelente e não há uma sugestão ou comentário aproveitável. Além disso, existe a parte humanizada do processo, que avaliará as sugestões e críticas pertinentes à melhoria da plataforma AVASUS, ao encaminhar às equipes responsáveis as sugestões e críticas, para serem avaliadas, e, a partir delas, melhorar os cursos e a usabilidade da plataforma AVASUS.

Referências

- ALBERTIN, Alberto Luiz; BRAUER, Marcus. Resistência à educação a distância na educação corporativa. **Revista de Administração Pública**, v. 46, n. 5, p. 1367-1389, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Referenciais de qualidade para Educação superior a distância**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/>>. Acesso em: 16 nov. 2016.
- _____. Ministério da Saúde. **Ambiente virtual de aprendizagem do SUS – AVASUS**. Disponível em: <<https://avasus.ufrn.br/>>. Acesso em: 16 nov. 2016.
- CAPELETTI, Aldenice Magalhães. Ensino a distância. **Revista eletrônica saberes da educação**, v. 5, n. 1, 2014.
- CASTRO, Pedro Miguel Viçoso. **Objectos de aprendizagem Moodle e SCORM, aplicados aos cursos EFA–duas hipóteses diferentes**. 2010. 105f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais Aplicada) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2010.
- CLARO, Marcelo. **O que é moodle?** 2008. Disponível em: <<https://www.moodlelivre.com.br/tutoriais-e-dicas/974-o-que-e-moodle>>. Acesso em: 5 nov. 2016.
- DANTAS, Carlos Alberto Barbosa. Ensino a distância. **Revista USP**, n. 39, p. 44-53, 1998.

FARIAS, Mayane Ferreira de; GURGEL, Rita Diana de Freitas. Realidade do curso à distância de licenciatura em Computação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido: um estudo sobre o perfil e dificuldades dos alunos que utilizam o Moodle. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA - SIED; ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA - EnPED, 2016, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2016.

LONGHI, Magalí Teresinha. 2011. 273 f. **Mapeamento de aspectos afetivos em um ambiente virtual de aprendizagem.** Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MACEDO, Saulo Souza de; ASSUMPÇÃO, Eunice Maia; MOURA, Washington Luiz Aquino de. Uso do ambiente virtual de aprendizagem moodle na formação docente: uma análise dos processos avaliativos. **TROPOS**, v. 1, n. 4, 2015.

MACHADO, Katia. **Nova plataforma de aprendizagem para ampliar a formação em saúde.** 2015. Disponível em: <<http://www.retsus.fiocruz.br/noticias/nova-plataforma-de-aprendizagem-para-ampliar-formacao-em-saude>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

MILL, Daniel et al. Gestão da Educação a Distância (EaD): noções sobre planejamento, organização, direção e controle da EaD. **Vertentes** (UFSJ), v. 35, n. 1, p. 9-23, 2010.

NÓBREGA, Giovani Ângelo Silva da et al. **Uma análise estatística do ambiente virtual de aprendizagem do sistema único de saúde**. Natal: EDUFRN, 2016.

OLIVEIRA, Gustavo Henrique Bahia de. **Implantação e avaliação do curso “educação em direitos humanos”**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado em Saúde, Sociedade e Ambiente) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

PERRY, Gabriela Trindade et al. Desafios da gestão de EAD: necessidades específicas para o ensino científico e tecnológico. **RENOTE**, v. 4, n. 1, 2006.

RIBEIRO, Luis Otoni Meireles; TIMM, Maria Isabel; ZARO, Milton Antonio. Gestão de EAD: a importância da visão sistêmica e da estruturação dos CEADs para a escolha de modelos adequados. **RENOTE**, v. 5, n. 1, 2007.

SABBATINI, Renato M. E. **Ambiente de Ensino e Aprendizagem via internet: a plataforma moodle**. Campinas: Instituto Edumed, 2007.

SANTOS, Joao Francisco Severo. Avaliação no ensino a distância. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 38, n. 4, p. 6, 2006.

SATHLER, Luciano. Referenciais de qualidade para a Educação superior a distância: Desafios de uma caminhada regulatória. **Colabor@-A Revista Digital da CVA-RICESU**, v. 5, n. 17, 2009.

SCHLEMMER, Eliane; SACCOL, Amarolinda Zanela; GARRIDO, Susane. Um modelo sistêmico de avaliação de softwares para educação a distância como apoio à gestão de EaD. **REGE Revista de Gestão**, v. 14, n. 1, p. 77-91, 2007.

SEIXAS, Carlos Alberto et al. Ambiente virtual de aprendizagem: estruturação de roteiro para curso online. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 65, n. 4, p. 660-666, 2012.

SILVA, Edmilson Eduardo da; COSTA, Eduardo Martin Moreira da. A Educação Superior a Distância na UFVJM- Polo de Teófilo Otoni-MG: dificuldades práticas e potencialidades. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA - SIED; ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA - EnPED, 2016, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2016.

SOUSA, Kelly Cristina Trajano de; SANTOS, Eliete Correia dos. Comunicação nos ambientes virtuais de aprendizagem uma abordagem centrada no usuário. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CRITICAL APPLIED LINGUISTICS, 1., 2015, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2015. p. 1070-1085.

SOUSA, Mariéllen Ivo de. Analisando a interface do Moodle: problemas de usabilidade. **Revista Multitexto**, v. 4, n. 1, p. 24-33, 2016.

ANÁLISE DOS DESCRITORES DE IMAGEM ASSOCIADOS ÀS CARACTERÍSTICAS RADIOLÓGICAS EM TOMOGRAFIAS DE NÓDULOS CANCERÍGENOS

Giovani Ângelo Silva da Nóbrega

Resumo

O câncer é um crescimento celular anormal, que pode invadir outros tecidos. O termo câncer de pulmão refere-se a malignidades que se originam nas vias aéreas ou no parênquima pulmonar. De acordo com o Instituto Nacional de Câncer – INCA (2015), o câncer de pulmão é um dos mais comuns de todos os tumores malignos, a última estimativa mundial apontou incidência de 1,82 milhão de casos de câncer de pulmão para o ano de 2012. No entanto, muitos casos de câncer de pulmão não estão limitados a uma única causa, mas uma combinação de fatores. Segundo Santoro (1998), como mais de 85% dos pacientes com câncer de pulmão morrem nos primeiros cinco anos pós-diagnóstico, a importância do diagnóstico precoce, em estágio inicial, em que a sobrevivência é de 60 a 90% com o tratamento cirúrgico, deve ser realçada. A maneira mais recomendada e utilizada, segundo Mahersia, Zaroug e Gabralla (2015), de diagnosticar o câncer de pulmão é por meio de tomografia computadorizada, a qual consiste em um diagnóstico por imagem que faz uso da radiação X e permite obter a reprodução de uma seção do corpo humano. Os sistemas CADx (*Computer-Aided Diagnosis System*) são sistemas que auxiliam os especialistas na análise de imagens médicas, fornecendo pré-diagnóstico. Esses sistemas, junto com o processamento digital de imagens e de inteligência artificial, têm evoluído suas capacidades de auxílio e de diagnóstico.

Nesse sentido, descrevemos um estudo que aponta quais os descritores de imagem que são mais relacionados às características radiológicas utilizadas para descrever nódulos detectados em tomografias de tórax.

Palavras-chave: câncer. Processamento digital de imagens. Inteligência artificial. Tomografia computadorizada. CADx.

Processamento de Imagens Médicas

O processamento digital de imagens é uma subárea do processamento digital de sinais, que tem como objetivo aplicar técnicas computacionais em imagens de maneira a facilitar o armazenamento, a transmissão e a representação de informação visual para percepção por máquinas e por seres humanos. Segundo Gonzalez e Woods (2000), uma imagem digital consiste em uma função $f(x,y)$ discretizada, que geralmente é representada em forma de matriz, na qual (x,y) é a coordenada espacial do ponto e $f(x,y)$ é a intensidade no ponto.

Na medicina o recurso da imagem é amplamente utilizado como uma ferramenta para realização de exames. Uma das técnicas mais utilizadas e indicadas, segundo Firmino (2015), é a tomografia computadorizada, que emprega os mesmos princípios da radiografia convencional, com o objetivo de criar uma representação anatômica baseada na quantidade de atenuação sofrida pela radiação incidente. Uma das principais características dessa técnica é o fato de depender altamente de computadores para realizar cálculos matemáticos relativamente complexos e referentes às informações coletadas durante a emissão e rotação dos raios X.

Nódulos Pulmonares em Tomografias

Segundo OST, Fein e Feinsilver (2003), nódulos pulmonares são por muitas vezes descobertos ao acaso. A tomografia computadorizada de tórax permite obter informações sobre as

características de margem, padrão de calcificação, tamanho e taxa de crescimento dessas lesões, as quais possibilitam distinguir entre nódulos cancerígenos de outros tipos de lesões e estimar o quão perigoso esse nódulo é para a saúde do paciente. Contudo, não existe um consenso de quais características radiológicas estão associadas à patologia. No artigo do Armato III et al. (2004), são citadas nove características relevantes ao nódulo cancerígeno (*calcification, lobulation, malignancy, internal structure, spiculation, sphericity, margin, subtlety e texture*). Já para Annette et al. (2013), as características relevantes para a determinação do tipo de tratamento vão além das características radiológicas, na qual os autores listam: idade, sexo, histórico familiar, presença de efisema, tamanho, tipo, localização e quantidade de nódulos para definir um modelo capaz de auxiliar o especialista na tomada de decisão sobre a patologia do paciente. Shusuke et al. (2007) cita como características para a classificação dos nódulos: idade, sexo, taxa de consumo de cigarros, localização do nódulo, tamanho do tumor, formato do tumor e taxa de crescimento. Apesar das diversas maneiras de descrição dos nódulos, todas abordam características sobre a forma dos nódulos, que, segundo Annette et al. (2013), pode indicar a tendência de o tumor ter uma alta taxa de crescimento celular. Por isso, as características radiológicas são informações que podem ser usadas para a determinação do tratamento a ser utilizado.

Segmentação de Imagem

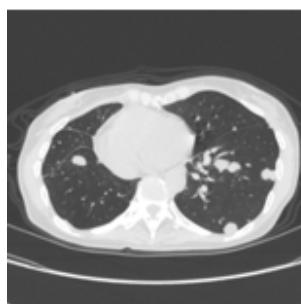
Segundo Russ (2002), a seleção de regiões ou recursos dentro de uma imagem é um requisito importante para a maioria das técnicas de medição e análise de imagens. Tradicionalmente, uma forma simples é a seleção de intervalo dos valores de brilho da imagem original, selecionar os pixels dentro desse intervalo como pertencentes ao primeiro plano, e considerar todos os outros pixels como o fundo da imagem. Tal imagem é geralmente apresentado como uma imagem binária, com níveis de cinza ou cores

para distinguir as regiões. Na Tomografia Computadizada cada $f(x,y)$ recebe valores que refletem a densidade dos vários tecidos. Esses valores são normalmente expressos na forma de coeficiente de atenuação relativa, ou Unidade de Hounsfield (Uhs).

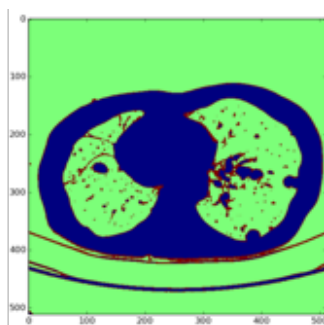
Tabela 1 – Valores na escala de Hounsfield para algumas substâncias, tecidos e órgãos em imagens de TC.

Densidade na TC	Valores de Atenuação
Osso	400 a 1000
Tecidos Moles	40 a 80
Água	0
Gordura	-60 a -100
Pulmão	-400 a -600
Ar	- 1000

A tabela 1 traz valores de densidade da escala Hounsfield para diferentes componentes que podem ser encontrados em pulmões. É possível observar que as faixas de valores são bem definidas, tendo valores escalares sem intersecção entre os tipos de tecidos que podem compor os órgãos. Assim é possível separar cada componente da imagem de acordo com a intensidade de cada *pixel*. Na literatura há algumas técnicas que propõem segmentação com maior eficiência, para o nosso estudo destacamos o método abordado no trabalho (BRYSON, 2007), que consiste na utilização do algoritmo de agrupamento *K-Means* para segmentar a imagem em um número *k* de segmentos. O resultado está exemplificado na figura 1. Neste exemplo a imagem mais à esquerda mostra a versão original, enquanto a imagem mais à direita o resultado da segmentação. Cada *pixel* recebe um *label* atribuído pelo algoritmo de agrupamento.



(a) Imagem do Pulmão



(b) Imagem do Pulmão
Segmentado com $k = 3$

Figura 1 – Exemplo de Segmentação utilizando o K-Means.

Fonte: (a) <https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/uploaded_files/66564/ok6.jpg>; (b) Autoria própria.

Descritores de Imagem

Segundo Pitas (2000), objetos em imagens possuem propriedades que podem ser mensuradas e a medida é denominada característica de imagem. Essas características são normalmente agrupadas em um vetor de escalares, denominado descritor de imagem. De forma conceitual, os descritores podem ser basicamente agrupados em quatro grandes grupos: textura, forma, tamanho e intensidade (ZINOVEV et al., 2009).

Descritores de Textura

Segundo Gool et al. (1985), textura pode ser definida como uma estrutura composta de uma área contendo um número significativo de elementos relativamente ordenados, ou padrões, que individualmente não representam muito. Mas, se observados globalmente, tais elementos podem ser usados para identificar uma determinada característica ou padrão. Um dos métodos mais aceitos e utilizados foi publicado no trabalho de Haralick et

al. (1973), no qual a ideia central é de utilizar descritores baseados em estatística. Esses descritores representam de forma quantitativa os padrões que podem ser reconhecidos de forma visual.

Os cálculos estatísticos são realizados sobre uma matriz que na verdade é um histograma da imagem chamado *Gray-Level Co-occurrence Matrix* (GLCM).

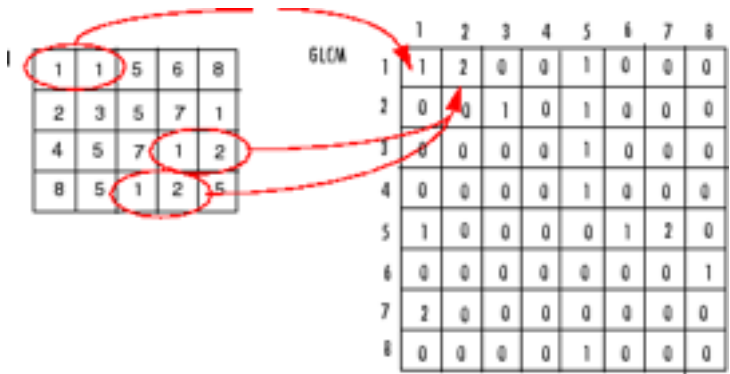


Figura 2 – Exemplificação de uma Matriz GLCM.
Fonte: Autoria própria.

Uma GLCM é uma matriz sempre quadrada que mantém informações da co-ocorrências das intensidades relativas dos pixels ($f(x,y)$) de uma dada imagem. Dado um pixel (x,y) , o respectivo vizinho é determinado pela variação da posição $(x+\Delta x, y+\Delta y)$, de acordo com a necessidade da aplicação dessa técnica. A tupla formada pelo par das intensidades dos pixels vizinhos selecionados ($(f(x,y), f((x+\Delta x, y+\Delta y)))$) será a posição do número de ocorrências desse mesmo par, exemplificado na figura 2. Geralmente o pixel vizinho é orientado de maneira vertical, horizontal e diagonal, como pode ser observado na figura 3.

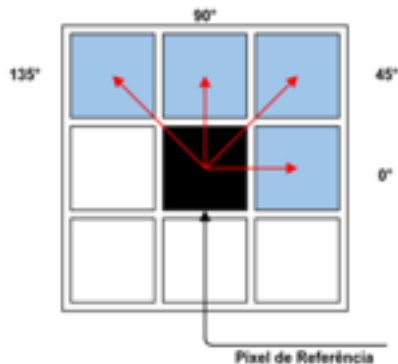


Figura 3 – O pixel (destacado em preto) tem uma vizinhança determinada a partir de uma orientação (variando o ângulo).
Fonte: Autoria própria.

Com base na GLCM, Haralick et al. (1973) propõem 14 medidas de textura, descritas a seguir. Para todas as características, adotemos $p(i, j)$ na matriz GLCM de posição (i, j) . Algumas das medidas fazem uso de resultados de funções auxiliares:

$$p_x = \sum_{j=0}^n p(j) \quad p_y = \sum_{i=0}^n p(i)$$
$$p_{x+y}(k) = \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} p(i, j) \quad p_{x-y}(k) = \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} p(i, j)$$

Ng: Número dos diferentes valores do GLCM

$$\mu_x = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n i p(i, j) \quad \mu_y = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n j p(i, j)$$
$$\sigma_x^2 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n (i - \mu_x)^2 p(i, j) \quad \sigma_y^2 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n (j - \mu_y)^2 p(i, j)$$

Homogeneidade: Quanto mais homogênea for a imagem, menor são as transições de níveis de cinza – nesse caso, a matriz GLCM possui baixos índices de magnitude. Na literatura especializada, essa medida também é chamada de **Segundo Momento Angular**.

$$f_1 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \frac{1}{1 + |i - j|} p(i, j) \quad (\text{Equação 1})$$

Contraste: Retorna uma medida do contraste entre as intensidades de um *pixel* analisado e a do *pixel* vizinho. A comparação é realizada em todos os pixels da imagem.

$$f_2 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n |i - j|^2 p(i, j) \quad (\text{Equação 2})$$

Dissimilaridade: É uma medida que define a variação dos níveis de cinza encontrados na imagem. Diferente do Contraste, a Dissimilaridade, além de ter uma variação quadrática, considera os níveis de cinza e não o arranjo dos cinzas na imagem.

$$f_3 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n |i - j| p(i, j) \quad (\text{Equação 3})$$

Correlação: É a medida da linearidade de dependência de tons de cinza em uma imagem. Quando ocorre uma certa ordenação local de níveis de cinza, o valor da correlação é alto.

$$f_4 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \frac{(i - \mu_x)(j - \mu_y)}{\sigma_x \sigma_y} p(i, j) \quad (\text{Equação 4})$$

Autocorrelação: É a medida que determina a existência da repetição de padrões na imagem. Se a auto correlação for alta, existe uma maior padronização da imagem.

$$f_5 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n (i \times j) p(i, j)$$

(Equação 5)

Entropia: Segundo A. Gebejes (2013), a entropia é uma medida que representa o nível de distúrbio ou a complexidade de uma imagem. A entropia é grande quando a imagem não é uniforme e quando muitos elementos GLCM têm valores muito pequenos. Texturas complexas tendem a ter alta entropia. Uma característica importante sobre essa medida é a alta correlação com a Energia.

$$f_6 = - \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n p(i, j) \log(p(i, j))$$

(Equação 6)

(Entropia)

$$f_7 = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} p_{i+j} (i) \log(p_{i+j} (i))$$

(Equação 7)

(Soma da Entropia)

$$f_8 = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} p_{i-j} (i) \log(p_{i-j} (i))$$

(Equação 8)

(Diferença da Entropia)

Energia: A. Gebejes (2013) define Energia como sendo a medida de homogeneidade local e, por isso, representa o oposto da entropia. Basicamente, essa medida é um indicador de quão uniforme a textura da imagem é.

$$f_9 = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n p(i, j)^2$$

(Equação 9)

Cluster Shade: Segundo Liu et al. (2014), consiste em uma medida de assimetria e uniformidade da GLCM. Portanto, quanto maior o valor obtido, maior a assimetria.

$$f_{10} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n |i + j - |\mu_x + \mu_y||^3 p(i, j) \quad (\text{Equação 10})$$

Cluster Prominence: Proposto por Connors et al. (1984), esse descritor define a assimetria do GLCM. Os valores mais elevados implicam maior assimetria sobre o valor médio, enquanto os valores menores indicam uma menor variação em torno da média.

$$f_{11} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n |i + j - |\mu_x + \mu_y||^4 p(i, j) \quad (\text{Equação 11})$$

Variância: Assim como na estatística, a medida da variância determina a dispersão dos valores dos pixels da imagem em torno da média.

$$f_{12} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \left(i - \sqrt{\mu_x^2 + \mu_y^2} \right)^2 p(i, j) \quad (\text{Equação 12})$$

(Variância)

$$f_{13} = \sum_{i=0}^{2n-2} (i+1 - f_7^2) p_{x+y}(i) \quad (\text{Equação 13})$$

(Soma da Variância)

$$f_{14} = \sum_{i=0}^{2n-1} (i+1)^2 p_{x-y}(i) \quad (\text{Equação 14})$$

(Diferença da Variância)

Diferença Inversa do Momento: Também chamada de Homogeneidade Local, segundo Clausi (2002), devido ao fator de ponderação $((1+(i-j)^2)^{-1})$. Sendo assim, quanto maior as subáreas de não homogeneidade (quando $i \neq j$), menor o valor calculado. A Diferença Inversa do Momento tem maior variância e, em alguns casos, é mais expressiva estatisticamente.

$$f_{15} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \frac{1}{1 + |i - j|} p(i, j) \quad (\text{Eq. 15})$$

(Dif. Inversa do Momento)

$$f_{16} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \frac{1}{1 + \frac{|i - j|^2}{n}} p(i, j) \quad (\text{Eq. 16})$$

(Dif. Inversa do Momento Normalizado)

Probabilidade Máxima: Este descritor representa o padrão de cinza que mais se repete na imagem.

$$f_{17} = \max |p(i, j)| \quad (\text{Eq. 17})$$

Information Measures of Correlation

$$f_{18} = \frac{f_6 - H_{XY1}}{\max(H_X, H_Y)} \quad (\text{Eq. 18})$$

$$f_{19} = \sqrt{1 - \exp(-2|H_{XY1} - f_6|)} \quad (\text{Eq. 19})$$

$$H_{XY1} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n p(i, j) \log(p_x(i) \cdot p_y(j))$$

$$H_{XY2} = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n p_x(i) \cdot p_y(j) \log(p_x(i) \cdot p_y(j))$$

$$H_X = \sum_{j=0}^n p_x(j) \log(p_x(j)) \quad H_Y = \sum_{i=0}^n p_y(i) \log(p_y(i))$$

No trabalho (YAMASHIRO et al., 2011), o autor mostra a importância de duas estatísticas de primeira ordem¹, curtose e coeficiente de assimetria, feitas sobre TC, a fim de obter informações sobre o estado de saúde pulmonar dos pacientes. Segundo Kumar e Gupta (2013), a curtose, na estatística, é uma medida da dispersão de uma distribuição de probabilidade.

Quando o valor calculado da curtose é alto, a função distribuição apresenta, como característica, a forma do gráfico mais suave e de cauda mais longa. Quando o valor é baixo, o gráfico gerado pela distribuição apresenta um pico e caudas curtas.

$$f_{20} = \frac{1}{\sigma^4} \sum_{i=0}^N (x_i - \mu)^4 \quad (\text{Equação 20})$$

(Curtose)

$$f_{11} = \frac{1}{\sigma^3} \sum_{i=0}^N (x_i - \mu)^3 \quad (\text{Equação 21})$$

(Coeficiente de Assimetria)

Em que: x_i são os valores do histograma da imagem, μ é a média e σ é o desvio padrão.

Entropia dos Valores Singulares: A *Singular Values Decomposition* (SVD) consiste em um método para transformar variáveis correlacionadas em um conjunto de variáveis não correlacionadas que melhor expõem as diversas relações entre os itens de dados originais.

Segundo Sadek (2012), a decomposição em valores singulares de uma matriz $M_{m \times n}$ real ou complexa é uma fatoração na forma:

$$U \times \Sigma \times V = M$$

1 Estatística de primeira ordem diz respeito à distribuição de níveis de cinza em uma imagem, em que se usa o histograma de primeira ordem como base para a extração de suas características.

Em que: $U_{m \times m}$ é uma matriz unitária, $\Sigma_{m \times m}$ é uma matriz com números reais não-negativos na diagonal e $V_{n \times n}$ é uma matriz unitária. Os valores da matriz Σ também são chamados de valores singulares. Proposto por Varshavsky et al. (2006) e Banerjee e Pal (2014), a entropia dos valores singulares possui uma propriedade interessante para caracterizar base de dados com um alto volume de informação.

$$f_{12} = \frac{1}{\log(N)} \sum_{i=0}^N \lambda_i \log(\lambda_i) \quad (\text{Equação 22})$$

Para cada $\lambda_i \in \Sigma$ da imagem.

Entropia do Gradiente: A entropia gradiente, segundo Shams et al. (2007), de uma imagem é uma medida do conteúdo da informação direcional de uma imagem. Quanto maior a variação do sentido do crescimento do gradiente, maior o valor da entropia.

$$f_{13} = \sum_{i=0}^N h(\nabla f) \log(h(\nabla f)) \quad (\text{Equação 23})$$

Em que: $h(\nabla f)$ é o histograma do gradiente da imagem, calculado:

$$\nabla f \approx \frac{f(z+1, y) + f(z, y+1) - (f(x-1, y) + f(x, y-1))}{2}$$

Descritores de Forma

A noção de forma visual, para nós humanos, é totalmente dependente dos sentidos e de comparações com noções de formas previamente definidas, além de poder ter muitos significados, dando um caráter subjetivo ao que elegemos como características de forma.

Um exemplo desse fato é citado em Bober (2001), nos quais muitos dos objetos do mundo real são 3D, entretanto, imagem e vídeo normalmente contêm projeções 2D. Por esse fato, fez-se necessário desenvolver estudos para a determinação de descritores de forma mais específicos (muitas vezes de caráter quantitativo). O trabalho (MEHTRE et al. 1997) descreve e compara diversos descritores de forma; alguns deles foram utilizados por trabalhos anteriores (ANAND, 2010; KULKARNI et al., 2010; KUMAR; GUPTA, 2013; ZINOVEV et al., 2009) para determinar características de formas em tumores nas imagens médicas. Destacamos os descritores:

Área: É a propriedade mais simples e descreve o tamanho da figura. É calculada com a soma do número de pixels que formam a região de interesse – Region of Interesse (ROI). A região de interesse é determinada como uma matriz binária do mesmo tamanho da imagem original.

$$f_{14} = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (ROI_{i,j}) \quad (\text{Equação 24})$$

Perímetro: O perímetro (comprimento) é o número de pixels que limitam o ente desejado na figura. Perímetro é medido como a soma das distâncias entre todos os pontos de contorno consecutivos [Demir e Yener 20]. Matematicamente,

$$f_{15} = |(\mathbf{x}_n, y_n) - (\mathbf{x}_1, y_1)| + \sum_{i=1}^n |(\mathbf{x}_{i+1}, y_{i+1}) - (\mathbf{x}_i, y_i)| \quad (\text{Equação 25})$$

Em que $S = \{(\mathbf{x}_1, y_1), (\mathbf{x}_2, y_2), \dots, (\mathbf{x}_n, y_n)\}$ são os que formam o polígono da borda do ROI.

Área Convexa: Consiste na área do menor polígono convexo² que pode contornar a região de interesse. Esse descritor tem uma alta relação com o quanto a região pode ser convexa ou não.

$$f_{16} = \sum_{i=0}^n (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (\text{Equação 26})$$

(Área Convexa)

$$f_{17} = | (x_n, y_n) - (x_1, y_1) | + \sum_{i=0}^n | (x_{i+1}, y_{i+1}) - (x_i, y_i) | \quad (\text{Equação 27})$$

(Perímetro)

Em que $L = \{ |x_0, y_0|, |x_1, y_1|, \dots, |x_i, y_i|, \dots, |x_n, y_n| \}$ é o conjunto dos pontos (x_i, y_i) que formam o polígono convexo.

Compacticidade: Esta medida está associada ao quanto a figura é convexa. Quanto mais próxima a figura está de uma figura convexa, menor é o valor da compacticidade. A circularidade é uma medida inversa à compacticidade. Logo, quanto mais convexa for a região, maior é o valor escalar desse descritor.

$$f_{18} = \frac{f_{21}^2}{4\pi f_{24}} \quad (\text{Equação 28})$$

(Compacidade)

$$f_{19} = \frac{1}{f_{24}} \quad (\text{Equação 29})$$

(Circularidade)

Excentricidade: Consiste na medida do formato de imagem. É a razão entre o comprimento maior do eixo principal e o comprimento menor do eixo secundário. O cálculo desse descritor passa pela determinação do momento central da imagem:

2 Um polígono é considerado convexo se todos os seus ângulos internos são menores que 180°.

$$f_{30} = \frac{m_{1,0} + m_{0,2} + \sqrt{(m_{1,0} + m_{0,2})^2 + 4m_{1,1}}}{m_{1,0} + m_{0,2} + \sqrt{(m_{1,0} + m_{0,2})^2 + 4m_{1,1}}} \quad (\text{Equação 30})$$

$$m_{i,j} = \sum_x \sum_y (x - x')^i (y - y')^j f(x, y)$$

(Momento Central)

Alongamento: É uma medida relacionada diretamente ao quão regular em um retângulo que a circunscreve uma figura pode ser. Há uma estreita ligação com o quão ela é mais próxima de um polígono convexo.

$$f_{31} = \frac{f_{24}}{4d^2} \quad (\text{Equação 31})$$

Em que d é o número de erosões da figura.

Solidez: Consiste na medida do quão a figura é conexa ou cônica dentro do polígono que melhor lhe descreve.

$$f_{32} = \frac{f_{24}}{f_{21}} \quad (\text{Equação 32})$$

Diâmetro Equivalente: Segundo Russ (2002), o diâmetro equivalente oferece um parâmetro para o tamanho da figura ocupada, pois o diâmetro fornece uma medida linear conveniente que ignora qualquer detalhe de forma.

$$f_{33} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{24}}{\pi}} \quad (\text{Equação 33})$$

Extent: Segundo Russ (2002), extent é um importante descritor de forma que está diretamente relacionado ao quão semelhante a um retângulo a região de interesse na figura pode ser.

$$f_{34} = \frac{f_{24}}{b \times h} \quad (\text{Equação 34})$$

Em que b e h são as medidas da base e da altura, respectivamente, do menor retângulo que contém a região de interesse.

Seleção de Características

O processo de seleção de características, segundo Guyon e Elisseeff (2003), consiste na escolha, com base em alguns critérios, de um subconjunto do conjunto original de características do problema que permitam chegar aos mesmos resultados ou pelo menos muito próximo. Entre as vantagens de se utilizar seleção de características, é possível citar o fato de que, após a sua aplicação, a dimensionalidade do espaço representativo do problema é reduzida. Assim, o processo remove atributos redundantes ou irrelevantes. Dentre eles, podemos destacar: melhoramento na qualidade dos dados; permite a extração do conhecimento compreensivo e claro; otimização da execução dos algoritmos de aprendizagem e consequentemente melhoramento dos resultados.



Figura 4 – Modelo geral de seleção de características.

Apesar de existir diversas soluções para a seleção de características, como podemos observar em trabalhos anteriores (CHANDRASHEKAR; SAHIN, 2014; HUGHES, 1968; MUCCIARDI; GOSE, 1971), todas as soluções obedecem a um processo geral básico representado no diagrama da figura 4. A **definição dos subconjuntos** depende diretamente da implementação, tendo em vista que, dada uma base de dados com n características, o número possível de subconjuntos é $2^n + 1$, nos casos de n ser um número muito grande, a quantidade de subconjunto gerados torna a execução do algoritmo inviável.

Uma abordagem mais prática é a utilização de uma busca heurística, contudo não garante a solução ótima. A **avaliação dos subconjuntos** passa por uma métrica de qualidade dos resultados obtidos, a partir de testes feitos por um classificador. O **critério de parada** consiste em avaliar a melhoria da classificação por parte do subconjunto determinado.

Método de Seleção em Filtro

Segundo John et al. (1994), esse método consiste em eliminar as características sem relevância antes do classificador ser executado. Esse passo de pré-processamento considera características gerais dos dados para selecionar alguns atributos e excluir outros.

Sendo assim, métodos de filtros são independentes do algoritmo de classificação que, simplesmente, recebe como entrada o conjunto de exemplos contendo apenas os atributos selecionados pelo filtro. A vantagem do modelo em filtro está no fato de não precisa ser reaplicado a cada nova execução do algoritmo de treinamento. Assim, o modelo em filtro é eficiente ao se abordar problemas que possuam um espaço de características muito elevado.

Algoritmo 1: Algoritmo do Método de Seleção de Filtro: *Relief*

```
Data:
 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$   $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$   $X' = \{c_1, c_2, \dots, c_l\}$ ;
 $W \leftarrow []$  lista de votação
Result:  $W$ 
begin
     $R \leftarrow \{\}$ ;
    for  $j = 1..l$  do
         $R \leftarrow \text{Random}(I).pop()$ ;
         $nH \leftarrow \text{nearsHit}(R, I)$ ;  $nM \leftarrow \text{nearsMiss}(R, I)$ ;
        for  $i = 1..l$  do
             $W[i] \leftarrow W[i] + \frac{\text{diff}(R[i], nM[i]) - \text{diff}(R[i], nH[i])}{n}$ ;
        end
    end
end
```

O maior problema desses métodos é que cada coeficiente é computado utilizando somente informações do atributo relacionado, não levando em conta uma interdependência.

De fato, podem existir atributos complementares que individualmente não têm uma relevância, mas que combinados podem ter um papel importante no processo de discriminação.

Destacamos o método proposto por Kira e Rendell (1992), devido a sua ampla aceitação na literatura. Esse método, que se encontra melhor detalhado no Algoritmo 1, no qual podemos observar que para cada padrão da base de dados escolhido aleatoriamente sem reposição, é determinado os padrões mais semelhantes de mesma classe (*nearsHit*) e de classe diferente (*nearsMiss*). A semelhança entre os padrões é dada pela equação:

$$diff(x_1, x_2) = |x_1 - x_2|$$

Em seguida é calculado o peso de relevância para cada característica do padrão selecionado. Ao final, quanto maior os pesos, maior a importância da característica.

Método de Seleção em Wrapper

Diferente da abordagem baseada em filtros, o método *wrapper*, segundo Kohavi e John (1997), gera vários subconjuntos de atributos, executa o classificador individualmente em cada subconjunto e usa a precisão do classificador para avaliar. O processo é repetido até que um critério de parada seja atendido. A ideia geral dessa abordagem é que o algoritmo de seleção de características existe como um “invólucro” ao redor do classificador e é responsável por executar a busca por um bom subconjunto de atributos. A qualidade de um subconjunto é avaliada pelo próprio classificador. O objetivo da busca é encontrar os subconjuntos com a melhor qualidade, utilizando critérios estatísticos sobre as informações obtidas, a partir da execução do classificador. Na literatura especializada o método *Recursive*

Feature Elimination é um dos mais estudados, destacamos as implementações utilizando *Random Forest* (SVETNIK et al., 2004), *Simulated annealing*, [Lin et al. 2008] e *Genetic Algorithm*, (HUANG et al., 2007).

Recursive Feature Elimination

Proposto por Guyon e Elisseeff (2003), a ideia é eliminar recursividade dos componentes que possuem menor influência na variação dos resultados obtidos pelo classificador adotado. A cada passo de execução, um número fixo de componentes é eliminado e o classificador é retreinado. É esperado que os resultados de classificação sejam melhores a cada iteração da rotina principal, como pode ser observado no Algoritmo 2.

Algoritmo 2: Algoritmo RFE	
Data: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\};$ $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\};$ C classificador; $R \leftarrow []$ lista de votação; ϵ threshold; $S \leftarrow [s_1, s_2, s_3, \dots, l]$ subconjuntos ; Result: R	begin for $i = 1..l$ do $X_{test} \leftarrow X[:, s_i];$ $w, y_{pred} \leftarrow C(X_{test}, y)$ if $\ y - y_{pred}\ \leq \epsilon$ th $f \leftarrow \min(\frac{1}{2} \ w\ ^2$ $R \leftarrow [s_i(f), R];$ end end

Quando a base de dados possui uma quantidade muito grande de atributos (colunas da tabela), o RFE apresenta dificuldades quanto à execução, devido à necessidade de gerar subconjuntos e testar um a um. Meiri e Zahavi (2006) apresentam um método utilizando o algoritmo *Simulated annealing* (SA), o qual consiste em uma metaheurística amplamente aplicada em problemas de otimização. Originalmente o algoritmo *Simulated annealing* surgiu no contexto da mecânica estatística, desenvolvido por Kirkpatrick, Gelatt e Vecchi (KIRKPATRICK et al., 1983) e Cerny [Černý 1985]. Os subconjuntos são gerados com a seguinte equação/fórmula $s_{i+1} = s_i \cup j$, em que j é uma característica ainda não testada. Caso o novo conjunto s_{i+1} não obtenha uma melhora na classificação, ele ainda poderá ser validado pelo

índice de probabilidade gerado pelo SA, caso o valor encontrado seja aceitável. O subconjunto só será descartado se, e somente se, nenhum dos dois critérios forem atendidos.

Algoritmo 3: *RFE* otimizado pelo *Simulated annealing*

```
Data:  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$   $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ ; begin  
 $S \leftarrow [s_1, s_2, s_3, \dots, s_l]$  subconjuntos;  
 $C$  classificador;  
 $t_0, t_1$  Thresholds;  
 $T$  Parâmetro;  
 $w_0 = []$ ;  
Result:  $R$   
    for  $i = 1..l$  do  
         $w, y_{pred} \leftarrow C(X[:, s_i], y)$ ;  
        if  $\|y - y_{pred}\| \leq t_0 \vee e^{\frac{\|y - y_{pred}\|}{T}} > t_1$  then  
             $R \leftarrow [s_i(\min(\frac{1}{2} \|w\|^2)), r]$ ;  
             $w_0 \leftarrow w$ ;  
        end  
    end  
end
```

Uma outra versão do algoritmo RFE consiste na utilização de *Genetic Algorithm*. Em artigo (VAFIAE; DEJONG, 1995), os autores descrevem um uso simples de algoritmos genéticos, no qual os indivíduos são representados por *bits*. Cada *bit* marca a presença ou ausência de uma característica específica. Em seguida, o algoritmo de classificação avalia cada subconjunto gerado e verifica sua eficiência, caso não seja aceitável, são gerados novos subconjuntos utilizando as funções crossover e *mutate*, então esses subconjuntos voltam a ser avaliados, como pode ser observado com maior detalhamento no Algoritmo 4.

Algoritmo 4: Algoritmo *RFE* otimizado utilizando *Genetic Algorithm*

```
Data:  
 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$   $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ ;  
 $GA(\cdot)$  Algoritmo Genético;  
 $C$  Função de Classificação;  
 $\tau$  Threshold de Treinamento;  
 $p$  Tamanho da população  
Result:  $R$   
begin  
     $P_0$  População inicial;  
     $R \leftarrow []$ ;  
    for  $k \leftarrow 0.. \infty$  do  
         $sum \leftarrow 0$ ;  
        for  $i \in P_k$  do  
             $w, y_{pred} \leftarrow C(X[:, i])$ ;  
             $sum \leftarrow sum + \frac{\|y - y_{pred}\|}{n}$ ;  
            if  $\frac{\|y - y_{pred}\|}{n} > \tau$  then  
                 $R \leftarrow R \cup i$   
            end  
        end  
        for  $i \in P_k$  do  
             $Pr_k[i] \leftarrow \frac{C(X[:, i])}{sum}$   
        end  
        for  $j \leftarrow 1, \dots, \frac{p}{2}$  do  
             $i_1, i_2 \leftarrow crossover(i_1, i_2)$ ;  $i_1 \leftarrow mutate(i_1)$ ;  $i_2 \leftarrow mutate(i_2)$ ;  
             $P_{k+1} \leftarrow P_{k+1} \cup \{i_1, i_2\}$   
        end  
    end  
end
```

Boruta

O método Boruta, (KURSA et al., 2010), é um *wrapper* implementado utilizando como base o classificador *Random Forest* (VERIKAS et al., 2011). Conforme detalhado no Algoritmo 5, tem como estratégia principal a comparação das características da base de dados com o que ele chama de “sombra”, isto é, cada característica da base de dados aleatoriamente embaralhada. Em seguida é executado o treinamento do classificador e computado os valores de acerto e o Z-score de cada característica. Em seguida determina o valor máximo do Z-score das características de sombra (*Maximum Z Score Among Shadow Attributes – MZSA*), então as características que possuam um Z-score maior que o MZSA receberão um voto positivo. As características indeterminadas passam pelo Teste de Bonferroni. O algoritmo finaliza quando todos os subconjuntos são analisados.

Algoritmo 5: Algoritmo Boruta	
Data: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\};$ $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\};$ C <i>Random Forest</i>; $R \leftarrow []$ lista de votação; $S \leftarrow [s_1, s_2, s_3, \dots, l]$ subconjuntos ; Result: R	<pre>begin for i = 1..l do Shadow ← Random(X[:,s_i]) X_test ← X[:,s_i] ∪ Shadow; w, y_pred ← C(X_test, y); MZSA ← MaxShadow(w - w[s_i]); if w[s_i] > MZSA then R[s_i] ← R[s_i] + 2; end if w[s_i] == MZSA then w, y_max ← C(X[s_i], y); LSD ← BonferroniTest(y_max, y) if LSD > 0 then R[s_i] ← R[s_i] + 1; end end end end</pre>

Determinação dos Descritores de Imagens associados às Características dos Tumores

O processo de diagnóstico de nódulos pulmonares, a partir de TC, conta com o levantamento das características patológicas dos nódulos. Segundo Zinovev et al. (2009), a interpretação por parte dos radiologistas pode variar muito, quando se trata do levantamento das características patológicas dos tumores detectados em TC. Um exemplo é a *Lung Image Database Consortium* (LIDC), descrita em (MCNITT-GRAY et al., 2007), que para cada exame oferecido existem laudos de até 4 especialistas diferentes e observando 914 nódulos cadastrados, apenas 180 tiveram opiniões semelhantes por parte dos radiologistas. Com o intuito de determinar quais os descritores de imagem que estão associados às características patológicas, foi desenvolvido o algoritmo representado como um fluxograma na figura 5. O algoritmo consiste em um comitê de algoritmos de seleção de características. Cada algoritmo da seleção faz uma avaliação de todos os descritores de imagem para cada característica patológica e os selecionados ganham uma votação positiva, os não selecionados ganham uma votação nula. Ao final da execução, o algoritmo retorna um vetor com o somatório dos votos.

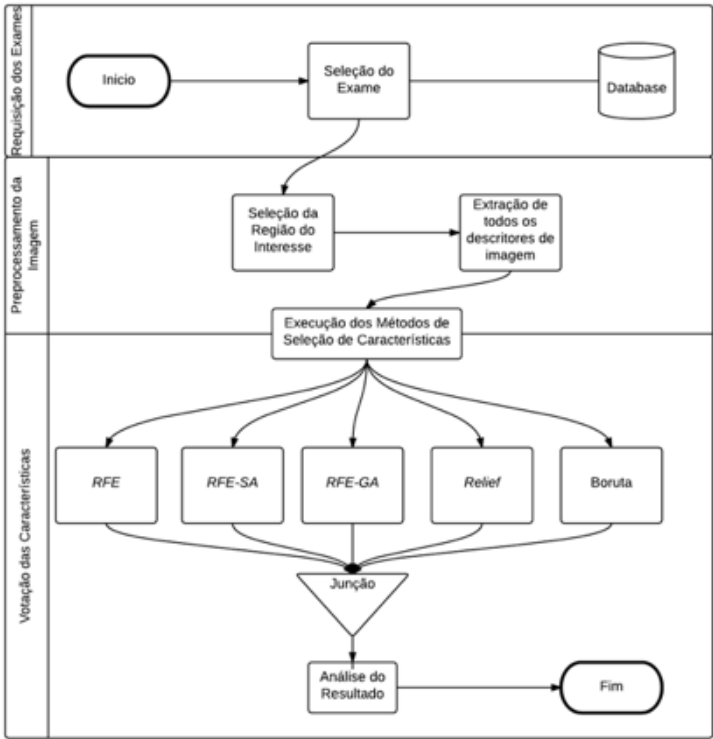


Figura 5 – Fluxograma do método de determinação de seleção de descritores de imagens.

Fonte: Autoria própria.

Após a execução foi obtido para cada descritor de imagem um valor que pode ser entre 0 e 5, o qual corresponde exatamente ao número de votos que o descritor recebeu. Os descritores que tiveram de 3 a mais votos foram selecionados para o treinamento. Como resultado desse critério, foi obtido os seguintes conjuntos de descritores por característica radiológica:

Margin: Circularidade, Área Convexa, Perímetro Convexo, Excentricidade, Alongamento, Diâmetro Equivalente, Solidez, Autocorrelação, *Cluster Prominence*, Correlação, Diferença

da Entropia, Dissimilaridade, Entropia, Entropia do Valores Singulares, Entropia do Gradiente, *Inf. Measures of Correlation 1*, Diferença Inversa do Momento, Curtose, Soma da Entropia, Soma da Variância.

Spiculation: Circularidade, Área Convexa, Perímetro Convexo, Alongamento, Diâmetro Equivalente, *Cluster Prominence*, Contraste, Diferença da Entropia, Dissimilaridade, Entropia do Valores Singulares, Homogeneidade, *Inf. Measures of Correlation 1*, Diferença Inversa do Momento, Curtose, Soma da Entropia.

Texture: Perímetro, Circularidade, Área, Área Convexa, Perímetro Convexo, Alongamento, Diâmetro Equivalente, *Extent*, *Cluster Prominence*, Compacticidade, Correlação, Diferença da Entropia, Energia, Entropia, Entropia do Valores Singulares, Homogeneidade, *Inf. Measures of Correlation 1*, Diferença Inversa do Momento, Curtose, Assimetria, Soma da Entropia, Soma da Variância, Variância.

Malignancy: Perímetro, Circularidade, Área, Área Convexa, Perímetro Convexo, Alongamento, Diâmetro Equivalente, *Extent*, Autocorrelação, *Cluster Prominence*, Dissimilaridade, Entropia, Entropia do Valores Singulares, Entropia do Gradiente, Curtose, Assimetria, Soma da Entropia.

Subtlety: Perímetro, Circularidade, Área, Área Convexa, Perímetro Convexo, Excentricidade, Alongamento, Diâmetro Equivalente, *Cluster Prominence*, Compacticidade, Correlação, Diferença da Entropia, Dissimilaridade, Entropia do Valores Singulares, Homogeneidade, Diferença Inversa do Momento, Curtose, Assimetria, Soma da Entropia, Soma da Variância.

Sphericity: Circularidade, Área, Área Convexa, Perímetro Convexo, Excentricidade, Alongamento, Diâmetro Equivalente, *Extent*, Autocorrelação, *Cluster Prominence*, Compacticidade,

Correlação, Diferença da Entropia, Entropia, Entropia do Valores Singulares, Entropia do Gradiente, *Inf. Measures of Correlation 1*, Diferença Inversa do Momento, Curtose, Soma da Entropia.

Lobulation: Perímetro, Circularidade, Área, Área Convexa, Perímetro Convexo, Excentricidade, Alongamento, Diâmetro Equivalente, Autocorrelação, *Cluster Prominence*, Compacticidade, Correlação, Diferença da Entropia, Dissimilaridade, Entropia, Entropia do Valores Singulares, Entropia do Gradiente, *Inf. Measures of Correlation 1*, Dif. Inv. do Mom. Normalizado, Curtose, Assimetria, Soma da Variância.

Validação dos Resultados

A comprovação de que os subconjuntos de descritores de imagem podem ser utilizados para determinar as características radiológicas dos tumores pode ser observado pelos resultados da execução do algoritmo de classificação máquinas de vetores suporte (em inglês, *Support Vector Machine* – SVM). Esse consiste em um método computacional proposto por Cortez e Vapnik (1995), baseado na aprendizagem estatística e tem a capacidade de resolver problemas de classificação e regressão, a partir de uma generalização de regra matemática desenvolvida após uma fase da execução do algoritmo chamada de treinamento.

Apesar desse algoritmo, originalmente, ter sido desenvolvido para classificação binária, diversas estratégias foram desenvolvidas para a utilização da SVM para a classificação de classes não binárias. Para os nossos estudos utilizamos as estratégias *One Against All* e *One Against One*. Os resultados obtidos, a partir da execução utilizando as duas estratégias, não tiveram uma diferença significativa. Nos testes a execução com a SVM depende de uma configuração inicial (parâmetro regulador da equação C e função *kernel*) que, para os nossos testes, os melhores resultados foram obtidos utilizando C = 100 e *kernel*, a função de base radial.

Para validar a generalização do modelo por parte da SVM, foi utilizado a técnica chamada de Validação Cruzada (ARLOT; CELISSE, 2009) e a Matriz Confusão (POWERS, 2007).

A Validação Cruzada é um método para estimação de erro. Consiste na divisão do conjunto de dados para treinamento em k blocos, mutuamente exclusivos e de cardinalidades idênticas. Sequencialmente será testado um bloco diferente, enquanto os outros blocos serão usados para treinar o classificador. No final dos k treinos o modelo gerado pelo classificador foi testado em todos os dados de treino, sendo a estimativa dada pelo erro médio calculado ao longo dos k testes, como ilustrado na figura 6.

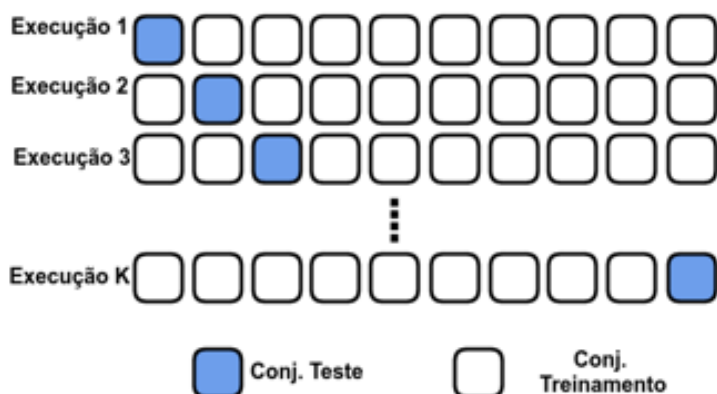


Figure 6 – Exemplificação da montagem dos conjuntos de treinamento e de teste pela Validação Cruzada.

Fonte: Autoria própria.

Em geral, o valor de k assume o valor de 10, embora possa variar entre 2 e o número de instâncias do conjunto de dados. Contudo valores de k muito elevados podem levar a um custo de processamento desnecessário e k muito pequeno poderá não oferecer padrões suficientes para que o classificador seja capaz de gerar um modelo satisfatório.

A Matriz Confusão é uma ferramenta de análise visual usada geralmente para verificar a eficiência de algum método

preditivo. Cada linha da matriz representa as instâncias previstas de uma classe, enquanto cada coluna da matriz representa as instâncias reais de uma classe, como pode ser observado na figura 7.

		Instâncias Reais		
		v	f	total
Instâncias Previstas	v'	Verdadeiro Positivo	Falso Positivo	V'
	f'	Falso Negativo	Verdadeiro Negativo	F'
total		V	F	

Figura 7 – Exemplificação de uma Matriz Confusão.
Fonte: Autoria própria.

Esta técnica permite comparar, de maneira gráfica, as previsões da classe observada com as demais classes. Dessa forma, podemos considerar que a matriz de confusão é uma tabela com duas linhas e duas colunas que registra o número de Verdadeiro Negativo (VN), Falso Positivo (FP), Falso Negativo (FN) e Verdadeiro Positivo (VP).

A partir das informações fornecidas pela matriz confusão, é possível calcular indicadores de eficiência, como acurácia, sensibilidade e especificidade, que obedecem às equações

$$\begin{aligned} \text{acurácia} &= \frac{VP + VN}{VP + FN + FP + VN} \\ \text{sensibilidade} &= \frac{VP}{VP + FN} \\ \text{especificidade} &= \frac{FN}{FP + VN} \end{aligned}$$

Além da acurácia, sensibilidade e especificidade, podemos destacar o índice de Kappa, devido a sua aplicação na análise

de métodos desenvolvidos com a mesma finalidade do método descrito neste documento.

O índice de Kappa, segundo Viera et al. (2005), consiste em uma medida que compara a precisão de um sistema especializado com um aleatório, o que se torna importante recurso na avaliação de modelos preditivos.

$$\text{kappa} = \frac{\text{acurácia} - ra}{1 - ra}$$

O fator *ra* pode ser determinado pela equação:

$$ra = \frac{(VN + FP)(VN + FN) + (VP + FN)(VP + FP)}{(VP + FN + FP + VN)^2}$$

No mesmo trabalho, o autor propõe uma tabela que relaciona a qualidade do sistema a possíveis valores obtidos, a partir do valor do índice de Kappa associado ao sistema, como mostrado na tabela 2:

Tabela 2 – Escala de interpretação para o Índice de Kappa.

Índice de Kappa	Qualidade do sistema
<0	Pobre
0 .. 0,2	Fraco
0,21 .. 0,4	Justo
0,41 .. 0,6	Moderado
0,61 .. 0,8	Substancial
0,81 .. 1	Quase Perfeito

Devido a especificidade de cada característica, para cada característica radiológica foi treinado uma SVM especialista. De acordo com a escala de interpretação do índice de Kappa, todos os resultados obtidos pela generalização nesse teste foram classificados como “Quase Pereito” e a acurácia.

Tabela 3 – Tabela com os valores, gerados pela SVM, da acurácia média e índice de kappa por característica radiológica.

Característica	Acurácia	Índice de Kappa
lobulation	0,90	0,88
malignancy	0,89	0,88
margin	0,85	0,81
sphericity	0,94	0,92
spiculation	0,78	0,81
subtlety	0,85	0,81
texture	0,82	0,82

Tabela 4 – Comparação de desempenho de métodos de classificação de características patológicas através da acurácia média.

Método	Lobulation	Malignancy	Margin	Sphericity	Spiculation	Subtlety	Texture
[Zinovev et al. 2009]	61,00%	63,00%	71,00%	75,00%	50,00%	51,00%	63,00%
[Smith et al. 2013]	61,00%	61,00%	54,00%	60,00%	66,00%	53,00%	70,00%
[Zinovev et al. 2011]	58,00%	49,00%	49,00%	37,00%	72,00%	37,00%	77,00%
[Horsthemke et al. 2007]	60,00%	N/A	40,00%	40,00%	60,00%	N/A	N/A
Método Proposto	90,00%	89,00%	85,00%	94,00%	78,00%	85,00%	82,00%

Os métodos descritos em Zinovev et al. (2011) e Zinovev et al. (2009) propõem a utilização de 59 características de imagens na classificação de todas as características patológicas. Os autores também se depararam com a inviabilidade de trabalhar com as características *Calcification* e *Internal Structure*, visto que a base de dados utilizada foi a mesma e, portanto, as duas características não mostraram relevância estatística. Já Horsthemke et al. (2007) utiliza descritores de imagens diferentes e o classificador proposto consiste em uma Árvore de Decisão, mais especificamente o algoritmo J48.

Comparando os resultados obtidos no método proposto e os resultados encontrados na literatura, acreditamos que o sistema de telediagnóstico proposto, bem como o método de classificação de características patológicas apresentam-se como um promissor sistema para o auxílio no processo de diagnóstico e tratamento de pacientes com câncer de pulmão.

Referências

ANAND, SK Vijai. Segmentation coupled textural feature classification for lung tumor prediction. **Communication Control and Computing Technologies**. ICCCT. 2010. IEEE International Conference on. IEEE, 2010.

ARLOT, Sylvain; CELISSE, Alain. A survey of cross-validation procedures for model selection. **Statistics surveys**, v. 4, p. 40-79, 2010.

ARMATO III, Samuel G. et al. Lung image database consortium: Developing a resource for the medical imaging research community 1. **Radiology**, v. 232, n. 3, p. 739-748, 2004.

BOBER, Miroslaw. MPEG-7 visual shape descriptors. **IEEE Transactions on circuits and systems for video technology**, v. 11, n.6, p. 716-719, 2001.

BRYSON, Michael. **K-Means Clustering Using Localized Histogram Analysis**. 2007. University of South Carolina. Disponível em: <<https://cse.sc.edu/~songwang/CourseProj/proj2007/report/bryson-report.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

ČERNÝ, Vladimír. Thermodynamical approach to the traveling salesman problem: An efficient simulation algorithm. **Journal of optimization theory and applications**, v. 45, n.1, p. 41-51, 1985.

CLAUSI, David A. An analysis of co-occurrence texture statistics as a function of grey level quantization. **Canadian Journal of remote sensing**, v. 28, n.1, p. 45-62, 2002.

CONNERS, Richard W.; TRIVEDI, Mohan M.; HARLOW, Charles A. Segmentation of a high-resolution urban scene using texture operators. **Computer Vision, Graphics, and Image Processing**, v. 25, n.3, p. 273-310, 1984.

CORTES, Corinna; VAPNIK, Vladimir. Support-vector networks. **Machine learning**, v. 20, n. 3, p. 273-297, 1995.

DEMIR, Cigdem; YENER, Bülent. Automated cancer diagnosis based on histopathological images: a systematic survey. **Rensselaer Polytechnic Institute, Tech. Rep.**, 2005.

FIRMINO FILHO, José Macêdo. **LCD-OpenPACS**: sistema integrado de telerradiologia com auxílio ao diagnóstico de nódulos pulmonares em exames de tomografia computadorizada. Natal: EDUFRN, 2015.

GEBEJES, A.; HUERTAS, R. Texture characterization based on grey-level co-occurrence matrix. In: CONFERENCE OF INFORMATICS AND MANAGEMENT SCIENCES, 2013, China. **Proceedings...** China, 2013. n 1.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. **Processamento de imagens digitais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

GUYON, Isabelle; ELISSEEFF, André. An introduction to variable and feature selection. **Journal of machine learning research**, v. 3, p.1157-1182, 3 mar. 2003.

HARALICK, Robert M. et al. Textural features for image classification. **IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics**, n. 6, p. 610-621, 1973.

HUANG, Jinjie; CAI, Yunze; XU, Xiaoming. A hybrid genetic algorithm for feature selection wrapper based on mutual information. **Pattern Recognition Letters**, v. 28, n.13, p. 1825-1844, 2007.

HUGHES, Gordon. On the mean accuracy of statistical pattern recognizers. **IEEE transactions on information theory**, v. 14, n.1, p. 55-63, 1968.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER – INCA. **Pulmão**. 2015. Disponível em: <<http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pulmao>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

JOHN, George H.; KOHAVI, Ron; PFLEGER, Karl. Irrelevant features and the subset selection problem. **Machine learning: proceedings of the eleventh international conference**. 1994. San Francisco, 1994.

KIRKPATRICK, Scott; GELATT, C. Daniel; VECCHI, Mario P. Optimization by simulated annealing. **Science**, v. 220, n. 4598, p. 671-680, 1983.

KIRA, Kenji; RENDELL, Larry A. A practical approach to feature selection. International workshop on Machine learning. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MACHINE LEARNING, 9., 1992, San Francisco. **Proceedings...** San Francisco, 1992.

KOHAVI, Ron; JOHN, George H. Wrappers for feature subset selection. **Artificial intelligence**, v. 97, n.1-2, p. 273-324, 1997.

KULKARNI, D. A.; BHAGYASHREE, S.; UDUPI, Mand G. R. Texture analysis of mammographic images. **International Journal of Computer Applications**, v.5, n.6, p. 12-17, 2010.

KUMAR, Vijay; GUPTA, Priyanka. Importance of statistical measures in digital image processing. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v. 2, n.8, p. 56-62, 2012.

KURSA, Miron B.; RUDNICKI, Witold R. Feature selection with the Boruta package, **Journal of Statistical Software**, v. 36, n. 11, 2010.

LIN, Shih-Wei, et al. Parameter determination of support vector machine and feature selection using simulated annealing approach. **Applied soft computing**, v. 8, n. 4, p. 1505-1512, 2008.

LIU, Yao, et al. Research of second harmonic generation images based on texture analysis. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PHOTONICS AND IMAGING IN BIOLOGY AND MEDICINE (PIBM 2014), 12., 2014, Wuhan, China. **Proceedings...** Wuhan, China: International Society for Optics and Photonics, 2014.

MAHERSIA, H.; ZAROUG, M.; GABRALLA, L. Lung Cancer Detection on CT Scan Images: A Review on the Analysis Techniques. **Lung Cancer**, v. 4, n. 4, 2015.

MEIRI, Ronen; ZAHAVI, Jacob. Using simulated annealing to optimize the feature selection problem in marketing applications. **European Journal of Operational Research**, v. 171, n.3, p. 842-858, 2006.

MCWILLIAMS, Annette et al. Probability of cancer in pulmonary nodules detected on first screening CT. **New England Journal of Medicine**, v. 369, n. 10, p. 910-919, 2013.

MUCCIARDI, Anthony N.; GOSE, Earl E. A comparison of seven techniques for choosing subsets of pattern recognition properties. **IEEE Transactions on Computers**, v.100, n.9, p. 1023-1031, 1971.

OST, David; FEIN, Alan M.; FEINSILVER, Steven H. The solitary pulmonary nodule. **New England Journal of Medicine**, v. 348, n. 25, p. 2535-2542, 2003.

PITAS, Ioannis. **Digital image processing algorithms and applications**. New York: John Wiley & Sons, 2000.
RUSS, John C. **The image processing handbook**. Boca Raton: CRC press, 2002.

_____. **The image processing handbook**. Londres: CRC press, 2016.

SADEK, Rowayda A. SVD based image processing applications: state of the art, contributions and research challenges. **arXiv preprint arXiv**, 1211.7102, 2012.

SHAMS, Ramtin; SADEGHI, Parastoo; KENNEDY, Rodney A. Gradient intensity: A new mutual information-based registration method. Computer Vision and Pattern Recognition. 2007. CVPR'07. **IEEE Conference on**. IEEE, 2007.

SONE, Shusuke et al. CT findings of early-stage small cell lung cancer in a low-dose CT screening programme. **Lung cancer**, v. 56, n. 2, p. 207-215, 2007.

SVETNIK, Vladimir, et al. Application of Breiman's random forest to modeling structure-activity relationships of pharmaceutical molecules. **International Workshop on Multiple Classifier Systems**. Aleman: Springer Berlin Heidelberg, 2004.

THEODORIDIS, S. et al. **Introduction to pattern recognition: a matlab approach**. Cambridge: Academic Press, 2010.

VAFAlE, Haleh; JONG, Kenneth de. Genetic algorithms as a tool for restructuring feature space representations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON. IEEE, 7., 1995, Washington. **Proceedings...** Local, 1995.

VAN GOOL, Luc; DEWAELE, Piet; OOSTERLINCK, André. Texture analysis anno 1983. **Computer vision, graphics, and image processing**, v. 29, n. 3, p. 336-357, 1985.

VERIKAS, Antanas; GELZINIS, Adas; BACAUSKIENE, Marija. Mining data with random forests: A survey and results of new tests. **Pattern Recognition**, v. 44, n.2, p. 330-349, 2011.

VIERA, Anthony J.; GARRETT, Joanne M. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. **Journal of the american Board of Family Medicine**, v. 37, n. 5, p. 360-363, 2005.

YAMASHIRO, Tsuneo, et al. Kurtosis and skewness of density histograms on inspiratory and expiratory CT scans in smokers. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 8, n.1, p. 13-20, 2011.

ZINOVEV, Dmitriy et al. Predicting radiological panel opinions using a panel of machine learning classifiers. **Algorithms**, v. 2, n. 4, p.1473-1502, 2009.

ZINOVEV, Dmitriy, et al. Probabilistic lung nodule classification with belief decision trees. Engineering in medicine and biology society. **EMBC, 2011. annual international conference of the IEEE**. IEEE, 2011.

O IMPACTO DO PROGRAMA TELESSAÚDE BRASIL REDES NA SAÚDE PÚBLICA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

*Isabele Magaldi Almeida de Freitas
Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim
Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto
Nícolas Vinícius Rodrigues Veras
Antonio Higor Freire de Moraes
Hélio Roberto Hékis*

Resumo

O Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes é oriundo de um projeto piloto de Telemedicina, o qual foi criado em 2007. No entanto, a efetivação desse programa, no Brasil, tornar-se-ia de difícil execução, visto que o país enfrenta uma série de desafios sociais, econômicos e políticos, com inúmeras desigualdades. Mesmo diante desses entraves encontrados, esse Programa é uma ferramenta de sucesso no Brasil. O objetivo deste estudo foi investigar os impactos obtidos com a implantação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes no estado do Rio Grande do Norte (RN). Para tanto, o levantamento dos dados foi realizado a partir das bases de dados: SciELO, Biblioteca Virtual em Saúde da Atenção Primária à Saúde – BV-APS, Periódicos CAPES, Ministério da Saúde e banco de dados do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes. Realizou-se também uma entrevista com os trabalhadores de saúde, com intuito de avaliar os impactos do referido Programa no RN. Por meio das análises, observou-se que o serviço de Teleconsultoria proporcionou uma redução na quantidade de encaminhamentos para outros níveis assistenciais. Além disso, houve economia no orçamento dos municípios, bem como ocorreu uma educação permanente dos profissionais de saúde. Por último, constatou-se que a maioria dos profissionais

de saúde no RN mostrou-se satisfeitos com o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes.

Palavras-chave: Atenção Básica. Saúde Pública. Sistema Único de Saúde. Tecnologias de Informação e Comunicação. Telemedicina. Telessaúde.

Introdução

Os pleitos que dirigiram ao “Movimento Sanitarista”¹, em 1986, motivaram os princípios que conduziram a democratização das ações e serviços de saúde, deixando para trás um sistema restrito e centralizado, assim, passa a ser conduzido de maneira universal e descentralizada (BRASIL, 2000). Posteriormente, esses princípios viriam a integrar a Constituição de 1988, em cujo documento foi instituída a Saúde como direito de todos e dever do estado. A fim de consolidar tal premissa, foi implantado o Sistema Único de Saúde (SUS), sendo uma das maiores conquistas sociais.

O SUS surge a partir de uma nova visão a respeito da saúde, o que antes, de acordo com Brasil (2000, p. 5),

era entendida como “o estado de não doença”, o que fazia com que toda lógica girasse em torno da cura de agravos à saúde. Essa lógica, que significava apenas remediar os efeitos com menor ênfase nas causas, deu lugar a uma nova noção, centrada na prevenção dos agravos e na promoção da saúde. Para tanto, a saúde passa ser relacionada com a qualidade de vida da população. Ela agora é composta pelo conjunto de bens que engloba a alimentação, o trabalho, o nível de renda, a educação, o meio ambiente, o saneamento básico, a vigilância sanitária e farmacológica, a moradia, o lazer, etc.

1 Essa expressão refere-se ao conjunto de ideias que se tinha em relação às mudanças e às transformações necessárias na área da saúde. Ela surgiu no contexto da luta contra a ditadura, no início da década de 1970.

Contudo, a efetivação dessa política de saúde tornar-se-ia de difícil execução no país, que enfrenta uma série de desafios sociais, econômicos e políticos, com inúmeras desigualdades. A dificuldade dos gestores em promover a integração entre estados, municípios e as redes assistenciais estatais com os serviços de abrangência nacional tem levado a problemas no acesso aos serviços e ao comprometimento da universalidade e integralidade, excluindo grande parcela de usuários de usufruírem o direito universal à saúde (GUERRA NETO et al., 2015).

Apesar de todas as barreiras encontradas, o SUS foi evoluindo a passos largos. Paralelamente a essa evolução, verifica-se um crescimento desenfreado da tecnologia da informação e comunicação, alterando as práticas nas áreas da saúde. Por meio da internet, a informação é transmitida com mais eficiência entre locais distantes, rompendo as barreiras do tempo e das fronteiras territoriais (MELO; SILVA, 2006).

Em 2005, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por intermédio do Programa Instituto do Milênio, colocou a Telemedicina² como um dos temas de seu edital, gerando a Estação Digital Médica. Nesse referido ano, o Ministério da Saúde, através da Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde (SGTES) organizou um projeto piloto intitulado Projeto de Telemática e Telemedicina em apoio à atenção primária à saúde no Brasil, o qual foi desenvolvido, em 2007, por meio da portaria nº 35³ do respectivo Ministério. A implementação desse projeto foi uma ação nacional que visava melhorar a qualidade do atendimento na Atenção Básica no SUS. Posteriormente, com o seu desenvolvimento, passou a ser chamado de Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes (WEN, 2008). O referido Programa aborda os aspectos de

-
- 2 Refere-se ao uso das tecnologias da informação e comunicação para o fornecimento de informação e atenção médica aos pacientes e aos profissionais de saúde localizados em locais distantes.
 - 3 Por meio dessa Portaria, foi instituído o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes, no âmbito do Ministério da Saúde.

Tele-Educação interativa (VERONESI et al., 2004; WEN, 2011), que consiste no desenvolvimento de ferramentas e programas de promoção da saúde e supervisão de tratamentos a distância, além de expor acerca das teleconsultas com especialistas (WEN, 2011).

Segundo o Conselho Federal de Medicina, a Telemedicina é definida como: o exercício da Medicina por meio da utilização de tecnologias interativas, objetivando promover a assistência, a educação e a pesquisa em saúde. Esse serviço permite a troca de informações que atendem a todos os níveis da saúde e propicia uma educação continuada do profissional. Já a Telessaúde é um programa amplo, que engloba a Medicina e outras áreas da saúde como, por exemplo, a Enfermagem e a Odontologia (CFM, 2002; EL KHOURI, 2003; WEN, 2008). Embora os mencionados programas tenham conceitos e aplicabilidades semelhantes, tratam-se de modalidades diferentes.

O Projeto Nacional Telessaúde Brasil Redes possibilita uma quebra de barreiras ao levar a assistência em saúde para áreas remotas. Neste estudo, é relevante registrar o impacto, a experiência e os resultados alcançados a partir da implantação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes no Nordeste coordenado pelo Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Criação do Sistema Único de Saúde

As deliberações resultantes da VIII Conferência Nacional de Saúde⁴ (CNS) determinaram os princípios que mais tarde seriam base da Constituição de 1988, a saber: Universalização, Equidade e Integralidade. A partir desse momento, a saúde foi consagrada como direito de todos e dever do Estado. A população tinha essa garantia mediante as políticas sociais e econômicas, que visavam à redução do risco de doença e de outros agravos, possibilitando o acesso universal e igualitário às ações e aos

4 O evento foi realizado em Brasília, no mês de março de 1986.

serviços de saúde para promoção, proteção e recuperação dos seus usuários. Dessa forma, surgiu o SUS concebido pela Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, também conhecida por “Lei Orgânica da Saúde”, caracterizando-se como a manifestação prática da Constituição de 1988 (BRASIL, 1988, 1990).

No entanto, o SUS apresenta alguns problemas, sendo o maior deles a dicotomia entre as proposições descritas na sua constituição e o que ele realmente oferece. Essa contradição leva ao comprometimento dos princípios da universalidade e integralidade (VASCONCELOS, 2005), bem como ocorre a desvalorização do SUS por parte da população, o que resulta no aumento da procura por planos de saúde. Diante disso, as temáticas de Telemedicina e Telessaúde surgem como um fator importante para a melhoria na atenção à saúde.

- **Telemedicina e Telessaúde como tecnologias de informação e comunicação**

O setor da saúde, bem como os demais setores da sociedade, carece de novas tecnologias para ampliar o conhecimento e divulgar informação referente à saúde no âmbito da sociedade. Pode-se destacar como exemplo dessas tecnologias: as redes de Telessaúde, o uso de softwares educacionais, a realidade virtual, a utilização dos computadores para simulações e o uso da internet. Essas tecnologias, para alguns autores, têm o potencial de promover o acesso, entre outros benefícios, de professores, alunos, profissionais de saúde e a população de forma geral a esta sociedade digital (CAVALCANTE, 2012).

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) consistem em dispositivos produzidos pelo engenho humano com a finalidade de obter, armazenar e processar informações, bem como estabelecer comunicação entre diferentes dispositivos, possibilitando o compartilhamento e a propagação dessas informações (SANTOS, 2015). Além disso, as TICs são os principais veículos para a disseminação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes. É através das TICs que os trabalhadores da área

da saúde podem-se comunicar e trocar experiências e discutir os casos clínicos ou até tirar dúvidas a respeito de determinados procedimentos de trabalho (PIROPO; AMARAL, 2015). Segundo Miranda e Araújo (2012, p. 34),

Em saúde, é crescente o interesse pelo uso das TICs para informar, orientar e prestar serviços. Diversas denominações têm sido empregadas para designar as interações mediadas, em tempo real ou não, pela internet, com uso ou não de aplicativos.

O Projeto Telemedicina foi a primeira ferramenta a ser lançada pelo Ministério da Saúde, em 2005, sendo aprovado no respectivo ano. Inicialmente, ele foi coordenado pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP). Outras instituições tornaram-se parceiras e participaram da ampliação e consolidação da Telemedicina no Brasil. Como consequência desse avanço, foram desenvolvidos sistemas de teleconsultoria e telediagnóstico e treinamentos nas instituições federais e no Ministério da Saúde. A partir desse momento, esse Ministério passou a incentivar a criação de novos Núcleos para melhorar a gestão do Programa como um todo (WEN, 2008; HADDAD, 2012; SKELTON-MACEDO, 2012).

A Telemedicina prioriza os profissionais da área médica, enquanto a Telessaúde abrange várias áreas condizentes ao cuidado em saúde. A Telessaúde também trata de soluções com o uso de TICs, porém com um escopo bem mais abrangente. É importante frisar que a Telemedicina é uma modalidade da Telessaúde no que se diz respeito à Medicina a distância (GUERRA NETO et al., 2015). A base comum dessa modalidade é oferecer serviços voltados para a área da saúde e para os cidadãos em suas próprias comunidades, assim, evita, consideravelmente, o deslocamento dos pacientes de cidades remotas para os centros de referência (EL KHOURI, 2003; WEN, 2008).

No tocante ao tipo de interação usada, a Telessaúde divide-se em duas formas: síncrona ou assíncrona. As atividades síncronas são realizadas em tempo real. Já as atividades assíncronas diferem

da primeira, visto que estabelecem períodos para a interação entre os participantes e não são concretizadas em tempo real. Também a Telessaúde pode ser dividida pela natureza do serviço: assistência, educação, gestão, pesquisa, avaliação, e etc., ou, pela área, ou, especialidade: medicina, enfermagem, cardiologia, dermatologia, entre outras (OLIVEIRA, 2010).

Segundo Wen (2008), Haddad (2012), Skelton-Macedo (2012), a Telessaúde facilita o acesso aos especialistas, melhora a assistência primária em saúde e aumenta a disponibilidade de informações em saúde nas comunidades desprovidas de recursos. Nessa perspectiva, o governo brasileiro implantou o Plano Nacional de Banda Larga⁵ (PNBL), que visava fomentar e difundir o uso e o fornecimento de bens e serviços de tecnologias de informação e comunicação para universalizar o acesso à internet. Essa meta já foi cumprida em todas as escolas públicas de educação básica. Na saúde, o governo federal prepara-se também para universalizar o acesso à internet em suas, aproximadamente, 60 mil Unidades Básicas de Saúde (HADDAD, 2012).

- **Programa nacional Telessaúde Brasil Redes**

Por meio da implantação, manutenção e consolidação de uma ampla rede de comunicação entre os serviços de saúde do SUS, as ferramentas de Telessaúde poderão representar o fortalecimento das linhas de união dos pontos assistenciais, as quais são estratégias robustas na efetivação das redes de atenção à saúde (MENDES, 2011). Inúmeras circunstâncias ratificam a Atenção Primária em Saúde (APS) como reguladora de um sistema de saúde, isto é, os serviços que compõem as Redes de Atenção à Saúde devem ser construídos de acordo com as necessidades da população identificadas pelas equipes de APS (MENDES, 2011).

Em 2007, o Programa Telessaúde Brasil foi instituído a partir da Portaria GM/MS nº 35/2007 do Ministério da Saúde. No referido texto, estabeleceram-se os critérios para a implantação

5 O PNBL foi implantado mediante o Decreto Federal nº 7.175, de 12 de maio de 2010.

do Projeto Piloto, os quais correspondem à instalação de nove Núcleos (um em cada estado participante: Amazonas, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo) (BRASIL, 2007).

Já no ano de 2011, através da publicação da Portaria GM/MS Nº 2.546/2011, ocorreu a ampliação e redefinição do referido Programa, cujo nome foi alterado para Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes. Também, nesse ano, foi lançada a Portaria GM/MS nº 2554/2011, que “introduz no Programa de Requalificação das Unidades Básicas de Saúde o componente de informatização e de integração ao Telessaúde Brasil Redes” (BRASIL, 2011a). Em virtude dessas alterações, além do Núcleo Telessaúde de abrangência estadual, em 2011, surgiu um novo desenho, em que se tornou possível a criação de Núcleos intermunicipais (BRASIL, 2015).

Em 2012, o Programa passou a disponibilizar Teleconsultoria por meio de serviço telefônico (0800 644 6543), que se configura como apoio a todos os médicos da Atenção Básica (BRASIL, 2015). No ano de 2014, o Ministério da Saúde publicou as Portarias GM/MS nº 2.859 e nº 2.860 referentes ao incentivo financeiro de custeio destinado aos Núcleos do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes na Atenção Básica.

De acordo com o Núcleo Mato Grosso Do Sul, sobre o Telessaúde (2016), o programa tem por finalidade alcançar a

- (i) melhoria da qualidade do atendimento na APS no SUS, com resultados positivos diante da resolubilidade do nível primário de atenção; (ii) expressiva redução de custos e do tempo de deslocamentos; (iii) fixação dos profissionais de saúde nos locais de difícil acesso; (iv) melhor agilidade no atendimento prestado; (v) otimização dos recursos no [...] SUS.

No estado do RN, o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes foi implantado em 2011 sob coordenação do LAIS. Esse Laboratório tem por responsabilidade desenvolver atividades

técnicas, científicas e administrativas, no intuito de planejar, executar, monitorar e avaliar as ações de Telessaúde no RN.

- **Caracterização da saúde do Rio Grande do Norte**

O estado do RN é o 16º na lista de unidades federativas do Brasil e o décimo mais povoado, com uma população de 3.168.027 habitantes (IBGE, 2010). Essa população está distribuída em 167 municípios que ocupam uma área de 52.810,699 km², resultando em uma densidade de 60 hab./km². De acordo com os dados do último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2010), o contingente populacional corresponde a 1,7% da população brasileira e 6% da população nordestina, e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é equivalente a 0,705 e a esperança de vida média é 71,15.

Segundo os dados do Departamento da Atenção Básica (DAB/MS) para competência de dezembro de 2016, no RN, o acesso da população aos serviços de saúde ampliou-se devido à expansão da Estratégia Saúde da Família (ESF), especialmente nos municípios com menor porte populacional. O Estado possuía, em 2016, 866 equipes da ESF, o que corresponde a 75% da proporção de cobertura populacional estimada.

Método

Realizou-se o levantamento de artigos nas seguintes bases de dados: SciELO, Biblioteca Virtual em Saúde da Atenção Primária à Saúde (BV-APS), Periódicos CAPES e Ministério da Saúde, bem como foram feitas consultas no banco de dados do Núcleo de Telessaúde no RN. Após essa atividade, selecionaram-se os artigos dos últimos 15 anos, em português.

As seguintes combinações de palavra foram consideradas para a pesquisa: movimento sanitaria Brasil, ou, crise do sistema previdenciário; criação do SUS e princípios do SUS, ou, desafios do SUS; Telemedicina ou Telessaúde, ou, Telessaúde Brasil;

Programa Telessaúde Brasil redes, ou, impactos do programa Telessaúde Brasil redes; serviços de Telessaúde Brasil e teleconsultoria e tele-educação e segunda opinião formativa e telediagnóstico; Telessaúde no estado no Rio Grande do Norte e saúde no RN.

Neste estudo, priorizaram-se as publicações que tivessem no título palavras relacionadas ao interesse de estudar o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes. Desde os acontecimentos que antecederam a sua criação, até o presente momento de funcionamento do Núcleo de Telessaúde no RN, realizou-se um estudo comparativo do impacto do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes nos estados do Amazonas (AM), Bahia (BA), Pernambuco (PE), Minas Gerais (MG) e Rio Grande do Sul (RS), e relacionou-o aos dados obtidos no Núcleo de Telessaúde no RN.

Com intuito de aprofundar a análise dos impactos obtidos com o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes no RN, criou-se um questionário baseado em estudos já realizados na área, para verificar a opinião dos usuários cadastrados no Núcleo de Telessaúde no RN sobre o serviço de Teleconsultoria. A partir do banco de dados do referido Núcleo, foram selecionados os e-mails de 200 trabalhadores da área da saúde que mais utilizaram a ferramenta. Posteriormente, encaminhou-se um e-mail de apresentação da pesquisa, convidando-os a participar do estudo.

No e-mail em questão, anexou-se o questionário contendo cinco perguntas objetivas no tocante ao nível de escolaridade, à opinião acerca do serviço de Teleconsultoria, à satisfação da resposta recebida, à resolutividade da ferramenta, evitando encaminhamento de paciente para outro nível de atenção, à recomendação do serviço para outros trabalhadores de saúde. Para melhor entendimento dos impactos do Programa no RN, os resultados e dados obtidos foram apresentados na seguinte seção.

Resultados e discussão

De acordo com a revisão bibliográfica realizada e com os resultados obtidos sobre o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes do Núcleo no RN, observou-se uma melhora na qualidade dos atendimentos e diagnósticos realizados pela Atenção Básica de Saúde. Constatou-se uma redução significativa dos custos operacionais para os municípios, diminuição dos encaminhamentos dos pacientes para os grandes centros urbanos e redução de demanda nos centros de maior complexidade. A resolutividade do Programa, ou seja, a capacidade de resolver um processo, simplificando e agilizando os procedimentos, proporcionou também uma alta satisfação e aceitação dos usuários frente ao serviço de Teleconsultoria.

As informações adquiridas através dos questionários aplicados poderão ser utilizadas pelos gestores do Núcleo no RN, com intuito de monitorar, planejar e executar atividades necessárias à realidade dos municípios do estado. Com o objetivo de compreender e visualizar melhor os resultados obtidos no Núcleo de Telessaúde no RN, foram construídos gráficos e tabelas para apresentar os dados da pesquisa.

Para uma análise mais abrangente dos mencionados resultados, buscou-se, durante as discussões, comparar os dados obtidos no RN com os dados dos Núcleos de Telessaúde dos estados do AM, BA, PE, MG e RS. Ademais, o RN possui 167 municípios, dos quais 120 estão cobertos pelo Núcleo de Telessaúde, como podemos ver na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados do Núcleo de Telessaúde no Rio Grande do Norte.

Dados do Estado do RN	Números
Municípios cobertos	120
Pontos implantados	461
Teleconsultorias respondidas	14.853
Profissionais registrados	3.452

Fonte: Banco de dados do Núcleo de Telessaúde no RN.

Os dados contidos nessa tabela representam uma cobertura de aproximadamente 72% do total de municípios do RN. É relevante destacar que entre esse percentual, estão presentes as seguintes cidades: Natal, Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante, Caicó, Currais Novos, Apodi e Mossoró, as quais representam aproximadamente 50% da população total do RN.

Comparando os dados obtidos no Núcleo de Telessaúde no RN com os dados da Rede de Núcleos de Telessaúde Pernambuco (RedeNUTES) e de Silva (2013), em Pernambuco (PE), sétimo estado mais populoso do Brasil e sede da concentração urbana mais populosa do Norte-Nordeste, apenas 51% dos municípios são cobertos pelo Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes. Isso evidencia uma cobertura superior desse Programa no RN em comparação com o estado de PE.

Nos municípios do RN, a cobertura da Telessaúde está diretamente relacionada ao empenho dos Núcleos em realizar treinamentos sobre o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes. Desde março de 2014, quando foi dado início as capacitações presenciais sobre o referido Programa e os serviços oferecidos pelo mesmo, nos municípios do RN, já foram respondidas 14.853 teleconsultorias, isso representa uma média de 436 teleconsultorias mensais. A seguir, exibe-se um mapa referente aos pontos de Telessaúde no RN.

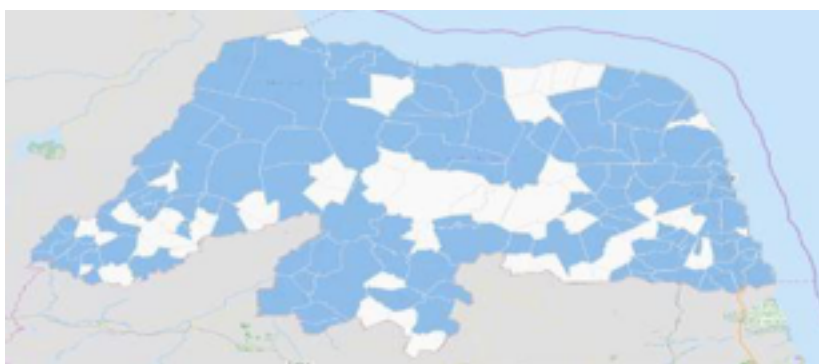


Figura 1 – Pontos de Telessaúde no estado do Rio Grande do Norte.
Fonte: S.M.A.R.T. (2016).

Segundo Armede (2014), desde o início do ciclo de palestras do Núcleo de Telessaúde no estado BA, em 2013, o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes, nesse estado, obteve uma média de 400 solicitações mensais de teleconsultorias. Diferentemente desses dados, Silva (2013) assinala que no estado de PE, no período de 2010 a 2012, o Núcleo de Telessaúde obteve um total de 6.807 Teleconsultorias, apresentando uma média mensal de 189 Teleconsultorias.

No gráfico 1, expõe-se a eficiência do Núcleo de Telessaúde no RN quando comparado com os Núcleos de Telessaúde da BA e de PE. Segundo pesquisa do IBGE, o estado da BA possui uma população quatro vezes maior que a do RN e tem uma média mensal de 400 teleconsultorias, enquanto o RN possui 436 teleconsultorias mensais. O desempenho do Núcleo de Telessaúde no RN mostra-se mais eficiente quando comparado ao estado de PE. Apesar de o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes ter sido implantado primeiro em PE, a média de teleconsultorias revela-se muito inferior à média do RN.

Média de Teleconsultorias Mensais

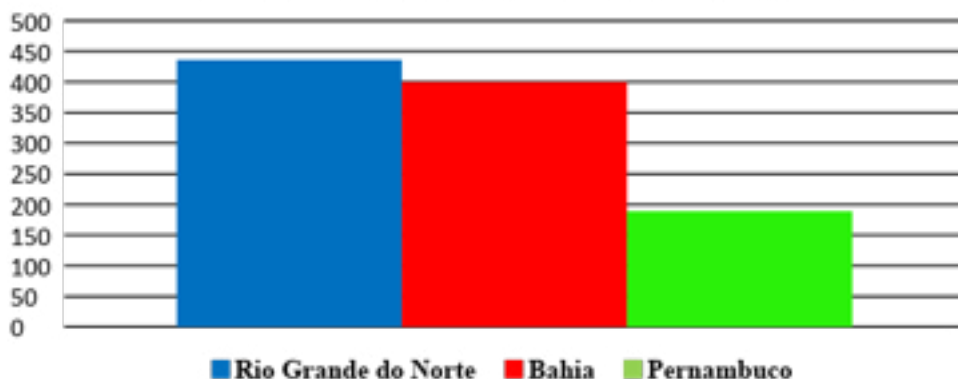


Gráfico 1 – Comparação do número de teleconsultorias mensais realizadas nos estados do RN, BA e PE.

Fonte: Autoria própria.

Os treinamentos presenciais foram fundamentais para o percentual obtido, os quais foram realizados a partir do planejamento e da agenda do Núcleo de Telessaúde no RN. Em média, treinaram-se 40 trabalhadores da área da saúde para utilização dos serviços do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes, entre eles: médicos, enfermeiros, odontólogos, nutricionistas, agentes comunitários de saúde e etc.

Ao ser capacitado, o profissional da referida área exerce o papel importante na disseminação da informação sobre a ferramenta em seus postos de trabalho. Na tabela 1, observou-se um número expressivo de profissionais cadastrados no RN. Entretanto, o número de pontos está inferior a capacidade que o Núcleo possui de atendê-los. Esse fato está diretamente relacionado aos problemas de baixa ou nenhuma conectividade, resultante da ausência de internet banda larga nas Unidades Básicas de Saúde. Além disso, constatou-se a falta de estrutura física de muitos desses locais, não oferecendo o “kit telessaúde” (composto por computador, webcam, impressora e máquina fotográfica), para realizar as atividades e utilizar os serviços de Telessaúde.

- **Opinião a respeito do serviço de Teleconsultoria**

Um dos principais serviços do Telessaúde é a Teleconsultoria, pois permite ampliar o acesso da população a serviços especializados. Também contribuem de maneira simultânea para a educação continuada dos trabalhadores de saúde que utilizam essa ferramenta. A partir da compreensão dos benefícios da utilização da Teleconsultoria, é relevante conhecer a opinião do usuário em relação a esse serviço prestado pelo Núcleo de Telessaúde no RN.

Opinião dos trabalhadores de saúde do RN



Gráfico 2 – Avaliação dos profissionais de saúde do Rio Grande do Norte a respeito do serviço de Teleconsultoria.
Fonte: Autoria própria.

No Gráfico 2, observa-se a avaliação referente ao serviço de Teleconsultoria realizada por 113 trabalhadores da área da saúde, cujos profissionais estão cadastrados na plataforma do Telessaúde no RN e participaram da pesquisa sobre a satisfação. Dos usuários consultados, 43% classificaram o serviço de Teleconsultoria como “Excelente”. Para 45%, o serviço é “Muito Bom”. Enquanto que 8% consideram o serviço “Razoável” e apenas 4% consideraram o serviço “Satisfatório”. Por meio desses dados, constata-se que o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes tem cumprido seu papel na melhoria e fortalecimento da Atenção Básica no RN.

Semelhantemente, no estado do AM, realizou-se uma pesquisa intitulada *Atenção em dermatologia por meio do Telessaúde para educação permanente dos médicos da atenção primária do Amazonas* referente ao Programa de Telessaúde. No percurso desse estudo, foram entrevistados 22 trabalhadores da área da saúde do AM. Dessa entrevista, obtiveram-se os seguintes dados: 59% dos trabalhadores do AM afirmaram que a ferramenta é “Excelente”, 9% disseram que o serviço de Teleconsultoria é “Muito Bom”, 9% consideraram o serviço “Razoável” e 23% avaliaram o serviço “Satisfatório”. A seguir, são exibidas essas informações.

Opinião dos trabalhadores de saúde do AM



Gráfico 3 – Avaliação dos profissionais de saúde do estado do Amazonas a respeito do serviço de Teleconsultoria.

Fonte: Autoria própria, adaptado de Cavalcante (2013, p. 41).

Apesar da experiência pioneira do AM com a implantação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes em 2007 quando comparado com o RN, que teve o referido Programa implantado somente em 2011, mostra-se compatível com o estado do AM quanto a sua consolidação. Observa-se ainda que o AM possui apenas 62 municípios, enquanto o RN tem 167. Desde 2007, o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes no AM, segundo Cavalcante (2013), obteve uma cobertura de 79% do total de municípios. Já no RN, em um período menor (2011-2016), cobriu 72% do total de municípios. Essa cobertura reflete o esforço do Núcleo no RN em difundir o serviço de Teleconsultoria no estado.

- **Satisfação da resposta recebida do serviço de Teleconsultoria**

Torna-se relevante mensurar o nível de sentimento dos usuários, resultante da comparação da experiência de uso do serviço de Teleconsultoria em relação a suas expectativas. Desse modo, no Gráfico 4, apresentam-se informações condizentes às satisfações dos trabalhadores de saúde com as respostas recebidas do serviço.

A resposta recebida do serviço de Teleconsultoria foi satisfatória?

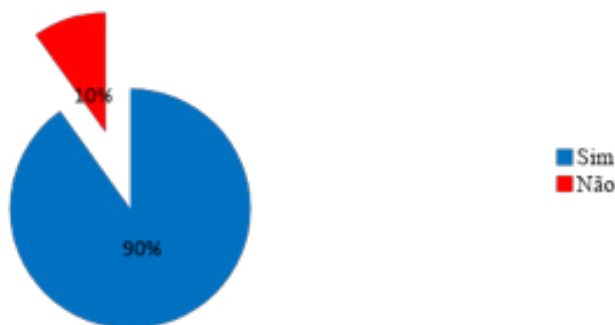


Gráfico 4 – Satisfação da resposta recebida do serviço de Teleconsultoria.
Fonte: Autoria própria.

Por meio dos dados exibidos no Gráfico 4, pode-se dizer que 90% dos profissionais estão satisfeitos com o referido serviço e 10% dos usuários mostraram-se insatisfeitos com a resposta recebida do serviço. Vale ressaltar a existência de dois pontos relevantes para a satisfação do usuário, a saber: *tempo* e *a adequação da linguagem* na resposta.

O *tempo* de resposta das Teleconsultorias é um importante parâmetro para determinar a qualidade do serviço, tendo em vista que a maior parcela das dúvidas deve ser resolvida antes do retorno do paciente a Unidade Básica. Já a *adequação da linguagem* também é um indicador chave para avaliar a qualidade da resposta recebida e por isso, o profissional, teleconsultor, deve estar atento ao nível de formação do solicitante da teleconsultoria, assim como utilizar uma linguagem clara e adequada durante as respostas, no intuito de evitar ruídos na comunicação. Isso contribuirá para uma maior eficiência do serviço, propiciando a educação continuada dos solicitantes. Porém, é necessária uma nova avaliação para determinar a real causa, a fim de elaborar medidas para aumentar a satisfação desses usuários,

que desempenham um importante papel na construção de um sistema de saúde de qualidade para todos (MARCOLINO et al., 2013).

No estudo realizado por Marcolino et al (2013) sobre a experiência da Rede de Teleassistência de Minas Gerais (RTMG) com o Programa Telessaúde implantado desde 2005 nesse estado, os pesquisadores afirmam que 95% dos usuários solucionaram a dúvida e 94% estavam satisfeitos com o serviço. Tendo em vista o êxito do Programa em MG e comparando-o com os resultados obtidos no RN, um estado de menor proporção quando comparado a MG, cuja implantação do Programa ocorreu seis anos depois, os resultados mostraram-se compatíveis.

Conclusão

De acordo com a revisão bibliográfica, a pesquisa de opinião realizada com os trabalhadores da área da saúde e os resultados obtidos neste estudo, constatou-se que o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes foi bem avaliado pelos participantes da pesquisa, que possui, em sua maioria, nível de escolaridade superior, dando maior respaldo aos resultados da pesquisa de opinião.

Verificaram-se semelhanças nos resultados obtidos neste estudo e na pesquisa realizada no AM no tocante ao Programa em questão, em ambos apresentaram-se uma avaliação positiva do mesmo. O serviço de Teleconsultoria proporcionou uma redução na quantidade de encaminhamentos para outros níveis assistenciais, proporcionando a economia no orçamento dos municípios. Além disso, houve uma educação permanente dos profissionais de saúde.

Ademais, observou-se que os principais desafios enfrentados pelo Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes no RN são: a exclusão digital de muitos profissionais e a falta de estrutura das unidades no que diz respeito à conectividade e à estrutura física. Também, o Núcleo de Telessaúde no RN mostrou-se superior ou compatível com os Núcleos de Telessaúde de outros estados brasileiros.

Posto isso, é imprescindível a produção de novas pesquisas, análises e estudos de casos sobre o assunto em questão, priorizando o contexto regional e nacional, com o intuito de difundir, monitorar e replicar as experiências bem sucedidas e as vantagens da utilização da Telessaúde. Por fim, conclui-se que o Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes foi capaz de transpor os desafios econômicos, sociais e geográficos enfrentados no RN. Além disso, proporcionou uma maior qualidade e resolutividade nos serviços de saúde prestados na Atenção Básica de Saúde.

Referências

ARMEDE, Ladjane Barbosa. **O TELESSAÚDE nas Unidades de Saúde da Atenção Básica nos Municípios da Região Macro Sul de Saúde do Estado da Bahia, na perspectiva de um agente da implantação.** 2014. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Saúde Coletiva: concentração em Gestão da Atenção Básica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

AROUCA, A. S. S. **O dilema preventivista:** contribuição para a compreensão e crítica da medicina preventiva. São Paulo: Unesp; Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

BARCELLOS, Christovam. **A geografia e o contexto dos problemas de saúde.** Rio de Janeiro: ABRASCO; ICICT; EPSJV, 2008. 384 p.

BRASIL. Presidência da República. **Constituição da República Federativa do Brasil:** promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL, M. DA S. Custeio dos Núcleos de Telessaúde
MANUAL INSTRUTIVO Brasília - DF. [s.l.]: [s.n.], [19-?].

_____. Núcleo Mato Grosso do Sul. Sobre o Telessaúde.
Disponível em: <<http://telessaude.saude.ms.gov.br/portal/sobre-o-telessaude-2/>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

BRASIL. Presidência da República. **Lei n. 8.080, de 19 de setembro de 1990**: dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília, 1990.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. **Sistema único de Saúde (SUS)**: princípios e conquistas. Brasília: Ministério Saúde, 2000. 44 p. il.

_____. Ministério da Saúde. Portaria n. 35, de 4 de janeiro de 2007. Institui, no âmbito do Ministério da Saúde, o Programa Nacional de Telessaúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 4 jan. 2007. Disponível em: <<http://telessaude.org.br/telessaude/portaria/portaria35.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2014.

_____. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 402, de 24 de fevereiro de 2010. Institui, em âmbito nacional, o Programa Telessaúde Brasil para apoio à Estratégia de Saúde da Família no Sistema Único de Saúde, institui o Programa Nacional de Bolsas do Telessaúde Brasil e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 fev. 2010a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 4.279, de 30 de dezembro de 2010**. Estabelece diretrizes para a organização da Rede de Atenção à Saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). 2010b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 2.554, de 31 de outubro de 2011. Institui, no Programa de Requalificação de Unidades Básicas de Saúde, o Componente de Informatização e Telessaúde Brasil Redes na Atenção Básica, integrado ao Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2011a, Sec. 1, p. 28-9.

_____. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 2.546, de 27 de outubro de 2011**. Redefine e amplia o Programa Telessaúde Brasil, que passa a ser denominado Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes (Telessaúde Brasil Redes). Brasília, 2011b.

_____. Portaria nº 2.488, de 21 de outubro de 2011. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes e normas para a organização da Atenção Básica, para a Estratégia Saúde da Família (ESF) e o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS). **Diário Oficial**, Brasília, n. 204, p. 55, 24 out. 2011c. Seção 1, pt1.

_____. Ministério da Saúde. **Manual de Telessaúde para Atenção Básica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012a.

_____. Ministério da Saúde. **Manual de Telessaúde para Atenção Básica: Atenção Primária à Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012b. 123 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. DEGES/SGTES/MS. **Nota Técnica nº 005/2014**. Diretrizes para elaboração e encaminhamento de Segundas Opiniões Formativas (SOF), conforme Portaria Nº 2.546, de 27 de outubro de 2011. 2014.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde.
**Implantação das Redes de Atenção à Saúde e outras
estratégias da SAS.** Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 160 p.

_____. Ministério da Saúde. **Nota Técnica nº 50/2015.**
Diretrizes para oferta de atividades do Programa Nacional
Telessaúde Brasil Redes. 2015.

BRAVO, Maria Inês Souza. **Política de Saúde no Brasil.**
Disponível em: <[http://www.sbfa.org.br/fnepas/pdf/servico_](http://www.sbfa.org.br/fnepas/pdf/servico_social_saude/texto1-5.pdf)
[social_saude/texto1-5.pdf](http://www.sbfa.org.br/fnepas/pdf/servico_social_saude/texto1-5.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2016.

BREVILHERI, Eliane Cristina Lopes; NARCISO, Argéria
Maria Serráglio; PASTOR, Márcia. A lógica territorial na
política de saúde brasileira. **Serviço Social em Revista**, v. 16, n.
2, p. 36-61, 30 jun. 2014. Universidade Estadual de Londrina.

CASTRO FILHO, E. D. et al. Telessaúde para Atenção
Primária. In: GUSSO, G.; LOPES, J. M. C. (Org.) **Tratado de
medicina de família e comunidade: princípios, formação e
prática.** Porto Alegre: Artmed, 2012. 395-403. v. 1.

CAVALCANTE, Melissa de Sousa Melo. **Atenção em
dermatologia por meio do Telessaúde para educação
permanente dos médicos da atenção primária do
Amazonas.** 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da
Saúde) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2013.

CAVALCANTE, Ricardo Bezerra et al. Uso de Tecnologias
da Informação e Comunicação na educação em saúde de
adolescentes escolares. **Journal Of Health Informatics.** São
Paulo, p. 182-186, dez. 2012.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf>. Acesso em: mar. 2013.

CHAO, L. W. **Modelo de ambulatório virtual (cyber ambulatório) e tutor eletrônico (cyber tutor) para aplicação na interconsulta médica, e educação à distância mediada por tecnologia**. 2003. 110 f. Tese (Livre-Docência em Telemedicina) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA – CFM. Resolução no 1.643, de 7 de agosto de 2002. Define e disciplina a prestação de serviços através da telemedicina. **Diário Oficial da União**, Poder executivo, Brasília, DF, 26 ago. 2002.

DOS SANTOS, A. F. **Telessaúde**: um instrumento de suporte assistencial e educação permanente. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

EL KHOURI, S. G. **Telemedicina**: análise de sua evolução no Brasil. 2003. 238f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

FARIA, R. M.; BORTOLOZZI, A. Espaço, Território e Saúde: contribuições de Milton Santos para o tema da Geografia da Saúde no Brasil. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 17, p. 31- 41, Editora UFPR, 2009.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS – FGV. **Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (Inamps).**

Disponível em: <<http://www.fgv.br/cpd/doc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/instituto-nacional-de-assistencia-medica-da-previdencia-social-inamps>>. Acesso em: 28 out. 2016.

FIGUEIRA, Renato Minelli. **Impactos Econômicos da Telessaúde.** Belo Horizonte: UFMG, 2013. Color.

FIGUEIREDO, Elisabeth Niglio de. **A Estratégia Saúde da Família na Atenção Básica do SUS.** 2012. Disponível em: <http://www.unasus.unifesp.br/biblioteca_virtual/esf/2/unidades_conteudos/unidade05/p_01.htm>. Acesso em: 30 out. 2016.

FINKELMAN, J., org. **Caminhos da saúde no Brasil [on-line].** Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. 328 p. ISBN 85-7541-017-2. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em: 30 out. 2016.

GADELHA, Carlos Augusto Grabois et al. Saúde e territorialização na perspectiva do desenvolvimento. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 6, p. 3003-3016, jun. 2011.

GONDIM, G. M. M.; MONKEN, M. **Territorialização em Saúde.** Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Osvaldo Cruz, p. 32. Disponível em: <<http://www.epsv.fiocruz.br/upload/ArtCient/25.pdf>>. Acesso em: out. 2016.

GUERRA NETO, Custódio Leopoldino de Brito et al. Teleodontologia. In: VALENTIM, Ricardo Alexsandro de Medeiros et al (Org.). **A Telessaúde no Brasil e a Inovação Tecnológica na Atenção Primária**. Natal: Edufrn, 2015.

HADDAD, A. E. Experiência Brasileira do Programa Nacional Telessaúde Brasil. In: MATHIAS, I.; MONTEIRO, A. **Gold Book [on-line]: inovação tecnológica em educação e saúde**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ; 2012.

HADDAD, A. E. et al. Experiência da Rede Brasileira de Teleodontologia. **Jornal Brasileiro de Telessaúde**, v. 2, n. 2, p. 81-83, 2013.

HERSH, W. et al. A systematic review of the efficacy of telemedicine for making diagnostic and management decisions. **Journal of Telemedicine and Telecare**, Portland, v. 8, n. 4, p. 197-209, fev. 2002.

HERSH, W. R. et al. Diagnosis, access and outcomes: update of a systematic review of telemedicine services. **Journal of Telemedicine and Telecare**, London, v. 12, n. 6, p. 3-31, 1 set. 2006.

KOGA, Dirce. Aproximações sobre o conceito de território e sua relação com a universalidade das políticas sociais. **Serviço Social em Revista**, v. 16, n. 1, p. 30-42, 26 dez. 2013. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-4842.2013v16n1p30>>.

KOGA, D.; NAKANO, K. Perspectivas territoriais e regionais para políticas públicas brasileiras. **Revista Serviço Social e Sociedade**, n. 85, Cortez, 2006.

LEITE, Celso c. **A crise da Previdência social**. Rio de Janeiro: Zahar, 1981, 72

MARCOLINO, Milena Soriano et al. A Rede de Teleassistência de Minas Gerais e suas contribuições para atingir os princípios de universalidade, equidade e integralidade do SUS – relato de experiência – DOI: 10.3395/reciis.v7i2.775pt. **Reciis**, v. 7, n. 2, p. 1-21, 28 jun. 2013.

MATTOS, Fernando Augusto Mansor de; CHAGAS, Gleison José do Nascimento. Desafios para a Inclusão Digital no Brasil. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 67-94, abr. 2008.

MAZMANIAN, P. E.; DAVIS, D. A. Continuing Medical Education and the Physician as a Learner Guide to the Evidence. **JAMA: The Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 288, n. 9, p. 1057-1060, 9 abr. 2002.

MELO, M. C. B.; SILVA, E. M. S. Aspectos conceituais em **Telessaúde**. In: MELO, M. C. B.; SILVA, E. M. S. **Telessaúde: um instrumento de suporte assistencial e educação permanente**. 1. ed. Minas Gerais: Belo Horizonte, 2006. p. 17-31.

MENDES, E. **As redes de atenção à saúde**. 2. ed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde. Organização Mundial da Saúde. Conselho Nacional de Secretários de Saúde, 2011.

MERCADANTE, Otávio Azevedo et al. Evolução das Políticas e do Sistema de Saúde no Brasil. In: FINKELMAN, Jacobo et al. (Org.). **Caminhos da saúde pública no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. p. 328.

MIRANDA, Rodrigo Caetano; ARAUJO, Tereza Cristina Cavalcanti Ferreira de. Alcances e limites das tecnologias de informação e comunicação em saúde: um estudo com profissionais da área. **SBPH**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 33-45, dez. 2012.

MISODOR. **A Reforma Sanitária o Sistema Único de Saúde no Brasil**. 2009. Disponível em: <<http://misodor.com/SUSBRASIL.php>>. Acesso em: 28 out. 2016.

MORIGI, V. J. ; PAVAN, C. Tecnologias de informação e comunicação: novas sociabilidades nas bibliotecas universitárias. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 117-125, 2004.

OLIVEIRA, Dulcineide Goncalo de. **Análise do grau de implantação da Telessaúde na Estratégia Saúde da Família em Pernambuco**: estudo de casos. 2010. 125f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2010.

OSMO, Alan; SCHRAIBER, Lilia Blima. O campo da Saúde Coletiva no Brasil: definições e debates em sua constituição. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 205-218, mar. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v24s1/0104-1290-sausoc-24-s1-00205.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2016.

PAIM, J. S. **Reforma sanitária brasileira**: contribuição para a compreensão e crítica. Salvador: Edufba; Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

PAIVA, Carlos Henrique Assunção; TEIXEIRA, Luiz Antonio. Reforma sanitária e a criação do Sistema Único de Saúde: notas sobre contextos e autores. **História, Ciências, Saúde-manguinhos**, v. 21, n. 1, p. 15-35, mar. 2014.

PIROPO, Thiago Gonçalves do Nascimento; AMARAL, Helena Oliveira Salomão do. Telessaúde, contextos e implicações no cenário baiano. **Saúde Debate**, v. 39, n. 104, p. 279-287, mar. 2015.

POLIGNANO, Marcus Vinícius. **História das Políticas de Saúde no Brasil**: Uma pequena revisão. Disponível em: <http://www.uff.br/higienesocial/images/stories/arquivos/aulas/Texto_de_apoio_3_-_HS-Historia_Saude_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 28 out. 2016.

POSSAS, Cristina A. **Saúde e trabalho – a crise da previdência social**. RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado da Saúde do Rio Grande do Norte. Plano estadual de saúde: 2012-2015/ Secretaria de Estado da Saúde. Natal: SESAP/RN, 2013.

SANTOS, Clodogil Fabiano Ribeiro dos. **Tecnologias de Informação e Comunicação**. Chopinzinho: Unicentro, 2015. Color. Disponível em: <<http://repositorio.unicentro.br/bitstream/123456789/315/1/SANTOS,C.F.R.TecnologiasdeInformação.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SILVA, Karolina de Cássia Lima da. **Análise do Programa Telessaúde Brasil Redes no Estado de Pernambuco no Período de 2007 a 2011**. 2013. 162 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2013.

SKELTON-MACEDO, M. C. et al. Teleodontologia: valores agregados para o clínico/especialista. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v. 66, n. 2, jun. 2012. Disponível em: <http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-52762012000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 31 out. 2016.

SOIREFMANN, Mariana et al. Telemedicina: Uma Revisão da Literatura. **HCPA**, Porto Alegre, v. 28, n. 2, p. 116-119, jun. 2008.

SOUZA, Georgia Costa de Araújo; COSTA, Iris do Céu Clara. O SUS nos seus 20 anos: reflexões num contexto de mudanças. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 509-517, jan. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v19n3/04.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2016.

VASCONCELOS, Cipriano Maia de. **Paradoxos da mudança no SUS**. 2005. 259 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

VASCONCELOS, C. M.; PASCHE, D. F. O Sistema Único de Saúde. In: VASCONCELOS, C. M.; PASCHE, D. F. **Tratado de Saúde coletiva**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 2006. p. 531-562.

VERONESI, M. C. et al. Cybertutor: educação mediada por tecnologia na odontologia. **Rev ABENO**, Londrina, v. 4, n. 1, p. 88, 2004.

WEN, C. L. Telemedicina e Telessaúde – Um panorama no Brasil. **Informática Pública**, v. 10, n. 1, p. 7-15, 2008.

_____. **Telemedicina e a Telessaúde**: uma abordagem sob a visão de estratégia de saúde apoiada por tecnologia. 2011. Disponível em: <<http://avancasaudebrasil.org.br/chaowen/artigos/telemedicina.aspx>>. Acesso em: 28 set. 2014.

ZUNDEL, K. M. Telemedicine: history, applications, and impact on librarianship. **Bulletin of the Medical Library Association**, Chicago, v. 84, n. 1, p. 71-79, jan. 1996.

ANÁLISE DE DIMENSÕES FAVORÁVEIS À INOVAÇÃO EM HOSPITAIS DA REDE EBSERH ATRAVÉS DA METODOLOGIA MINNESOTA INNOVATION SURVEY (MIS)

Helder Pacheco de Medeiros

Hélio Roberto Hekis

Irami Araújo Filho

Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

Davidson Rogério de Medeiros Florentino

Resumo

Promover inovação é trazer para o campo das organizações (públicas ou privadas) um viés estratégico altamente recomendado, especialmente para a tomada de decisões. Conhecer seus fatores determinantes é uma das mais importantes tarefas que gestores enfrentam em função do elevado grau de complexidade envolvido. Este artigo tem como objetivo apresentar, a partir da aplicação do método *Minnesota Innovation Survey (MIS)* desenvolvido pelo *Minnesota Innovation Research Program – MIRP* da *University of Minnesota* nos Estados Unidos, as características favoráveis ao ambiente de inovação nos hospitais universitários conveniados à Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), considerada uma das maiores empresas públicas de caráter privado do Brasil. Foram pesquisados 17 hospitais (43,59%) de um total de 39 filiais em todas as regiões do país, por meio de um questionário eletrônico estruturado contendo 83 perguntas relacionadas as 29 dimensões que esta metodologia direciona para o desenvolvimento de inovações. Com isso, buscou-se a partir de embasamento teórico e análises estatísticas variadas, determinar as principais variáveis ligadas à inovação neste contexto. Como resultado, verificou-se a caracterização de

11 dimensões favoráveis à inovação nestas organizações hospitalares, com um forte grau de correlação entre elas, determinantes para um ambiente de inovação. Em termos de contribuições, a pesquisa apresenta um método que trata obter resultados importantes para gestão, controle e inovação de empresas podendo ser utilizado nos mais diversos contextos, evidenciando os principais fatores propícios aos ambientes organizacionais voltados a processos inovadores. Desta forma, novas pesquisas podem ser direcionadas a partir desta metodologia.

Palavras-chave: EBSERH. Hospitais Universitários. Inovação. Metodologia MIS.

Introdução

As exigências estabelecidas por um atual e complexo mercado competitivo no qual a qualidade de produtos e serviços são pontos de extrema importância têm incentivado gestores empresariais a estabelecer processos criativos e inovadores em seu ambiente organizacional, como forma de atender às prerrogativas mercadológicas.

Em meio a essa congruência de variabilidade e turbulência no mercado, cresce de forma substancial o número de empresas voltadas a ajustar o seu processo gerencial através de técnicas e ferramentas de produção, capazes de resultar em vantagem competitiva diante de sua relação interna e externa. Isso se dá por meio da inovação aplicada tanto a produtos como para serviços oferecidos (SANT'ANNA et al., 2011).

Olhando nesta perspectiva para o campo das organizações hospitalares, o estudo e uso das inovações ganha uma nova frente de atuação, uma vez que as complexidades inerentes a este tipo de sistema de produção são determinadas por diferentes atores e seus meios de interação que condicionam o sucesso e direcionamento das inovações (FARIAS; GUIMARÃES; VARGAS, 2012).

Na literatura, foi encontrado apenas um estudo sobre inovação em organizações hospitalares realizado no Hospital Ministro Costa Cavalcanti, situado a oeste do Estado do Paraná com o

objetivo de observar características de ambiente inovador que se atrelavam ao processo de acreditação hospitalar, padrão de qualidade de grande importância para destacar o processo inovativo de hospitais brasileiros. Nessa pesquisa, fatores como padronização de procedimentos, estrutura de mercado e concorrência, além da comunicação foram considerados os mais relevantes para o favorecimento e sucesso da inovação, apontando estes fatores para a conquista de elevado nível de qualidade hospitalar (MACHADO; BARZOTTO, 2012).

Outro estudo embora ligado a área de inovação foi direcionado para a avaliação de um modelo de análise organizacional, observando o ambiente favorável ao desenvolvimento de inovações da empresa Alpha, indústria metalúrgica ganhadora por duas vezes do prêmio Finep de inovação. O estudo aponta como resultado a eficácia do modelo MIS – *Minnesota Innovation Survey* – como instrumento de medida para a caracterização de ambientes inovadores, metodologia esta, importante e contributiva para a sua aplicação no setor da indústria (MACHADO; CARVALHO, 2013). Entretanto, não foi encontrado nenhum trabalho que tente determinar: Quais características são necessárias para que uma organização hospitalar apresente um ambiente favorável à inovação, de acordo com o *Minnesota Innovation Survey* (MIS)?

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo identificar as dimensões pertinentes e oportunas ao ambiente de inovação em Hospitais Universitários da Rede Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), observando as relações entre as dimensões encontradas e destacando como estas características contribuem para o favorecimento do processo inovativo nestas instituições.

A seguir, será disposto o Referencial Teórico apresentando os principais conceitos envolvidos sobre os estudos realizados, seguindo uma apresentação das metodologias utilizadas, bem como os procedimentos envolvidos para a obtenção dos dados coletados, por sua vez apresentar-se-á uma descrição das análises sobre os resultados adquiridos na pesquisa, seguida pelas conclusões e considerações finais do artigo seguido, e, por fim as referências bibliográficas.

Referencial Teórico

- **As organizações hospitalares**

Ao analisar o hospital enquanto organização, é possível perceber que este possui características próprias, diferenciando-o de outras instituições. Para Mintzberg (2006), um hospital pode ser considerado uma organização profissional ou burocracia profissional na qual o trabalho está centrado nas habilidades e nos conhecimentos dos profissionais.

A gestão de organizações hospitalares torna-se mais abrangente em virtude dos avanços tecnológicos e das demandas exigidas pela sociedade. O que gera uma necessidade de modernização e inovação nos processos de gestão, a fim de se aprimorar a qualidade de seus serviços. Uma especificidade de organização hospitalar é denominada: Hospital Universitário (HU). A mesma trata-se de um estabelecimento de saúde associado a uma Instituição de Ensino Superior (IES) instituída para favorecer o aprendizado e atuar como campo de práticas dos principais cursos na área de saúde (Médici, 2001).

- **A empresa brasileira de serviços hospitalares - EBSERH**

Como proposta de gerenciamento destes Hospitais Universitários, surge a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSERH, criada pela Lei Federal 12.550 de 15/12/2011, com a finalidade de administrar instituições públicas federais de ensino ou instituições congêneres de serviços de apoio ao ensino, à pesquisa e à extensão, incluindo Hospitais Universitários federais e hospitais das três esferas de governo (ANDREAZZI, 2013).

A concepção da empresa trouxe aos gestores o desafio de encontrar um novo modelo de gestão para os hospitais públicos de ensino. Seria como definir um novo modelo capaz de proporcionar à administração impulso para eficiência pela inovação, maior controle financeiro, descentralização e busca pela excelência (IBANEZ; VECINA NETO, 2007).

A implantação de novos processos inovativos nas organizações trazem benefícios além daqueles relacionados com as estratégias da empresa, mais do que isso “permitem uma visão sistemática e transversal da organização” (SUÁREZ-BARRAZA, 2013, p. 207).

Os hospitais e a EBSERH são organizações atípicas, as quais fazem jus a estudos, atenção e pesquisas aprofundadas sobre os seus processos de gestão e inovação.

- **Inovação**

O processo de inovação em organizações hospitalares ocorre a partir de sua difusão, por meio da comunicação em um contexto social, envolvendo indivíduos e grupos, os quais formam a organização gerando a produção de novos serviços ou a melhoria da qualidade de suas ofertas (PEREZ; ZWICKER, 2007).

Neste contexto de inovação sobre serviços, característica principal dos “produtos” ofertados por este tipo de organização, a visão conceitual se diferencia um pouco da produção em geral, por ser promovida e percebida especialmente pelo usuário mesmo que de forma intangível, tornando-se colaborador por meio do retorno de satisfação para com o proposto processo de inovação (JUNIOR; GUIMARÃES, 2012).

- **O *minnesota innovation survey* - MIS**

O modelo do questionário MIS destinado a avaliar as inovações nas organizações centra-se nos critérios de parcimônia, significância e generalidades, pelas quais, de comum acordo, foram estabelecidos cinco conceitos básicos centrais do modelo: ideias, pessoas, transações, contexto e resultados, considerados o seu núcleo na perspectiva de gerenciamento de inovações.

Este questionário analisa como acontece o processo de inovação, identificando e acompanhando desde o surgimento de uma nova ideia trazida pelas pessoas (pelas quais é formada a organização) até a sua implantação, bem como a interação destes num ambiente organizacional em constante mudança

(VAN DE VEN; ANGLE; POOLE, 2000). Estes mesmos autores desenvolveram uma descrição mais detalhada sobre os conceitos que formam o núcleo da metodologia MIS. No Quadro 1, a seguir, podemos compreender as características e relações de cada um dos conceitos.

CONCEITO	DESCRIÇÃO
Ideias	A criação da nova ideia é a invenção, o seu desenvolvimento e implementação resulta na inovação. Esta nova ideia pode ser proveniente da recombinação de velhas ideias, como também um esquema que desafie a ordem atual ou uma fórmula ou abordagem percebida como nova por aqueles envolvidos com a inovação.
Pessoas	Há casos em que uma inovação pode ser muito complexa para uma pessoa apenas lidar, sendo então necessária a formação de grupos e estes devem ser organizados e dirigidos. O agrupamento de pessoas resulta na interação de diferentes habilidades, níveis de energia e percepções, podendo ser muito positivo para o desenvolvimento das inovações.
Transações	As relações inerentes ao gerenciamento de inovações envolvem: a) a relação entre colegas, chefes e entre chefes e subordinados; b) o empenho para obtenção e alocação de recursos; c) relação entre diferentes unidades.
Contexto	É o cenário ou ambiente institucional onde as ideias de inovação são desenvolvidas e transacionadas entre as pessoas. O processo de inovação deve abranger uma concepção macro, se referindo à infraestrutura organizacional.
Resultados	Ocorrem em um momento específico após o desenvolvimento e implementação da nova ideia. Há dois resultados possíveis e prováveis, a ideia pode se tornar em uma inovação ou resultar em erro ou falha.

Quadro 1 - O processo de Inovação.

Fonte: Adaptado de Van de Ven, Angle e Poole (2000).

A partir destes conceitos, a metodologia MIS direcionada ao contexto de inovações é formalizada por meio de quatro grandes grupos, compostos por 29 (vinte e nove) dimensões que passam a compor os elementos estruturais do questionário. Estes elementos, por sua vez, constituem quatro grupos apresentados por Van de Ven, Angle e Poole (2000) descritos a seguir:

- **Dimensões internas:** relacionam-se com o processo e contexto da inovação na unidade organizacional e envolvem ideias inovadoras, pessoas, transações e contexto;
- **Dimensões externas:** compreendem os ambientes transacional e global (incerteza ambiental) da unidade e são avaliadas separadas da dimensão interna;
- **Resultado:** constitui a efetividade percebida da inovação e é usada como critério dependente para avaliar e validar as dimensões internas e externas do MIS;
- **Fatores situacionais e contingenciais:** avaliados com outro instrumento (não o modelo MIS) e usados para verificar a teoria básica contingencial do modelo de medição do MIS.

Para uma compreensão mais detalhada dos aspectos que envolvem cada uma destas dimensões, a figura 1, a seguir, traz uma ampliação das características envolvidas em cada medida das dimensões aferidas pela metodologia MIS.

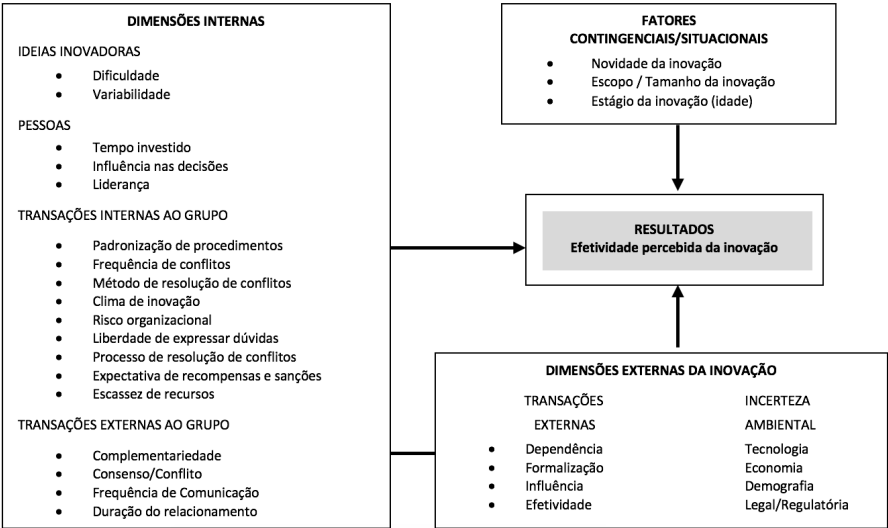


Figura 1 – Modelo de medida das dimensões do MIS.
Fonte: Adaptado de Van de Ven, Angle e Poole (2000).

É importante observar que o conjunto de expectativas inseridas nos contextos das dimensões apresentadas está intimamente relacionado com os conceitos descritos para um processo de inovação. Os campos das ideias, pessoas, transações e resultados descrevem através da metodologia MIS o nível de percepção dos participantes engajados em um processo inovador (CARVALHO, 2010).

Metodologia da Pesquisa

O estudo foi realizado em 17 (dezessete) Hospitais Universitários ligados à Rede EBSERH nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil. A pesquisa foi realizada em uma única etapa, utilizando-se como instrumento de coleta de dados um *survey* (questionário) da metodologia MIS, originalmente construído na língua inglesa, tendo a sua tradução

realizada pelo Fórum de Inovação da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (MACHADO, 2004).

O presente estudo, que apresenta a característica de natureza aplicada, teve como objetivo permitir elucidar informações relevantes e úteis sobre o contexto das organizações hospitalares no desenvolvimento de ambientes propícios à inovação.

Conforme Yin (2001), o estudo de caso investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Desta forma, foi identificado e atribuído este modelo à pesquisa por ter-se aplicado uma metodologia de obtenção de dados a um grupo específico, no qual as entradas propostas objetivaram conhecer a percepção dos participantes sobre um objeto de inovação.

Para constituir a amostra do estudo foram convidados gestores de todas as organizações conveniadas à empresa, num total de 39 HUs, pertencentes a 31 Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Entretanto, somente 17 hospitais (43,58%) participaram da pesquisa. Acredita-se que a principal limitação para a participação efetiva foi a questão cultural, visto que temos muitas pessoas que não mostram interesse em participar de pesquisas desse tipo.

O questionário teve a sua aplicação voltada aos gerentes ligados às áreas da gestão administrativa, da atenção à saúde e da tecnologia da informação (TI), por serem estes fomentadores de planejamentos, execuções ou implantações com algum tipo de inovação. Desta forma, estes principais atores das organizações hospitalares estudadas receberam um destaque na aplicação do instrumento de coleta, compreendendo eles as representações do grupo da amostra.

Vale salientar que a Rede EBSEH conta atualmente com 50 Hospitais Universitários (HU) em toda a sua infraestrutura, classificados pelo *status* de: Com Contrato, Sem Contrato e Empresa Pública. Estas filiais assim denominadas estão espalhadas por todas as regiões do país destinadas a oferecer serviços

de qualidade à comunidade de cada região onde estão inseridas. Um mapa de distribuição dos HUs conveniados e participantes da pesquisa pode ser observado na Figura 2.



Figura 2 – Mapa de Distribuição de HUs conveniados à EBSERH.
Fonte: EBSERH (2016).

A pesquisa foi realizada por meio de formulário eletrônico, desenvolvido através da ferramenta *Google Forms®* e enviado por e-mail a todos os potenciais participantes, ficando disponível por meio de um *link* adicionado ao corpo da mensagem convite para facilitar o acesso e à participação do *survey*. Em seguida, todos os possíveis respondentes foram contatados por telefone e solicitados a participar da pesquisa.

O questionário constava de 83 (oitenta e três) questões, representando as 29 (vinte e nove) dimensões citadas anteriormente. As perguntas direcionadas aos respondentes foram distribuídas em questões envolvendo múltipla escolha. Cada colaborador da pesquisa deveria optar por apenas uma opção de resposta dentre as elencadas. O Quadro 2 apresenta o conjunto

de possibilidades de respostas apresentadas ao pesquisado, as quais, durante a análise, foram atribuídos valores baseados na escala *Likert* de 5 (cinco) pontos, sendo 1 (um) o valor de menor importância e 5 (cinco) o de maior importância, além de duas questões discursivas.

TIPOS DE POSSIBILIDADES DE RESPOSTA DO SURVEY MIS				
Nada satisfeito	Pouco satisfeito	Indiferente	Bastante satisfeito	Muito satisfeito
Nenhuma chance	Pequena chance	50% de chance	Bastante provável	Quase certo
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não tenho opinião formada	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Nada	Muito pouco	Em parte	Bastante	Muito
Sem contato	Mensalmente ou menos	Quase semanalmente	Diariamente	Mais de uma vez por dia
Nenhuma	Pouca	Alguma	Forte	Muito Forte
Nenhuma certeza	Pouca certeza	Certeza Moderada	Muita certeza	Certeza absoluta
Diversas vezes por dia	Algumas vezes por dia	Quase diariamente	Quase semanalmente	Mensalmente ou menos
Sempre os mesmos	Quase sempre os mesmos	Um pouco diferentes entre si	Bastante diferentes entre si	Completamente diferentes
Geralmente não causou sobrecarga	Às vezes causou sobrecarga	Na medida certa de se lidar	Difícil de dar conta	Quase impossível de dar conta
1 hora	1 dia	1 semana	1 mês	6 meses
Terminou com a implantação da inovação	Até 6 meses após o término da implantação	1 ano após o término da implantação	De 2 a 3 anos após o término da implantação	Ainda está fortemente presente

Quadro 2 – Tipos de Respostas possíveis na Metodologia MIS.
Fonte: Autoria própria.

Os dados obtidos foram primeiramente tabulados em planilha eletrônica, utilizando o *software* Excel® da empresa

Microsoft, de forma a agrupar as perguntas pertencentes às mesmas dimensões. Em seguida, realizou-se a exportação das respostas para o software *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS possibilitando a análise estatística no intuito de obedecer um maior rigor no processo de investigação e compreensão dos dados coletados, necessários para se garantir resultados expressivos e relevantes em função da hipótese e dos objetivos levantados para a pesquisa.

Em termos estatísticos, utilizou-se o teste *Kruskal-Wallis* método não paramétrico de comparação de média que serve como alternativa ao teste paramétrico de análise de variância, quando o pressuposto de normalidade e homogeneidade dos dados não é atendido. Estabeleceu-se também como parâmetro de análise, a Correlação de Pearson (r): medida de relação linear entre duas variáveis numéricas, com escala entre -1 e 1. Nele, uma correlação positiva, significa as relações de medidas em que, quando uma variável aumenta, a outra tende a aumentar também. Enquanto na correlação negativa, à medida que uma variável aumenta, a outra tende a diminuir.

A seguir, temos uma classificação de coeficiente de correlação:

- acima de 0,70 (positivo ou negativo), indica correlação forte;
- entre 0,30 a 0,70 (positivo ou negativo), indica correlação moderada;
- de 0 a 0,30 (positivo ou negativo), temos uma correlação fraca.

A partir destes instrumentos de análise, o tratamento dos dados obtidos ganharam representação e significados.

Apresentação e análise dos resultados

Para responder o questionamento proposto pela pesquisa, voltado a conhecer que características são necessárias para que uma organização hospitalar apresente um ambiente favorável à inovação, de acordo com o *Minnesota Innovation Survey* (MIS), as análises partiram do pressuposto de garantir a confiabilidade dos dados e assim observar a sua consistência.

Através do teste estatístico *Cronbach's Alpha*, pode-se garantir a confiabilidade dos dados, garantindo um índice de confiança em 11 (onze) evidentes dimensões sobre a inovação, as quais obtiveram um alfa de *Cronbach's* acima de 0,80, ou seja, a consistência dos dados é classificada como satisfatória no instrumento de pesquisa, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Teste estatístico Cronbach's Alpha para o questionário de planejamento estratégico.

Descrição	Alpha de Cronbach's
Questionário geral	Questionário geral
Satisfação da inovação	0,871
Metas de inovação atingidas	0,874
Metas de inovação não atingidas	0,875
Liderança na inovação	0,869
Apoio na inovação	0,872
Obtenção de recursos	0,869
Engajamento na inovação	0,873
Comunicação na inovação	0,875
Dificuldades e impedimentos	0,876
Gestão de conflitos	0,873
Planejamento e executando a inovação	0,873

Fonte: Autoria própria.

Tem-se, portanto, o pressuposto de que as dimensões apresentadas anteriormente representam características importantes para um ambiente inovador.

O quesito “Satisfação da inovação” foi analisado a partir de uma experiência prévia vivenciada por cada respondente, cujas arguições se basearam nos seguintes questionamentos: “Nível de satisfação com o resultado que a inovação teve” (43,48% e 39,12%), “Satisfação com o esperado de progresso pessoal com esta inovação” (47,83% e 39,12%), “Grau de satisfação pela contribuição que esta inovação trouxe para a sua empresa” (52,17% e 34,78%), para respostas tidas como “Satisfeito” e “Muito Satisfeito”, respectivamente. De forma geral, obteve-se um nível de satisfação alto sobre os resultados, demonstrados por um somatório entre os itens avaliados acima de 60%.

Outra evidência apresentada nas análises está relacionada com o reconhecimento ou recompensa por metas de inovação atingidas. Das questões propostas pela metodologia: “O grupo como um todo foi reconhecido ou recompensado pelos resultados atingidos” e “Somente alguns indivíduos foram reconhecidos por sua dedicação pessoal”, dos entrevistados 56,52% declararam ser “Bastante provável” o reconhecimento e recompensa pelos resultados obtidos durante a execução de um processo inovador, o que por sua vez, 47,83% alegaram “Pequena chance” de somente alguns serem reconhecidos por sua dedicação diante de inovações.

Em contraponto a esse aspecto, questionados sobre a possibilidade de repreensões ou cobranças por metas de inovação não atingidas, os respondentes relataram “Pequena chance” (43,38%), seguido de “Bastante provável” (37,78%), quando perguntados se “O grupo como um todo foi repreendido ou cobrado”. No entanto, 52,17% das respostas para a pergunta se “Somente alguns indivíduos foram repreendidos ou cobrados” apontaram haver “Pequena chance”, bem como 26,09% relataram haver “Nenhuma chance” para isso acontecer.

Para a dimensão liderança na inovação, o grau de concordância nas respostas foi bastante elevado (acima de 60%), nos itens avaliados desse aspecto. Dentre os questionamentos indicados, os mais destacados foram: “Geralmente as pessoas que

lideram o processo de inovação encorajam os outros a também tentarem inovar”, apresentando um percentual de 73,91% para a alternativa de resposta “Concordo totalmente”, seguido pelo percentual de 60,87% para a mesma resposta quando questionados se “Geralmente as pessoas que lideram o processo de inovação lembram constantemente da necessidade de cada um se comprometer com o resultado da inovação”, bem como 56,53% das respostas de mesma alternativa “Concordo totalmente” foram evidenciadas diante da questão “Geralmente as pessoas que lideram o processo de inovação se preocupam com o bom relacionamento no grupo”.

Tais contribuições remetem, diante da metodologia, à figura do líder, características como confiança e senso de responsabilidade com o grupo, valorização e incentivo diante de processos inovativos, bem como comprometimento com os resultados da inovação.

Outro aspecto bastante importante da pesquisa foi o enfoque dado ao apoio na inovação. Para os diferentes questionamentos propostos, os pesquisados apostaram respostas entre “Bastante” e “Muito” nas seguintes proposições: “Na interação entre você e o grupo que participou desta inovação, houve conversas ou discussões que auxiliavam no relacionamento entre vocês e que ajudaram no desenvolvimento desta inovação?” (56,52% e 30,43% respectivamente), “Você se considera satisfeito com essa parceria?” (65,21% e 21,74% para as mesmas respostas), como também em “Na execução desta inovação, sei que podia confiar nas pessoas que fizeram parte da inovação, assim como elas também podiam confiar em mim?” (52,17% e 26,09% respectivamente entre “Bastante” e “Muito”).

Já em termos de aspectos tais como: “Quanto do trabalho que você ou seu grupo deveria desenvolver normalmente foi feito por outras pessoas ou grupos para que você pudesse desenvolver esta inovação?” Foram evidenciados 34,78% para respostas do tipo “Muito pouco”. Em “Você ou seu grupo de inovação, quando precisaram alterar as atividades de outras pessoas ou grupos, conseguiram facilmente fazer esta mudança?” 60,87%

das respostas foram atribuídas à alternativa “Em parte”. Assim como, ao questionar sobre a ocorrência de conflitos ou divergências de opiniões entre você ou seu grupo com outras pessoas ou grupos da empresa que se envolveram com a inovação, 47,83% também atribuíram suas respostas à mesma alternativa.

Para o desdobramento de uma inovação é importante a obtenção de recursos (financeiros, de materiais, espaços e equipamentos, assim como de pessoas) que facilitem a implementação e deem continuidade das ações dos envolvidos no processo de mudanças. Nesta análise, quando perguntadas sobre o quanto destes aspectos foram facilitados diante do processo inovativo, obtivemos as seguintes respostas: “Recursos financeiros” (13,04% responderam “Nada”, 21,74% optaram por “Muito pouco” e 26,09% definiram como “Em parte” e “Bastante”). Em termos de “Materiais, espaços e equipamentos”, 30,43% dos respondentes definiram como aplicados “Em parte”, bem como no aspecto “Atenção de instâncias superiores”, um percentual de 34,78% optou pela mesma alternativa de resposta. Em relação ao recurso “Pessoas” a frequência de respostas esteve entre “Bastante” (39,13%) e “Muito” (21,74%). Tais análises nos revelam algumas dificuldades em termos de planejamento de recursos e em muitos casos de se fazer projeções sobre estes elementos diante da inovação.

Para a compreensão dos aspectos voltados ao Engajamento na Inovação, algumas perguntas foram propostas por meio da metodologia, tornando oportuna a análise desta dimensão sob as seguintes proposições: “Definir onde se pretendia chegar com esta inovação”, as respostas “Bastante” e “Muito” (43,48% e 39,13% respectivamente), e em “Definir e detalhar as atividades que eram necessárias ser feitas para podermos concluir com a inovação, fazer “ela acontecer” com as alternativas “Bastante” (43,48%) e “Muito” (34,78%) apresentaram um somatório de frequências acima de 60% dos itens avaliados. No entanto, nos itens quantas regras existiam que indicassem como você deveria proceder para desenvolver esta inovação, respostas variaram

entre “Algum” (43,48%) e “Bastante” (34,78%), também sobre a existência de regras, manuais ou procedimentos que indicavam como seu trabalho deveria ser executado e se existiam, se eram detalhadas, os respondentes apontaram alternativas entre “Muito pouco” (26,09%), “Bastante” (30,44%), “Muito pouco” (26,09%) e “Algum” (26,09%) respectivamente. Apesar destes resultados, temos um maior percentual entre “Bastante” e “Muito” na maioria dos itens avaliados, apresentando somatório entre os itens avaliados acima de 60%, o que reforça ser também um elemento importante para se fomentar um contexto oportuno à inovação.

Além de se buscar manter uma coesão e disposição dos atores em meio a um processo inovador, o aspecto Comunicação na inovação tem também importante relevância como característica favorável no contexto da inovação. A partir de questões relacionadas à temática dentro da metodologia aplicada, dados da pesquisa revelaram a frequência de contatos dos itens relacionados com esta dimensão baseadas nos seguintes aspectos: “Indivíduos de outros grupos que também estavam trabalhando com a inovação” 56,52% dos respondentes assinalaram a alternativa de resposta “Semanal”, quando “Pessoas de níveis superiores na organização” 47,83% indicaram como resposta “Mensal” e 30,43% como “Diariamente”. Também em “Durante o desenvolvimento desta inovação, qual a frequência de comunicação entre você e seu grupo com pessoas de outras áreas da empresa que também se envolveram com esta inovação?”, as respostas indicaram frequências entre “Semanal” (39,13%) e “Diariamente” (30,43%). Por outro lado, a comunicabilidade com agentes ou atores externos à instituição onde a inovação se desenvolve apresentaram percentuais de frequência elevados nas respostas com alternativa “Sem contato” (39,13% em relação a “Consultores de outras organizações e “Consumidores”, 65,22% quanto a “Fornecedores”, 56,52% ao relacionar “Pessoas de governo ou de agências reguladoras”). Tais resultados demonstram que as inovações embora desenvolvidas para a melhoria da qualidade de serviços e/ou produtos oferecidos, muitas vezes não agregam

de maneira mais efetiva a comunicação com elementos de seus fatores externos.

Em um ambiente favorável à inovação, referências a dificuldades ou impedimentos podem gerar desconforto e redução do comprometimento e empenho na execução de tarefas inerentes ao processo. A partir da pesquisa, questões como “Dificuldade em obter ajuda de pessoas qualificadas, que poderiam contribuir no desenvolvimento desta inovação” obtiveram percentuais de 34,79% para alternativa de resposta do tipo “Pouca” e 30,43% do tipo “Alguma”, também em casos de “Dificuldade em saber para que serviria esta inovação, se os objetivos do seu desenvolvimento estavam claros”, 52,17% dos respondentes apontaram “Nenhuma” como resposta comum. Em “Dificuldade em saber os detalhes de como desenvolver esta inovação” percentual de resposta de 47,83% indicaram a alternativa “Pouca”.

Em relação a “Falta de apoio de pessoas-chave (muito importantes) que resistiram em participar desta inovação e que poderiam comprometer o sucesso da inovação”, 39,13% e 43,48% das respostas obtidas sinalizaram ter tido “Pouca” ou “Alguma” dificuldade neste aspecto durante a inovação, respectivamente. Avaliando o somatório das respostas “Forte” (30,43%) e “Muito forte” (8,70%) relacionadas à questão: “Dificuldade em obter recursos financeiros e outros necessários ao desenvolvimento da inovação” apresentou-se como a maior dificuldade desta dimensão. Estes dados corroboram com as análises descritas anteriormente sobre a importância da obtenção de recursos diante de uma inovação.

Um importante aspecto da formação de grupos que farão parte de mudanças ligadas à inovação é o grau de interação entre elas, o que permite de forma clara e espontânea serem discutidas questões decisivas sobre o processo inovador. Esta dimensão também foi evidenciada de forma importante entre as análises da pesquisa, a qual a metodologia MIS a classifica como: Gestão de Conflitos, apoiando-se na perspectiva de se permitir e consolidar

a integração do grupo diante de ações executadas em torno de um processo de produção.

As análises apresentam importantes resultados acerca das seguintes questões levantadas: no item “Discutindo as questões abertamente com as pessoas envolvidas” os respondentes apontaram um percentual de 60,87% em relação a alternativa de resposta “Forte”, para “Com a presença de um gerente ou superintendente para resolver a questão com as pessoas envolvidas” 47,82% assinalaram “Forte” como a melhor resposta. Também em “Qual o grau de ligação entre os departamentos ou grupos envolvidos com a inovação?”, a frequência de respostas “Forte” foi de 56,52%. Estes resultados evidenciam que uma maior abertura entre os integrantes dos grupos para expor suas opiniões e também a presença de um gestor atuando como mediador de possíveis conflitos formam importantes elementos dentro do processo de inovação.

Os dados analisados também evidenciaram a dimensão Planejamento e Execução da Inovação caracterizada por questões formuladas pela metodologia que contribuem para se averiguar as condições de desenvolvimento da inovação. Dentre as respostas obtidas a estas questões, verificou-se as seguintes frequências nos itens relacionados: “Você tinha facilidade em saber com antecedência os passos corretos e necessários para desenvolver esta inovação (passos significam etapas e iniciativas tomadas que foram fundamentais para o prosseguimento da inovação)?”, os respondentes apresentaram percentuais de 52,17% na alternativa “Moderado” e 43,48% para a resposta “Fácil”. Sobre “Você tinha alguma certeza de que a inovação iria dar certo?”, obteve-se frequência de 39,13% para a alternativa “Muita Certeza”.

Com relação a “Na fase de inovação que você participou, com que frequência surgiram problemas difíceis de serem resolvidos?”, 47,82% destacaram a resposta “Quase semanalmente”. Para a questão “Os problemas eram diferentes cada vez que surgiram?” a resposta “Um pouco diferentes entre si” (69,57%) apresentou elevada escolha entre os participantes.

Ao mencionar sobre “Com que antecedência você sabia o tipo de trabalho que seria cobrado de você?”, seguindo o mesmo percentual de 39,13%, as respostas destacaram os aspectos “1 mês” e “1 semana”. A questão “Quanto tempo você acredita que a parceria entre o seu grupo e outros grupos que participaram da inovação durou?” apresentou um percentual de 69,56% na resposta “Ainda está fortemente presente”. Esta dimensão está voltada a ações planejadas enquanto se desdobra um processo inovador. Não especificamente se tratando de um planejamento prévio de tarefas e execuções a serem postas em prática.

Após destacar as respostas das análises sobre as dimensões evidenciadas, foram aplicados novos testes estatísticos, com o intuito de se conhecer as correlações entre as características favoráveis ao ambiente de inovação dos hospitais da rede EBSERH onde, por meio de cálculos das médias aritméticas das dimensões elencadas e atribuindo-se notas de 1 a 5 (quanto maior o valor, melhor será o desempenho) e obedecendo ao critério das respostas inversas, construíram-se as observações apresentadas na Tabela 2.

Verificaram-se também por meio da aplicação do teste não paramétrico de Kruskal Waills para um nível de significância de 1%, evidências de diferenças estatísticas entre as 11 dimensões apresentadas.

Tabela 2 – Comparação das dimensões.

Domínios	Mínimo	Máximo	25%	Mediana	75%	Média	DV*	CV**	Valor - p
(1) Satisfação da inovação	2,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,16	0,80	19,30	0,000
(2) Metas de inovação atingidas	1,00	4,00	3,00	3,00	3,50	3,04	0,56	18,48	
(3) Metas de inovação não atingidas	1,00	3,50	2,00	2,50	3,00	2,43	0,73	29,89	
(4) Liderança na inovação	1,58	4,75	3,58	4,25	4,50	4,01	0,77	19,12	
(5) Apoio na inovação	2,73	4,36	3,36	3,64	3,91	3,60	0,43	11,82	
(6) Obtenção de recursos	1,75	5,00	2,75	3,25	4,00	3,36	0,93	27,74	
(7) Engajamento na inovação	2,88	4,88	3,13	3,50	3,88	3,59	0,55	15,23	
(8) Comunicação na inovação	1,33	3,33	1,89	2,22	2,67	2,27	0,52	22,79	
(9) Dificuldades e impedimentos	1,33	4,33	1,83	2,33	2,83	2,40	0,71	29,60	
(10) Gestão de conflitos	1,60	3,80	2,80	3,00	3,20	2,98	0,50	16,91	
(11) Planejamento e executando a inovação	2,57	4,29	3,29	3,43	3,86	3,47	0,41	11,95	

* Desvio Padrão

** Coeficiente de Variação

Fonte: Autoria própria.

De forma geral, todas as dimensões evidenciadas na pesquisa demonstraram ser características importantes para um ambiente de inovação em um contexto hospitalar. Algumas apresentam melhor desempenho provavelmente influenciadas por outras dimensões que determinam estas variações. Isto pode ser explicado pelos métodos estatísticos aplicados em que, para um nível de significância de 5%, temos correlações moderadas, positivas, estatisticamente significantes, nas quais, à medida que uma dimensão aumenta, a outra tende a aumentar também, como descreve a Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Análise de correlação das dimensões encontradas.

Correlação	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
D1	1	0,11	-0,15	0,40	0,31	0,55**	0,38	-0,07	-0,20	-0,05	0,27
D2		1	0,04	0,18	0,17	0,32	0,29	-0,03	-0,34	0,19	-0,39
D3			1	-0,21	0,10	0,04	-0,05	0,38	0,12	0,22	-0,07
D4				1	0,64**	0,39	0,24	-0,21	-0,24	0,18	0,44*
D5					1	0,30	0,38	-0,57**	-0,37	0,06	0,63**
D6						1	0,04	0,11	0,18	0,32	0,22
D7							1	-0,18	-0,22	-0,04	0,17
D8								1	0,41	0,45*	-0,30
D9									1	0,28	-0,11
D10										1	0,18
D11											1

*Valor - p <0,05 **Valor - p < 0,01

Fonte: Autoria própria.

Um fato interessante observado também nas análises demonstrou uma correlação moderada negativa estatisticamente significativa. Estes resultados denotam algumas relações inversas entre as dimensões, o que caberia um novo estudo para se averiguar em quais sentidos estes fatos acontecem.

No entanto, as correlações positivas acontecem pelo natural grau de dependência entre as dimensões. Todas estas

análises revelam as características mais importantes e favoráveis à inovação dentro do contexto das organizações hospitalares, identificadas em consonância com a utilização do método aplicado aos hospitais universitários da rede EBSERH, em resposta a problemática levantada neste estudo.

Dessa forma, verifica-se que as variáveis ligadas a dimensão interna proposta pela metodologia MIS, tais como: Metas de inovação atingidas, Metas de inovação não atingidas, Liderança na inovação, Gestão de conflitos, Comunicação e Planejamento e executando a inovação foram fortemente identificadas nas análises, igualmente aquelas ligadas à dimensão externa como obtenção de recursos, apoio na inovação, engajamento na inovação, dificuldades e impedimentos, assim como a característica satisfação da inovação atrelada à dimensão resultados.

Considerações Finais

Em consonância com os objetivos desta pesquisa investigou-se através da metodologia *Minnesota Innovation Survey* - MIS as principais dimensões relacionadas ao processo de inovação no contexto de hospitais universitários pertencentes à Rede EBSERH, analisando por meio de procedimentos estatísticos as características favoráveis ao desenvolvimento de inovações. O método utilizado foi criado pelo MIRP – *Minnesota Innovation Research Program* engloba um conjunto de 29 (vinte e nove) dimensões alinhadas a um repertório de variáveis internas, externas e contingenciais direcionadas a efetividade percebida da inovação (Resultados).

As características evidenciadas nos resultados das análises deste estudo são compatíveis com aquelas propostas pela metodologia, tendo sido adquiridas por meio de coleta de dados rápida e confiável, através de um questionário (contendo 83 perguntas) estruturado de forma a facilitar a obtenção de respostas dentro de um curto período de tempo solicitado a cada respondente,

minimizando incorreções de preenchimento e elevando a credibilidade e fidelidade das informações adquiridas.

Dentre as dimensões elencadas como favoráveis à inovação no contexto destes hospitais, pela pesquisa, resultou um conjunto de onze características, seis delas relacionadas a dimensão interna, quatro a dimensão externa e uma a dimensão resultado. Esta pesquisa contribui com a comunidade científica por apresentar um método que trata obter resultados importantes para gestão, controle e inovação de empresas podendo ser utilizado nos mais diversos contextos (públicos ou privados) apresentando os principais fatores propícios aos ambientes organizacionais voltados para processos inovadores.

Esta pesquisa também é de grande relevância, pois possibilita criarem-se novos vieses de utilização e mensuração de resultados por meio da metodologia aplicada neste estudo, a qual também foi trabalhada com bastante qualidade pelos autores Machado e Carvalho (2013) e Machado e Barzotto (2012) sempre buscando trazer novas perspectivas acerca da inovação. Assim, para ampliar-se as potencialidades desta metodologia, sugere-se a aplicabilidade do MIS, ainda que no contexto das organizações hospitalares, com os colaboradores destas instituições com o objetivo de proporcionar maior escalabilidade de resultados e a agregação de novas características favoráveis à inovação.

No que tange as limitações da pesquisa por se tratar de uma pesquisa extensa e, levando-se em consideração uma gama de fatores tais como: deslocamento, tempo de convencimento para o respondente participar como também a limitação geográfica, o processo de coleta de informações agregou um número considerável de não respondentes, justificado por não haver obtido um contato telefônico correto, mudança de gestores ou até mesmo culturalmente, em nosso país, as pessoas normalmente se eximirem em participar como respondentes de surveys em pesquisas científicas.

Referências

- ANDREAZZI, M. F. S. EBSERH: Inconsistências e reforma do Estado. **Revista brasileira de Educação médica**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 275-284, 2013.
- CARVALHO, L. C. **Ambiente de inovação: análise multidimensional em uma organização do setor metal-mecânico**. 2010. 184 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Fundação Universidade regional de Blumenau, Santa Catarina, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES. **Hospitais Universitários/Filiais EBSERH**. Disponível em: <<http://www.ebserh.gov.br/web/portal-ebserh/filiais-ebserh>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- FARIAS, J. S.; GUIMARÃES, T. A.; VARGAS, E. R. Inovação em hospitais do Brasil e da Espanha: a percepção de gestores sobre o prontuário eletrônico do paciente. **Brazilian business review**, Vitória, v. 9, n. 3, p. 25-46, jul./set. 2012.
- IBANEZ, N.; VECINA NETO, G. Modelos de gestão e o SUS. **Ciência & saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 1831-1840, 2007.
- JUNIOR, P. C. R.; GUIMARÃES, T. A. Service innovation: the state of the art and a proposal of a research agenda. **Review of business management**, São Paulo, v. 14, n. 44, p. 293-313, 2012.

MACHADO, D. D. P. N. **Inovação e cultura organizacional:** um estudo dos elementos culturais que fazem parte de um ambiente inovador. 2004. 185 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2004.

MACHADO, D. D. P. N.; CARVALHO, L. C. Ambiente favorável ao desenvolvimento de inovações: proposição de um modelo de análise organizacional. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 48, n. 3, p. 592-607, 2013.

MACHADO, D. D. P. N.; BARZOTTO, L. C. Ambiente de inovação em instituição hospitalar. **Revista de Administração e inovação**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 51-80, 2012.

MÉDICI, A.C. Hospitais universitários: passado, presente e futuro. **Revista da associação médica brasileira**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 149-156, 2001.

MINTZBERG, H. **O Processo da estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

PEREZ, G.; ZWICKER, R. Adoção da Inovação em Sistemas de Informações na Área de Saúde: Um Estudo do Prontuário Médico Eletrônico. In: XXXI ENANPAD, 31., 2007, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2007.

SANT'ANNA, P. R. et al. Tecnologia da informação como ferramenta para a análise econômica e financeira em apoio à tomada de decisão para as micro e pequenas empresas. **Rev. adm. pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 5, p.1589-1611, 2011.

SUÁREZ-BARRAZA, M. Process Innovation in local governments: an empirical study of continuous improvement effort. **Review of business management**, São Paulo, v. 15, n. 47, p. 204-220, 2013.

VAN DE VEN, A. H.; ANGLE, H. L.; POOLE, M. S. **Research on the management of innovation: the Minnesota studies**. New York: Oxford University Press, 2000.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO APLICADO EM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CONVENIADO À EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES – EBSERH

Júlia Lorena Marques Gurgel

Hélio Roberto Hékis

Irami Araújo Filho

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto

Jane Francinete Dantas

Resumo

No Brasil, os hospitais universitários têm importância fundamental na evolução do Sistema Único de Saúde (SUS) e em diversas áreas que favorecem a melhoria das condições de saúde da população. Desse modo, este artigo tem por objetivo analisar os indicadores de desempenho do Hospital Universitário Onofre Lopes, localizado na região nordeste do país, antes e após a adesão ao contrato de gestão com a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH). Para a realização deste estudo, os autores selecionaram indicadores de desempenho em organizações hospitalares e analisaram o comparativo dos biênios 2011-2012 e 2014-2015, a partir da matriz de índice de desempenho adotada por Brizola, Gil e Junior (2011). Os 32 indicadores são organizados em termos de estrutura e resultados, bem como nas categorias: instalações, recursos humanos, receita, produção, produtividade, qualidade, custos e ensino/pesquisa/extensão. Os resultados evidenciam os melhores desempenhos dos indicadores no biênio 2014-2015. Os autores atribuem essa evolução dos índices de desempenho à ampliação e reorganização da equipe

de trabalho, ao aumento da receita, às reformas estruturais e à oferta de novos serviços à população. É perceptível a pequena quantidade de estudos que relacionam os resultados dos indicadores numa comparação periódica de um mesmo hospital. Portanto, é essencial o acompanhamento, a análise e a divulgação desses indicadores.

Palavras-chave: Hospital Universitário. Indicadores. Análise. EBSERH.

Introdução

Os indicadores-chave de desempenho, com a finalidade de aumentar este último nas organizações, têm sido um tema internacional cada vez mais de interesse de acadêmicos e profissionais que atuam em empresas (BOTJE et al., 2016; BUCKINGHAM, 2015; CAPPELI, 2016; CHOW et al., 1998; DEJONG, 2009; FERRY, 2016; HILL, 1995; PASTINEN, 2010; PINK et al., 2001; STEVE, 2013; TROTTA et al., 2013; ZAFFRON, 2009). Particularmente no segmento de organizações hospitalares, os indicadores-chave de desempenho vêm sendo utilizados como instrumento para fomentar o aumento do desempenho em suas funções essenciais (GIBBERD et al., 2004; LEE et al., 2008). Embora a organização hospitalar tenha entre as suas funções compreender valor, criar valor e entregar valor aos seus clientes (ANDERSON; NARUS; NARAYANDAS, 2009), de acordo com Drucker, a inovação é a única função essencial da organização do século XXI que permeia toda a cadeia de valor na organização (DRUCKER, 2009).

Devido à necessidade do desenvolvimento de tratamentos para diversas doenças, espera-se que os profissionais de saúde superem as limitações e realizem inovações nas técnicas e abordagens terapêuticas. Nesse sentido, os hospitais universitários e de ensino vinculados ao setor público têm pelo menos três diferentes papéis envolvendo oferta de tratamento médico, ensino dos futuros médicos e incentivos à pesquisa (TROTTA et al., 2013).

No Brasil, os Hospitais de Ensino têm importância fundamental na evolução do Sistema Único de Saúde – SUS, em diversas áreas que favorecem a melhoria das condições de saúde da população (BARATA; MENDES; BITTAR, 2010). Apesar da alta relevância social dessas organizações, isso não as impossibilitou de passar por diversas crises de funcionamento. As instalações físicas precárias, a subutilização da capacidade instalada para alta complexidade e o quadro insuficiente de servidores são fatores que restringem a oferta de serviços à comunidade.

A administração dos HUs é historicamente vinculada às Universidades Federais correlatas do Ministério da Educação – MEC que prestam serviços assistenciais aos clientes do SUS, por meio de convênios públicos com os gestores municipais e estaduais. Consequentemente, a eficácia dessas organizações dar-se em função do nível em que a administração estabelece uma finalidade unificadora, dada a variedade de profissionais que cooperam mutuamente, definindo e implementando estratégias empresariais e clínicas adequadas (LANGABER; NAPIEWOCKI, 2000).

Como forma de equacionar o problema da precarização da força de trabalho em contratos irregulares, permitindo autonomia financeira e vislumbrando a perspectiva de captação de recursos próprios, foi criada, por intermédio da Lei Federal 12.550 de 15 de dezembro de 2011, a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSERH, com uma nova proposta jurídica para gerenciar os hospitais universitários, preferencialmente federais, instaurando metas de desempenho, prazos e indicadores (OLIVEIRA, 2014; PALHARES, 2014).

Esse modelo de gestão agrega à estrutura pública existente a criação de uma empresa pública de direito privado por meio de uma legislação constituída pelo governo federal brasileiro para gestão administrativa dos hospitais universitários no país (MELO; ALMEIDA, 2014). Hodiernamente, a rede de hospitais universitários federais é constituída por 50 unidades assistenciais vinculadas a 35 universidades federais. Dentre esses hospitais, 39 (78%) optaram por assinar o contrato de gestão com a EBSERH.

Entre os hospitais universitários que aderiram à EBSERH, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) assinou contrato de adesão em 29 de agosto de 2013, para parceria na administração de suas 3 unidades hospitalares, quais sejam: Hospital Universitário Onofre Lopes, Maternidade Escola Januário Cicco e Hospital Universitário Ana Bezerra, esta última localizada no interior do Estado.

Com todas essas mudanças significativas para a melhoria da gestão, é relevante que haja o acompanhamento de indicadores de desempenho desses hospitais. Nesse sentido, Gospodarevskaya e Churilov (2011) argumentam que o indicador de desempenho é importante para assegurar o controle do governo sobre os prestadores de serviços, de modo a garantir a qualidade em um sistema que possui a eficiência, eficácia e equidade como objetivos. A partir disso, é possível que a administração compreenda a análise histórica da sua performance, estabeleça ferramentas que contribuam no controle do novo modelo gerencial e conduza de forma respaldada as suas ações.

Levando-se em consideração a relevância desse assunto para a gestão dos Hospitais Universitários e da EBSERH, foi realizada uma análise de indicadores de desempenho no Hospital Universitário Onofre Lopes antes e após a adesão ao contrato de gestão com a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares.

Investigação prévia

Na concepção das organizações de saúde, um indicador é considerado como uma chamada que identifica ou encaminha a atenção para questões específicas de resultado que devem ser motivo de uma revisão. Assim, são considerados como indicadores: taxa ou coeficiente, índice, número absoluto ou um fato (BITTAR, 2001). Ou seja, para ser um indicador, não é preciso necessariamente realizar um cálculo por meio de dados e/ou informações da organização, podendo medir aspectos quantitativos e qualitativos.

Mediante a tríade de fatores apresentadas por Donabedian (1986) – estrutura, processo e resultados – é possível formar grupos ou perspectivas de indicadores diversos que são utilizadas nas avaliações a partir do objetivo do modelo de avaliação. Com o propósito de ampliar o entendimento dessas dimensões compreendidas na medição do desempenho hospitalar, apresenta-se, no Quadro 1, uma relação de indicadores de desempenho baseados em Arzemani et al. (2012), Basu, Howell e Gopinath (2010), Bittar (2001), Bittar (2004), Brizola, Gil e Junior (2011), Careta (2013), Cunha e Corrêa (2013), Lins et al. (2007), Lobo et al. (2006), Marinho e Façanha (2001), Marinho (2001), Mohammadkarim et al. (2011), Nasiripour, Gohari e Moradi (2010), Nikjoo, Beyrami e Jannati (2013), Sadeguifar et al. (2011), Trotta et al. (2013) e Zaboli, Seyedin e Khosravi (2011).

Perspectivas	Indicadores	Perspectivas	Indicadores
Inovação e Crescimento	• Taxa de absenteísmo • Plano de incentivo • Número dos projetos de comunicação para acesso a serviços hospitalares • Pontuação de satisfação do empregado • Número de reuniões para atividades de planejamento • Horas de treinamento por empregado • % de empregados envolvidos em planos de desenvolvimento • % de investimento em tecnologia	Instalações	• Número de leitos operacionais • Número de leitos instalados • Número de consultórios • Número de salas de atendimento de urgência • Número de salas cirúrgicas
Recursos Humanos	• Número de docentes • Número de servidores técnicos administrativos • Horas de treinamento/funcionário/ano • Taxa de absenteísmo • Índice de rotatividade	Financeiros	• Índice de liquidez • Período médio de cobrança • Período médio de pagamento • Margem operacional • Giro do ativo • Retorno sobre o investimento • Retorno sobre patrimônio líquido
Produção	• Número de internações • Número de procedimentos ambulatoriais • Pacientes-dias • Número total de consultas realizadas • Número de atendimentos ambulatoriais • Número de atendimentos de urgência e emergência • Número de cirurgias • Número de exames • Número de partos	Produtividade	• Taxa de ocupação hospitalar • Taxa de ocupação UTI adulto • Taxa de ocupação UTI pediátrica • Taxa de UTI neonatal • Giro de rotatividade • Índice de intervalo de substituição • Consulta/Consultório/Dia • Cirurgia/Sala • Taxa de doação de órgãos por abordagem • Média de permanência • Servidor/leito operacional

Perspectivas	Indicadores	Perspectivas	Indicadores
Ensino e Pesquisa	• Número de programas de residência médica • Número de residentes de medicina • Número de outros programas de residência • Número de residentes de outros programas • Número de internos • Número de alunos do Centro de Ciências da Saúde • Número de pesquisas realizadas • Residentes/Leito operacional ou Intensidade de Ensino • Residentes/Médicos ou Dedicção de Ensino	Qualidade	• Taxa de infecção hospitalar • Taxa de mortalidade • Taxa de necropsia • Satisfação do paciente • Número de creditações emitidas • Taxa de prevalência de acidentes hospitalares • Sucesso aos hospitais na obtenção de certificados de qualidade de gestão
Custo e Receita	• Custo médio paciente/dia de internação • Custo médio do atendimento ambulatorial • Custo médio atendimento Pronto-Socorro • Valor médio por AIH • Valor médio por procedimento ambulatorial • Receita SUS ingressada	Processo	• Percentagem de documentos de enfermagem escritos apropriados • Percentagem de estudante de passagem em treinamento de enfermeiros • Percentagem do estudante que passa no treinamento de médicos • A porcentagem de prescrições apropriadas • Percentagem de prescrição antibacteriana • Pontuação do laboratório químico clínico • Pontuação do laboratório de hematologia • Pontuação do laboratório de imunologia • Pontuação laboratorial bacteriológica

Perspectivas	Indicadores	Perspectivas	Indicadores
Entrada	• Número de leitos • Número de médicos • Número de outros profissionais de Medicina • Número de enfermeiras • Total de empregados equivalentes em tempo integral • Número de leitos de pessoal hospitalares • Custos de trabalho • Tempo de permanência • Número de profissionais de Saúde • Número de outros empregados	Saída	• Número de dias de internação • Número de visitas ambulatoriais/de emergência • Número de pessoa-tempo usando dispositivos médicos caros • Taxa de sobrevivência intra-hospitalar • Interrupção do índice de mistura de preços ajustados • Total não-urgência visitas ambulatoriais • Visitas ambulatoriais • Emergências • Diagnóstico • Operações • Número de dias do paciente • Número de operações menores • Número de operações principais • Admissões • Atendimento ao Departamento de Ambulâncias • Entregas

Quadro 1 – Indicadores de Desempenho Hospitalar.
Fonte: Autoria própria.

De acordo com Rahimi et al. (2014), os estudos sobre indicadores para avaliação de desempenho hospitalar utilizam metodologias diferentes para essa ação, tais como: Análise envoltória de Dados (DEA); *Balanced Scorecard* (BSC); Técnica de Processo de Hierarquia Analítica (AHP) e o modelo Pabon Lasso.

Lobo et al. (2006) relatam que ainda se tem debatido quais os principais indicadores e quais as medidas de impacto da política para melhorar o desempenho desses hospitais e a eficiência no gerenciamento dos recursos repassados por intermédio do

contrato de metas. Por isso, a grande problemática envolve justamente a relação entre quantidade e qualidade de indicadores.

Método

Realizou-se um estudo no Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL, que detém uma história de mais de 107 anos na formação de profissionais na área da saúde e afins, bem como na prestação de serviço em saúde à população em mais de 30 especialidades. É um hospital de médio porte, dada à quantidade de leitos disponíveis, 245 no total, sendo sua capacidade instalada de atendimento a maior em relação aos demais hospitais universitários do Estado.

O estudo que mais se aproximou das características e dos objetivos desta pesquisa foi o de Brizola, Gil e Junior (2011), que consistiu na análise de desempenho de um hospital de ensino antes e após a contratualização do SUS. De forma adaptada, a metodologia de pesquisa foi realizada em torno da adesão ao contrato de gestão do HUOL com a EBSERH.

Com a escolha do método, definiu-se os indicadores que seriam agrupados nas duas dimensões: Estrutura e Resultado, distribuídas em 8 (oito) categorias analíticas: instalações, recursos humanos, receita, produção, produtividade, custos, qualidade, ensino/pesquisa/extensão.

Com isso, alguns profissionais com experiência na gestão de organizações de saúde identificaram e sugeriram os indicadores mais relevantes para a análise de desempenho. Depois disso, foi realizada a coleta dos dados no hospital, para a medição dos indicadores por ano.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética Em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), registrado com CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) Nº 53277816.4.0000.5292, e a coleta foi realizada depois de emitida a carta de anuência e apreciação do CEP/HUOL.

- **Matriz de Índice de Desempenho: Noções Gerais**

Para a análise comparativa do desempenho, foi elaborada a Matriz de Índices de Desempenho, de modo que cada indicador foi classificado em um intervalo de zero a um, para o qual, com vistas à melhor situação esperada, atribuiu-se o valor 1 e para as demais, valores proporcionais (BRIZOLA; GIL; JUNIOR, 2011). Com isso, foi possível avaliar os resultados por biênios, sendo o biênio 1 (2011-2012) relacionado ao período anterior à adesão EBSERH, e o biênio 2 (2014-2015) correspondente ao período posterior.

Os dados foram coletados desde outubro de 2015 a abril de 2016, por meio de informações fornecidas pelo setor de planejamento e por intermédio do sistema AGHU/EBSERH, MV 2000® utilizado até então como sistema computacional hospitalar do HUOL, bem como por informações coletadas na Gerência de Ensino e Pesquisa. Os testes estatísticos paramétricos e não paramétricos não foram realizados tendo em vista que o tamanho da amostra é insuficiente para realizá-los.

A organização e estruturação da matriz de índices de desempenho foram realizadas no Software Excel®, assim como elaborados gráficos e tabelas que possibilitaram a melhor visualização e o entendimento da análise nos dois biênios. Para subsidiar os resultados encontrados, foi realizada a busca de informações no HUOL quanto a mudanças e/ou acontecimentos que implicaram na melhoria ou no declínio quanto ao desempenho dos indicadores.

Resultados e discussão

Serão apresentados os desempenhos das categorias, nas quais foi possível a coleta completa dos dados nos dois biênios para a realização da análise. Os dois anos anteriores à adesão ao contrato de gestão com a EBSERH (2011-2012) são chamados Biênio 1 ou B1 e os dois anos posteriores (2014-2015), Biênio 2 ou B2. As análises apresentadas a seguir foram retiradas a partir dos

dados quantitativos anuais, obtidos de cada indicador analisado, conforme posto na Tabela 2.

- **Indicadores de Estrutura**

A estrutura é estabelecida como a parte física de uma instituição, correspondendo aos seus funcionários, instrumentais, equipamentos, móveis, aspectos relativos à organização, ao espaço físico, entre outros (BITTAR, 2001). Compreende fatores que delimitam a capacidade de funcionamento da organização, corroborando com a variação da produção da organização.

A matriz de distribuição de recursos financeiros aos hospitais universitários federais é instituída pelo Ministério da Educação (2012), conforme a relação realizada por este entre alguns indicadores com os respectivos resultados esperados por número de leitos ativos nos HUs. Nesse caso, os resultados dos indicadores do HUOL relacionados à estrutura, ou seja, porte e perfil do HU, marcam pontuação, tendo em vista que, nos anos analisados, os indicadores estão dentro da margem de valores correspondentes no que diz respeito ao número de leitos de UTI, 10 a 29, com o número de leitos ativos, 150 a 299 e salas de cirurgia, 5-7 salas.

Em relação aos Recursos Humanos, os dados coletados foram insuficientes para realizar a análise e comparação do desempenho, sendo possível apenas acesso aos dados do Biênio 2. Estimou-se a chegada de mais de 1.100 funcionários entre docentes e técnicos administrativos, via concurso público, após adesão ao contrato de gestão do HUOL/EBSERH.

Os valores referenciados da categoria receita da Tabela 1 representam a receita ingressada, correspondente à receita orçamentária por ano; ao valor médio pago por internação hospitalar no SUS AIH (Autorização de Internação Hospitalar); e ao valor médio pago para internação hospitalar e procedimento ambulatorial.

Tabela 1 – Dados coletados para a mensuração dos indicadores de desempenho do Hospital Universitário Onofre Lopes, Natal-RN.

Categorias	Indicadores	Estrutura		Dimensões	
		Biênio 1		Biênio 2	
		2011	2012	2014	2015
Instalações	Nº de Leitos de UTI em funcionamento	13	10	18	19
	Nº de Leitos em funcionamento	204	231	239	241
	% de Leitos UTI sobre total de leitos operacionais (%)	6,37	4,32	7,53	7,88
	Nº de Consultórios	81	81	106	106
	Nº de salas de Cirurgia Instaladas	12	12	12	12
	Nº de salas de Cirurgia em funcionamento	12	12	12	12
	Nº de Ambulatórios	12	12	13	13
	Laboratórios de Clínica e Patologia	2	2	2	2
	Nº de Docentes	-	-	289	433
Recursos Humanos	Nº de Servidores Técnicos-Administrativos/Ano	-	-	1.913	1.607
	Receita Ingressada/Ano	30.976.055,24	35.032.603,69	37.116.486,04	48.818.345,48
Receita	Valor Médio por AIH – Internação hospitalar SUS	2.409,62	2.473,55	2.755,04	2.563,90
	Valor Médio por Procedimento Ambulatorial	10,43	9,46	10,6	10,14

**ANÁLISE DE INDICADORES DE DESEMPENHO APLICADO
EM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO CONVENIADO À EMPRESA
BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES – EBSERH**

Júlia Lorena Marques Gurgel / Hélio Roberto Héris / Irami Araújo Filho / Ricardo Alexandro de Medeiros Valentim / Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto / Jane Francinete Dantas

Categorias	Indicadores	Resultado			
		Biênio 1		Biênio 2	
		2011	2012	2014	2015
Produção de Serviços	Nº de Internações	4.685	5.288	6.265	8.624
	Nº de Internações de Alta Complexidade	767	1.018	1.279	2.149
	Nº de Atendimento Ambulatoriais	133.503	131.817	172.834	218.687
	Nº de Cirurgias	6.735	6.966	7.582	8.831
	Nº de Exames	332.031	263.907	480.072	610.409
Produtividade	Taxa de Ocupação hospitalar	70,18%	73,47%	75,23%	78,13%
	Taxa de ocupação UTI adulto	80,22%	85,87%	92,13%	87,99%
	Média de Permanência	10,13	10,83	10,3	8,59
Custos	Custo Médio Paciente por dia Internado	253,13	264,99	287,09	324,13
Qualidade	Taxa de Mortalidade Geral	5,26%	4,95%	4,25%	3,76%
Ensino, Pesquisa e Extensão	Nº de Alunos de graduação	2154	2317	2500	1968
	Nº de alunos Egressos do curso de Medicina	92	92	91	91
	Nº de Programas de Residência Médica	29	29	29	29
	Nº de Alunos da Residência Médica	117	124	-	216
	Nº de Programas de Residência Multiprofissional	2	2	2	3
	Nº de Programas de Residência Uniprofissional	1	1	1	1
	Nº de Projetos de Extensão realizados no Hospital	48	50	54	54
	Nº de Projetos Analisados pelo CEP	136	297	501	454
	Nº de Projetos Aprovados pelo CEP	112	155	316	283

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que, em sua maior parte, os indicadores das categorias da dimensão estrutura tiveram aumento na valoração. De modo a comprovar a melhoria do desempenho, elaborou-se a matriz de índices de desempenho, que está representada na Tabela 2, por meio de índices acumulados por biênios nas categorias analisadas no estudo. É importante destacar que, quando há aumento do valor do Biênio 1 para o Biênio 2, indica-se que houve melhoria de desempenho nos indicadores.

Tabela 2 – Matriz de índices acumulados de desempenho dos indicadores por categorias analíticas nos biênios B1 (2011-2012) e B2 (2014-2015).

Dimensões					
Estrutura			Resultado		
Categoria	Biênios		Categoria	Biênios	
	B1	B2		B1	B2
Instalações	6,19	6,97	Produção de Serviços	2,86	4,38
Recursos Humanos	Dados insuficientes para análise		Produtividade	2,64	2,88
Receita	2,50	2,82	Custos	0,98	0,83
			Qualidade	0,74	0,94
			Ensino, Pesquisa e Extensão	6,32	7,62

Fonte: Autoria própria.

De forma visual, serão mostrados alguns gráficos por categorias. O desempenho dos indicadores de instalações nos dois biênios, antes e após a adesão ao contrato de gestão da EBSERH, está representado no Gráfico 1. A linha tracejada refere-se ao desempenho do Biênio 1, e a linha contínua, o desempenho do Biênio 2.



Gráfico 1 – Desempenho dos indicadores de estrutura referentes à categoria Instalações nos biênios 1 e 2 no HUOL.
Fonte: Autoria própria.

Para analisar o desempenho dos indicadores mostrados no Gráfico 1 e no Gráfico 2, é importante considerar que esse tipo de Gráfico Radar evidencia que os melhores resultados são os mais externos, dada a proximidade dos maiores valores de desempenho. Logo, em sua maior parte, os indicadores de desempenho apresentaram melhores resultados no Biênio 2.

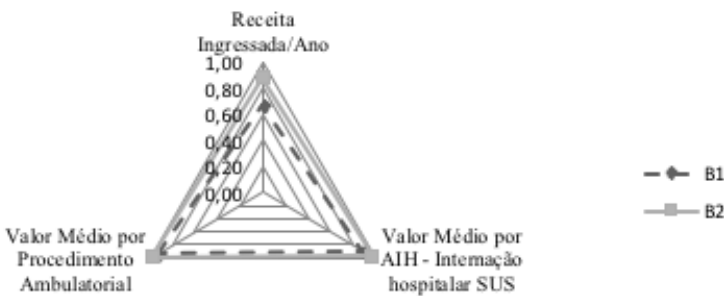


Gráfico 2 – Desempenho nos indicadores de estrutura referentes à categoria receita nos biênios 1 e 2 no HUOL.
Fonte: Autoria própria.

- **Indicadores de Resultado**

Resultados são evidências dos efeitos consequentes da combinação de fatores do meio ambiente, da estrutura e dos processos acontecidos ao paciente depois que algo é feito a ele, ou consequência de operações técnicas e administrativas entre as áreas e subáreas de uma organização (BITTAR, 2001). Dessa forma, essas informações se relacionam e têm implicações com o desempenho dos indicadores de estrutura. Também são apresentados, na Tabela 3, os índices acumulados dos indicadores de resultado por categorias.

Os indicadores que medem a produção são consideráveis para os diversos tipos de benchmarking, como também para a perspectiva dos negócios internos, na utilização do marcador balanceado (BITTAR, 2001).

O aumento no número de atendimentos foi resultado da ampliação e reorganização da equipe de trabalho, e devido ao aumento na capacidade da oferta, mais pacientes passaram a ser atendidos, propiciando a criação de ambulatorios específicos. Desse modo, elevou-se a qualidade da assistência ao paciente, o que é de fundamental importância para a formação de pessoal qualificado em saúde, pois os residentes, além de um número maior de casos para discussão, obtiveram acesso a uma percepção mais especializada.

O desempenho dos indicadores de produção dos serviços nos dois biênios está representado no Gráfico 3. É possível, ainda, visualizar o impacto do crescimento dessa categoria, tendo em vista a distância visualizada no gráfico entre as linhas que representam os biênios.

Com relação à categoria produtividade, ela também se faz imprescindível para vários tipos de benchmarking, sendo considerados como indicadores clássicos, como é o caso da taxa de ocupação hospitalar, sensível para a avaliação da gestão dos leitos hospitalares, indicando aspectos da gestão do processo assistencial.

Conforme o Ministério da Educação (2012), os hospitais são pontuados a partir de 60% de taxa de ocupação, tendo uma

pontuação maior os que possuem ocupação igual ou superior a 70% de taxa hospitalar. No HUOL, essa taxa variou de forma crescente 70,18% a 78,13%, evidenciando melhor desempenho no segundo biênio. Essas taxas estão dentro da média dos hospitais avaliados pelo Programa de Compromisso com a Qualidade Hospitalar (CQH) em 2008, que foi de 72%.



Gráfico 3 – Desempenho dos indicadores de resultado referentes à categoria Produção dos serviços nos biênios 1 e 2 no HUOL.
Fonte: Autoria própria.

Alguns fatores diferenciam a média de permanência nos hospitais, como a complexidade do hospital, o papel da internação via pronto-socorro e o perfil clínico dos pacientes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). É importante destacar que, para a valoração desse indicador, quanto menor o valor, melhor o desempenho.

Com relação à taxa de ocupação de UTI, o Ministério da Saúde (2012) recomenda uma taxa mínima de 90%. Assim, verificou-se que tanto a Taxa de ocupação de UTI, quanto a média de permanência no HUOL tiveram uma melhora considerável após a gestão EBSERH, podendo ser verificado o aumento dos índices acumulados, conforme mostrado na Tabela 2.

Considerando a categoria custos, os dados coletados permitiram somente a mensuração do indicador custo médio paciente/dia internado. É necessário destacar que esses valores devem ser atualizados para o último mês do ano de 2015. Feita a análise, esse indicador evidenciou que houve aumento do custo médio por dia de internação no segundo biênio. Esse resultado é explicado pela ampliação de atendimentos de alta complexidade, que, como consequência, elevaram os custos hospitalares. Para uma avaliação mais eficaz dos custos, é necessário realizar uma investigação por indicadores econômico-financeiros, nos quais os tomadores de decisões observam o custo-benefício dos recursos que estão sendo utilizados.

Entre os indicadores da categoria qualidade, mediu-se apenas o indicador taxa de mortalidade geral, mostrada nas Tabelas 1 e 2, em que, nesta última, observou-se melhora no desempenho do Biênio 2. O Ministério da Saúde (2012) destacou que os hospitais de ensino e alta complexidade tiveram taxas de mortalidade institucional variando entre 3,4% a 6,8%, estando o HUOL dentro desses parâmetros recomendados.

Na categoria de indicadores ensino/pesquisa/extensão, a análise de desempenho do HUOL, apresentada na Tabela 2, está relacionada aos indicadores que foram passíveis de coleta para mensuração e análise a posteriori.

Constatou-se que, para o conjunto dos indicadores ensino/pesquisa/extensão, houve aumento nos índices médios dos biênios analisados. Entre os indicadores que tiveram melhor desempenho, estão os relacionados à pesquisa. O aumento do número de pesquisas ocorreu devido a uma reestruturação do Comitê de Ética do HUOL, com a adesão de novos membros componentes, aliada à utilização da Plataforma Brasil para a submissão dos projetos de pesquisa de maneira informatizada, tornando o processo de submissão e acompanhamento dos trâmites mais ágeis.

Nos programas de residência médica, houve ampliação das vagas concedidas ao HUOL após aprovação pela Comissão

Nacional de Residência Médica. O desempenho dos indicadores de ensino/pesquisa/extensão nos dois biênios, antes e após a adesão ao contrato de gestão da EBSERH, estão representados no Gráfico 4.



Gráfico 4 – Desempenho dos indicadores de resultado referentes à categoria ensino/pesquisa/extensão nos biênios 1 e 2 no HUOL.

Fonte: Autoria própria.

Conclusões

A partir do entendimento dos modelos de avaliação/análise de indicadores em hospitais universitários de ensino, foi possível perceber o pequeno número de estudos que relacionam os resultados dos indicadores em uma comparação periódica dentro de um mesmo ambiente hospitalar, na forma de uma análise anterior e posterior (*crossover*). A maior parte dos estudos é realizada para classificação de posições ou ranqueamento, quanto à eficiência dos hospitais analisados, de forma separada e comparativa entre unidades de saúde diferentes.

Em se tratando do estudo realizado, foi possível observar que os indicadores da dimensão Resultado tiveram uma melhoria mais significativa que os da dimensão Estrutura. Houve aumento no número de internações de alta complexidade, exames laboratoriais, patológicos e atendimentos ambulatoriais. A melhoria de seis categorias analisadas é atribuída à ampliação e reorganização da equipe de trabalho, ao aumento da receita, às reformas estruturais e à oferta de novos serviços à população. Logo, torna-se essencial o acompanhamento, a análise e a divulgação desses indicadores.

Após a adesão do HUOL à rede EBSERH, foram realizadas mudanças para a reestruturação tecnológica, a recuperação do quadro de recursos humanos, o aumento progressivo do orçamento institucional e o aprimoramento das atividades vinculadas ao ensino, à pesquisa, à extensão e à assistência. A melhoria dos processos de gestão é evidente, tendo em vista o acesso às informações após a adesão ao contrato de gestão ser mais bem estruturado e organizado, até mesmo para a realização do presente estudo.

A atuação das atividades do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação em Saúde, do laboratório de inovação tecnológica em saúde e o uso do aplicativo de gestão para hospitais universitários em conjunto com a administração em rede pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, inseridos na realidade do Hospital Universitário Onofre Lopes são fatores relevantes no estabelecimento de melhorias para o desenvolvimento hospitalar.

Nesse sentido, Tiemam e Schreyögg (2012) relatam que os governos de países industrializados ocidentais, ao identificar as ineficiências e os riscos financeiros de hospitais públicos, têm tentado melhorar o desempenho das organizações de saúde, a partir de privatizações, na expectativa de que o deslocamento da propriedade pública para a privada levaria a ganhos no desempenho organizacional. Essa espécie de mudança na gestão dos hospitais universitários é algo que já vem acontecendo também

em outros países, tornando-se quase obrigatória para melhoraria dessas organizações.

O detalhamento e a investigação de aspectos relativos à percepção dos atores envolvidos nessa mudança organizacional estavam fora do escopo do presente estudo. Por isso, infere-se que esses fatores devam ser objeto de análise em estudos futuros. Por fim, é importante evidenciar que essa mudança organizacional ainda é recente e que deverá desencadear diversos outros impactos nas diferentes categorias analisadas do Hospital Universitário Onofre Lopes.

Referências

- ANDERSON, J.; NARUS, J.; NARAYANDAS, D. **Business market management**: Understanding, creating and delivering value. Estados Unidos: Pearson prentice hall, 2009.
- ARZEMANI M. et al. The comparison of performance indicators in educational hospitals of North Khorasan Universities of Medical Sciences with the standards of the country in 2011-2012. **J North Khorasan U Med Sci.**, v. 4, n. 4, p. 513-21, 2012.
- BARATA, L.; MENDES, J. D. V.; BITTAR, O. J. N. V. Hospitais de ensino e o sistema único de saúde. **Revista de Administração em Saúde**, São Paulo, v. 12, n. 46, p. 7-14, jan./mar. 2010.
- BASU, A.; HOWELL, R.; GOPINATH, D. Clinical performance indicators: intolerance for variety? **Int JHealth Care Qual Assur.**, v.23, n. 4, p. 436-49, 2010.
- BITTAR, O. Indicadores de qualidade e quantidade em saúde. **Revista de Administração em Saúde**, São Paulo, v. 3, n. 12, p. 21-22, jul./set. 2001.
- BITTAR, O. J. N. Indicadores de qualidade e quantidade em saúde. **Revista Administração em Saúde**, São Paulo, v. 6, n. 22, p. 15-18, 2004.
- BOTJE, D. et al. Are performance indicators used for hospital quality management: a qualitative interview study amongst

health professional and quality managers in the Netherlands. **BMC health services research**, Inglaterra, v. 16, p. 574, 2016.

BRIZOLA, J. B.; GIL, C. R. R.; JUNIOR, L. C. Análise de desempenho de um hospital de ensino antes e após a contratualização com o Sistema Único de Saúde. **Revista de Administração em Saúde**, São Paulo, v. 13, n. 50, p. 7-22, 2011.

BUCKINGHAM, M.; GOODALL, A. Reinventing performance management. **Harvard business review**, Estados Unidos, v. 4, p. 40-50, abr. 2015.

CAPPELI, P.; TAVIS, A. The performance management revolution. **Harvard business review**, Estados Unidos, v. 10, p. 58-67, out. 2016.

CARETA, C. B. **Medição de desempenho das atividades logísticas**: estudo de casos múltiplos em hospitais de ensino universitários. 2013. 182 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

CHOW, C. et al. The balanced scorecard: A potential tool for energizing and focusing healthcare organization management. **Journal of healthcare management**, Estados Unidos, v. 43, n. 3, p.263–80, 1998.

CUNHA, J. A. C.; CORRÊA, H. L. Avaliação de desempenho organizacional: Um estudo aplicado em hospitais filantrópicos. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 485, 2013.

DEJONG, D.J. Quality improvement using the baldrige criteria for organizacional performance excellence. (practice reports). **American journal of helthe-system Pharmacy**, Estados Unidos, v. 66, n. 11, p. 1031, jun. 2009.

DONABEDIAN, A. Quality assurance in our health care system. **American journal of medical quality**, Estados Unidos, v.1, n.1, p. 6-12, 1986.

DRUCKER, P. F. **Innovation and entrepreneurship-practices and principles**. Inglaterra: Butterworth-Heinemann, 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES. **Hospitais Universitários/Filiais EBSERH**. Disponível em: <<http://www.ebserh.gov.br/>>. Acesso em: 5 jul. 2017.

FERRY, L. et al. Implementing key performance indicators in a government agency: a typical story?. **The cost and management**, Estados Unidos, v. 44, n. 1, jan./fev. 2016.

GIBBERD, R. et al. Using indicators to quantify the potential to improve the quality of helth care. **International journal of quality in helth care**, Estados Unidos, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2004.

GOSPODAREVSKAYA E.; CHURILOV L. Process performance indicators in redesigningthe patient care process. **Business process management journal**, Inglaterra, v. 17, p. 1012–1038, 2011.

HILL, L. A. **High performance management**. Boston, MA: Harvard Business School Publishing, 1995.

LANGABER, J.; NAPIEWOCKI, J. **Competitive business strategy for teaching hospitals**. Londres: Quorum books, 2000.

LEE, S. et al. An empirical taxonomy of hospital governing board roles. **Health services research**, Estados Unidos, v. 43, n. 4, 2008

LINS, M. E. et al. O uso da análise envoltória dos dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros. **Revista Ciência e Saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 985-998, 2007.

LOBO, M. et al. Avaliação de desempenho e integração docente-assistencial nos hospitais universitários. **Revista de Saúde pública**, São Paulo, vol. 44, n. 4, p. 581-590, 2010.

LOBO, M. et al. Sistema de Informações dos Hospitais Universitários (SIHUF/MEC): um banco de dados administrativo. **Cad Saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 14, n.1, p. 149-162, 2006.

MARINHO A. **Hospitais universitários: indicadores de utilização e análise de eficiência**. Rio de Janeiro: Instituto de pesquisa econômica aplicada, 2001.

MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. **Hospitais universitários: avaliação comparativa de eficiência técnica**. Rio de Janeiro: Instituto de pesquisa econômica aplicada, 2001.

MELO, T.; ALMEIDA, M. Parceria Público-Privada: a gestão privada em hospitais universitários no rio grande do norte. **Revista Saúde pública de Santa Catarina**, Santa Catarina, v.7, n. 3, p. 46-62, 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Institui a matriz de distribuição de recursos financeiros aos hospitais universitários federais. Portaria n. 1.256, de 17 de Outubro de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Taxa de mortalidade institucional**. Agência nacional de saúde suplementar, 2012. Disponível em: <<http://www.ans.gov.br/images/stories/prestadores/E-EFT-02.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Taxa de ocupação operacional geral**. Agência nacional de saúde suplementar, 2012. Disponível em: <<http://www.ans.gov.br/images/stories/prestadores/E-EFI-01.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2017.

MOHAMMADKARIM, B. et al. Combining multiple indicators to assess hospital performance in Iran using the Pabon Lasso Model. **Australas Med J**, v. 4, n. 4, p. 175-179, 2011.

NASIRIPOUR, A.; GOHARI, M.; MORADI, S. The Relationship of centralization, organizational culture and performance indexes in teaching hospitals affiliated to Tehran University of Medical Sciences. **Acta Medica Iran**, v. 48, n.5, p.326-31, 2010.

NIKJOO, R.; BEYRAMI, H.; JANNATI, A. Selecting hospital's key performance indicators, using analytic hierarchy process technique. **J Comm Health Res.**, v. 2, n., p.30-38, 2013.

OLIVEIRA, G. A. **A compatibilidade dos princípios e modelo de Estado que subjazem ao SUS e a EBSERH (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares)**. 2014. 191 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Faculdade de Filosofia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

PALHARES, D.; CUNHA, A. C R. Reflexões bioéticas sobre a empresa brasileira de serviços hospitalares (EBSERH). **Revista Latinoamericana de Bioética**, Colômbia, v. 14, n. 1, p. 122-129, 2014.

PASTINEN, M. **High-Performance process improvement**. Estados Unidos: Springer, 2010.

PINK, G. et al. Creating a balanced scorecard for a hospital system. **Journal of health care finance**, Estados Unidos, v. 27, n. 3, 2001.

RAHIMI, H. et al. Indicators of hospital performance evaluation: A systematic review. **International Journal of Hospital Research**, v. 3, n. 4, p. 199-208, 2014.

SADEGHIFAR, J. et al. The relationship between performance indicators and degree evaluation of hospitals affiliated to Oromia University of Medical Sciences. **J Nurs Midwif.**, v.9, n.4, p.270-6, 2011.

STEVE, R. **Developing and Using Key Performance Indicators A Toolkit for Health Sector Managers**. Bethesda, MD, Health Finance & Governance projet, Abt Associates Inc, 2013.

TIEMANN, Oliver; SCHREYÖGG, Jonas. Changes in hospital efficiency after privatization. **Health care management science**, Estados Unidos, v. 15, n. 4, p. 310-326, 2012.

TROTTA, A. et al. Applying the balanced scorecard approach in teaching hospitals: a literature review and conceptual framework, **Int J health plann manage**, Estados Unidos, vol. 28, n.2, p.181-201, 2013.

ZABOLI R.; SEYEDIN, S.; KHOSRAVI, S. Effect of per – case reimbursement on performance indicators of a military hospital's wards. **J Mil Med.**, v.13, n.3, p.155-8, 2011.

ZAFFRON, L.; STEVE, David. **Performance management: The Three Laws of Performance: Rewriting the Future of Your Organization and Your Life**. Estados Unidos: Warren Bennis, 2009.

UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA NO ENSINO A DISTÂNCIA EM SUPORTE BÁSICO DE VIDA

Isabel Karolyne Fernandes Costa

Isabelle Katherine Fernandes Costa

Rodrigo Assis Neves Dantas

Daniele Vieira Dantas

Jessica Cristhyanne Peixoto Nascimento

Richard Allan Gadelha de Freitas Costa

Gilson de Vasconcelos Torres

Resumo

Este artigo tem o objetivo de analisar as evidências de validação de um curso de Suporte Básico de Vida na modalidade Ensino a Distância para acadêmicos e profissionais de saúde de um Hospital Universitário. A pesquisa é do tipo metodológica, quantitativa, e utiliza referencial teórico da teoria psicométrica de Pasquali. Este estudo compreendeu duas etapas: construção e validação do conteúdo de três ferramentas: instrumento de avaliação de conhecimento em suporte básico de vida (ACSBV), conteúdo do curso de Suporte Básico de Vida (CSBV) e roteiro do jogo educativo simulado de Suporte Básico de Vida (JESBV). A amostra para validação do instrumento de avaliação do conhecimento foi composta por 29 juízes, e seis juízes para o curso e o roteiro do jogo. A coleta de dados foi realizada entre agosto/setembro de 2016. O estudo teve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes, sob o Parecer nº 1.709.004 e CAAE: 58511516.0.0000.5292. O ACSBV continha 13 questões. Na validação do ACSBV, 18 sugestões foram acatadas, 3 rejeitadas e 12, e, após análise de valores de IVC e Kappa, serviram de orientação para a exclusão de três questões. O instrumento final continha com 10 questões e obteve IVC de 0,95 e K de 0,81. No processo de validação do CSBV, das 16 sugestões realizadas, 14 foram acatadas e apenas 2

rejeitadas. Quanto ao JESBV, foi desenvolvido em 13 telas, entre as quais 9 apresentaram conteúdos de SBV, e as demais orientações gerais para o avançar do jogo. A elaboração do roteiro priorizou a complexidade gradativa dos conhecimentos em SBV, com cuidados minuciosos na organização dos textos e na proposta das animações. Das cinco sugestões realizadas, todas foram acatadas, sendo a maioria relacionada aos requisitos de organização, clareza e vocabulário, portanto, nenhum item foi considerado inadequado. O desenvolvimento de todas as ferramentas que compõem o Curso de Suporte Básico de Vida (CSBV) em EaD, apesar de ter se mostrado um processo complexo e desafiador, é válido para apoiar o ensino de urgência, nessa temática, para acadêmicos e profissionais de saúde.

Palavras-chave: Tecnologia Educacional. Educação em Saúde. Educação a Distância. Estudos de Validação. Ressuscitação Cardiopulmonar.

Introdução

A morte súbita é a principal causa de óbitos no mundo, e tais mortes estão relacionadas principalmente com os problemas cardiovasculares. As doenças cardiovasculares (DCV), nos últimos anos, tem-se apresentado como a principal causa de morbidade, incapacidade e morte no mundo, representando cerca de 330.000 óbitos/ano, nos Estados Unidos da América (EUA), e cerca de 40% de todas as mortes antes dos 75 anos, em Portugal (TAVARES; PEDRO; URBANO, 2016). Além disso, tem-se que 250.000 dessas mortes ocorrem no ambiente pré-hospitalar (DAYA; ZIVE, 2017). Na população brasileira, estima-se que as DCV sejam responsáveis por pelo menos 20% das mortes de pessoas com mais de 30 anos de idade, tendo o nordeste brasileiro evidenciado um aumento do número de óbitos em 27% na população total, sendo 33% nos homens e 18% nas mulheres (MANSUR; FAVARATO, 2016).

Dados discutem que os gastos com internações pelo Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro totalizaram 1,2 milhão em 2009 e, com o envelhecimento da população e a mudança dos hábitos de vida, a prevalência e importância das DCV tende a aumentar nos próximos anos. Aliada a essa informação, a Organização Panamericana de Saúde (OPAS) reconhece a necessidade de uma ação integrada contra tais doenças e propôs aos países membros a meta global de reduzir sua taxa de mortalidade em 20% até 2020 (BRASIL, 2011).

Nesse contexto, é preciso entender que o evento final das DCV é representado pela parada cardiorrespiratória (PCR). Esta culmina com uma série de quadros clínicos que podem resultar em lesões cerebrais irreversíveis, caso não sejam tomadas as medidas necessárias como as manobras de reanimação.

A PCR é, então, entendida como a interrupção da atividade cardíaca em um indivíduo sem doença terminal (KNOBEL, 2016). Nessa circunstância, o indivíduo se encontra com ausência de batimentos cardíacos eficazes, ausência de respiração normal e inconsciente. Assim, é a suspensão súbita da circulação sistêmica das atividades ventricular útil e ventilatória em um indivíduo com expectativa de restauração da função cardiopulmonar e cerebral.

Dessa forma, a ressuscitação cardiopulmonar (RCP) vem como um conjunto de procedimentos após PCR. Seu objetivo é manter artificialmente a circulação de sangue arterial ao cérebro e outros órgãos vitais até a ocorrência do retorno da circulação espontânea (KNOBEL, 2016).

A PCR, até pouco tempo atrás, estava relacionada à ideia de morte, visto que não mais que 2% das vítimas sobreviviam. Atualmente, em função do avanço tecnológico e de estudos científicos sobre essa temática, esse índice de sobrevivência chega a alcançar cerca de 85% se o socorro for precoce e eficaz (MALTA HANSEN et al., 2017; AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2015).

Apesar da literatura científica oferecer contínuas atualizações sobre a prevenção e abordagem à PCR, muitas vidas são perdidas no Brasil por falta de atendimento oportuno

(MANSUR; FAVARATO, 2016). Assim, o atendimento imediato e adequado à vítima de PCR, feito por meio do Suporte Básico de Vida (SBV), é fundamental para definir sua sobrevivência, visando a manutenção de seus sinais vitais e a preservação da vida até que uma equipe especializada possa transportá-la para uma unidade de hemodinâmica ou terapia intensiva e oferecer a ela um tratamento definitivo (MALTA HANSEN et al., 2017; LÉVY, 2011).

Introduzindo a tecnologia da informação no ensino em saúde

Tem-se observado que muitos profissionais da saúde possuem deficiência tanto no conhecimento quanto nas competências relacionadas a habilidades e atitudes em situações de emergência (MEIRA JÚNIOR et al., 2016; FREITAS et al., 2016). Além do mais, os cursos sobre esse tema frequentemente não apresentam estratégias construtivistas que estimulam o aluno a refletir sobre seu processo de aprendizagem ou não são de fácil acesso, ou a disponibilidade para garantir a sua frequência nem sempre é possível pela distância, falta de tempo, bem como pelos altos custos, normalmente envolvidos.

O desconhecimento sobre os sintomas e a subestimação dos casos podem, então, implicar em atraso no trabalho das equipes emergencistas. O treinamento sistemático e frequente de profissionais de saúde pode duplicar ou triplicar as chances de sobrevivência em uma PCR, independentemente do local de atendimento, inclusive em ambientes extra-hospitalares (MEIRA JÚNIOR et al., 2016).

Para que o SBV seja concretizado com eficiência, é necessário criar estratégias para estimular o profissional a ser sujeito ativo do seu aprendizado e democratizar, tornar mais acessível o conhecimento de protocolos baseados em evidências científicas atualizadas. Desse modo, dar-se o reconhecimento rápido e a realização das manobras de RCP, valendo-se principalmente de compressões torácicas de boa qualidade e desfibrilação precoce.

As estratégias que melhoram a qualidade da interação dos alunos mediante questionamento, argumentação e explicação não devem ficar restritas à sala de aula. Hoje, é necessário introduzir as tecnologias de informação e comunicação para promover a aprendizagem ativa e, conseqüentemente, o pensamento crítico, permitindo que os alunos sejam capazes de propor mudanças e soluções para os problemas vivenciados (SOUZA; SOUZA, 2014).

Nesse contexto, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) vêm proporcionando significativos impactos no paradigma educacional tradicional, trazendo mudanças na forma de ensinar e aprender, provocando distintos modos de produção de conhecimento e de relacionamento entre professor e aluno. De um modo geral, o AVA tem o propósito de integrar e dinamizar as múltiplas mídias e linguagens e os diversos recursos digitais existentes no mundo virtual, com o objetivo de desenvolver a interação das pessoas com o conhecimento no ciberespaço (SALVADOR, 2016).

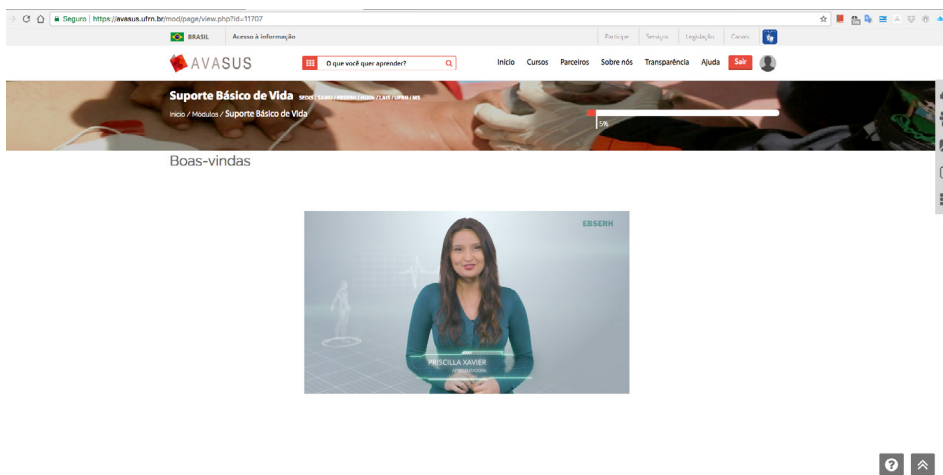


Figura 1 – Plataforma de Ambiente Virtual de Aprendizagem do Sistema Único de Saúde.

Fonte: Ambiente Virtual de Aprendizagem do Sistema Único de Saúde – AVASUS (2017).

Nos AVA da área da saúde, o uso da tecnologia tem permitido criar ambientes e pacientes virtuais e simular práticas para ajudar os estudantes no desenvolvimento de habilidades e na aquisição de conhecimentos (SALVADOR, 2016; BARBOSA, 2012). Consequentemente, diminui a ansiedade do aluno em relação ao primeiro contato posterior com o paciente (REY et al., 2016).

A estratégia de simulação inclui diferentes elementos como modelos anatômicos, manequins, bonecos, estudos de casos, softwares, aplicativos e jogos interativos. Tais elementos auxiliam na avaliação do paciente, na aquisição de conhecimentos, no desempenho psicomotor, no pensamento crítico para a solução de problemas e na colaboração interdisciplinar (FREITAS et al., 2016; TUORINIEMI; SCHOTT-BAER, 2008).

Uma das formas em que a tecnologia incentiva, apoia e estimula o aprendizado é o Ensino a Distância (EaD). Pesquisa revela o uso da simulação e do EaD como estratégias tecnológicas para a educação permanente de temas relacionados à urgência para profissionais de saúde (FREITAS et al., 2016).

A educação/ensino a distância está regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº 9.394/96, os Decretos nº 2.494/98 e 2.561/98 e a Portaria 301 de 1998. No artigo 1º do Decreto nº 2.494/99, a educação a distância é citada como uma forma de ensino que possibilita a autoaprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados e veiculados pelos diversos meios de comunicação (BRASIL, 1998).

A utilização da web como instrumento da educação a distância favorece ações de educação permanente. Entre essas, destacamos a atualização, capacitação e a formação mediante o armazenamento, distribuição e o compartilhamento instantâneo da informação; superação dos limites de tempo e espaço; maior autonomia dos sujeitos na construção do seu próprio conhecimento permitindo uma aprendizagem colaborativa e cooperativa

através da interatividade pela comunicação síncrona e assíncrona; facilidade do processo de avaliação continuada e formativa por meio do uso de portfólios (fóruns, chats, etc.), e outras ferramentas de avaliação (BARBOSA, 2012).

Com o desenvolvimento da internet e das redes sem fio, os avanços das redes sociais e a difusão do EaD, muitas instituições e universidades atentaram-se para essas facilidades e passaram a utilizar-se de dispositivos móveis também nos processos de ensino e aprendizagem. Os dispositivos móveis mais utilizados na educação, a partir de 2003, são os telefones celulares – *smartphones* (WU et al., 2012).



Figura 2 – Representação de implementação das tecnologias na Educação a Distância.

Fonte: Dickson Tavares (2018).

Ao redor do mundo, já podem ser evidenciados alguns exemplos bem-sucedidos do uso de dispositivos móveis aplicados à educação. Nos EUA, professores e alunos relataram impacto positivo na aprendizagem por meio de tecnologias digitais. No estudo intitulado *Project Tomorrow survey*, 52% dos professores dizem que seus alunos estão mais motivados a aprender, 36%

acreditam que eles estão desenvolvendo a criatividade, 29% acreditam que essa ferramenta incentiva a resolução de problemas e o pensamento crítico, e 7% dizem que os alunos estão aplicando conhecimento aos problemas práticos (WEST, 2013).

Para os estudantes, o uso de dispositivos móveis também transforma seu ambiente de aprendizagem. Do total de estudantes pesquisados, 64% dizem desfrutar de sua ajuda no acesso aos hipertextos online, 56% afirmam que essa tecnologia auxilia na escrita artigos e durante a lição de casa, e 47% indicam que os ajuda a aprender sobre as atividades acadêmicas (WEST, 2013).

Um jogo simples para celular foi proposto por professores na Índia, com o objetivo de ajudar os alunos das escolas primárias das zonas rurais a desenvolverem a compreensão linguística. Como consequência, as notas dos estudantes melhoraram cerca de 60%. No Novo México, professores usaram dispositivos móveis para desenvolver as habilidades de comunicação entre os alunos e avaliar o seu progresso em leitura. A partir da aplicação desses recursos durante três anos, o percentual de crianças que atingiu a alfabetização, no nível esperado para sua faixa etária, subiu de 29% para 93% (MOBILETIME, 2012).

No Irã, um estudo experimental, com objetivo de investigar o efeito da aprendizagem móvel sobre o pensamento crítico no ensino superior, identificou que as atitudes e a criatividade dos alunos em relação à utilidade de um sistema de aprendizagem móvel melhoraram significativamente ao término da pesquisa. Os resultados mostraram que a média de respostas do grupo experimental no pós-teste foi significativamente mais elevada do que a do grupo controle (NOROUZI et al., 2012).

Em um estudo desenvolvido em uma Universidade do Rio Grande do Sul, no Brasil, com estudantes e professores, observou-se que mais da metade (57,14%) dos alunos pesquisados utilizam algum tipo de dispositivo móvel para seus estudos. Os professores afirmaram sentir a necessidade de se habituar a essa nova tecnologia, uma vez que seus alunos estão cada vez mais fazendo uso dela (CORDENONZI et al., 2013).

Diante de tal problemática, apresenta-se o objeto de estudo da presente investigação: a construção e validação de um Curso de Suporte Básico de Vida (CSBV) para disseminar o conhecimento e a geração de competências relacionadas ao pensamento crítico reflexivo e atitude (tomada de decisão) em situações iminentes de morte, como parada cardiorrespiratória e engasgo, para acadêmicos e profissionais de saúde. A proposta de um curso mediado por tecnologia alicerçada em teorias pedagógicas e metodológicas se insere na concepção contemporânea da sociedade da cibercultura e do ciberespaço, definida pelo filósofo Pierre Lévy como um novo espaço de interação humana, de instauração de uma rede de memórias informatizadas, a partir da qual a esfera da comunicação e da informação se transformam numa esfera informatizada (LÉVY, 2011).

Considerando as pesquisas anteriores desenvolvidas na área de saúde e a problemática enfrentada pelas dificuldades na capacitação de profissionais de saúde em SBV, busca-se trilhar novos caminhos na temática de tecnologias de educação a distância. Dessa forma, visa fornecer subsídios para que trabalhadores, pesquisadores e gestores reflitam sobre a temática apresentada e direcionem ações no sentido de qualificar os serviços de assistência e docência, de forma que estes sejam um espaço promotor do ensino qualificado do SBV aos profissionais de saúde e aos acadêmicos em formação.

Materiais e método

Este estudo se caracteriza como metodológico quantitativo, o qual é adequado à verificação de métodos de obtenção, organização e análise de dados, por meio de números e estatística, com vistas a elaborar, validar e avaliar instrumentos e técnicas para pesquisa, tendo como objetivo a construção de um instrumento confiável, preciso e utilizável para que possa ser aplicado por outros pesquisadores (POLIT; BECK; HUNGLER, 2011). Tal escolha tem a finalidade de analisar as evidências de validação

de um Curso de Suporte Básico de Vida (CSBV) na modalidade de Ensino a Distância (EaD) para acadêmicos e profissionais de saúde de um Hospital Universitário.

O processo de validação de conteúdo do CSBV foi delineado a partir do polo teórico do modelo de Pasquali, identificando os conteúdos que compuseram o curso proposto, realizando a validação de três ferramentas, a saber, instrumento de Avaliação de Conhecimento em Suporte Básico de Vida (ACSBV); o CSBV e o jogo educativo simulado em SBV (JESBV), com especialistas da área (PASQUALI, 2010).

Para que isso acontecesse, o estudo apresentou duas fases distintas: a análise conceitual, feita à luz de literatura; e a avaliação por especialistas ou juízes. Esse percurso metodológico indica se o instrumento realmente reflete o propósito para o qual está sendo usado (RODRIGUES, 2007).

Assim, a primeira etapa consistiu na realização da revisão da literatura científica acerca dos aspectos relativos à assistência em suporte básico de vida, que foram contemplados nas três ferramentas propostas. E a segunda etapa na avaliação desses aspectos, que foram organizados e propostos a juízes experts na área, por meio de um instrumento de coleta de dados, um formulário estruturado online disponível na página do *Google docs* ou entregue impresso.

Os dados coletados foram organizados em uma planilha do *Excell Microsoft Office for Windows*. E, posteriormente, foram inseridos em um banco de dados do software SPSS, versão 20.0, *for Windows*, a fim de se obterem os resultados finais para discussões posteriores com base na literatura pertinente.

Após a avaliação, realizou-se a análise dos dados mediante o Índice Kappa (K) para mensuração do nível de concordância e consistência dos juízes em relação à permanência ou não do conteúdo. O Índice Kappa é um indicador de concordância ajustado que varia de “menos 1” a “mais 1” – quanto mais próximo de 1, melhor o nível de concordância entre os observadores.

Para o cálculo desse índice, foi usado um software gratuito e online, o *Online Kappa Calculator*. Como critério de aceitação, foi estabelecida a concordância superior a 0,65 entre os juízes, sendo esse número considerado bom (COSTA et al., 2016; POLIT; BECK, 2006).

Também foi utilizado o Índice de Validade de Conteúdo (IVC), que mede a concordância dos juízes quanto à representatividade dos itens em relação ao conteúdo em estudo, sendo esse calculado a partir da divisão do número de juízes que avaliaram o item como adequado pelo total de juízes (avaliação por item), resultando na proporção de juízes que julgaram o item válido, bem como a média por questão (PEREIRA, 1995).

Como aceitável, considerou-se índices maiores que 0,80, tanto para avaliação de cada item como para avaliação geral do instrumento.

$$\text{IVC} \quad (\text{Índice de Validade de Conteúdo}) = \frac{\text{Concordância}}{\text{Total de juízes}}$$

- **Aspectos éticos**

A pesquisa foi desenvolvida obedecendo as diretrizes da Resolução 466/12, do Ministério da Saúde, que envolve pesquisa com seres humanos. Foi submetida à apreciação do Comitê de Ética de Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes e aprovada com o CAAE: 58511516.0.0000.5292 (BRASIL, 2013).

Antes de iniciar a coleta de dados, solicitou-se autorização institucional para realização da pesquisa. E, após as orientações, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Resultados e discussão

- **Instrumento de avaliação de conhecimento em Suporte Básico de Vida (ACSBV)**

O ACSBV continha 13 questões. Na validação do ACSBV, foram realizadas 33 sugestões, das quais 18 sugestões foram acatadas, 3 rejeitadas e 12, após análise de valores de IVC e Kappa, serviram de orientação para a exclusão de três questões. A maioria das sugestões estava relacionada aos requisitos consistência, clareza, objetividade, simplicidade e vocabulário. O instrumento final ficou com 10 questões.

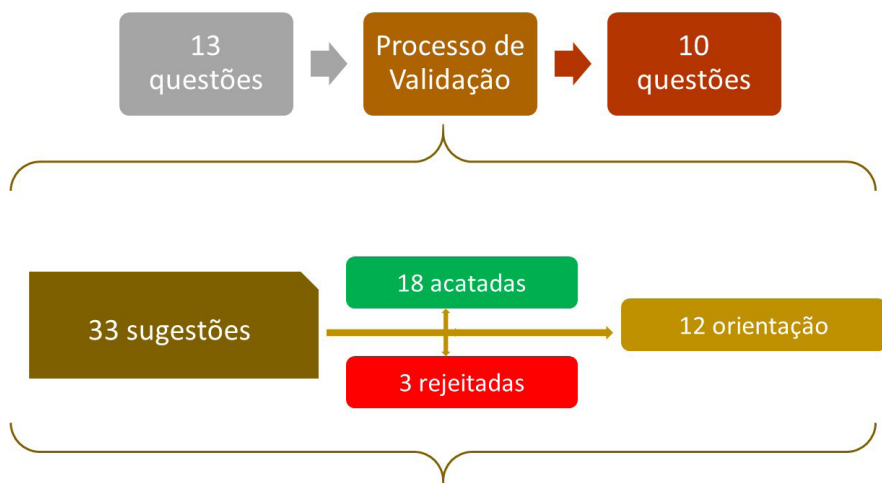


Figura 3 – Esquematização do processo de validação do ACSBV.

Fonte: Autoria própria.

- **Conteúdo do Curso de Suporte Básico de Vida (CSBV)**

Teve-se como objetivo do CSBV: Apresentar as ações de suporte básico de vida recomendadas pelo *American Heart Association* (2015) no atendimento às vítimas de Parada Cardiorrespiratória, Parada Respiratória (PR) e Obstrução de Vias Aéreas por Corpo Estranho (OVACE); favorecer a interatividade, autonomia, desenvolvimento

de competências técnicas e comportamentais e oferecer suporte para o acesso às tecnologias educacionais no cenário proposto (material didático, estudos de casos, questões autoinstrutivas com correção automatizada com feedback aos participantes do curso). Após a conclusão do curso, a depender da instituição de trabalho/ ensino de cada participante, o aluno poderá desenvolver ainda mais as habilidades ensinadas nos vídeos desse curso em estações práticas e cenários simulados.

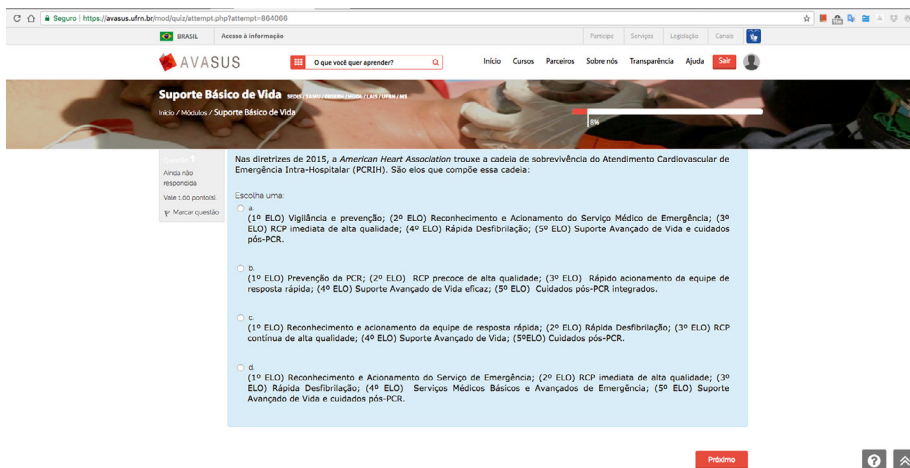


Figura 4 – Tela de interação do curso de SBV na Plataforma de Ambiente Virtual de Aprendizagem do Sistema Único de Saúde.

Fonte: Ambiente Virtual de Aprendizagem do Sistema Único de Saúde – AVASUS (2017).

Verificou-se que, para a validação do CSBV, houve 16 sugestões feitas pelos juízes, das quais 14 foram acatadas e apenas duas rejeitadas. A maioria esteve relacionada aos requisitos avaliação geral do conteúdo, utilidade, clareza, objetividade e vocabulário. Na análise estatística, o CSBV foi validado com índices satisfatórios pelos juízes ($IVC = 0,94$; $Kappa = 0,87$; nota 9,5).

- **Jogo Educativo Simulado em SBV (JESBV)**

Quanto ao JESBV, foi desenvolvido em 13 telas, entre as quais nove apresentaram conteúdos de SBV, e as demais orientações gerais para o avançar do jogo. A elaboração do roteiro priorizou a complexidade gradativa dos conhecimentos em SBV, com cuidados minuciosos na organização dos textos e na proposta das animações.

Das cinco sugestões realizadas, todas foram acatadas, sendo a maioria relacionada aos requisitos de organização, clareza e vocabulário. Nenhum item foi considerado inadequado.

Considerações finais

O desenvolvimento de todas as ferramentas que compõem o Curso de Suporte Básico de Vida em EaD, apesar de ter se mostrado um processo complexo e desafiador, é válido. Isso porque propicia autonomia e o desenvolvimento de competências técnicas e comportamentais dos acadêmicos e profissionais de saúde, além de apoiar o ensino de urgência nessa temática.

Considera-se que esse tipo de curso na modalidade EaD favorece a qualificação de acadêmicos e profissionais de saúde, principalmente aqueles que estão distantes dos grandes centros ou que não teriam tempo para realizá-lo de forma presencial.

O curso proposto, juntamente com o instrumento de avaliação e o jogo educativo, foi validado e poderá facilitar a sistematização, a padronização das ações e a disseminação do conhecimento atualizado. Além disso, ressalta-se que a metodologia utilizada permitiu a construção de um material fidedigno e que, sobretudo, valoriza a opinião e o conhecimento de profissionais especialistas na área.

Referências

AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Diretrizes da American Heart Association 2015**: atualização das Diretrizes RCP e ACE. 2015. Disponível em: <<https://eccguidelines.heart.org/wp-content/uploads/2015/10/2015-AHA-Guidelines-Highlights-Portuguese.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

BARBOSA, I. C. F. J. **Construção e validação de um curso a distância para promoção da saúde mamária**. 2012. 197 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

BRASIL. Decreto nº 2.494, de 10 de fevereiro de 1998. Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 fev. 1998. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Linha do cuidado do infarto agudo do miocárdio na rede de atenção**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

CORDENONZI, W. et al. Mobile Q: construção de uma comunidade de prática sobre mobile learning. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2013.

COSTA, I. K. F. et al. Protocol validation for people with venous ulcers: a quantitative study. **Online Brazilian Journal of Nursing**, v. 15, n. 2, p. 226-235, jun. 2016. Disponível em: <<http://www.objnursing.uff.br/index.php/nursing/article/view/5251>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

DAYA, M. R.; ZIVE, D. M. Subsequent Shockable Rhythm and Survival from Out-of-Hospital Cardiac Arrest: Another Piece of the Puzzle? **Resuscitation**, v. 114, p. A14-A15, maio 2017. Disponível em: <[http://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572\(17\)30110-7/fulltext](http://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572(17)30110-7/fulltext)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

FREITAS, C. C. S. et al. Educational technology in vocational training of emergency services. **International Archives of Medicine**, v. 9, n. 190, p. 1-9, 2016. Disponível em: <<http://imed.pub/ojs/index.php/iam/article/view/1642>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

KNOBEL, E. **Condutas no paciente grave**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2016.

LÉVY, P. **Tecnologias intelectuais e os modos de conhecer: nós somos texto**. 2011. Disponível em: <<http://www.dhnet.org.br/direitos/direitosglobais/paradigmas/pierrelevy/levy44.html>>. Acesso em: 8 abr. 2017.

MALTA HANSEN, C. et al. Lay bystanders: perspectives on what facilitates cardiopulmonary resuscitation and use of automated external defibrillators in real cardiac arrests. **J Am Heart Assoc**, v. 6, n. 3, mar. 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28288975>>. Acesso em: 2 maio 2017.

MANSUR, A. P.; FAVARATO, D. Trends in mortality rate from cardiovascular disease in Brazil, 1980-2012. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 107, n. 1, p. 20-25, jul. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2016005015101&lng=en&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 20 abr. 2017.

MEIRA JÚNIOR, L. E. et al. Treinamento em SBV para médicos e enfermeiros da atenção primária. **Rev. Bras. Med. Fam. Comunidade**, v. 11, n. 38, p. 1-10, jan./dez. 2016.

MOBILETIME. **Educação móvel pode revolucionar futuro da aprendizagem**. 2012. Disponível em: <www.mobiletime.com.br/03/04/2012/educacao-movel-pode-revolucionar-futuro-da-aprendizagem-diz-gsma/271217/news.aspx>. Acesso em: 20 out. 2016.

NOROUZI, M. et al. Investigate the effect of mobile learning over the critical thinking in higher education. **Advances in Natural and Applied Sciences**, v. 6, n. 6, p. 909-915, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288603587_Investigate_the_effect_of_mobile_learning_over_the_critical_thinking_in_higher_education>. Acesso em: 20 dez. 2016.

PASQUALI, L. **Instrumentação psicológica: fundamentos e práticas**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

PEREIRA, M. G. **Epidemiologia: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

POLIT, D. F.; BECK, C. T. The content validity index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. **Res Nurs Health**, v. 29, n. 5, p. 489-497, 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16977646>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

REY, G. et al. Use of medical simulators in obstetrics and gynaecology. Experience in undergraduate education. **Educ. Méd.**, v. 9, n. 4b, p. 229-233, 2016. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-18132006000500005>. Acesso em: 27 fev. 2017.

RODRIGUES, R. M. **Pesquisa acadêmica: como facilitar o processo de preparação de suas etapas**. São Paulo: Atlas, 2007.

SALVADOR, P. T. C. O. **Construção e validação de Objeto Virtual de Aprendizagem para apoio ao ensino da Sistematização da Assistência de Enfermagem aos técnicos em enfermagem**. 2016. 141 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SOUZA, D. N.; SOUZA, F. N. S. Estratégias de ensino de enfermagem, incentivando os estudantes à questão, argumentação e explicação. **Rev. Esc. Enferm.**, v. 48, n. 2, p. 162-171, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/reecusp/v48nspe2/pt_0080-6234-reeusp-48-nspe2-00155.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017.

TAVARES, A.; PEDRO, N.; URBANO, J. Lack of training in Basic Life Support by the citizen: A public health problem? What is the right age to start? **Rev. Port. Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 101-104. Dez. 2016. Disponível em: <<http://www.elsevier.pt/pt/revistas/revista-portuguesa-saude-publica-323/pdf/S0870902515000450/S300/>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

TUORINIEMI, P.; SCHOTT-BAER, D. Implementing a highfidelity simulation program in a community college setting. **Nurs. Educ. Perspect.**, v. 29, n. 2, p. 105-109, 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18459626>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

WEST, D. M. Mobile Learning: transforming education, engaging students, and improving outcomes. **Center for technology innovation at brookings**, p. 1-17, set. 2013. Disponível em: <<http://www.insidepolitics.org/brookingsreports/MobileLearning.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

WU, W. H. et al. Review of trends from mobile learning studies: a meta-analysis. **Computers & Education**, v. 59, n. 2, p. 817-827, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512000735>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

MODELO PARA AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DE PROCESSOS DE ELABORAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS PARA AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM: UM ESTUDO DE CASO NO AVASUS

Maíra Luciano Sidrim

Hélio Roberto Hékis

Karilany Dantas Coutinho

Aline Pinho Dias

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

Resumo

Este estudo teve como objetivo desenvolver um modelo de avaliação e monitoramento dos processos voltados à produção de cursos para a Educação a Distância – EaD. Para isso, foram realizadas as seguintes etapas: definição da família de cursos, mapeamento do estado atual e futuro do processo, desde a produção de conteúdos até a inserção de cursos no AVASUS, definição de indicadores de processos, elaboração e implementação de um plano de ação e desenvolvimento do modelo baseado na experiência do método aplicado. Entre os resultados alcançados, destacam-se a adaptação da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor – MFV para a EaD, otimização do processo de produção de cursos do AVASUS e o desenvolvimento do Modelo de Avaliação e Monitoramento da Produção de Cursos para a EaD.

Palavras-chave: Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Educação a Distância. Gestão de Operações. Gestão de Qualidade. Recursos Educacionais.

Introdução

Antes da era da Internet, havia modelos de Educação a Distância – EaD alicerçados em diferentes tecnologias como programas de TV, manuais impressos, além de áudios e vídeos. Embora esses modelos tenham possibilitado a aprendizagem a distância, a falta de interatividade fragilizava o processo de ensino aprendizagem, apontando, assim, a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias (LIÑÁN; PÉREZ, 2015).

O surgimento das novas tecnologias da informação e comunicação, em especial a *World Wide Web*, revolucionou os antigos modelos de EaD, possibilitando o tão necessário aumento no nível de interação. Além disso, trouxe outros benefícios como a redução do custo-aluno, maior inclusão de alunos e maior flexibilidade em termos de localização geográfica e horário.

No Brasil, a educação a distância tem crescido de forma significativa, estimulada não apenas pelo desenvolvimento tecnológico e maior inclusão digital, mas também por políticas e programas governamentais voltados, principalmente, para o ensino superior e formação ao longo da vida. Na área da saúde, em especial no âmbito da formação permanente, o Ministério da Saúde – MS tem envidado esforços consideráveis na utilização dessa modalidade para formação dos profissionais do Sistema Único de Saúde – SUS, motivado pela necessidade de formação de uma larga escala de profissionais, de forma continuada e com flexibilidade de tempo e espaço.

Programas de EaD podem apresentar múltiplas combinações de linguagens e recursos educacionais e tecnológicos. No entanto, existe uma convergência no sentido de compreender a educação como fundamento primeiro, antes de analisar o modo de organização a distância, considerando a discussão política e pedagógica da ação educativa (BRASIL, 2007).

A produção de cursos para a modalidade EaD requer a integração de uma equipe multidisciplinar, a integração de diferentes mídias, na perspectiva da construção do conhecimento e favorecendo a interação entre os múltiplos atores. Esse processo

deve seguir os princípios epistemológicos, metodológicos e políticos do projeto pedagógico do curso, o que requer uma avaliação prévia dos cursos para identificar necessidades de ajustes (BRASIL, 2007).

Por outro lado, a popularização da EaD gera uma preocupação com a qualidade dos cursos, considerando o nível de satisfação dos alunos como um parâmetro para avaliar o valor gerado (JARA; MELLAR, 2010). Nesse sentido, destaca-se a necessidade de estudos que abordem a gestão operacional na EaD, como também a integração entre a qualidade e o operacional nessa modalidade.

Na administração científica, o objetivo de desempenho da qualidade envolve o aspecto externo, ou seja, ter que lidar com a satisfação do consumidor e o aspecto interno, referente à estabilidade e eficiência da produção, e se estende por toda a organização (SLACK et al., 2006). Logo, percebe-se que só é possível garantir a qualidade, até mesmo na EaD, por meio da integração da qualidade em toda a cadeia produtiva, como também no planejamento estratégico do programa ou instituição.

Nesse sentido, o Mapeamento de fluxo de valor – MFV atua no mapeamento dos fluxos, de material e de informação, necessários para que as organizações consigam entregar produtos e serviços aos clientes. Desse modo, o MFV auxilia na identificação das etapas que agregam valor e a eliminação das etapas que não agregam valor ao cliente (IRANI; ZHOU, 2011).

Cookson (2003) e Pillon et al. (2015) propuseram a utilização do MFV para otimizar a Gestão Operacional na EaD, enquanto Lorenzetti (2014) defendeu a utilização dos princípios *Lean* na EaD, a saber: especificar valor; identificar cadeia de valor; fluxo de valor contínuo; deixar o cliente puxar o valor do produto; e perfeição (WOMACK; E JONES 2003). Nesse sentido, ressalta-se que se faz necessário desenvolver estudos voltados para a integração entre a qualidade e a produção de materiais didáticos na EaD que geram conexões importantes com áreas como Administração Científica, Pedagogia e Tecnologia da Informação.

Diante do contexto acima apresentado, o objetivo deste estudo foi desenvolver o modelo de avaliação e monitoramento da produção de cursos para a EaD. O modelo idealizou-se por meio da experiência com a aplicação do MFV, como também dos conceitos de Melhoria Contínua, lógica *Poka Yoke* e *Lean Thinking*, que consolidaram teoricamente a otimização da produção de cursos no Ambiente Virtual de Aprendizagem do Sistema Único de Saúde – AVASUS, plataforma de aprendizagem virtual idealizada pelo Ministério da Saúde do Brasil.

Base Teórica

Este estudo utilizou conceitos e metodologias de Gestão de Qualidade e Gestão de Operações para otimizar o processo de produção de cursos do AVASUS. A gestão dos processos, e do sistema produtivo como um todo, pode ser alcançada por meio do ciclo PDCA – *Plan, Do, Check, Act*¹. Essa abordagem tem foco na Melhoria Contínua, que representa a busca por melhorar continuamente a adequação, suficiência e eficácia de sistemas produtivos. O outro foco dessa abordagem é a Mentalidade de Risco, atuando como uma ferramenta preventiva contra resultados indesejáveis (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

A utilização da abordagem de processos proposta pela ISO 9001 proporciona: entendimento e consistência no atendimento a requisitos; consideração de processos em termos de valor agregado; desempenho eficaz de processo; melhoria de processos baseada na avaliação de dados e informação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). Desse modo, destaca-se que o modelo desenvolvido é fundamentado nessa abordagem, tendo como pilares: melhoria Contínua, ciclo PDCA e mentalidade de risco.

Por outro lado, o Planejamento e Controle de Qualidade pode ser dividido em seis passos. São eles: definir as características

1 Tradução: Planejar, Executar, Verificar, Agir.

de qualidade dos produtos e serviços; definir como mensurar cada característica de qualidade; estabelecer padrões de qualidade para cada característica; controlar a qualidade em relação aos padrões estabelecidos; encontrar e corrigir falhas de qualidade; continuar buscando melhoria de qualidade (SLACK, 2006).

Poka Yoke é um método de inspeção para detecção e reparo de erros capaz de bloquear as principais interferências, geralmente causadas por erros humanos, na execução dos processos. Logo, esses dispositivos são utilizados visando um processamento livre de falhas (SHINGO, 1996; GHINATO, 1995). A lógica *Poka Yoke* serviu de base teórica para a elaboração de um *checklist*, que será discutido no tópico 4 e exposto no apêndice.

O *Lean Manufacturing*, também conhecido como Sistema Toyota de Produção, metodologia desenvolvida no Japão como uma alternativa para a montadora lidar com as dificuldades, após a Segunda Guerra Mundial, ainda é vastamente utilizado por diversas organizações que buscam melhorar sua eficiência operacional. O *Lean Thinking*, linha de pensamento dessa metodologia, é também um dos fundamentos teóricos do modelo desenvolvido nesta pesquisa, justamente por propor uma maneira de criar valor, alinhar ações na melhor sequência e conduzir essas atividades de forma mais eficaz, por meio da eliminação de desperdícios (WOMACK; JONES, 2003; LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2018).

A utilização do Mapeamento de Fluxo de Valor – MFV, ferramenta do *Lean Manufacturing*, possibilita a classificação das atividades operacionais em três categorias: aquelas que agregam valor ao cliente; aquelas que não agregam valor, mas são necessárias para manter o fluxo e, portanto, não podem ser eliminados ainda; e as ações que não agregam valor ao cliente e, portanto, devem ser eliminadas imediatamente. Após a eliminação do terceiro conjunto, busca-se otimizar as etapas restantes que não criam valor (WOMACK; JONES, 2003).

O método MFV é composto das seguintes etapas: definição da família de produto a ser mapeada, o mapeamento de estado atual, o mapeamento do estado futuro, além da elaboração

e implementação do plano de trabalho (ROTHER; SHOOK, 2009; IRANI; ZHOU, 2011). As etapas indicadas no modelo proposto nesta pesquisa são fundamentadas, principalmente, pelo MFV.

A família de produtos a ser mapeada é definida em função da relevância dos produtos, por meio de aspectos como maior volume de produção, margem de lucro, entre outros. Enquanto os fluxos de materiais são rastreados e mapeados, os fluxos de informação também são incorporados para fornecer informações de demanda e tempo. Após o mapeamento dos fluxos, insere-se uma linha do tempo, apresentando o tempo de processamento para cada operação e os atrasos nas transferências entre as operações. Essa linha auxilia na identificação das etapas que agregam, e que não agregam, valor no sistema atual (IRANI; ZHOU, 2011).

A Figura 1 apresenta os ícones necessários para desenhar os mapeamentos, do estado atual e futuro, requisitados na ferramenta MFV.

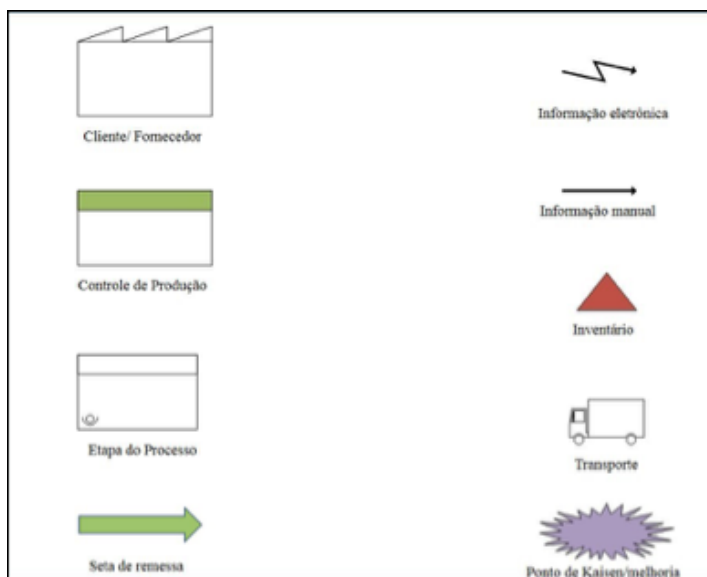


Figura 1 – Símbolos do MFV.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2009).

Os símbolos apresentados na Figura 1 servem de base para o entendimento e elaboração de um mapeamento dessa metodologia.

A etapa de definição dos indicadores, realizada nesta pesquisa, foi inspirada no método utilizado por Müller et al. (2003). Estes autores propuseram definir os indicadores dos processos com base nos objetivos globais da instituição de EaD.

Método da pesquisa

A escolha do AVASUS para a realização desta pesquisa ocorreu em função da relevância da plataforma em termos de abrangência nacional, da alta diversidade de cursos e alunos. Além disso, por ser um importante canal na condução da Educação Permanente em Saúde no Brasil.

Assim como ocorre em diversos programas de EaD no Brasil, a produção de cursos do AVASUS baseia-se nos Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância. Esse documento, desenvolvido pelo Ministério da Educação e Cultura, aborda a qualidade no ensino do ponto de vista pedagógico. Observa-se, portanto, uma conexão entre as áreas de Gestão de Qualidade, Gestão de Operações, Pedagogia e Educação a Distância, o que contribui para a interdisciplinaridade desta pesquisa.

Os procedimentos metodológicos foram desenhados com base na abordagem de processos proposta pela ISO 9001, a qual se fundamenta nos preceitos da melhoria contínua e mentalidade de risco e é praticada por meio do ciclo PDCA. Logo, adianta-se que o método segue a lógica: Planejar, Executar, Verificar e Agir, de forma cíclica.

Os dados foram obtidos por meio de entrevistas com os gestores do AVASUS, como também do acesso à plataforma de comunicação entre os funcionários que atuam na produção de cursos para o AVA. A análise de dados realizou-se, essencialmente, por meio da metodologia MFV, que definiu boa parte das etapas realizadas. A Figura 2 ilustra a sequência de etapas.

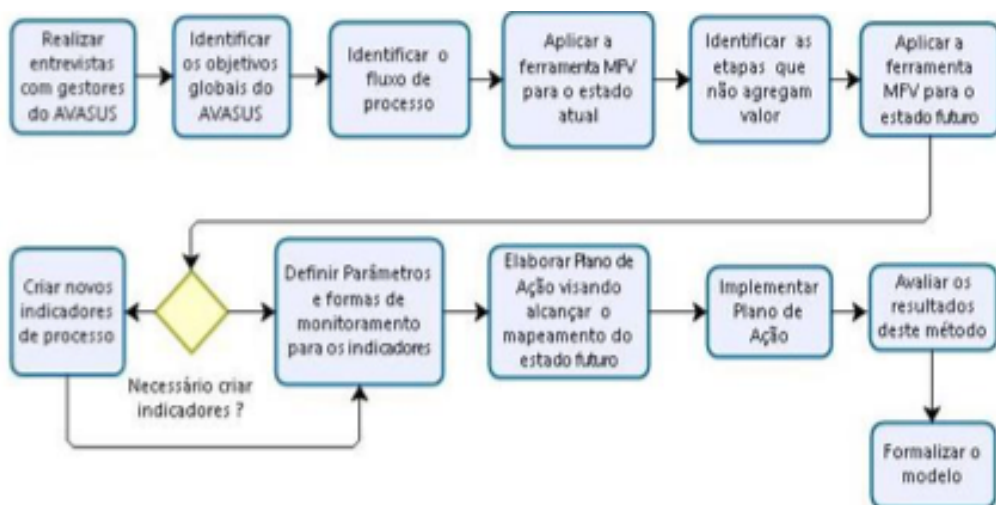


Figura 2 – Método da pesquisa.

Fonte: Autoria própria.

Por meio da Figura 2, observa-se que o primeiro passo foi a realização de entrevistas com os gestores do AVASUS, com o intuito de coletar informações estratégicas e conhecer seus processos. A partir dessas entrevistas, foram identificados os objetivos diretivos globais, os fluxos de processo e as rotinas de trabalho.

A etapa de identificação dos objetivos diretivos globais foi embasada no método realizado por Müller et al. (2003), no qual tal ação se faz necessária para guiar estrategicamente a definição de indicadores e a etapa de otimização dos processos. Essas etapas também compõem o método desta pesquisa e serão detalhadas a seguir.

Durante o desenho do método, identificou-se a necessidade de algumas adaptações nos termos do MFV para assim abordar, adequadamente, a produção de cursos, do ponto de vista de sistema produtivo. Um MFV tradicional explora a transformação de matéria-prima em produtos. Entretanto, nesse caso, a matéria-prima é o módulo em construção, que posteriormente transforma-se em um módulo de curso on-line.

Ainda nesse sentido, o termo *família de produtos* foi adaptado para *família de cursos*. Além disso, o ícone de *fornecedor* foi substituído por *conteudistas*, pois são eles que fornecem os conteúdos que posteriormente transformam-se em cursos on-line. O ícone *Controle de Produção* foi substituído por *Coordenação Geral*. O ícone *clientes* foi substituído por *alunos*, que do ponto de vista de sistemas produtivos atuam como os clientes finais, mas trata-se de ensino, o que indica a oportunidade de tal adaptação.

Após a identificação dos objetivos, iniciou-se a aplicação do MFV com a definição da família de curso, seguida do mapeamento do estado atual do processo. Na sequência, realizou-se uma análise do mapeamento e foram identificados: falhas, pontos descontínuos no fluxo, desperdícios e retrabalhos, ou seja, atividades que não agregam valor ao processo. A próxima etapa foi a realização do mapeamento do estado futuro, visando eliminar ou mitigar os problemas encontrados no mapeamento do estado atual.

A metodologia MFV requer o monitoramento dos processos com base numa lógica simples: tempo gasto em atividades que agregam valor e tempo gasto em atividades que não agregam valor. Entretanto, como o AVASUS não utilizava nenhum indicador de desempenho para o processo em estudo, a próxima etapa foi a definição de indicadores de processo com base nos mapeamentos e nas informações coletadas nas entrevistas. Em seguida, foram definidos: formas de monitoramento, unidades de medida e formas de controle e gerenciamento. Observa-se, portanto, uma convergência entre a metodologia MFV e o método proposto por Müller et al. (2003), aumentando a relevância da etapa de definição de indicadores prevista também na referida ferramenta.

Para alcançar o estado futuro, a metodologia MFV indica a elaboração e implementação de um plano de trabalho, que consiste no planejamento das ações a serem tomadas para atingir o referido objetivo. Neste estudo, devido a algumas ações que mais se aproximavam de controle de qualidade, utilizou-se o termo *plano de ação*, que é composto pelo plano de trabalho do MFV e de outras ações detalhadas no tópico 3.

Durante a elaboração do Plano de Ação, a Lógica *Poka Yoke* foi utilizada como base teórica para a concepção e desenvolvimento de um *checklist*, que será apresentado no tópico 3. Além disso, essa lógica, de eliminar a possibilidade de propagação de erros, serviu de inspiração teórica para toda a etapa de otimização do processo.

A implementação do Plano de Ação colocou em prática as ações previamente planejadas. Em seguida, realizou-se uma análise detalhada na experiência de utilização desse método, visando identificar pontos de melhoria e realizar os ajustes necessários para formalizar o modelo.

A etapa de formalização realizou-se com o intuito de simplificar as ideias, tornando-as mais objetivas, o que refletiu diretamente na forma como as etapas foram apresentadas no modelo. Além disso, buscou-se também uma abordagem mais ampla, que possa ser replicada por diversos programas de EaD.

Vale ressaltar que os conceitos de *Lean Thinking*, Melhoria Contínua e Mentalidade de Risco serviram de plano de fundo para o método, uma vez que todo o sequenciamento de etapas foi idealizado com base nesses fundamentos. Enquanto o ciclo PDCA serviu de base teórica não apenas para a idealização das etapas, mas também para dar forma ao modelo.

Resultados e discussão

Serão apresentados neste tópico uma análise geral do AVASUS, a definição da família de cursos, o mapeamento do estado atual, o mapeamento do estado futuro, a definição dos indicadores do processo, a elaboração e implementação do plano de ação. E, por fim, a formalização do modelo.

- **Análise geral do AVASUS e definição da família de cursos**

Com base no estudo de caso realizado, este tópico apresenta uma contextualização acerca do AVASUS, informações relevantes, uma vez que direcionaram esta pesquisa.

O AVASUS é um projeto do Ministério da Saúde do Brasil voltado para a área de Educação Permanente em Saúde, desenvolvido pelo Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. O LAIS realiza diversos projetos que atuam no desenvolvimento de tecnologias inovadoras para a saúde e contribui para o avanço da assistência em saúde no país. Os projetos são inter e transdisciplinares, envolvendo áreas como: Engenharias, Tecnologia da Informação, Educação a Distância e diversas áreas da saúde, inclusive Educação em Saúde.

Além de ter desenvolvido a plataforma digital AVASUS, o LAIS gerencia toda a dinâmica de trabalho que existe por trás da referida plataforma. Esse gerenciamento envolve atividades como: controle e otimização da plataforma, atendimento ao aluno, produção e revisão de conteúdo, além de toda a dinâmica financeira para manter todo o processo em funcionamento. Por outro lado, o Ministério da Saúde disponibiliza os recursos financeiros e define quais cursos deverão ser produzidos e disponibilizados no AVA.

Até o momento, 156.358 alunos concluíram pelo menos um curso no AVASUS. Vale ressaltar que, por ser uma iniciativa do governo, esses alunos não tiveram nenhum custo financeiro para obter essa formação. Assim, reforça a relevância da plataforma em termos sociais.

Por meio das entrevistas, foram identificados os cinco objetivos globais do AVASUS: diversidade de oferta; qualidade no ensino; crescimento organizacional; aprendizagem de equipe; e sucesso financeiro. As entrevistas também evidenciaram que o principal desafio desse AVA atualmente é reduzir o *lead time* do processo de produção e revisão de cursos, sem perder qualidade.

Lead time é o tempo que um produto leva para ser produzido, ou seja, a medida de tempo desde o momento em que a matéria-prima começa a ser transformada até o momento em que ela se transforma em produto final, considerando o tempo gasto em atividades que agregam valor, como também o tempo gasto com atividades que não agregam valor. No caso do AVASUS, o *lead time* do processo de produção de cursos é o tempo decorrido no período entre as fases de revisão técnico-científica e disponibilização do curso na plataforma, etapas realizadas pelas equipes internas.

A produção de conteúdos é terceirizada, o AVASUS contrata profissionais capacitados para elaborar o conteúdo dos cursos. Isso gera a necessidade de capacitar esses conteudistas, que, apesar de terem conhecimento técnico em suas áreas de estudo, geralmente não estão aptos a elaborar conteúdos voltados para a EaD. A capacitação ocorre de forma presencial e, em seguida, esses profissionais iniciam a elaboração dos conteúdos que posteriormente serão transformados em módulos de cursos e cursos autoinstrucionais.

Não havia indicadores no processo em estudo, mas os gestores estimam que, atualmente, um curso leva em torno de três meses para ser disponibilizado no AVASUS. Um *lead time* bastante alto e que se configura como o maior desafio do processo. Logo, constatou-se que o primeiro grande esforço deveria ser a redução desse *lead time*, assim como dar início ao monitoramento do processo.

Os cursos do AVASUS são compostos por diversas mídias, que abordam temas clínicos e de organização do processo de trabalho (NÓBREGA et al., 2016). Há cursos de especialização, cursos de aperfeiçoamento, cursos autoinstrucionais avulsos, além de cursos que demandam uma coordenação específica, enquanto outros são coordenados pela coordenação geral. O fluxo de produção dos cursos é bem diferente, não há padronização, o que aponta para a divisão em grupos de cursos com fluxos semelhantes, tratados como famílias de curso.

Após a entrevista com os gestores, o curso de especialização em Saúde da Família – PEPSUS – foi escolhido como piloto para avaliar e reconstruir o modelo de produção. A razão da escolha foi o fato desse ser um curso com processo de produção razoavelmente consolidado e com acompanhamento rigoroso da equipe de coordenação.

O PEPSUS foi desenvolvido para atuar na consolidação e no aprimoramento da Atenção Primária à Saúde, por meio da qualificação para a Estratégia de Saúde da Família, com foco nos indicadores do Programa Nacional de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica – PMAQ (AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM DO SISTEMA UNICO DE SAÚDE, 2018). Nota-se, portanto, que esse curso atende a uma importante demanda do Ministério da Saúde.

Por se tratar de um curso de especialização, o PEPSUS é dividido em módulos e cada módulo é produzido individualmente por um conteudista com perfil adequado. Os conteúdos são apresentados por meio de situação problema, textos, vídeos, animações, infográficos, entre outros materiais. O curso também agrega ferramentas de conhecimento disponíveis para o SUS, como o Portal Saúde Baseada em Evidências – PSBE – e a Rede PEPSUS. Diante do que foi exposto, constata-se que o PEPSUS é a família de cursos mais indicada para este estudo.

- **Mapeamento do estado atual**

Por meio da ferramenta MFV, realizou-se o mapeamento do estado atual do processo de produção e revisão dos módulos do PEPSUS – Programa de Educação Permanente em Saúde da Família, conforme está ilustrado na Figura 3.



A Revisão Pedagógica – RP, é aquela na qual os módulos são adaptados quanto aos aspectos pedagógicos gerais

e específicos da EaD. Após diversas idas e vindas, o curso segue para a equipe de Revisão de Estrutura – RE, que realiza a revisão e adequações relacionadas à Língua Portuguesa. A etapa de Normalização revisa e faz as adequações quanto à ABNT e demais normas técnicas que se façam necessárias.

O módulo segue para a equipe de Comunicação, que faz a formatação e a diagramação do material no padrão AVASUS, além de produzir vídeos e ilustrações previstas no projeto pedagógico do módulo. Feito isso, a equipe solicita a aprovação final do módulo em construção para a coordenação geral, que pode ainda solicitar a aprovação final do conteudista.

O módulo segue para a equipe de suporte, que realiza a Adaptação na Plataforma Modelo – ADP. Nessa etapa, a equipe cria o módulo na plataforma, adiciona todo o conteúdo e revisa a formatação, as imagens, vídeos, links, questionários, etc. O módulo em construção é transferido para a Plataforma Produção, na qual ocorre a Adaptação na Plataforma Produção – ADP, etapa em que o módulo passa por uma última verificação. Na Disponibilização, a equipe de suporte aguarda a liberação da coordenação geral para então disponibilizar o módulo para os alunos.

O fluxo descrito nos últimos parágrafos está ilustrado na Figura 2. Entretanto, essa descrição apresenta o processo em seu estado ótimo, ou seja, sem erros, sem retrabalho e sem pontos de descontinuidade no fluxo. Essas informações estão ilustradas na Figura 3 por meio dos ícones que estão apresentados, com suas respectivas legendas, no Quadro 1.

Ícones	Legenda
	Retorno para ajustes do conteudista.
	Pontos de Kaisen (pontos de melhoria).
	Evitar erros do conteudista na elaboração do conteúdo.
	Evitar recebimento de conteúdo com erros básicos.
	Aumentar autonomia da equipe Revisão de estrutura na realização de ajustes.
	Aumentar autonomia da equipe de Normatização na realização de ajustes.

Quadro 1 – Legenda de ícones.
Fonte: Autoria própria.

Por meio do Quadro 1 e da Figura 3, identificam-se como atividades que não agregam valor ao curso os retornos para ajustes dos conteudistas, uma vez que essas atividades se configuram como retrabalhos, necessários apenas por conta da propagação de erros nas etapas anteriores. Outro ponto que comprova tal classificação é que as atividades realizadas não geram nenhum retorno financeiro, justamente por se tratar de correções.

O fluxo presente no mapa do estado atual já prevê a ocorrência de pelo menos dois retornos para ajustes dos conteudistas, um partindo da equipe de Revisão Técnico-Científica e outro da equipe de Revisão Pedagógica, o que significa que esses retornos ocorrem com muita frequência. Como os conteudistas são profissionais ocupados, muitas vezes acabam demorando

para realizar os ajustes, enquanto o módulo em construção não avança no processo. Isso reflete em um atraso significativo na disponibilização dos módulos, evidenciando que essa é a principal causa da manutenção do *lead time* alto.

Nas entrevistas, constatou-se que os retornos são causados por erros básicos durante a elaboração do conteúdo. Esses erros, que serão elencados a seguir, evidenciam a necessidade de buscar alternativas para auxiliar os conteudistas e eliminar, ou pelo menos reduzir de forma consistente, tais retornos. Por outro lado, de acordo com a metodologia MFV, os processos devem ter fluxos contínuos. Portanto, torna-se nítido que a eliminação gradativa desses retornos deve ser tratada como prioridade.

Nesse sentido, foram identificados os erros que mais se repetem durante a elaboração dos módulos:

- Linguagem não dialógica
- Falta de interatividade
- Formatação fora do padrão AVASUS
- Estrutura fora do padrão AVASUS
- Falta de relação com as vivências da realidade profissional APS
- Ausência do item situação-problema
- Ausência de caso clínico
- Caso clínico não conforme ao modelo padrão
- Caso clínico não atrelado à situação-problema inicial
- Ausência de exercícios atrelados ao caso clínico
- Ausência dos recursos *Saiba mais*, *Atenção*, *Glossário* e *Para refletir*
- Ausência de atividade avaliativa final ligada à microintervenção
- Item Boas vindas não conforme com o padrão AVASUS
- Ausência de uma ou mais referências bibliográficas
- Ausência de indicações de bibliografia adicional

- Relação inadequada entre carga-horária e número de unidades
- Unidades do módulo em construção com extensão fora do padrão AVASUS
- Ausência de explicação sobre a utilização dos recursos
- Ausência de títulos de aulas
- Ausência dos objetivos das aulas
- Objetivos das aulas utilizando tempo verbal diferente do infinitivo
- Conteúdo das aulas não dividido em seções, títulos e subtítulos
- Conteúdo das aulas não ligados aos objetivos
- Linguagem das questões não objetiva, não clara e não atrativa
- Ausência de elementos de textualidade, como vocabulário, pontuação e ordem gramatical nas questões
- Ausência de texto base relacionado ao conteúdo da questão
- Questões utilizando formatos como *alternativa incorreta, todas as alternativas, nenhuma das questões anteriores*
- Ausência de *feedback* de todas as alternativas das questões (certas e erradas)
- Ausência de gabarito das questões
- Questões que utilizam termos absolutos e termos polêmicos
- Questões que utilizam alternativas longas

Os pontos de *Kaisen*, são pontos de melhoria identificados na otimização de processos. Ao analisar os erros citados acima, foram identificados os pontos de *Kaisen* 1 e 2, com base na lógica *Poka Yoke*, que visa eliminar a possibilidade de ocorrência de determinados erros. Nesse caso, como trata-se de um produto intangível, não é possível garantir essa eliminação, mas existem alternativas para evitar que esses erros ocorram com alta frequência.

O ponto de *Kaisen* 1 visa evitar que os erros ocorram já na produção do conteúdo, isso é possível por meio de melhorias na comunicação entre os conteudistas e a equipe de capacitação. É necessário deixar claro todos os requisitos que os planos de módulo devem cumprir, assim como o conteudista precisa entender todas essas informações.

O ponto de *Kaisen* 2 busca formas de evitar o recebimento de módulos em construção com esse tipo de erro. Percebe-se que os pontos de *Kaisen* 1 e 2 são complementares, enquanto o ponto 2 busca evitar a entrada de planos com erros, o ponto 1 busca evitar sua ocorrência.

Os pontos de *Kaisen* 3 e 4 também serviram para reduzir, ou eliminar, retornos mais sutis, durante etapas de Revisão de Estrutura e Normalização. Essas equipes precisam entrar em contato com os conteudistas para que eles aprovelem adequações ou ajustes realizados nos conteúdos, ações que se classificam como atividades que não agregam valor, mas são ainda necessárias atualmente. A ideia, nesse caso, é dar mais autonomia para as equipes, mas de forma cautelosa, ou seja, com treinamento prévio.

- **Mapeamento do estado futuro**

O mapeamento do estado futuro representa o resultado que se pretende alcançar com a otimização do processo. A Figura 4 apresenta o mapeamento do estado futuro para o processo em estudo.

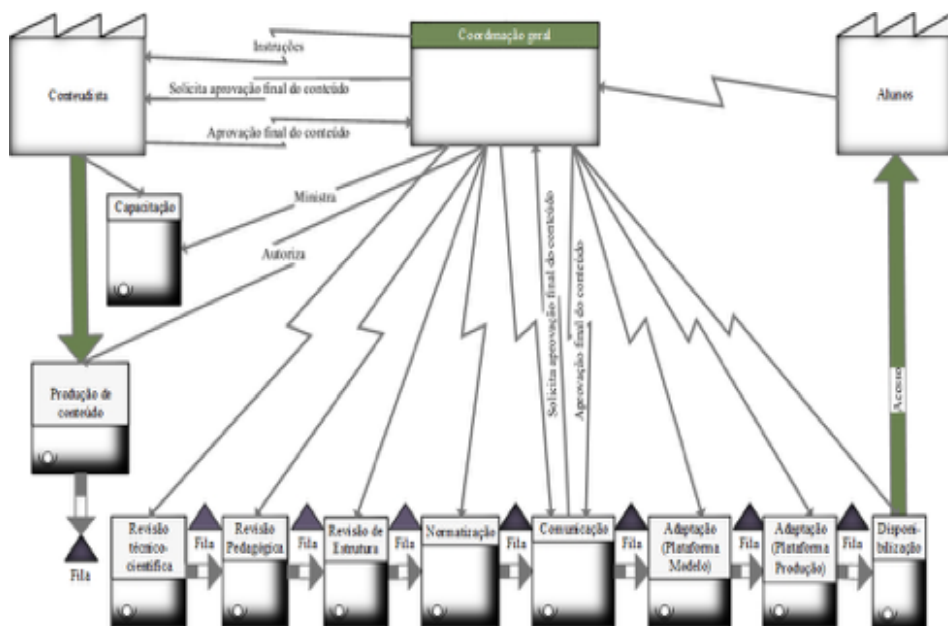


Figura 4 – Mapeamento do estado futuro.
Fonte: Autoria própria.

Por meio da Figura 4, é possível perceber que a ideia, nesse primeiro ciclo de melhoria do processo, é solucionar os problemas identificados no tópico anterior. As etapas e a ordem das etapas do processo são exatamente as mesmas, pois constatou-se que não havia necessidade de alterá-las, nesse primeiro momento. O tópico 4.5 apresentará o plano de ação, elaborado e parcialmente implementado, visando alcançar esse resultado.

• Definição dos indicadores de processo

Com base nos objetivos diretivos globais do AVASUS e nos mapeamentos, foram definidos os indicadores do processo. Optou-se por realizar essa etapa antes de elaborar o Plano de Trabalho. O Quadro 2 apresenta os indicadores e suas respectivas descrições e unidades de medida.

Indicadores	Descrição	Unidade de medida
Tempo de RTC	Média aritmética dos tempos de Revisão técnico-científica	Horas
Tempo de RP	Média aritmética dos tempos de Revisão Pedagógica	Horas
Tempo de RE	Média aritmética dos tempos de Revisão de Estrutura	Horas
Tempo de Normalização	Média aritmética dos tempos de Normatização	Horas
Tempo de Comunicação	Média aritmética dos tempos de comunicação	Horas
Tempo de APM	Média aritmética dos tempos de Adaptação na Plataforma Modelo	Horas
Tempo de APP	Média aritmética dos tempos de Adaptação na Plataforma Produção	Horas
Tempo de Disponibilização	Média aritmética dos tempos de Disponibilização	Horas
Tempo de fila RTC	Média aritmética dos tempos de espera na fila de Revisão Técnico-científica	Horas
Tempo de fila RP	Média aritmética dos tempos de espera na fila de Revisão Pedagógica	Horas
Tempo de fila RE	Média aritmética dos tempos de espera na fila de Revisão de Estrutura	Horas
Tempo de fila Normalização	Média aritmética dos tempos de espera na fila de Normatização	Horas
Tempo de fila Comunicação	Média aritmética dos tempos de espera na fila de Comunicação	Horas
Tempo de fila APM	Média aritmética dos tempos de espera na fila de Adaptação na Plataforma Modelo	Horas
Tempo de fila APP	Média aritmética dos tempos de espera na fila de Adaptação na Plataforma Produção	Horas
Tempo de fila Disponibilização	Média aritmética dos tempos de espera na fila de Disponibilização	Horas
Tempo de espera por autorização	Média aritmética dos tempos de espera por aprovação final do conteudista	Horas

Indicadores	Descrição	Unidade de medida
Quantidade de retornos	Quantidade de retornos para ajustes dos conteudistas por mês	Unidade/mês
Quantidade de módulos finalizados	Quantidade de Módulos finalizados por mês	Unidade/mês
<i>Lead time</i>	Média aritmética dos <i>lead times</i> do processo (desde o recebimento até a disponibilização do módulo no AVASUS)	Horas

Quadro 2 – Indicadores de Processo.
Fonte: Autoria própria.

Os indicadores apresentados no Quadro 2 servirão para calcular os tempos das etapas do processo e, assim, adicionar a linha de tempo quando for realizado o próximo mapeamento do estado atual. O monitoramento desses indicadores será por meio do software de gerenciamento do LAIS, que está sendo desenvolvido pelo laboratório.

Apesar do monitoramento dos indicadores ainda não ter sido iniciado, é importante ressaltar que essa abordagem tem foco no processo e não na produtividade a qualquer custo. Desse modo, o tempo alto em alguma das etapas, por exemplo, indica apenas que há necessidade de otimização do processo naquele ponto. As mudanças para otimizar o processo devem ser implementadas de forma cautelosa, sem cobranças de produtividade individual, nem mesmo dos gestores. Entende-se, portanto, que a melhoria na produtividade é uma consequência da otimização dos processos.

- **Plano de ação**

Visando alcançar o mapeamento do estado futuro, ou seja, fazer com que o processo seja alinhado àquilo representado no mapeamento do estado futuro, elaborou-se um plano de ação que será apresentado a seguir.

Elaboração

O plano de ação foi idealizado com base nos mapeamentos e em entrevistas realizadas com os gestores do processo. Nesse sentido, as ações propostas foram:

- elaborar um *checklist* para o conteudista, visando eliminar os erros que mais se repetem durante a produção do conteúdo;
- desenvolver um *template* para a elaboração dos módulos do PEPSUS, visando padronizar a formatação;
- definir indicadores de processo, assim como a forma de monitoramento;
- comunicar e promover a conscientização dos conteudistas sobre essas mudanças;
- incentivar a realização de encontros, após a capacitação dos conteudistas, visando eliminar possíveis dúvidas;
- realizar uma reunião com as equipes de Normalização e Revisão de Estrutura, visando aumentar a autonomia dos integrantes das equipes e reduzir a necessidade de feedback dos conteudistas;
- elaborar e disponibilizar um curso autoinstrucional para os conteudistas;
- deixar previsto no Termo de Cessão que o prazo para feedback do conteudista é de 24 horas.

O *checklist* foi elaborado com base na lógica *Poka Yoke*, buscou-se eliminar a possibilidade de ocorrência dos erros que mais se repetem na produção do conteúdo. Os itens dessa lista buscam garantir que o material prestes a ser entregue para revisão não apresenta os erros detectados anteriormente por meio do mapeamento do estado atual. A ideia é evitar o recebimento de módulos em construção contendo os erros que atualmente são previsíveis.

Nas entrevistas, foram identificados problemas que podem ocorrer nos cursos, mas que não havia possibilidade de estarem previstos nos mapeamentos. Um desses problemas é a possibilidade de cursos ficarem obsoletos por conta das constantes atualizações que ocorrem na área de saúde. Destaca-se também a possibilidade de erros técnicos em imagens e vídeos, recursos criados por profissionais da área de comunicação que não possuem tanta informação acerca dessas atualizações. Nesse sentido, optou-se por inserir as seguintes ações no plano:

- realizar anualmente uma revisão técnica nos cursos autoinstrucionais do AVASUS;
- inserir uma nota no AVASUS, informando que, em linhas gerais, a atualização dos cursos é uma demanda do Ministério da Saúde;
- realizar uma última verificação, feita por profissionais da área, nos vídeos e imagens antes da disponibilização dos cursos.

O Quadro 3 apresenta um resumo dos problemas identificados, suas respectivas causas e as ações propostas.

Problema	Causas	Ações
Retorno para ajustes dos conteudistas	Erros durante a elaboração do plano de módulo.	<i>Checklist</i> Evitar recebimento de conteúdo com erros básicos. <i>Template</i> Melhorar a comunicação dos conteudistas. Incentivar a realização de encontros com os conteudistas após a capacitação. Elaborar e disponibilizar um curso autoinstrucional para conteudistas.

Problema	Causas	Ações
<i>Lead time</i> alto	Retorno para ajustes dos conteudistas. Equipes de RE e normatização solicitam feedback dos conteudistas.	Ações anteriores Aumentar autonomia das equipes na realização de ajustes. Melhorar capacitação dos conteudistas. Deixar previsto no Termos de Cessão que o prazo para feedback do conteudista é de 24 horas.
Cursos com erros técnicos em imagens ou vídeos	Equipe de comunicação não tem conhecimento técnico na área de saúde.	Realizar uma última verificação, feita por profissionais da área, nos vídeos e imagens antes da disponibilização dos cursos.
Cursos autoinstrucionais desatualizado	Constantes atualizações na área de saúde.	Realizar anualmente uma revisão técnica nos cursos autoinstrucionais do AVASUS. Inserir uma nota no AVASUS, informando que, em linhas gerais, a atualização dos cursos é uma demanda do Ministério da Saúde.

Quadro 3 – Problemas, causas e ações.
Fonte: Autoria própria.

O Quadro 3 permite uma visualização sistemática de cada um dos problemas, suas respectivas causas e as ações a serem tomadas.

Implementação

O *checklist*, exposto no apêndice deste livro, utiliza linguagem simples, na forma interrogativa, para facilitar seu entendimento. As informações presentes no *checklist* serão utilizadas também durante a capacitação para que os conteudistas absorvam essas informações antes do início da produção de conteúdo, evitando retrabalho não apenas das equipes do AVASUS, mas também dos conteudistas, que deverão respondê-lo antes de enviar o módulo em construção para a equipe responsável.

O *template* foi elaborado para garantir a padronização da formatação e da estrutura dos módulos em construção. Padronizar a formatação possibilita agilizar os processos de

revisão, enquanto padronizar a estrutura evita a falta de itens obrigatórios. O *template* apresenta uma breve descrição de todos os itens que são obrigatórios nos planos, evitando erros nesse sentido. A utilização desse recurso agiliza a produção do conteúdo, pois os conteudistas passam a não gastar tempo pensando em estrutura e formatação.

A comunicação e a conscientização acerca dessas mudanças ocorrerão já na capacitação dos conteudistas. O *checklist* também atua nesse sentido, por informar e conscientizar os conteudistas quanto aos requisitos do AVASUS e as consequências relacionadas ao envio de materiais fora do padrão. A realização de encontros após a capacitação é também uma forma de melhorar a comunicação com os conteudistas, evitando a propagação de erros.

Em função da limitação de tempo, não foi possível implementar todas as ações previstas no plano. Entretanto, vale lembrar que esta pesquisa tem como uma de suas bases a Melhoria Contínua, portanto entende-se que o estudo terá continuidade e salienta-se que as ações, ainda não implementadas serão realizadas a curto prazo.

- **Formalização do modelo**

Com base nos resultados alcançados e na experiência adquirida na realização desta pesquisa, formalizou-se o Modelo de Avaliação e Monitoramento de Processos na Educação a Distância, composto por quatro fases: identificação, mapeamento, otimização e padronização, ilustradas na Figura 5.



Figura 5 – Modelo para avaliação e monitoramento de processos na EAD.

Fonte: Autoria própria.

Por meio da Figura 5, observa-se que o modelo é cíclico e após a realização de todas as fases reinicia-se o processo. Isso ocorre em função de dois fundamentos: ciclo PDCA e Melhoria Contínua, que serviram de base teórica para o desenvolvimento desta pesquisa, como também para o desenvolvimento do modelo.

Por um lado, observa-se a lógica do PDCA em cada uma das quatro fases do modelo, destacando a Melhoria Contínua como combustível para impulsionar o início do próximo ciclo do modelo. Buscou-se também incentivar a integração da Melhoria Contínua na cultura organizacional não apenas da equipe do AVASUS, como também inspirar outros programas ou instituições nesse sentido.

A mentalidade de risco, em consonância com a lógica *Poka Yoke* e o *Lean Thinking*, guiaram a fase de otimização do processo. Enquanto a mentalidade de risco alertou a necessidade de avaliar cautelosamente os riscos de cada ação, a lógica *Poka Yoke* atuou

na prevenção de erros, e o *Lean Thinking* inspirou alternativas simples de redução de desperdícios.

Ainda com base na Figura 5, na primeira fase do modelo, busca-se identificar os objetivos diretivos globais da instituição, assim como seus principais desafios e problemas. Tais informações dão a base para definir quais famílias de cursos serão avaliadas e monitoradas no primeiro ciclo.

A fase de mapeamento inicia-se com a identificação do fluxo de processo para cada família de curso a ser avaliada. Em seguida, ocorre o mapeamento do estado atual, que apresenta o fluxo de forma ilustrativa, permitindo uma análise consistente dos processos. Havendo a possibilidade de calcular a linha de tempo, torna-se mais fácil identificar as atividades que não agregam valor aos processos. Com base nessas informações, realiza-se uma análise crítica dos processos, visando detectar o que agrega e o que não agrega valor ao fluxo.

O mapeamento do estado futuro funciona como um desenho do estado em que se pretende chegar quando os problemas identificados no mapeamento anterior forem solucionados. Esse documento é um guia para a melhoria contínua em cada ciclo deste modelo, pois indica exatamente o ponto em que se pretende chegar ao final do ciclo.

Em seguida, realiza-se uma análise detalhada acerca dos indicadores de processo existentes, identificando a necessidade de definir novos indicadores, melhorar a utilização ou ainda eliminar indicadores desnecessários. Nessa etapa, realiza-se também uma análise acerca do monitoramento de indicadores e avalia-se a necessidade de ajustes.

Na fase de otimização, ocorre a elaboração do plano de ação, composto por ações que visam alcançar o estado futuro do mapeamento, assim como outras ideias de ações que, mesmo não tendo relação direta com o fluxo, contribuem para a melhoria contínua dos cursos ou do AVA. Em seguida, esse plano é implementado.

A quarta fase inicia-se com a avaliação dos resultados referentes à implementação do plano de ação. Caso necessário,

são realizados ajustes e, por fim, ocorre a padronização dos processos. O objetivo dessa fase é eliminar os erros para realizar de ajustes finais e padronizar os processos, garantindo que as mudanças implementadas serão mantidas de forma assertiva.

Conclusões

Retomando o objetivo de desenvolver um modelo de avaliação e monitoramento de processos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem – AVA, comprova-se que o mesmo foi alcançado. Consta-se também que a ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor – MFV obteve um resultado satisfatório no âmbito dos processos de revisão e preparação de cursos para a Educação a Distância. Corroborando, portanto, com as ideias de Cookson (2003) e Pillon et al. (2015), que propuseram a utilização de MFV na EaD.

A elaboração do plano de ação, etapa na qual foram utilizados métodos e conceitos consagrados como *Poka yoke*, Mapeamento do Fluxo de Valor e Melhoria Contínua, comprova a importância e os benefícios da integração de conhecimentos não só no âmbito da Engenharia de Produção, mas na literatura de forma ampla. Em meio a essa integração, identifica-se também a aproximação entre as áreas de Engenharia de Produção, Educação e Saúde.

A definição de indicadores, prevista no método desta pesquisa por meio do estudo de Müller et al. (2003), também foi uma etapa indicada pela ferramenta MFV. Identifica-se, portanto, uma convergência entre diferentes áreas de estudo. Já a implementação do plano de ação identificou outras formas de otimizar o fluxo, além de outras maneiras de prevenir erros a curto, médio e longo prazo.

O modelo para avaliação e monitoramento dos processos, voltado para a Educação a Distância, apresenta-se como uma ferramenta que pode ser replicada em outros ambientes virtuais de aprendizagem. Esse produto visa alavancar os estudos

na área de otimização de processos na EaD, como também a gestão das operações voltadas para produção de cursos para essa modalidade educacional.

Ressalta-se ainda como impacto positivo a contribuição desta pesquisa para a Educação Permanente em Saúde. Ao otimizar os processos produtivo do PEPSUS, constata-se que são gerados impactos sociais como melhor capacitação e treinamento de profissionais de saúde e, consequentemente, o aprimoramento da Atenção Primária à Saúde.

O desenvolvimento desta pesquisa agregou valor à literatura de diferentes áreas como Engenharia de Produção, Educação para a Saúde e Educação a Distância, justamente por essa integração. Além de agregar valor ao Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

A principal limitação desta pesquisa foi a falta de tempo para iniciar o monitoramento do processo avaliado. Tal ação não foi possível, porque o monitoramento será por meio de um software de gerenciamento que ainda estava em fase de desenvolvimento. Entretanto, observa-se que um dos pilares do modelo desenvolvido é a Melhoria Contínua e que, no próximo ciclo do modelo, esse problema estará solucionado.

Por fim, sugere-se para trabalhos futuros a análise comparativa entre dados coletados, por meio do monitoramento dos indicadores, antes e depois da aplicação do modelo desenvolvido nesta pesquisa. Tal ação possibilitará avaliar quantitativamente o modelo, que é o principal resultado deste estudo.

Referências

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM DO SISTEMA UNICO DE SAÚDE –AVASUS. Transparência – **Dados de transparência**. Disponível em: <<https://avasus.ufrn.br/local/avasplugin/dashboard/transparencia.php>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Sistemas de gestão da qualidade**: requisitos. NBR ISO 9001. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. p. 4-10.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a Distância. **Referenciais de qualidade para educação superior a distância**. Brasília: Ministério da Educação, 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>>. Acesso em: 5 de abr. 2018.

COOKSON, P. S. Does “lean thinking” relate to network-based distance education? **International Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 4, n. 2, p. 1-3, out. 2003.

GHINATO, P. Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time. **Production**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 169-189, jul./dez. 1995.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. **Resumo técnico**: censo da educação superior de 2013. 2013. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/superior/censo/2013/resumo_tecnico_censo_educacao_superior_2013.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2016.

IRANI, S. A.; ZHOU, J. **Value stream mapping of a complete product**. Columbus: The Ohio State University, 2011.

JARA, M.; MELLAR, H. Quality enhancement for e-learning courses: the role of student feedback. **Computers & Education**, v. 54, n. 3, p. 709-714, 2010.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **What is Lean?** Disponível em: <<https://www.lean.org/WhatsLean/>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

LIÑÁN, L. C.; PÉREZ, Á. A. J. Educational data mining and learning analytics: differences, similarities, and time evolution. **Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento**, v. 12, n. 3, p. 98-112, 2015.

LORENZETTI, J. P. Using “lean” processes in distance education. **Distance Education Report**, v. 18, n. 6, p. 3-5, 2014.

MÜLLER, C. J. Gerenciamento de processos e indicadores em educação à distância. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto, MG: ENEGEP, 2003. p. 1-10

NÓBREGA, G. Â. S. et al. **Uma análise estatística do Ambiente Virtual de Aprendizagem do Sistema Único de Saúde**: Descrição estatística dos usuários do AVASUS. Natal: EDUFRN, 2016.

PILLON, A. E. et al. Aplicabilidade do pensamento enxuto na gestão de processos da Educação a distância de uma instituição de ensino superior. **Espacios**, v. 36, n. 3, 2015.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. **Journal of the Operational Research Society**, v. 48, n. 11, p. 1148-1148, 2003.

Apêndice A – Checklist para envio de módulos em construção

Prezado conteudista, antes de enviar o seu módulo, pedimos que preencha atentamente o *checklist* a seguir, assinalando apenas os itens nos quais a sua resposta for afirmativa (sim).

Sobre o MÓDULO

- O seu módulo apresenta linguagem dialógica, ou seja, seu módulo apresenta itens como pronomes pessoais, perguntas, explicação de termos, relação com conhecimentos prévios e conexão com outros textos e mídias?
- O seu módulo apresenta interatividade? (imagens, linha do tempo, áudios, vídeos, infográficos, tabelas etc).
- O seu módulo está formatado de acordo com o padrão estabelecido no *template*? (Inserir *link*)
- O seu módulo apresenta relação com as vivências da realidade profissional APS?
- O seu módulo inicia com uma situação problema?
- O seu módulo apresenta um caso clínico?
- O caso clínico do seu módulo está conforme o modelo padrão (Inserir *link*) e apresenta conteúdo atrelado à situação problema inicial?
- O seu módulo apresenta exercícios atrelados ao caso clínico?
- As atividades do seu módulo estão na formatação padrão do AVASUS? (Inserir *link*)
- O seu módulo apresenta os recursos *Saiba mais; Atenção; Glossário; Para refletir*?
- O seu módulo apresenta uma atividade avaliativa final, ligada à microintervenção?
- A atividade avaliativa final do seu módulo está claramente explicada ao aluno?

- O seu módulo em construção apresenta ementa, objetivos, conteúdo, metodologia, recursos e avaliação?
- O item *Boas vindas* do seu módulo está conforme o padrão? Ou seja, até dois parágrafos, indicando o que será estudado, os motivos para estudar esse assunto, os recursos didáticos utilizados e a forma de avaliação.
- O seu módulo apresenta resumo?
- O seu módulo apresenta todas as referências bibliográficas utilizadas?
- O seu módulo indica bibliografia adicional, como textos e *links* adicionais?
- O seu módulo apresenta uma relação adequada entre carga horária e número de unidades (30 h = 4 unidades)?
- As unidades de seu módulo têm em média 10 páginas de extensão? (cada unidade)
- Você utilizou o recurso de comentário e explicou para a nossa equipe a forma como deseja utilizar os recursos?

Sobre as AULAS do seu módulo

- Todas as aulas apresentam seus respectivos títulos?
- Todas as aulas apresentam seus respectivos objetivos em tópicos, utilizando o tempo verbal Infinitivo?
- Todas as aulas apresentam o conteúdo dividido em seções, títulos e subtítulos ligados aos objetivos?

Sobre as QUESTÕES do seu módulo

- Todas as questões apresentam linguagem objetiva, clara e atrativa?
- Todas as questões garantem elementos de textualidade, como vocabulário, pontuação e ordem gramatical?

- Todas as questões apresentam texto-base relacionado ao conteúdo apresentado na unidade?
- Todas as questões seguem a regra de não utilizar os formatos *alternativa incorreta*, *todas as alternativas*; *nenhuma das questões anteriores*?
- Todas as questões apresentam *feedback* de todas as alternativas (certas e erradas)?
- Todas as questões apresentam gabarito?
- Todas as questões seguem a regra de não utilizar termos absolutos (nunca, somente, sempre) e termos polêmicos (que suscitam interpretações dúbias)?
- Todas as questões utilizam alternativas curtas?

Agora que você preencheu o *checklist*, veja se algum item ficou em branco, ou seja, veja se em alguma pergunta você respondeu “não”. Se isso tiver ocorrido, pedimos que faça os ajustes necessários no módulo para que essa(s) resposta(s) seja(m) “sim”.

Entenda que todos esses itens são necessários e decisivos para a inserção dos módulos no AVASUS. Enviar um módulo que não está conforme esse padrão irá apenas retardar o processo, uma vez que as equipes de revisão irão identificar as inconformidades e o módulo voltará para que você faça os ajustes posteriormente. Desse modo, pedimos que só envie módulo(s) totalmente em conformidade com este *checklist*.

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM SAÚDE AUDITIVA: ENFOQUE DA BASE DE PESQUISA AUDIÇÃO E LINGUAGEM DO LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM SAÚDE

*Sheila Andreoli Balen
Joseli Soares Brazorotto*

A audição é um dos sistemas sensoriais essenciais para o desenvolvimento humano e seus distúrbios têm sido sistematicamente relacionados a importantes impactos psicossociais e econômicos para todas as sociedades (WHO, 2016).

No mundo, 360 milhões de pessoas apresentam deficiência auditiva incapacitante, das quais 32 milhões são crianças (WHO, 2012). No Brasil, a prevalência da deficiência é de 6,8% (BÉRIA et al., 2007).

Pautada pela carência de acesso à saúde auditiva para a população brasileira, a Política Nacional de Atenção à Saúde Auditiva – PNASA (BRASIL, 2004) – foi um marco importante que demanda pesquisas diretamente relacionadas às necessidades do sistema de saúde auditiva pública nacional. Além disso, o desenvolvimento de estudos sobre inovações tecnológicas e em processos de trabalho relacionados às ciências da saúde, em todo o mundo, contribuiu com os estudos brasileiros, inclusive os multicêntricos, incentivando parcerias internacionais para o avanço na área da Saúde Auditiva.

Nesse contexto, são objetivos da base de pesquisa Audição e Linguagem, do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS), do Hospital Universitário Onofre Lopes, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, estudar e desenvolver tecnologias aplicadas à investigação do desenvolvimento típico e atípico da audição e da linguagem de bebês e crianças, bem como pesquisar o uso de inovações tecnológicas na proposição e validação

de métodos e técnicas envolvidos na identificação, diagnóstico, habilitação e reabilitação dos distúrbios da audição em diferentes ciclos da vida.

Esta base de pesquisa iniciou suas atividades em 2011 a partir da identificação de interesses comuns aos pesquisadores da Engenharia Biomédica e da Medicina, que originalmente constituíram o LAIS/HUOL.

Ao longo deste período, algumas pesquisas e protótipos foram desenvolvidos com aplicações nos seguintes eixos: (1) Atenção básica em saúde auditiva e (2) Atenção secundária e terciária em saúde auditiva no diagnóstico e na intervenção fonoaudiológica e, no intuito de atendermos a todos os nossos objetivos desenvolvemos também ações em (3) educação em saúde auditiva por meio do desenvolvimento de cursos de educação a distância ou presencial envolvidos na Telessaúde do Rio Grande do Norte e ações extensionistas voltadas a avaliação, diagnóstico e reabilitação de indivíduos, em especial, bebês e crianças com suspeita ou alterações audiológicas englobando os transtornos do processamento auditivo central e suas comorbidades e as deficiências auditivas em diferentes graus. Estas ações extensionistas em parte são desenvolvidas no Ambulatório de Neuroaudiologia na sala audição e linguagem do LAIS/ HUOL e parte no Centro SUVAG do RN.

O objetivo deste capítulo é descrever o escopo e os resultados das principais pesquisas e protótipos desenvolvidos nestes eixos.

Atenção básica em saúde auditiva

Um pressuposto para a atuação na atenção básica em saúde auditiva é realizar a promoção da prevenção da deficiência auditiva. Dessa forma, o conhecimento em relação à prevalência da deficiência auditiva e seus fatores determinantes auxiliam na tomada de decisão sobre as ações necessárias à prevenção de agravos. Medidas de saúde pública podem efetivamente reduzir a ocorrência da deficiência auditiva, pois a maior parte dos casos

podem ser evitados ou, quando efetivamente tratados precocemente, podem ter diminuídas as suas consequências negativas.

Certamente, o avanço da tecnologia é um fator crucial para recolhimento de informações necessárias, elaboração de diagnósticos, prevenção e tratamento de doenças”, além de auxiliar em pesquisas. Assim, a aceleração dos processos computacionais e comunicativos serve de estímulo para que os profissionais de saúde desenvolvam e aprimorem os cuidados em saúde.

Nessa dimensão, as tecnologias de fácil acesso, baixo custo, com comprovadas validade, confiabilidade e acurácia são cada vez mais requisitadas. Na área da Audiologia, aplicativos ou softwares que visam a triagem auditiva, especialmente na atenção primária, vêm se tornando uma necessidade cada dia maior.

Assim, este grupo de pesquisadores desenvolveu duas pesquisas neste eixo da atenção à saúde auditiva, sobre as quais se discorrerá a seguir.

• **Triagem Auditiva para Escolares**

Todo estudante necessita ter adequada acuidade auditiva e perceptual no intuito de apreender o conteúdo ministrado pelos professores, dado que cerca de 75% da informação em sala de aula se dá pela comunicação oral.

Os estudos desenvolvidos nesta perspectiva visaram: a) identificar a ocorrência de distúrbios auditivos em escolares numa escola do município de Natal; b) estudar a acurácia de procedimentos audiológicos convencionais na triagem auditiva; c) desenvolver um sistema de triagem auditiva que contribua para a diminuição de custos e melhore o acesso à realização da triagem auditiva em escolares.

a) Estudo de ocorrência da deficiência auditiva em escolares

O objetivo deste estudo foi verificar a ocorrência de alterações audiológicas em escolares do ensino fundamental de uma escola do município de Natal/RN. Os participantes do estudo foram 70 alunos de primeira à quinta série, com idades entre 6 a 14 anos

($9,9 \pm 2$), sendo 36 do sexo masculino e 34 do sexo feminino. Os procedimentos de avaliação das crianças foram a meatoscopia, a audiometria tonal liminar de 250 a 8000 Hz (via aérea e óssea), a logaudiometria, a timpanometria e a pesquisa do reflexo acústico nas frequências de 500 a 4000Hz contra e ipsilateralmente.

Foi constatada alteração audiológica em 43 alunos (61,4%, sendo 22 meninos e 21 meninas), dos quais 35 (81,4%) eram bilaterais e oito (18,6%) unilaterais. Observou-se também que 17 apresentaram estudos realizados pela nossa equipe constatou 24,3% de perda auditiva e 26 apresentaram alterações nos reflexos acústicos (Gráfico 1), sendo que estas alterações foram mais prevalentes do que os demais tipos de perda auditiva (condutiva, mista e sensorineural). O grau da perda auditiva mais prevalente foi o mínimo, seguido do leve, não sendo detectada perda auditiva severa e profunda (Gráfico 2).

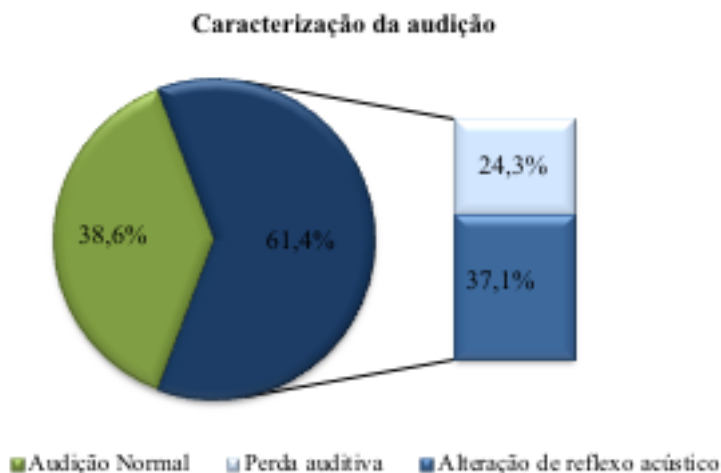


Gráfico 1 – Caracterização da audição em escolares de uma Escola Municipal de Natal/RN.
Fonte: Nunes et al. (2013).

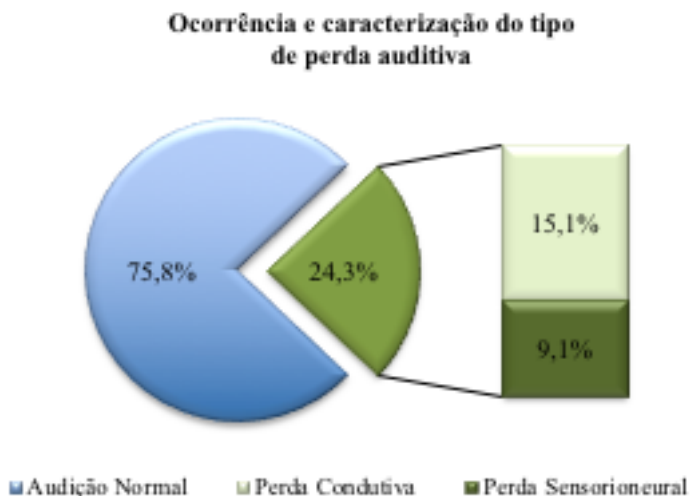


Gráfico 2 – Ocorrência e caracterização do tipo de perda auditiva em escolares.

Fonte: Lauer et al. (2013).

Estes resultados indicaram uma alta ocorrência de alterações auditivas nessa população. É necessário, portanto, implementar condutas para controlar e remediar os problemas encontrados, visando melhorias no rendimento escolar e no desenvolvimento geral da criança em idade escolar. Tais informações serão importantes para os gestores públicos na tomada de decisões acerca de ações para a promoção e prevenção destes distúrbios auditivos que, sabidamente estão correlacionados ao baixo desempenho escolar, bem como aos agravos ao desenvolvimento infantil das crianças.

Nesta temática, foram desenvolvidos três Trabalhos de Conclusão de Curso de Fonoaudiologia da UFRN (ATHAYDE, 2012; SILVA, 2012; PEREIRA, 2013) e outro estudo mais recente de caráter epidemiológico evidenciou 16% de deficiência auditiva entre escolares de área urbana de Natal, RN (NUNES, 2018).

b) Estudo de acurácia de diferentes procedimentos para triagem auditiva em escolares

Um programa de triagem auditiva envolve uma série de ações que visam à identificação, ao diagnóstico, à intervenção e ao acompanhamento dos problemas auditivos (LEWIS et al., 2010).

Os procedimentos de triagem auditiva são realizados na primeira etapa do programa de identificação da alteração auditiva. Um procedimento de triagem auditiva deve apresentar as seguintes características: simplicidade, facilidade de ser aplicado, possibilidade de interpretação rápida e possibilidade de ser bem recebido por seus utilizadores (fonoaudiólogos, professores, médicos e pacientes).

A validade consiste na medição da sensibilidade e da especificidade. A sensibilidade refere-se à capacidade de o teste de triagem identificar de maneira precisa um ouvido anormal, enquanto a especificidade trata-se da capacidade de evitar tanto falsos-negativos quanto falsos-positivos (BESS; HUMES, 2012). Cabe observar que quanto maior o grau de sensibilidade e especificidade de um teste de triagem maior a sua validade. Nesse sentido, programas de triagem auditiva com baixa sensibilidade e especificidade acabam por acarretar mais ônus do que benefícios aos usuários.

Atualmente, as ações de triagem auditiva em escolas têm sido realizadas isoladamente por iniciativas do serviço privado ou público e desvinculadas de um Programa de Triagem Auditiva que envolva todas as etapas e que se articule com a Rede de Saúde do Sistema Único de Saúde.

Diante disso, juntamente com o estudo referente à ocorrência da deficiência auditiva foi realizada pesquisa visando a avaliar a sensibilidade e a especificidade de diferentes procedimentos para a triagem auditiva em escolares. De fato, não há um consenso na área sobre qual o procedimento mais eficaz a ser utilizado em ampla escala na triagem auditiva em escolares. Sendo assim, com objetivo de encontrar o método mais eficiente, foram aplicados na mesma amostra de escolares os seguintes procedimentos:

- Triagem audiométrica: pesquisa de limiar nas frequências de 1000, 2000 e 4000 Hz realizada com o audiômetro Interacoustic AD229 e fones supra-aurais TDH-39, com o critério de passa: resposta a 20 dB em 1000, 2000 e 4000 Hz nas duas orelhas em todas as frequências (AAA, 2011).
- Triagem timpanométrica: realizada com impedanciômetro Interacoustic AT 235 no modo automático, gerando pressão de +200 a -400 daPA com tom sonda de 226Hz, com critério de passa: gradiente com valores iguais ou acima de 0,2 ml.
- Teste de emissões otoacústicas transientes (EOAT): foi utilizado o equipamento Otoport da Otodynamic na captação das EOAT no modo Quickscreen. Foram apresentados estímulos clique a 84dBpe com largura de banda de 841 a 4757 Hz, com critério de passa: relação sinal/ruído igual ou maior do que 3 dB, em três das cinco bandas de frequências consecutivas, com reprodutibilidade maior que 50%.
- Avaliação audiológica completa: através da ATL (250 a 8000 Hz), logaudiometria e medidas de imitância acústica (em cabina acústica).

Os resultados de passa/falha de cada procedimento de triagem auditiva foram comparados com os resultados da avaliação audiológica completa, estabelecendo os índices de sensibilidade, especificidade, valor preditivo negativo e positivo (Gráfico 3).

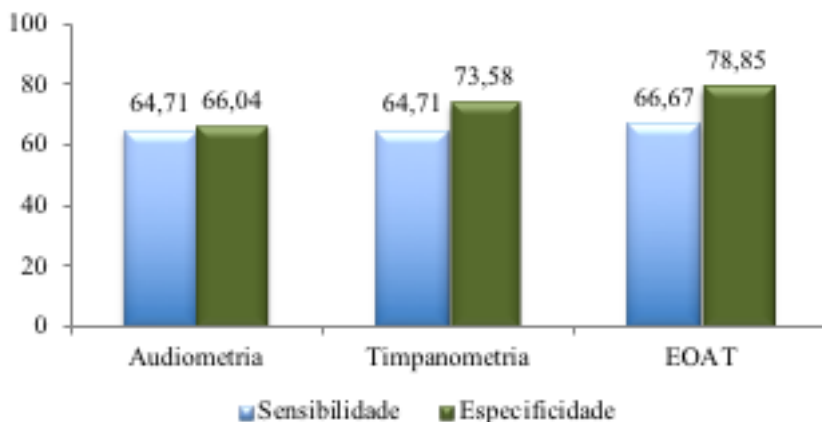


Gráfico 3 – Sensibilidade e especificidade dos procedimentos audiológicos utilizados na triagem auditiva.

Fonte: Lauer et al. (2013).

Ao analisar os dados constatou-se que a sensibilidade dos procedimentos foi semelhante, porém a especificidade das emissões otoacústicas transientes (EOAT) foi maior. Destaca-se que as EOAT têm um menor tempo de aplicação e melhor aceitabilidade das crianças em idade escolar. Portanto, em comparação às triagens audiométrica e timpanométrica, o uso das EOAT apresentou melhor acurácia. Em relação a essa temática, houve o desenvolvimento de um Trabalho de Conclusão do Curso de Fonoaudiologia (NUNES, 2013).

A alta ocorrência de alterações audiológicas encontrada no estudo citado anteriormente foi superior à de outras pesquisas em escolares que evidenciaram uma prevalência de 16,84% de deficiência auditiva mínima ou leve (BALEN et al., 2009), sendo a maior ocorrência de perdas auditivas de graus leve a moderado na infância (NISKAR et al., 1998; SERPANOS; JARMEL, 2007; STEVENS et al., 2011), decorrentes, principalmente, de patologias de orelha média (BALEN et al., 2009; SITTA et al., 2010; SAMELLI; RABELO; VESPASIANO, 2011).

Esses problemas auditivos de graus leve ou mínimo em crianças podem interferir no desenvolvimento da linguagem e prejudicar a aprendizagem (WAKE et al., 2006; GATTO; TOCHETTO, 2007; VIEIRA; MACEDO; GONÇALVES, 2007). O impacto pode ser ainda maior quando passa despercebido pela família, pelos pediatras e pelos professores e deixa de ser tratado ou, ainda, quando o tratamento é prolongado, acarretando em prejuízos ao desenvolvimento e à aprendizagem da criança. Dessa forma, em países com sistemas de saúde que não funcionam adequadamente, ou que sejam inacessíveis, as patologias de orelha média e os fatores de risco permanecem sem solução por um longo período de tempo, gerando a privação sensorial auditiva, a qual interfere no desenvolvimento perceptual e cognitivo da criança (AAA, 2011).

Às deficiências auditivas leves ou mínimas somam-se os transtornos do processamento auditivo (TPA), que são alterações nas quais a criança apresenta acuidade auditiva normal, mas tem dificuldade em lidar com a informação auditiva rotineiramente (ASHA, 2005). Isto é acarretado por alterações no desenvolvimento das habilidades necessárias para a localização da fonte sonora, para a discriminação, o reconhecimento e o fechamento auditivo, a atenção seletiva, a ordenação e a resolução temporal, a integração e a separação binaural, a memória e a compreensão auditiva. Não há estudos de prevalência dos TPA no Brasil, porém dados coletados nos Estados Unidos da América apontam que pode chegar até 20% da população (GEFFNER, 2007).

Com o objetivo de contribuir para a melhoria da triagem auditiva em escolares, os pesquisadores da base Audição e Linguagem propuseram, pois, um novo estudo, denominado Desenvolvimento de Sistema de Triagem Auditiva em Escolares, que será descrito a seguir.

c) Desenvolvimento de Sistema de Triagem Auditiva em Escolares (SISTAC)

No Brasil, a Política Nacional de Atenção à Saúde Auditiva, implementada a partir da Portaria GM/MS nº 2.073/04 de 28 de setembro de 2008, preconiza

[...] ações na atenção básica de promoção à saúde auditiva e de prevenção e identificação precoce de problemas auditivos em ações específicas à saúde da gestante, da criança e adolescentes, dos adultos e idosos (DAHER; PISANESCHI, 2010, p. 19).

As ações na atenção básica poderão ser melhor organizadas com a estruturação da rede de saúde envolvendo os Núcleos de Apoio à Saúde da Família (NASF), instituídos pela Portaria GM/MS nº 154 de 24 de janeiro de 2008. Ressalta-se que cabe aos NASFs a identificação precoce de problemas auditivos, a orientação familiar e os encaminhamentos, quando necessários, para o Serviço de Atenção à Saúde de Média e Alta Complexidade (LOPES; PAGNOSSIM, 2010).

Por outro lado, o Programa Saúde na Escola (PSE), instituído pelo Decreto Presidencial nº 6.286, de 5 de dezembro de 2007, resultante do trabalho integrado entre o Ministério da Saúde e o Ministério da Educação, tem a perspectiva de ampliar as ações específicas de saúde voltadas para os alunos da rede pública de ensino: ensino fundamental, ensino médio, Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Dentre os objetivos do PSE, é previsto que as equipes de saúde da família devam

[...] realizar visitas periódicas e permanentes às escolas para avaliar as condições de saúde dos educandos, bem como proporcionar o atendimento à saúde ao longo do ano letivo, de acordo com as necessidades locais de saúde identificadas (BRASIL, 2007, documento online sem paginação).

A descrição das políticas nacionais relacionadas com a identificação de problemas auditivos em crianças escolares aponta que os “atores” e as “redes” já estão estabelecidos no Brasil. Porém, há lacunas técnico-científicas referentes à relação custo-efetividade dos protocolos e dos profissionais especializados para a avaliação auditiva dessa população, tanto no que se refere à medição da acuidade auditiva quanto das habilidades auditivas envolvidas no processamento da informação sonora.

Soma-se a esta situação a carência, na área da Fonoaudiologia, de protocolos padronizados que sejam aceitáveis, confiáveis, válidos, seguros e eficazes em relação ao custo e, especialmente, que utilizem recursos tecnológicos que possam contribuir com sua aplicação em larga escala em Programas de Triagem Auditiva dos distúrbios de audição na escola, bem como contribuir para o registro e o monitoramento das informações coletadas.

A pesquisa realizada pela base Audição e Linguagem sobre a acurácia da triagem audiométrica, timpanométrica e de emissões evocadas otoacústicas transientes envolveu procedimentos rotineiros na clínica audiológica utilizados em equipamentos de alto custo que requerem formação especializada do profissional para sua realização e interpretação. Dessa forma, trata-se de procedimentos que apresentam boa acurácia, mas que são difíceis de serem implementados em todas as escolas em nosso contexto geográfico.

Em 2012, em parceria com pesquisadores do DIMAP e do Instituto do Cérebro da UFRN, foi aprovado um projeto no Edital Universal do CNPq que teve como objetivo desenvolver um sistema de triagem auditiva e de processamento auditivo para escolares de 3 a 12 anos de idade. Este sistema, denominado SISTAC, foi concebido com a intenção de articular os procedimentos de triagem auditiva em tablet (iPad), realizados na escola por professores treinados, com um sistema de gerenciamento envolvendo o fonoaudiólogo da ESF e/ou do NASF. O intuito era contribuir com todas as etapas de um Programa de Triagem Auditiva que pode ser implementado pelo Sistema Único de

Saúde (SUS), colaborando para a futura implementação desta inovação tecnológica no Programa Saúde na Escola do Ministério da Saúde e da Educação.

O módulo de teste deste sistema foi desenvolvido e aplicado numa escola pública de Natal/RN, no intuito de testar sua usabilidade e ergonomia com dois tipos diferentes de fones de ouvido. Após estes testes, houve a necessidade de realizar ajustes no protótipo e continuar o seu desenvolvimento. Uma das metas dessa base de pesquisa é retomar o desenvolvimento do SISTAC com novos recursos tecnológicos.

- **Tecnologias de custo acessível para triagem auditiva: comparação de instrumentos**

Este estudo teve como objetivo avaliar a acurácia de três instrumentos para triagem auditiva na população de adultos e idosos: o aplicativo para smartphone *Mobile Based Affordable Screening Audiometer* (MoBASA), o software Audiômetro Telessaúde (TS) e a versão eletrônica do questionário *Hearing Handicap Inventory for the Elderly – screening version* (eHHIE-S). Esta pesquisa teve a parceria nacional de pesquisadores da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo que desenvolveram o MoBASA e o TS disponibilizando a instalação e o treinamento da equipe para uso nesta investigação. Houve também a atuação direta dos pesquisadores do LAIS/HUOL no desenvolvimento digital via web do questionário eHHIE-S. Este questionário é composto por 10 questões a serem aplicadas, originalmente, com idosos no intuito de identificar os impactos da deficiência auditiva e já havia sido apontado como um questionário possível de ser utilizado como instrumento de triagem auditiva. Nesse sentido, a referida pesquisa identificou a acurácia destes três instrumentos e encontra-se em fase de análise para publicação. Os resultados deste estudo foram apresentados em dois Trabalhos de Conclusão do Curso de Especialização em Audiologia da UFRN e em um trabalho de iniciação científica. (PEREIRA, 2015; VITAL, 2015).

Identificou-se que o MoBASA apresentou melhor acurácia que o HHIE-S e o audiômetro telessaúde na identificação de

perdas auditivas incapacitantes. Cabe salientar que a rapidez, o baixo custo e a facilidade de aplicação tornam o MoBASA, TS e HHIE-S, opções viáveis para triagem auditiva em adultos e idosos em regiões remotas com limitação de recursos e profissionais especializados.

Nesse eixo, encontra-se em execução a pesquisa de mestrado em saúde coletiva de uma fonoaudióloga colaboradora do LAIS/HUOL, a qual envolve a utilização do audiômetro telessaúde (TS) para verificar a ocorrência de deficiência auditiva e seus determinantes em escolares do ensino fundamental de escolas públicas de Natal/RN. Este estudo de cunho epidemiológico torna-se fundamental, dadas as poucas informações sobre esta prevalência e a escassa caracterização dos tipos de distúrbios auditivos presentes em escolares do Município de Natal, bem como a insuficiente identificação dos determinantes destes distúrbios. Tais informações serão importantes para os gestores públicos na tomada de decisões acerca de ações para a promoção e prevenção desses distúrbios auditivos que, sabidamente, estão correlacionados ao baixo desempenho escolar, bem como aos agravos no desenvolvimento infantil das crianças.

Ainda sobre pesquisas e desenvolvimento de protocolos inovadores de triagem auditiva, iniciaram-se pelo Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia entre UFPB e UFRN, em parceria com pesquisadores da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e da Universidade de Pretoria (África do Sul), estudos envolvendo tradução, gravação, adaptação cultural, validade e acurácia do aplicativo Hear ZA em português para identificação da deficiência auditiva e dos transtornos do processamento auditivo. Tal aplicativo desenvolvido pelos pesquisadores da Universidade de Pretoria para africanos dominantes da língua inglesa demonstrou ser válido para identificar a deficiência auditiva, sendo utilizado no contexto de saúde pública na África do Sul. Três alunos do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia irão conduzir suas dissertações de mestrado de 2017 a 2019 nestas investigações,

com importantes contribuições para a triagem auditiva em nosso país (CAVALCANTI et al., 2016). Além de uma dissertação de doutorado no Programa Associado de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da UFRN de 2018 a 2021.

Atenção secundária e terciária em saúde auditiva

No eixo da atenção secundária e terciária, esta base de pesquisa desenvolveu estudos relacionados à identificação, ao diagnóstico, ao monitoramento e à intervenção em Audiologia para as populações de bebês com indicadores de risco para a deficiência auditiva, crianças com deficiência auditiva, escolares com transtornos do processamento auditivo e crianças com dificuldades de leitura.

- **Deteccção precoce de alterações no desenvolvimento e monitoramento do desenvolvimento de bebês prematuros**

Em relação à detecção precoce e ao acompanhamento do desenvolvimento infantil, considera-se importante compreender como se dá este desenvolvimento em condições vulneráveis para que intervenções específicas e apropriadas sejam propostas. Alguns problemas importantes de saúde pública ainda persistem em nosso país, dentre os quais a falta de cuidados pré-natais de mulheres grávidas e um aumento das altas hospitalares precoces de recém-nascidos, aumentando o risco de hiperbilirrubinemia. A hiperbilirrubinemia, um dos importantes fatores de risco para a perda auditiva em recém-nascidos, pode ocasionar alterações no desenvolvimento do sistema nervoso, incluindo a percepção auditiva e visual, além de alterações da linguagem e da cognição, podendo acarretar agravos permanentes para a inclusão educacional e social destes indivíduos, com prejuízos para toda a sociedade.

No período de novembro de 2012 a outubro de 2015, foi desenvolvido o projeto: Desenvolvimento Cognitivo e Perceptual nos primeiros 24 meses de vida de bebês com

Hiperbilirrubinemia (Projeto Bambino) com recém-nascidos encaminhados da Maternidade Escola Januário Cicco da UFRN. Este projeto teve parceria interna com pesquisadores do Instituto do Cérebro, do Departamento de Pediatria, do Departamento de Educação Física e da FACISA da UFRN e contou com parceria externa com uma pesquisadora da Universidade de São Paulo – campus Bauru – e uma pesquisadora referência na área de cognição em bebês, da Universidade de Pádova, Itália, por meio do edital CNPq No 61/2011 Programa Ciências Sem Fronteiras – Bolsas no País – Modalidade Pesquisador Visitante Especial.

O objetivo principal do Projeto Bambino foi avaliar e acompanhar longitudinalmente o desenvolvimento sensorial (percepção visual e auditiva), cognitivo (atenção, memória, funções executivas) e de linguagem de bebês com hiperbilirrubinemia durante os primeiros 24 meses de vida.

Os procedimentos incluíram medidas comportamentais e eletrofisiológicas e avaliação por meio de escala de desenvolvimento. O acompanhamento era agendado trimestralmente até 6 meses de idade e semestralmente até 24 meses. Havia algumas variações de periodicidade entre os tipos de avaliações realizadas no acompanhamento.

No intuito de subsidiar a execução de procedimentos de pesquisa que foram aplicados durante o Projeto Bambino foram desenvolvidos três sistemas pelo programador Eduardo Marques (Instituto do Cérebro): o visualG, o visualIP e o visualA. O VisualG é um software desenvolvido exclusivamente para o projeto Bambino com o objetivo de gravar em um arquivo de vídeo todo o experimento visual de forma sincronizada, permitindo a recodificação do vídeo posteriormente sem a presença da criança, o que é chamado de codificação off-line. Para que o VisualG funcione de forma sincronizada, ele é ligado diretamente ao software E-prime (estímulos) e à filmadora (registro do comportamento da criança). O software também possui um timer que permite ao codificador saber exatamente o tempo em que ocorre a mudança comportamental da criança e dos estímulos.



Figura 1 – Imagem ilustrativa do visualG.

Fonte: Base Audição e Linguagem – LAIS/UFRN (2013).

O VisualP tem como objetivo reproduzir os vídeos gerados pelo VisualG de forma convencional ou frame by frame, permitindo a codificação offline precisa.



Figura 2 – Imagem ilustrativa do visualG e visualIP na sala de experimento visual do LAIS/ HUOL.

Fonte: Base Audição e Linguagem – LAIS/UFRN (2013).

O VisualA é um software com o objetivo de registrar em forma de vídeo o experimento auditivo, permitindo a validação do experimento posteriormente. O software registra simultaneamente o comportamento da criança dentro da cabine acústica e os estímulos auditivos apresentados pelo fonoaudiólogo através

do audiômetro, bem como possibilita a codificação off-line das respostas do bebê por outro avaliador/julgador.

No total, durante o Projeto Bambino, foram recrutados na Maternidade Escola Januário Cicco (MEJC) 161 bebês, divididos em três grupos experimentais, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Número de bebês recrutados ao longo do projeto.

Grupo	Recrutados	Desistentes	Ativos
Prematuro (Grupo 1)	42	29	13
Prematuro c/ Fototerapia (Grupo 2)	55	23	32
Termo (Grupo 3)	64	28	36
Total	161	80	81

Fonte: Pereira et al. (2015).

Na Tabela 2, são apresentados os dados demográficos referentes aos 81 bebês ativos.

Tabela 2 – Características sociodemográficas dos participantes.

Características	G1	G2	G3
Sujeitos (N=81)	13	32	36
Perinatais			
Idade da Mãe (anos)	25,87±5,64	28,28±7,98	26,55 ± 6,55
Tipo de Parto – (%)			
Normal	4 (36,36%)	14 (48,287%)	9 (28,13%)
Cesárea	7 (63,64%)	15 (51,72%)	23 (71,88%)
Nº de gestações	1,81 ± 0,98	3,0 ± 2,74	1,69 ± 0,91
Nº partos	1,63 ± 0,92	2,29 ± 1,89	1,54 ± 0,71
Nº abortos	<1,0	<1,0	<1,0
Acompanhamento pré-natal - (%)	10 (90,9%)	27 (100%)	34 (100%)
Neonatais			
Sexo – (%)			

Características	G1	G2	G3
Masculino	8 (61,53%)	16 (50%)	17 (47,22%)
Feminino	5 (38,46%)	16 (50%)	19 (52,77%)
Idade Gestacional (semanas)	34,19 ± 1,53	33,83 ± 1,36	39,47 ± 0,88
Peso ao Nascer (g)	1893,7 ± 224,44	2090,07 ± 429,19	2968,53 ± 528,08
Perímetro Cefálico (cm)	31,05 ± 1,86	31,16 ± 2,42	34,20 ± 1,35
Apgar no 1º minuto (escore)	7,90 ± 1,37	7,71 ± 1,67	8,54 ± 0,97
Apgar no 5º minuto (escore)	8,81 ± 0,75	8,65 ± 0,72	9,03 ± 0,17
Dias em Fototerapia	1,0 ± 1,32	7,0 ± 2,68	0
Sociais			
Proveniente da Capital – (%)	8 (61,53%)	19 (61,29%)	34 (94,44%)
Estado Civil – (%)			
Solteira/Separada	7 (63,63%)	8 (30,76%)	4 (12,12%)
União Estável/Casada	4 (36,36%)	18 (69,23%)	29 (87,87%)
Escolaridade – (%)			
Sem Escolaridade	0 (0%)	1 (3,7%)	0 (0%)
Ensino Fundamental	4 (22,22%)	11 (40,74%)	5 (14,28%)
Ensino Médio	6 (33,33%)	12 (44,44%)	22 (62,85%)
Ensino Superior	1 (5,55%)	3 (11,11%)	8 (22,85%)
Renda (R\$)	558,62 ± 434,00	508,63 ± 425,59	615,24 ± 821,36

Nota: Em algumas variáveis de porcentagem, o N não corresponde ao total de sujeitos na primeira linha porque a informação de alguns sujeitos não estava disponível.

Fonte: Pereira et al. (2015).

Embora tenhamos contado com um N amostral significativo no recrutamento inicial, os resultados finais evidenciam problemas nos retornos das mães e dos bebês, com um número elevado de faltas que acarretaram amostras pequenas em cada grupo experimental e em cada procedimento e no comparativo entre eles. Dessa forma, houve limitação para análise dos dados de parte dos procedimentos realizados.

Não foi detectado atraso de desenvolvimento em nenhum bebê nos três grupos. Em relação às avaliações específicas aplicadas, foram identificadas evidências de que há diferença do grupo a termo na área motora quando comparado aos demais grupos ao longo do desenvolvimento. Quanto ao desenvolvimento de linguagem receptiva e expressiva os grupos foram semelhantes. O mesmo foi observado com o desenvolvimento cognitivo. Houve, entretanto, uma ocorrência elevada, ao longo do primeiro ano de vida, de alterações condutivas na audição, sendo também identificada a alta ocorrência de infecções de vias aéreas superiores durante os retornos para as avaliações médica e audiológica. No que se refere ao desenvolvimento cortical auditivo mensurado pelo potencial evocado auditivo de longa latência com estímulo de fala foi evidenciado que há diminuição da latência com o aumento da idade.

O detalhamento dos resultados deste projeto está sendo feito em processo de publicação pela equipe de pesquisadores e serão publicados artigos científicos a esse respeito. Foram gerados cinco Trabalhos de Conclusão de Curso de Fonoaudiologia (ALMEIDA, 2013; SILVA, E., 2014; SILVA, I., 2014; CUNHA, 2016) e um do Curso de Especialização em Audiologia, todos relacionados a este projeto (PEREIRA, 2017).

- **Audição e sífilis congênita**

Este projeto está articulado à Pesquisa Aplicada para Integração Inteligente orientada ao fortalecimento das redes de atenção para resposta rápida à sífilis do LAIS/ UFRN com o Ministério da Saúde. O mesmo está subdividido em subprojetos que têm como eixo principal confirmar se a exposição à sífilis congênita se constituiu de fato um indicador de risco para a deficiência auditiva e para o desenvolvimento de linguagem de bebês expostos a ela. Nesse contexto, há o envolvimento atual de duas alunas do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia entre UFPB e UFRN e duas alunas do curso de graduação em Fonoaudiologia da UFRN que estão desenvolvendo seus trabalhos vinculados a esta questão norteadora.

- **Desenvolvimento de um sistema computadorizado para registro de movimentos de sucção na audiometria de observação comportamental em bebês do nascimento aos seis meses**

Durante quatro anos, pesquisadores desta base de pesquisa realizaram estudos preliminares do protótipo de um sistema computadorizado para registro de movimentos de sucção na audiometria de observação comportamental em bebês.

A acurácia da avaliação auditiva comportamental em bebês é essencial para a conclusão do diagnóstico da deficiência auditiva e para o estabelecimento de condutas adequadas, a serem adotadas o mais precocemente possível, bem como para o devido acompanhamento de bebês em monitoramento auditivo, sendo de grande importância para a área da Audiologia.

Na execução de dois Trabalhos de Conclusão (PEREIRA, 2012; LAUAR, 2013) de Curso foi observado, inicialmente, que de fato a resposta de sucção eliciava níveis mínimos possíveis de serem visualizados em bebês de zero a seis meses. No estudo de caso apresentado por Pereira (2012), os níveis mínimos de resposta de sucção obtidos foram compatíveis com os limiares eletrofisiológicos. Já o estudo de Lauer (2013) com nove bebês a termo de zero a cinco meses evidenciou que os níveis mínimos de resposta de sucção obtidos foram adequados para a idade e compatíveis com os outros procedimentos. A média por frequência e os níveis mínimos na resposta de sucção foram menores em relação à avaliação utilizando o audiômetro pediátrico PA5.

Embora pouco explorada dentro da pesquisa de limiar auditivo, o uso da resposta de sucção (MADELL; FLEXER, 2008) tem se mostrado como potencial para as avaliações auditivas comportamentais em bebês, tornando relevante um maior aprofundamento sobre o tema. Há, no entanto, a necessidade de recursos tecnológicos que possibilitem o registro objetivo dos movimentos de sucção do bebê quando na presença do estímulo auditivo para julgar se há ou não mudança neste padrão. Isto foi sugerido por Pereira (2012) e Lauer (2013) que julgaram a resposta

de forma visual e identificaram que este julgamento é extremamente subjetivo. Estudos prévios de Bronshetein, et al. (1958), Kaye e Levin (1963), Kaye (1966), Levin e Kaye (1966), Delucia (1967), Sameroff (1967) Semb e Lipsirtt (1968), Eimas et al. (1971), Miller (1975), Kauffmann e Radu (1984) e Moon (2012) utilizaram um equipamento de uma chupeta acoplada a um transdutor de pressão e um polígrafo para registrar a frequência dos movimentos de sucção na presença de estímulos auditivos.

Nesse viés, Nascimento (2015, 2016) testou o protótipo desenvolvido por pesquisadores do LAIS, do Instituto do Cérebro e do Metrópole Digital da UFRN em parceria com pesquisadores da UFPA (Figura 3). Em ambos os estudos foi constatada a viabilidade do uso do hardware e do software instalados em uma chupeta que capta os movimentos da sucção, permitindo a análise do ritmo da sucção do bebê, de maneira a ser útil na avaliação audiológica de observação comportamental de bebês de zero a seis meses.

No procedimento foi utilizada a resposta de sucção para detectar os níveis mínimos de audição do bebê, correlacionando os resultados obtidos através do hardware e do software da chupeta com os resultados da observação visual do procedimento (online e offline), assim como comparando estes valores com aqueles obtidos na pesquisa do limiar eletrofisiológico do potencial evocado auditivo de tronco encefálico com frequência específica (PEATE-FE) em cada bebê analisado na pesquisa. Houve concordância entre os níveis mínimos durante a resposta de sucção e o limiar eletrofisiológico no PEATE-FE (NASCIMENTO, 2016).



Figura 3 – Protótipo responsável por captar os movimentos da sucção, utilizado para o procedimento da pesquisa. Natal/RN. 2016
Fonte: Base Audição e Linguagem – LAIS/UFRN (2015).

A partir destes estudos iniciais, o grupo pretende realizar aperfeiçoamento no protótipo inicial e realizar os procedimentos de validação do sistema.

- **Intervenção fonoaudiológica guiada por videofeedback às famílias de crianças com deficiência auditiva**

No âmbito do uso de tecnologias para o aprimoramento da habilitação e reabilitação da população infantil com deficiência auditiva, foi iniciado em 2014 o projeto Intervenção Guiada Por Videofeedback à Famílias de Crianças com Deficiência Auditiva, com o objetivo de avaliar o uso de tecnologia de baixo custo e de acesso a todos os serviços de saúde auditiva para a melhoria da interação entre as famílias de crianças com deficiência auditiva e seus filhos, acarretando em possíveis melhoras no processo terapêutico e em abreviação do tratamento nesta população. É importante dizer que apenas o tratamento fonoaudiológico tradicional pode não ser suficiente para fazer com que a família compreenda que ela deve ser o agente modificador para uma resposta terapêutica satisfatória (BEVILACQUA; FORMIGONI, 2012).

Assim, a ferramenta do videofeedback, que tem comprovada eficácia para a modificação de comportamentos com famílias de crianças com deficiência, foi empregada em dois estudos subsequentes pelos pesquisadores da base de pesquisa Audição

e Linguagem do LAIS. O primeiro trabalho, um estudo de casos de famílias expostas a esta intervenção, demonstrou a efetividade da terapia fonoaudiológica utilizando feedback de vídeo e sua contribuição na melhora do processo de comunicação entre a família e a criança com deficiência auditiva (ROCHA, 2015). No segundo trabalho, um ensaio clínico não randomizado, com estudo de casos em dois grupos, experimental ($n = 5$) e grupo controle ($n = 5$), observou-se melhora nas interações entre as famílias e crianças com deficiência auditiva nos casos do grupo experimental, bem como melhora na autoestima das cuidadoras participantes da intervenção. Concluiu-se que o programa de intervenção fonoaudiológica baseado no videofeedback foi efetivo. Este trabalho encontra-se em andamento com um número maior de participantes, para a comprovação de sua eficácia clínica (SANTOS, BRAZOROTTO, 2018).

- **Projeto LEIA – estudo de intervenção com remediação fonológica em crianças com dificuldade de leitura, transtorno do processamento auditivo e deficiência auditiva.**

A partir de 2015, iniciou-se estudo clínico randomizado visando a verificar a eficácia de um programa de remediação fonológica em crianças com dificuldades de aprendizagem, antes e após avaliação de leitura, escrita, habilidades fonológicas, processamento auditivo e potenciais evocados auditivos corticais (PEAC). Estas crianças, na sua maioria, também apresentam transtorno do processamento auditivo central.

Além desta população, a pesquisa com a intervenção fonológica também ocorreu com as crianças com deficiência auditiva, reabilitadas pelo método tradicional (terapia fonoaudiológica) e por atendimentos em oficinas para o desenvolvimento da leitura e escrita.

Este projeto encontra-se em andamento, mas parte de seus resultados já foram temática de quatro trabalhos de conclusão do Curso de Fonoaudiologia (LIMA, K. 2015; LOPES, 2015; SILVA, 2016; LIMA, T. 2017) e de um trabalho do Curso de Especialização em Audiologia da UFRN (NUNES, 2015).

Em 2016, este projeto foi ampliado com mais dois objetivos específicos: caracterizar os aspectos da acústica da voz/leitura de crianças escolares com risco para dificuldades de leitura; e identificar a eficácia do programa de remediação fonológica em escolares com perda auditiva sensorioneural bilateral, usuários de dispositivos eletrônicos auxiliares à audição com risco para dificuldades de leitura.

Os dados preliminares referentes à intervenção fonológica aplicada, como proposta inovadora, ao grupo experimental de crianças com deficiência auditiva mostram que todas as crianças apresentaram melhora no desempenho de suas habilidades de consciência fonológica, uma habilidade importante que prediz o desenvolvimento da leitura. Não foi notado o mesmo desenvolvimento das crianças que permaneceram no grupo controle. Os dados estão em análise e serão publicados em periódicos pertinentes.

Considera-se que os resultados até o momento apontam para uma inovação no processo de trabalho terapêutico no tratamento de crianças com deficiência auditiva em idade escolar.

Espera-se ainda que os resultados desta pesquisa possam evidenciar a relação das habilidades auditivas e linguísticas de crianças com dificuldades de aprendizagem, após um processo de intervenção fonoaudiológica, salientando a importância da avaliação interdisciplinar e da intervenção adequada para criança com risco de dificuldades de leitura (dislexia, transtornos do processamento auditivo e deficiência auditiva sensorioneural).

Educação em saúde auditiva

- **Teleconsultoria em saúde auditiva**

Os pesquisadores desta base de pesquisa são teleconsultores na área da saúde auditiva no Núcleo de Telessaúde do Rio Grande do Norte/Paraíba. Em 2018, o grupo foi ampliado com a inserção de novos fonoaudiólogos e passou a atuar na Telerregulação

destes fonoaudiólogos. Além da resposta às teleconsultorias, foram disponibilizadas seis webpalestras disponíveis no portal da Telessaúde do Rio Grande do Norte. As temáticas foram: 1) Deficiência auditiva: o que é, características, impactos, fatores de risco e medidas preventivas; 2) O pré-natal e seu benefício na saúde auditiva do bebê; 3) Prematuridade e audição; 4) Infecções na infância; 5) Inimigo invisível: o ruído e seu impacto na saúde auditiva; 6) Otites na infância. Todas foram ministradas pelo fonoaudiólogo Kaio Ramon de Aguiar Lima sob a orientação da Profa. Sheila Andreoli Balen.

- **Habilitação e Reabilitação auditiva**

Considerando os serviços prestados à população quanto à saúde auditiva, desde 2004, com a implementação da Política Nacional de Saúde Auditiva pelo Ministério da Saúde, faz-se necessária a avaliação dos serviços de saúde auditiva, tendo como objetivo acrescentar melhorias a esta política, assim otimizando a verba pública para o atendimento de qualidade a um maior número de indivíduos com deficiência auditiva (ARMIGLIATO et al., 2010).

Quanto à habilitação e/ou reabilitação auditiva para pessoas com deficiência auditiva, o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Viver sem Limite, (BRASIL, 2013), por meio da articulação de políticas governamentais de acesso à educação, inclusão social, atenção à saúde e acessibilidade, reitera a necessidade de ofertar serviços de qualidade à pessoa com deficiência. Ressalta-se que, no caso das pessoas com deficiência auditiva, a adaptação dos recursos auxiliares à audição (aparelhos auditivos, implantes cocleares, sistemas de FM e outros) é o início do processo de habilitação auditiva ou reabilitação auditiva, sendo necessária a terapia fonoaudiológica especializada para o bom aproveitamento desses recursos.

A qualidade da terapia fonoaudiológica para crianças com deficiência auditiva baseia-se na correta aplicação de procedimentos e técnicas, além do gerenciamento terapêutico sobre vários aspectos que envolvem o acompanhamento audiológico,

o uso do dispositivo, a parceria entre família, a escola e o fonoaudiólogo. Nesse viés, a análise da aplicação das técnicas e procedimentos estratégicos para o desenvolvimento das habilidades de audição e de linguagem oral para as crianças com deficiência auditiva é de extrema importância para a melhoria da qualidade da terapia fonoaudiológica, sendo esta uma proposta de avaliação dos processos de trabalho do fonoaudiólogo na (re)habilitação auditiva.

Dessa forma, foram realizadas pesquisas no intuito de se verificar a efetividade da teleconsultoria em habilitação/reabilitação auditiva para a melhoria da qualidade da terapia fonoaudiológica para crianças com deficiência auditiva, estudando os modelos síncrono (XAVIER, 2014) e assíncrono (MANIÇOBA, 2015). Em ambos os estudos, foi observada melhora na qualidade técnica da terapia. Esta pesquisa, inovadora e inédita no país, permanece em andamento, neste momento, com o uso da plataforma Telessaúde (Núcleo de Telessaúde do RN), contando com a participação de fonoaudiólogas de diferentes serviços de terapia fonoaudiológica para crianças com deficiência auditiva do estado do RN.

Espera-se, com esta investigação em serviço, futuramente indicar a implementação, em âmbito nacional, da teleconsultoria na área de habilitação/reabilitação auditiva, com benefícios para toda a população de usuários dos serviços de saúde auditiva em terapia fonoaudiológica no Brasil.

- **O Uso do Sistema FM no ambiente escolar: Curso EaD de formação de professores**

Milhões são investidos pelo Ministério da Saúde para a detecção precoce da deficiência auditiva e seu tratamento pelos Serviços de Saúde Auditiva/Centros Especializados de Reabilitação, incluindo a concessão de aparelhos auditivos, de implantes cocleares e do sistema de FM.

A partir do projeto piloto multicêntrico sobre a efetividade do recurso de tecnologia assistida – Sistema de Frequência Modulada – para a inclusão de crianças com deficiência auditiva,

verificou-se a necessidade de capacitar professores do ensino básico da rede pública para o uso desta tecnologia. A proposta de um curso a distância com 4 momentos presenciais foi então delineada, a partir de parceria institucional com o Comitê Gestor Institucional de Formação Inicial e Continuada de Profissionais do Magistério da Educação Básica (COMFOR/UFRN), por solicitação da Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão – SECADI/MEC.

É importante destacar que a articulação intersetorial é essencial para que o uso desta tecnologia seja de fato uma realidade nas escolas e contribua para a inclusão efetiva da pessoa com deficiência auditiva.

O curso de aperfeiçoamento de 180 horas desenvolvido por alguns dos membros da equipe original do projeto piloto de 2012 foi ambientado em plataforma Moodle da Secretaria de Educação a Distância (SEDIS) da UFRN, com todo o suporte e treinamento aos tutores ofertados pela instituição.

A proposta pedagógica do curso constou de seis módulos: (1) Uso da Plataforma Moodle (15h); (2) Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva (15h); (3) Audição, perda auditiva e as consequências da deficiência auditiva para a criança no contexto familiar e educacional e a Rede de Saúde Auditiva do SUS (30h); (4) Dispositivos eletrônicos que auxiliam a pessoa com deficiência auditiva e Sistema FM (60h); (5) Desenvolvimento de habilidades auditivas e de linguagem oral e escrita (30h); e (6) Estratégias de comunicação e pedagógicas que facilitam a inclusão de estudantes com deficiência auditiva (30h). A equipe do curso, juntamente com a equipe Pedagógica e de Materiais Interativos da SEDIS/UFRN, definiu a plataforma <www.avatelessaude.sedis.ufrn.br>.

Todos os módulos foram organizados para cinco horas semanais por unidade acadêmica e em cada unidade havia um questionário objetivo avaliativo que deveria, obrigatoriamente, ser respondido pelo cursista para ter acesso à próxima unidade do módulo. Houve também fóruns online e outras tarefas

envolvendo envio de texto, áudio e/ou vídeo. Todas essas atividades foram utilizadas no processo avaliativo do cursista. Em cada unidade o cursista tinha acesso aos avisos do professor, com as orientações e objetivos da unidade apresentados em texto e em vídeo pelo docente.

Foram inscritos por indicação da Secretaria de Educação Especial do Estado do Rio Grande do Norte e Secretaria de Educação de Natal 174 cursistas, dos quais 86 evadiram, 16 foram reprovados e 69 concluíram o curso.

Na análise dos resultados do curso realizada com o intuito de verificar o conhecimento prévio e adquirido após o curso pelos professores sobre as temáticas desenvolvidas no curso “Uso do Sistema FM no Ambiente Escolar” pôde-se averiguar que o curso foi efetivo, principalmente quanto à aquisição de conhecimentos dos professores sobre a interface saúde-educação, com contribuições importantes para a prática educacional inclusiva no contexto escolar (BALEN et al., 2017).

Outro estudo feito ao final do curso com a realização de um grupo focal no intuito de identificar as percepções dos professores participantes do curso sobre as experiências de aprendizagem dos conteúdos envolvidos no curso “O Uso do Sistema de FM no Ambiente Escolar” constatou efetiva aprendizagem dos participantes do curso acerca da deficiência auditiva. Os professores destacaram como diferenciais do curso ofertado a inclusão das questões técnicas dos dispositivos eletrônicos auxiliares à audição e da fisiologia e fisiopatologia do sistema auditivo, assuntos que não fazem parte de suas formações, mesmo na pós-graduação. Assim, o curso contribuiu para ampliar o conhecimento dos professores acerca das diferentes necessidades de comunicação e de acessibilidade da pessoa com deficiência auditiva (BRAZOROTTO et al., 2017).

Atualmente, o referido curso está em adaptação para ser lançado como um e-book, a ser disponibilizado para contribuir com a formação nacional de professores do ensino básico sobre a deficiência auditiva e o uso do Sistema de FM.

Observou-se, a partir da experiência com o curso, que a mudança de paradigma será benéfica para uma melhor compreensão da heterogeneidade e das diferentes necessidades da população de pessoas com deficiência auditiva. Esta mudança, processual, deverá gerar melhorias nas políticas de inclusão educacional para pessoas com deficiência auditiva.

- **Cursos no Ambiente Virtual de Aprendizagem para o Sistema Único de Saúde (AVASUS)**

Em 2016, o LAIS/ UFRN, juntamente com a SEDIS e o Ministério da Saúde, desenvolveu um curso de 120 horas, denominado Estimulação Precoce, que teve como objetivo instrumentalizar os profissionais das Redes de Atenção à Saúde do SUS, contribuindo no trabalho da estimulação precoce de crianças de 0 a 3 anos de idade com alterações do desenvolvimento neuropsicomotor. Sheila Andreoli Balen, pesquisadora desta base, desenvolveu três aulas sobre os seguintes tópicos: Programa de Triagem Auditiva Neonatal, Desenvolvimento Auditivo e Estimulação Auditiva.

Em 2017, foram desenvolvidos dois cursos autoinstrucionais para o AVASUS com lançamento previsto para 2018. O primeiro curso, denominado Ações na atenção básica para identificação precoce da deficiência auditiva, foi desenvolvido por Sheila Andreoli Balen, Eliene Araujo e Kaio Ramos de Aguiar Lima com o objetivo de preparar agentes comunitários de saúde para promoverem o acompanhamento da audição e da linguagem de crianças nos primeiros anos de vida. O segundo curso, denominado Saúde Auditiva Escolar: informações e ações na atenção básica, foi desenvolvido por Sheila Andreoli Balen com Aryelly Dayane da Silva Nunes, com o intuito de preparar profissionais da saúde e da educação para promoverem o acompanhamento da audição de crianças em idade escolar.

Considerações finais

A partir do relato das experiências de pesquisa, educação em saúde auditiva e extensão realizadas pela base Audição e Linguagem do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde fica evidenciado que a inovação e a tecnologia perpassam as diferentes ações e atividades aplicadas à saúde auditiva em todas as dimensões, incluindo a promoção da prevenção de problemas relacionados à audição em diferentes populações, em especial, bebês e crianças.

Muitas das pesquisas relatadas encontram-se em fase de conclusão e outras de continuidade, com metas definidas para 2018 e 2019, os próximos anos envolvendo alunos do Programa de Mestrado Profissional de Gestão e Inovação em Saúde MPGIS/UFRN e do Programa Associado de Pós-graduação em Fonoaudiologia entre UFPB e UFRN, dos quais as pesquisadoras da base são docentes.

Espera-se atingir, com a conclusão destes estudos, melhorias práticas para a área de Saúde Auditiva em nosso país, além de contribuições para a área da Audiologia, com parcerias já estabelecidas e vindouras com universidades e centros de excelência de outros países, impulsionando cotidianamente a inovação e a realização da ciência para o benefício das pessoas.

Referências

- ALMEIDA, A. C. **Memória operacional visual em bebês: estudo de caso**. 2013. 46 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
- AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY – AAA. **Childhood Hearing Screening Guidelines**. 2011. Disponível em: <http://www.cdc.gov/ncbddd/hearingloss/documents/aaa_childhood-hearing-guidelines_2011.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2013.
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION – ASHA. **(Central) Auditory processing disorders**. Technical report. 2005. Disponível em: <<http://www.asha.org/policy/TR2005-00043.htm>>. Acesso em: 19 set. 2015.
- ARMIGLIATO, M. E. et al. Avaliação de serviços de saúde auditiva sob a perspectiva do usuário: proposta de instrumento. **Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 32-39, jun. 2010.
- ATHAYDE, F. S. **Relação entre alterações auditivas e desempenho escolar**. 2012. 48 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
- BALEN, S. A. et al. Caracterização da audição de crianças em um estudo de base populacional no município de Itajaí/SC. **Arq. Int. Otorrinolaringol.**, v. 13, n. 4, p. 372-380, 2009.

BALEN, S. A. et al. Uso do Sistema FM em Ambiente escolar: conhecimento adquirido por professores em curso EAD. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE AUDIOLOGIA, 32., 2017, Gramado, RS. **Anais...** Gramado, RS: Academia Brasileira de Audiologia, 2017.

BESS, F. H.; HUMES, L. E. A triagem da função auditiva. In: _____. **Fundamentos de Audiologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2012. cap. 6, p. 213-247.

BEVILACQUA, M. C.; FORMIGONI, G. M. P. **Audiologia educacional**: uma opção terapêutica para a criança deficiente auditiva. 3. ed. 2. reimp. São Paulo: Pró-Fono, 2012.

BÉRIA, J. U. et al. Hearing impairment and socioeconomic factors: a population-based survey of an urban locality in southern Brazil. **Rev Panam Salud Publica.**, v. 21, n. 6, p. 381-387, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.073, de 28 de setembro de 2004**. Institui a Política Nacional de Atenção à Saúde Auditiva. 2004. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-2073.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

_____. Decreto no 6.286, de 5 de dezembro de 2007. Institui o Programa Saúde na Escola - PSE, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 6 dez. 2007. p. 2.

BRASIL. **Portaria n. 154, de 24 de janeiro de 2008.** Cria os Núcleos de Apoio à Saúde da Família – NASF. 2008. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt0154_24_01_2008.html>. Acesso em: 17 set. 2018.

_____. Decreto no 7.612, de 17 de novembro de 2011. Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Viver sem Limite. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 nov. 2011. p. 12. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7612.htm>. Acesso em: 10 jun. 2014.

_____. **Manual de Telessaúde para a Atenção Básica/ Atenção Primária à Saúde:** Protocolo de Telerregulação de Teleconsultorias. Brasília, DF: Ministério da Saúde/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. 42 p.

BRAZOROTTO, J. S. et al. Percepção de professores participantes do curso O uso do Sistema FM no ambiente escolar: análise de um grupo focal. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE AUDIOLOGIA, 32., 2017, Gramado, RS. **Anais...** Gramado, RS: Academia Brasileira de Audiologia, 2017.

BRONSHTEIN, A. I. et al. On the development of the functions of analyzers in infants and some animals at the early state of ontogenesis. In: **Problems of evolution of physiological functions.** Washington, D. C.: [s.n.], 1958.

CAVALCANTI, H. G. et al. **Aplicativo Hear ZA em Português**. Projeto de Pesquisa Multicêntrico entre Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Universidade de São Paulo – campus Bauru e Universidade de Petrória. 2016.

CUNHA, B. K. S. **Desenvolvimento da linguagem e cognição de bebês expostos a problemas condutivos ao longo do primeiro ano de vida**. 2016. 43 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

DAHER, C. V.; PISANESCHI, E. A Política Nacional de Atenção a Saúde Auditiva: a atenção especializada as pessoas com deficiência auditiva no SUS. In: BEVILACQUA, M. C. et al. **Saúde auditiva no Brasil: políticas, serviços e sistemas**. São Paulo: Plexus, 2010. p. 15-30.

DELUCIA, C. A. A system for response measurement and reinforcement delivery for infant sucking behavior research. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 5, p. 518-521, 1967.

EIMAS, P. D. et al. Speech Perception in Infants. **Science**, n. 171, p. 303-306, 1971.

GATTO, C. I.; TOCHETTO, T. M. Deficiência auditiva infantil: implicações e soluções. **Rev CEFAC**, São Paulo, v. 9, n. 1, p.110-115, jan./mar. 2007.

GEFFNER, D. Central auditory processing disorders: definition, description and behaviors. In: GEFFNER, D.; ROSS-SWAIN, D. **Auditory processing disorders: assessment, management and treatment**. San Diego: Plural Publishing, 2007. p. 25-48.

KAUFFMANN, G.; RADÜ, H. J. Multichannel Infant Reflex Audiometry (MIRA) A New Method for Evaluating Hearing in Infants (Preliminary Results). **Arch Otorhinlaryngol**, n. 241, p. 35-39, 1984.

KAYE, H.; LEVIN, G. R. Two attempts to demonstrate tonal suppression of nonnutritive sucking in the neonate. **Perceptual and Motor Skills**, n. 17, p. 521-522, 1963.

KAYE, H. The effects of feeding and tonal stimulation on non-nutritive sucking in the human neonate. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 3, p. 131-145, 1966.

LAUAR, U. **Audiometria de observação comportamental utilizando a resposta de sucção em bebês**. 2013. 66 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2013.

LAUAR, U. et al. Avaliação de protocolos de triagem auditiva em escolares. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE AUDIOLOGIA, 28., 2013, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: Academia Brasileira de Audiologia, 2013.

LEVIN, G. R.; KAYE, H. Work decrement and rest recovery during non-nutritive sucking in the human neonate. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 3, p. 146-154, 1966.

LEWIS, D. R. et al. Comitê multiprofissional em saúde auditiva: COMUSA. **Braz. J. Otorhinolaryngol**, v. 76, n. 1, p. 121-128, 2010.

LIMA, K. R. A. **Caracterização do potencial evocado auditivo cortical em crianças com dificuldade de leitura**. 2015. 48 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

LIMA, T. F. **A Influência da remediação fonológica na integração e separação binaural de crianças com transtornos do processamento auditivo**. 2017. 40 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

LOPES, M. S. S. **Caracterização do processamento auditivo central em crianças com dificuldades de leitura**. 2015. 66 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

LOPES, S. M. B.; PAGNOSSIM, D. F. Políticas públicas em Saúde Auditiva. In: BALEN, S. A. et al. **Saúde Auditiva: da teoria a prática**. São Paulo: Santos, 2010. p. 1-11.

MADELL, J.; FLEXER, C. A. **Pediatric audiology**: diagnosis, technology, and management. New York: Thieme, 2008.

MANIÇOBA, R. D. de S. **Teleconsultoria assíncrona com fonoaudiólogos de crianças com deficiência auditiva: relato de casos**. 2015. 43 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MILLER, L. K. Effects of auditory stimulation upon non-nutritive sucking by premature infants. **Perceptual and Motor Skills**, n. 40, p. 879-885, 1975.

MOON, C. M. et. al Language experienced in utero affects vowel perception after birth: a two-country study. **Foundation Acta Pædiatrica**, v.102, p. 156-160, 2012.

NASCIMENTO, G. F. F. **O uso de um hardware e software para registro de movimentos de sucção na audiometria de observação comportamental: descrição de um caso clínico**. 2015. 94 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2015.

_____. **Estudo da resposta de sucção na audiometria de observação comportamental em bebês: estudo piloto de um hardware e software para registro de movimentos da sucção**. Relatório Final. 2016. 122 p.

NISKAR, A. S. et al. Prevalence of hearing loss among children 6 to 19 years of age: the third National Health and Nutrition Examination Survey. **JAMA**, v. 279, n. 14, p. 1071-1075, 1998.

NUNES, A. D. S. et al. Alterações audiológicas em escolares. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE AUDIOLOGIA, 28., 2013, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: Academia Brasileira de Audiologia, 2013.

NUNES, A. D. S. **Triagem auditiva em escolares: comparação de métodos**. 2013. 60 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

_____. **Potencial Evocado Auditivo Cortical com diferentes estímulos de fala em crianças com risco para Dislexia**. 2015. 20 f. Monografia (Especialização em Audiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

_____. **Prevalência de deficiência auditiva e fatores associados entre escolares de uma área urbana do nordeste do Brasil**. 2018. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2018.

PEREIRA, A. et al. **O Desenvolvimento Cognitivo e Perceptual de Bebês com Hiperbilirrubinemia Perinatal nos Primeiros 24 meses de Vida**. Relatório final do Projeto. CAPES. 2015.

PEREIRA, R. N. **Influência socioeconômica na ocorrência de perda auditiva em escolares.** 2013. 57 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

_____. **Validação de um aplicativo no aparelho celular como método de triagem auditiva.** 2015. Monografia (Especialização em Audiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

PEREIRA, S. C. D. **Correlação da resposta de sucção na audiometria de observação comportamental e limiar eletrofisiológico: estudo de caso nos três primeiros meses de vida.** 2012. 49 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2012.

_____. **Caracterização das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em bebês prematuros de 0 a 7 meses.** 2017. 12 f. Monografia (Especialização em Audiologia) – Instituto de Desenvolvimento Educacional – IDE, Recife, PE, 2017.

ROCHA, G. F. **Intervenção Guiada por vídeo para famílias de crianças com deficiência auditiva: relato de casos clínicos.** 2015. (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

SAMELLI, A. G.; RABELO, C. M.; VESPASIANO, A. P. C. Development and analysis of a low-cost screening tool to identify and classify hearing loss in children: a proposal for developing countries. **CLINICS**, v. 66, n. 11, p. 1943-1948, 2011.

SAMEROFF, A. Nonnutritive sucking in newborns under visual and auditory stimulation. **Child Development**, n. 38, p. 443-452, 1967.

SANTOS, I. R. D. **Intervenção guiada por videofeedback às famílias de crianças com deficiência auditiva**. 2016. 48 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SANTOS, I. R. D.; BRAZOROTTO, J. S. Intervenção guiada por videofeedback às famílias de crianças com deficiência auditiva. **CoDAS**, vol.30 no.1 São Paulo, 2018.

SEMB, G.; LIPSIRTT, L. P. The Effects of acoustic stimulation on cessation and initiation of non-nutritive sucking. **Journal of Experimental Child Psychology**, n. 6, p. 585-587, 1968.

SERPANOS, Y. C.; JARMEL, F. Quantitative and qualitative follow-up outcomes from a preschool audiologic screening program: perspectives over a decade. **Am J Audiol.**, v. 16, p. 4-12, 2007.

SILVA, E. M. T. **Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência em bebês pré termo a a termo no primeiro mês de idade corrigida**: estudo de casos clínicos. 2014. 59 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SILVA, I. M. **Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência de Bebês a termo e pré-termo ao longo do primeiro ano de vida:** estudo de casos clínicos. 2014. 72 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SILVA, R. S. **Audição em escolares:** associação entre acuidade auditiva e processamento auditivo central. 2012. 70 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

SILVA, T. C. **Influência da remediação fonológica no potencial evocado auditivo cortical em crianças com dificuldade de leitura e transtorno do processamento auditivo.** 2016. 45 f. Monografia (Graduação em Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SITTA, E. I. et al. Triagem audiológica em pré-escolares com histórico de otite média. **Rev. Baiana Saúde Pública**, v. 34, n. 2, p. 388-396, 2010.

STEVENS, G. et al. Global and regional hearing impairment prevalence: an analysis of 42 studies in 29 countries. **EUR J Public Health**, v. 24, p. 1-7, 2011.

VIEIRA, A. B. C.; MACEDO, L. R.; GONCALVES, D. U. O diagnóstico da perda auditiva na infância. **Rev. Paul. Pediatr.**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 43-49, 2007.

WAKE, M. et al. Slight/mild sensorineural hearing loss in children. **Pediatrics**, v. 118, n. 5, p. 1842-1851, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **WHO Global estimates on prevalence of hearing loss**. Mortality and Burden of Diseases and Prevention of Blindness and Deafness. WHO, 2012.

_____. **Millions have hearing loss that can be improved or prevented**. 2013. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/hearing_loss_20130227/en/>. Acesso em: 15 ago. 2018.

_____. **Childhood hearing loss: strategies for prevention and care**. Geneva: WHO, 2016.

VITAL, B. S. B. **Triagem auditiva em adultos com Audiômetro Telessaúde e HHIE-S Eletrônico: comparação com audiometria tonal liminar**. 2015. Monografia (Especialização em Audiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

XAVIER, J. S. **Teleconsultoria: estudos clínicos sobre o desenvolvimento de crianças com deficiência auditiva: subsídios para a melhoria de sua (re) habilitação**. 2014. 48 f. Monografia (Graduação de Fonoaudiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

APRENDIZADO BASEADO EM PROBLEMAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA HERA

Danieli Silva de Souza Rabelo

Pierre Andrade Freire

Antônio Cleiton Ribeiro de Lima

Aisha Silva de Souza Rabelo

Luisa Barbalho Pereira da Silva

Deyvison Silas de Lima Santos

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

Resumo

O Sistema Hera desenvolvido pela Escola de Programação (EP) do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde - LAIS, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, é um software de controle de informações levantadas a partir da triagem neonatal de exames da linguinha e da orelhinha da Maternidade da Universidade. A EP é alicerçada na metodologia PBL (*Problem Based Learn*, do inglês, Aprendizado Baseado em Problemas), em que o discente soluciona problemas reais supervisionado por tutores, além de envolver-se dinamicamente no processo de aprendizagem. Dessa forma, este trabalho visa relatar as etapas de progresso e a aquisição de conhecimentos no decorrer da implementação desse sistema.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas. Tecnologia Educacional. Informática em Saúde. Triagem Neonatal.

Introdução

De acordo com o Manual de Normas Técnicas e Rotinas Operacionais do Programa Nacional de Triage Neonatal (BRASIL, 2004), o termo triagem significa seleção ou detecção – através de testes aplicados numa população - de um grupo de indivíduos com probabilidade elevada de apresentarem determinadas patologias. A triagem neonatal é a aplicação dessa metodologia de rastreamento na população entre 0 e 30 dias de vida. Assim, exames neonatais são realizados no recém-nascido como forma de avaliação geral de saúde e para o diagnóstico precoce de doenças, permitindo que o tratamento destas também seja precoce, de forma a diminuir ou eliminar possíveis fatores que possam prejudicar o desenvolvimento típico da criança. Destaca-se que a triagem neonatal conta com etapas para sua execução: 1) identificação dos recém-nascidos elegíveis para a realização dos exames (verificação das condições de saúde do bebê, momento em que a triagem deverá ser feita); 2) seleção dos exames ou procedimentos, bem como delineamento de seus critérios de passa ou falha na triagem, em especial para a triagem auditiva; 3) execução do teste e registro do resultado (banco de dados interno e/ou registro em prontuário e caderneta da criança); 4) a comunicação do resultado com orientação pertinente ao familiar do recém-nascido.

• Teste da Orelhinha

Atualmente, a deficiência auditiva é considerada um problema de saúde pública não apenas em virtude de sua significativa prevalência, mas, sobretudo, pelas múltiplas consequências que pode acarretar ao desenvolvimento humano nos aspectos linguísticos, educacionais, emocionais, culturais e sociais (GRIZ et al., 2015). A incapacidade de detectar e perceber os sons, em qualquer grau, prejudica o processo de aquisição da fala e o desenvolvimento da linguagem, tão necessários na integração dos indivíduos numa sociedade cuja forma de comunicação é predominantemente oral. Segundo dados de diferentes estudos epidemiológicos, a prevalência da deficiência auditiva varia

de um a seis neonatos para cada mil nascidos vivos no Brasil, e de um a quatro para cada cem recém-nascidos provenientes de Unidade de Terapia Intensiva Neonatal. (ARAÚJO, 2012). Em cenário mundial, cerca de 360 milhões de pessoas (aproximadamente 5% da população mundial) vivem com deficiência auditiva incapacitante e quase 32 milhões delas são crianças (OMS, 2015). Estima-se, ainda, que mais de 60% dessas perdas auditivas possam ser evitadas através de medidas preventivas (OMS, 2016).

A Triagem Auditiva Neonatal (TAN) constitui-se como um processo inicial de avaliação da audição infantil que permite a detecção precoce de possíveis alterações auditivas, abrangendo todos os neonatos, inclusive aqueles que não possuem indicadores de risco para a deficiência auditiva (MUSE et al., 2013). A importância da realização da TAN é reconhecida tanto nacionalmente, pelo Governo Federal, quanto mundialmente, tendo em vista a necessidade de intervenção precoce como estratégia fundamental no planejamento das condutas clínicas e intervenções mais eficazes. Ressalta-se que o Teste da Orelhinha é assegurado pela Lei Federal 12.303/2010.

Ademais, o Ministério dos Direitos Humanos, através do Observatório do Viver Sem Limites, prevê a revisão do marco normativo da Política Nacional de Triagem Neonatal (PNTN), integrando a Triagem Auditiva Neonatal (Teste da Orelhinha). Nesse sentido, para a realização da TAN, estão sendo equipados hospitais e maternidades, assim como foram elaboradas e instituídas na Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência diretrizes de atenção para a triagem auditiva neonatal. Além disso, está prevista a reestruturação do atual sistema de busca e acompanhamento das crianças diagnosticadas com deficiência, bem como seu encaminhamento a serviços que possam promover o tratamento necessário em cada caso. Nesse cenário positivo, a busca por inovações em processos e produtos que possam oferecer agilidade e maior resolutividade, impactando na cobertura da TAN e do gerenciamento dos casos identificados, faz-se importante e necessária, dado o impacto da deficiência auditiva para a sociedade.

- **Teste da Linguinha**

O Teste da Linguinha foi desenvolvido no Brasil (MARTINELLI, 2015) e consiste na aplicação de um protocolo de avaliação do frênulo lingual com a finalidade de detectar a presença de alterações e o grau de limitação dos movimentos da língua. Essa triagem irá determinar se a criança deverá ou não ser submetida à cirurgia de frenotomia, com vistas ao não comprometimento das funções de sugar, mastigar, engolir e falar (MARTINELLI, 2015). A anquiloglossia, conhecida popularmente por “língua presa”, tem uma prevalência de 1,9% a 4,8% da população (GRIZ et al., 2012) e seu impacto para a saúde infantil e, posteriormente, para a vida adulta, levou à obrigatoriedade da realização do teste, sendo este assegurado pela Lei nº 13.002/2014. É importante ressaltar que assim como a triagem auditiva, o Teste da Linguinha tem influência na saúde e no desenvolvimento infantil, sendo outro procedimento que pode ter maior cobertura e resolubilidade pela contribuição da inovação tecnológica.

Dados, portanto, os benefícios inquestionáveis desses procedimentos para a saúde da população infantil, questiona-se: “qual o papel atual da inovação tecnológica em saúde na triagem neonatal fonoaudiológica?”. Em ambas as triagens existem procedimentos de registro de resultados ainda realizados manualmente e a notificação às famílias é ainda ofertada verbalmente e por meio de breve anotação na caderneta de saúde da criança. Ademais, a comunicação entre os serviços que realizam a triagem (maternidades, em geral) e os serviços de diagnóstico ainda carece de organização e regulação.

Para uma cobertura aceitável da triagem neonatal fonoaudiológica, bem como para o precoce diagnóstico dos bebês que falharam nessas triagens, faz-se necessária, dessa forma, a implementação da inovação tecnológica em todas as etapas desse processo, através de um sistema que gerencie, monitore e registre todos os dados necessários. Assim, será possível, pelo sistema informatizado, alcançar uma cobertura ampla, capaz de realizar a triagem auditiva neonatal universal e o teste da linguinha

em todos os bebês. Independentemente da conduta, alta ou encaminhamento, o neonato deverá ser acompanhado na UBS de sua localidade. Nos casos de falha na triagem fonoaudiológica (orelhinha ou linguinha) será realizado o encaminhamento para os serviços de saúde auditiva e pediatria de referência para que a criança tenha, respectivamente, o diagnóstico audiológico e da anquiloglossia. Após a confirmação do diagnóstico, o bebê e sua família poderão ingressar na rotina de cuidados/tratamento de acordo com a particularidade de cada caso, tendo seus dados clínicos monitorados e acompanhados, de forma integrada, por profissionais da saúde e equipe médica.

De posse dos dados do sistema, a intenção é de que seja possível ao fonoaudiólogo gerir as informações de maneira a transformar os dados colhidos nas triagens em informações que viabilizem a melhora da qualidade do serviço prestado. Algumas informações possíveis seriam, por exemplo: ex1: número de faltas está relacionado a algum fator específico: cidade de origem, nível de escolaridade do responsável, número de filhos, idade da mãe, entre outros; ex2: determinado fator de risco gera maior número de falhas e maior porcentagem de cada fator de risco apresentado pelos bebês triados naquela unidade ou período do ano, podendo gerar dados de alerta para orientações de fonoaudiólogos e de toda a equipe de saúde, tanto ambulatorial como nas unidades básicas de saúde.

Entretanto, atualmente, o agendamento e armazenamento de resultados dos testes de linguinha e orelhinha realizados na maternidade são realizados em papel. Isso traz muitas desvantagens quanto à disponibilidade e segurança da informação. Para resolver esse problema, foi desenvolvido o sistema Hera, que permitirá que sejam feitos de maneira eletrônica o cadastro das informações dos pacientes (tanto mães quanto recém-nascidos), agendamento de testes e cadastro de resultados de testes, além do gerenciamento de todas as informações supracitadas.

Metodologia

- **Aprendizagem Baseada em Problemas**

A metodologia foi desenvolvida alicerçada na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês PBL (*Problem Based Learning*), que consiste em uma metodologia ativa e uma estratégia de aprendizagem centrada no cursista, desenvolvida sob circunstâncias diferentes de uma sala de aula tradicional, onde o aluno tem normalmente uma postura de ouvinte e receptor de informações. Na ABP, o cursista é imerso em um contexto de situações reais que lhe exigem a busca de conhecimentos para o estabelecimento de hipóteses e possíveis soluções para a demanda apresentada.

A partir da demanda apresentada e das hipóteses estabelecidas, um projeto é feito por uma equipe multidisciplinar de alunos de graduação de diversos cursos (Engenharia da Computação, Engenharia Biomédica, Engenharia Mecânica e Design), para que então seja colocado em prática a fim de resolver o problema apresentado.

Aprendizagem Baseada em Problemas para o desenvolvimento de sistemas

Universalmente conhecida como uma metodologia potente e enriquecedora ao aprendizado, a ABP, quando aplicada ao desenvolvimento de sistemas computacionais, torna possível aos alunos estabelecer mais precisamente a metodologia e percursos adequados à resolução da situação-problema.

O conhecimento do contexto para o qual o serviço ou produto está sendo desenvolvido, a leitura sobre o tema e o planejamento e estabelecimento de metas e prazos são fundamentais para a aprendizagem contextualizada, bem como a aplicação da teoria na prática e sua efetiva finalidade dentro de cada área de conhecimento.

Ao longo deste trabalho, as fases de uma ABP para o desenvolvimento de sistemas computacionais para o contexto

da saúde são descritas e explicadas, elencando as situações mais preponderantes durante o percurso de ensino e aprendizagem.

• **Reunião com Cliente**

Em reunião com o cliente da maternidade, foram definidos quais objetivos o sistema buscava alcançar, num processo chamado de análise de requisitos. Dessa forma, foram estabelecidas as funcionalidades (chamadas de casos de uso) principais do sistema e as funcionalidades de apoio, que permitiriam que as principais fossem realizadas. Durante todo o processo de desenvolvimento, foram realizadas outras reuniões com o cliente para verificar se o que estava sendo produzido condizia com os requisitos. O Quadro 1 “Casos de Uso” exemplifica:

CASOS DE USO PRINCIPAIS	EXEMPLOS DA CASO DE USO DE APOIO
Cadastrar informações de pacientes	Cadastrar usuário
Agendar testes	Listar pacientes cadastrados
Cadastrar resultados de testes	Editar resultados de testes

Quadro 1 – Casos de uso.
Fonte: Autoria própria.

• **Metodologia de Desenvolvimento do Sistema**

Para o desenvolvimento do sistema Hera foi utilizada a linguagem de programação PHP e o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL, sendo utilizados para a criação da aplicação web e do banco de dados, respectivamente. Foi também utilizado o framework Laravel na construção do software, devido aos seus recursos de segurança e simplicidade no desenvolvimento através da arquitetura Model-View-Controller (MVC). Seguidamente, decidiu-se pela criação no formato de um sistema web pelas vantagens que esse tipo de aplicação oferece. A primeira delas é a acessibilidade, pois o único requisito para o acesso ao sistema é ter internet disponível no dispositivo. Também vale salientar que um sistema web apresenta maior facilidade na manutenção, visto que basta fazer uma atualização no servidor que hospeda o sistema para que todos os usuários

tenham acesso a ela sem precisarem se preocupar em baixar uma nova versão do software. A escalabilidade é outro fator a ser levado em consideração, pois a expansão e adição de novos módulos para um sistema web é feita sem complicações.

Para o gerenciamento do trabalho da equipe e divisão de tarefas foi utilizado o GitLab, que é um repositório on-line baseado em Git, que, por sua vez, é um sistema de versionamento de código utilizado para permitir que várias pessoas possam trabalhar simultaneamente num mesmo projeto. Apesar de existirem diversas alternativas de repositórios on-line para desenvolver o sistema, foi escolhido o GitLab pela sua facilidade de gerenciar uma equipe (pode-se facilmente alterar as permissões de uma pessoa em cada projeto, por exemplo), assim como pela utilização das *issues* para organização modular e incremental do sistema. O sistema de *issues* funciona de maneira a indicar uma funcionalidade a ser implementada e indicar quem deve realizar o seu desenvolvimento. O gerente da equipe cria uma *issue* e, então, a direciona para algum membro da equipe que deve cumpri-la. Dessa forma, fica simples a divisão de tarefas e se mantém um histórico de criação de cada funcionalidade. Efetivamente, o GitLab permite uma organização efetiva da equipe, exibe um histórico da criação do sistema e agiliza o desenvolvimento, permitindo facilidade e clareza na organização¹.

Protótipo

De acordo com Batista (2015, p. 56), “o propósito do protótipo é tornar real a estrutura conceitual especificada, para que o cliente possa testá-la quanto à consistência e usabilidade”. Portanto, no início do desenvolvimento, foram criados os protótipos de tela, a fim de ter uma noção maior de como o sistema seria estabelecido.

1 Informação disponível em: <<https://about.gitlab.com/>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

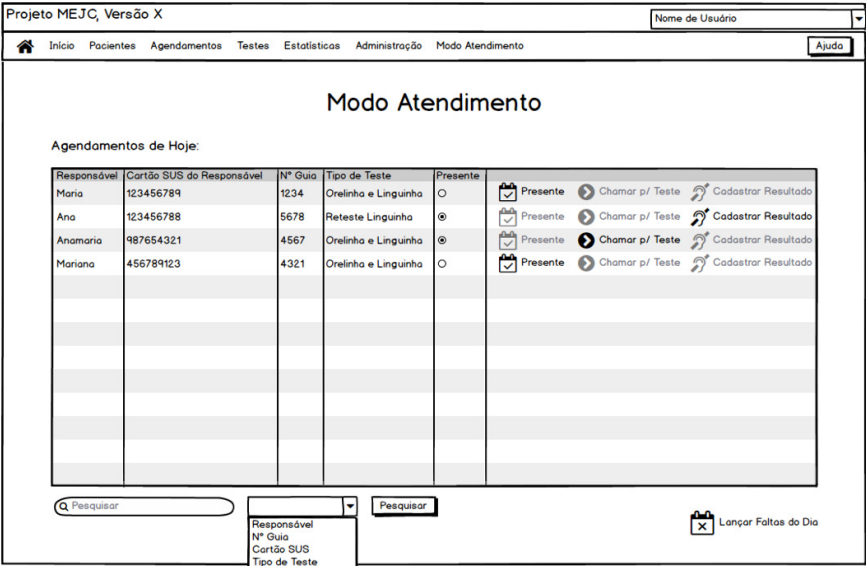


Figura 1 – Protótipo da tela de modo atendimento.
Fonte: Autoria própria.

Modelagem de Banco de Dados

A modelagem do banco de dados foi feita utilizando o programa SQL Power Architect. O programa permite que sejam criadas tabelas do banco de dados de maneira gráfica e depois gera o código na linguagem SQL (do inglês *Structured Query Language*, ou linguagem de consulta estruturada) por meio de engenharia reversa que poderá ser empregada no banco de dados. O Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) relacional utilizado foi o PostgreSQL. O banco tem 27 tabelas, 15 das quais são tabelas simples, tendo apenas os campos “descrição” e “ativo”. Essas tabelas simples são utilizadas para dar suporte ao sistema. Por exemplo, as tabelas “escolaridade”, “ocupação” e “estado civil” são simples e apenas compõem a tabela referente ao paciente. Além disso, para a implementação do banco de dados foi utilizado um padrão chamado *Stored Procedure* (Procedimento Armazenado, em tradução livre) que é um conjunto de comandos

baseados em SQL escritas no servidor, podendo ser executados de uma vez só, possibilitando, assim, um melhor desempenho do banco de dados.

Desenvolvimento MVC com Laravel

O sistema foi criado utilizando a arquitetura MVC, (do inglês *Model View Controller*, em tradução livre, modelo visualização controlador), descrita por Reenskaug (1979) a fim de separar o software em três partes. *Model* é a parte de mais baixo nível de abstração e representa um modelo (ideia) de um objeto ou informação. Essa parte faz ligação direta com o banco de dados. *View* representa a visualização da informação e é a parte com a qual o usuário lida. *Controller* é a parte intermediária que faz a ligação entre *Model* e *View*, entre o usuário e os dados. A principal vantagem do MVC é a separação da função das classes em responsabilidades distintas para facilitar o planejamento e desenvolvimento da aplicação. Para aplicar o MVC, foi utilizado o framework Laravel, versão 5.6. O Laravel é baseado na filosofia de software livre (ou seja, de código aberto) e é baseado na linguagem de programação PHP, sendo que é focado no desenvolvimento de sistemas *web*. O Laravel foi escolhido por permitir um desenvolvimento rápido e estruturado.

Model: Na arquitetura MVC, o *Model* centraliza as regras de negócio que serão empregadas na aplicação. Cada *Model* tem uma tabela correspondente no banco de dados, de forma que interagem entre si. A interação ocorre na consulta de dados em suas tabelas, além de inserir novos registros. Além disso, é de responsabilidade do *Model* a leitura, escrita e validação de todos os dados. No sistema, também foi utilizado o conceito de *Form Request*, em paralelo com o *Model*, sendo este um padrão de projeto do Laravel para validar com mais segurança as informações, tendo em vista o uso em cenários de maior complexidade.

View: As páginas de visualização (*views*) foram elaboradas de acordo com os protótipos e modelos desenvolvidos pelos designers, salvo algumas modificações para facilitar a implementação do sistema. Essas páginas foram desenvolvidas majoritariamente em HTML5 e CSS3 auxiliadas pelo framework PHP, Laravel, e framework front-end Bootstrap 4.0. As 47 *views* dessa primeira versão foram divididas em 9 categorias, das quais 6 delas compõem o menu do sistema: “Modo Atendimento”, “Paciente”, “Agendamento”, “Teste”, “Estatística” e “Administração”, sendo as 3 restantes correspondentes às pastas de “*login*”, “*dashboard*” e “*templates*”. As funcionalidades do sistema abrangem, principalmente, cadastro e listagem de dados.

Dessa forma, sendo o HERA um sistema de agendamento e controle de informações, a maioria das *views* é composta por tabelas e formulários ou pela junção dos dois. Portanto, para a melhor organização dessas páginas, foi utilizado o sistema de *grid* (grade) do Bootstrap. Esse sistema possibilita o alinhamento dos componentes da página em linhas e colunas, de forma a torná-la mais organizada e responsiva. O Blade – sistema de templates do Laravel – auxiliou a construção das *views* de maneira a evitar e diminuir o reuso de código. A pasta “*templates*” para o sistema HERA foi composta de códigos designados ao <head> de todas as *views*, bem como os <script> de JavaScript, além da barra de navegação do menu, o *layout* geral das páginas e as tabelas e cadastros básicos utilizados pelo sistema no menu de “Administração”

O código em JavaScript foi utilizado com o intuito de agregar mais dinamismo às *views*. Uma das ferramentas implementadas foi o Datepicker, um componente da biblioteca jQuery UI (*User Interface*) utilizado para gerar calendários de fácil customização e validação. Além disso, foram implantadas máscaras – ferramenta de formatação dos campos de formulários – para os campos de CPF, telefone e data. Isso tornou a visualização dos formulários mais organizada e a validação dos dados mais segura.

Controller: No padrão MVC, o *Controller* é usado como mediador entre os *Models* e as *views*, ou seja, nele acontece a comunicação entre as regras de negócio e a área de interação do usuário. Também é designado a ele lidar com as requisições do usuário, por exemplo, interpretar uma entrada de dado do usuário por meio da *view* e mandar para o *Model* para que haja a validação. No Hera, essa camada foi estruturada em alguns subdiretórios, correspondentes às categorias das *views*, para favorecer a organização do projeto, tendo em vista a grande quantidade de tabelas no banco de dados e, portanto, de *controllers* e funções associadas, corroborando, assim, sobretudo, de forma correta com o padrão de projeto.

Resultados e Discussões

Durante todo o desenvolvimento, houve muitas interações da modelagem de banco de dados, design gráfico do sistema e funcionalidades que seriam atendidas. A versão 1.0 do sistema desenvolvido é completa e robusta, permitindo que as funcionalidades principais do sistema sejam realizadas. O Hera está sendo aplicado à Maternidade e utilizado pela equipe de fonoaudiologia, que realiza a triagem neonatal dos testes de orelhinha e linguinha. Dessa forma, sua robustez permite a possibilidade de ser aplicado em grande escala, em outras instituições além da maternidade.

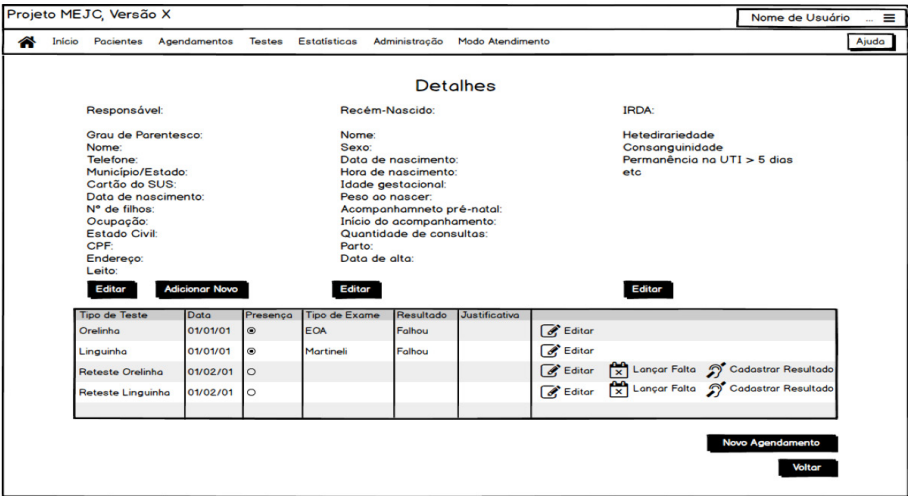


Figura 2 – Protótipo de tela de Detalhes.
Fonte: Sistema Hera (2015).

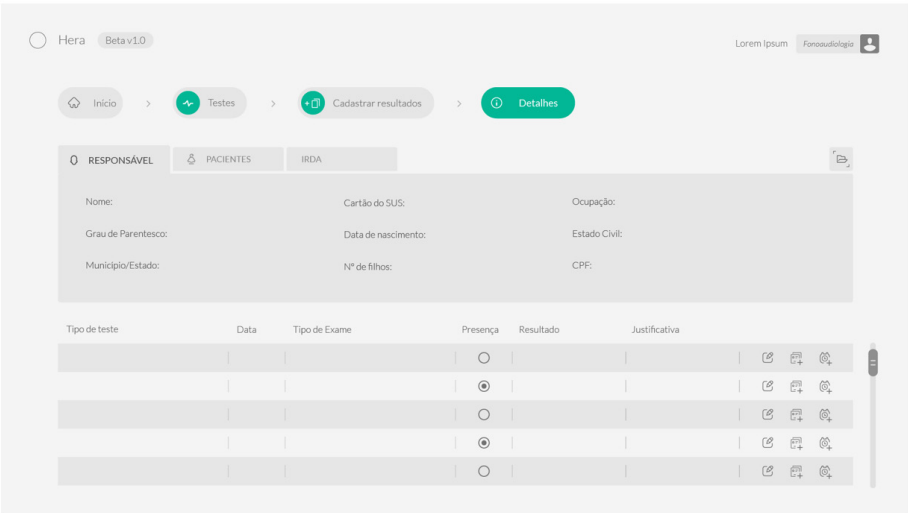


Figura 3 – Modelo de design de tela de Detalhes.
Fonte: Sistema Hera (2015).

HERA

Modo Atendimento Paciente Agendamento Teste Estatística Administração ADMIN [administrador]

Início Paciente Agendamento Detalhes

RESPONSÁVEL: RECÉM-NASCIDO: IRDA AGENDAMENTOS

Nome: Luísa Barbalho Pereira da Silva

Data de Nascimento: XX/XX/1995

Escolaridade: Ensino Superior Completo

Endereço: R. Pastor Jerônimo Cuiros

Cartão SUS: XXXXXXXXXXXXXXXXX

CPF: 111.111.111-11

Telefone: (84)XXXX-XXXX

Ocupação: Estudante

Grau de Parentesco: Mãe

Estado Civil: Solteiro(a)

Nº de Filhos: 1

Município/ Estado: Natal/RN

Leito: 3A

Editar

Figura 4 – Tela final de Detalhes, na versão 1.0 do sistema.
Fonte: Sistema Hera.

Conclusões

Durante o desenvolvimento do sistema, o nível de conhecimento da equipe acerca das ferramentas utilizadas e linguagens PHP, HTML5, CSS3, PostgreSQL, framework Laravel, Git, análise e modelagem de sistemas, entre outros, cresceu exponencialmente. A abordagem PBL garantiu que todos na equipe se engajassem no aprendizado, levando a resultados mais significativos do que os da aprendizagem tradicional. O fato de o problema a ser solucionado ser real incentivou o comprometimento com o desenvolvimento e, portanto, com o aprendizado.

O sistema gerado terá um impacto real na qualidade do atendimento da triagem neonatal da Maternidade. O Hera permitirá aos profissionais de saúde atender aos pacientes de maneira mais rápida e mais eficiente no aspecto quantitativo. Além disso, há maior garantia da disponibilidade de informações quando comparado com prontuários de papel, assegurando

a qualidade do tratamento. Ademais, com as informações geradas e guardadas no sistema, será possível realizar análise de dados e gerar estatísticas que poderão guiar políticas públicas baseadas em evidência, o que também melhorará a qualidade do atendimento na Maternidade.

Referências

ARAÚJO, José Duarte de. Polarização epidemiológica no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 21, n. 4, p. 533-538, 2012.

BATISTA, Guilherme da França. Sem balas de prata: essência e acidentes de engenharia de software. **Revista Computação Aplicada**, v. 4, n. 1, p. 45-58, 2015.

BETRAN, A. P. et al. WHO statement on caesarean section rates. **BJOG**, v. 123, n. 5, p. 667-670, apr. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Especializada. **Manual de normas técnicas e rotinas operacionais do programa nacional de triagem neonatal**. 2. ed. ampl. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.303, de 2 de agosto de 2010**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de realização do exame denominado Emissões Otoacústicas Evocadas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12303.htm>. Acesso em: 13 jun. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.002, de 20 de junho de 2014**. Obriga a realização do Protocolo de Avaliação do Frênulo da Língua em Bebês. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13002.htm#art2>. Acesso em: 14 set. 2018.

BRASIL. Secretaria Especial dos Direitos da Pessoa com Deficiência. **Viver sem limite**. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/viver-sem-limite>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

BROOKS JR., Frederick P. No Silver Bullet, Essence and Accident in Software Engineering. **Comput.**, v. 20, n. 4, p. 10-19, 1987. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/1663532/>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

CAMPOS, Mariana Fernandes; SOUZA, Luiz Augusto de Paula; MENDES, Vera Lúcia Ferreira. A rede de cuidados do Sistema Único de Saúde à saúde das pessoas com deficiência. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**, v. 19, p. 207-210, 2015.

GRIZ, Silvana Maria Sobral et al. Triagem auditiva neonatal: necessidade de divulgação para profissionais de enfermagem. **Revista de Ciências Médicas**, v. 24, n. 1, p. 1-10, 2015.

INGEMARSSON, I. **Problem based learning**. Kvalitetsarbete vid Linköpings universitet. Canada: McMaster's University, 1995.

MARTINELLI, Roberta Lopes de Castro. **Validação do protocolo de avaliação do frênulo da língua em bebês**. 2015. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências no Programa de Fonoaudiologia) – Universidade de São Paulo, Bauru, 2015.

MUSE, Carianne et al. Supplement to the JCIH 2007 position statement: Principles and guidelines for early intervention after confirmation that a child is deaf or hard of hearing. **Pediatrics**, v. 131, n. 4, p. e1324-e1349, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **Mais e mais europeus estão usando aparelho auditivo**. 2015. Disponível em: <<https://www.hear-it.org/pt/mais-e-mais-europeus-estao-usando-aparelho-auditivo>> Acesso em: 13 jun. 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. **OMS: 60% da perda auditiva entre crianças pode ser prevenida**. 2016. Disponível em: <<https://www.hear-it.org/pt/oms-60-de-perda-auditiva-entre-criancas-pode-ser-prevenida>> Acesso em: 13 jun. 2018.

REENSKAUG, Trygve. **Thing-model-view-editor: an Example from a planning system**. 1979. Disponível em: <[https://glossar.hs-augsburg.de/Reenskaug,_T._\(1979\):_Thing-Model-View-Editor](https://glossar.hs-augsburg.de/Reenskaug,_T._(1979):_Thing-Model-View-Editor)>. Acesso em: 5 maio 2018.

SOUZA, Marcelo Medeiros Coelho de. A maternidade nas mulheres de 15 a 19 anos como desvantagem social. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP. 11., 2016. São Paulo. **Anais...** 2016. p. 1095-1117.

USO DE ELETROMAGNETISMO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO INICIAL DE DOENÇAS DEGENERATIVAS ÓSSEAS

Agnaldo Souza Cruz

Hertz Wilton de Castro Lins

Ricardo Alessandro de Medeiros Valentim

A cada 3 segundos uma pessoa sofre algum tipo de fratura que lhe causa dor extrema, além de limitações no seu dia-a-dia. Esses pacientes fazem parte da triste estatística mundial dos acometidos pela osteoporose (Figura 1).

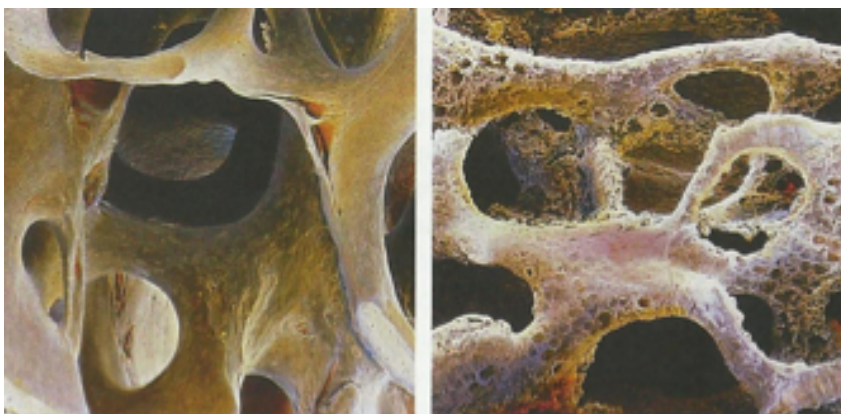


Figura 1 – Estrutura óssea normal e estrutura comprometida com osteoporose.

Fonte: Martini e Timmons (2009).

Osteoporose significa literalmente “osso poroso” (Figura 1). É comumente chamada de doença silenciosa, por não apresentar sintomas. É uma doença osteometabólica sistêmica, caracterizada por baixa densidade mineral óssea (DMO), comprometendo a microarquitetura e a resistência óssea, expondo a pessoa ao risco de fraturas.

É uma doença que causa perda óssea, deixando-os fracos a ponto de um simples tombo ou uma batida causar uma fratura. Embora seja comum a ocorrência de osteoporose em mulheres frágeis e idosas, as jovens também podem ser vítimas dessa doença. Em geral as fraturas ocorrem nas costelas, quadril, pulsos ou vértebras. A qualidade de vida pode ser severamente comprometida para pessoas com osteoporose. Fraturas de pulso e antebraço podem afetar a capacidade de escrever, preparar refeições, executar tarefas de cuidados pessoais. Fraturas da coluna ou quadril podem afetar a mobilidade, dificultando atividades como caminhar, dobrar, levantar, puxar ou empurrar. As de quadril levam a uma perda de independência e bem-estar (KANIS et al., 2008).

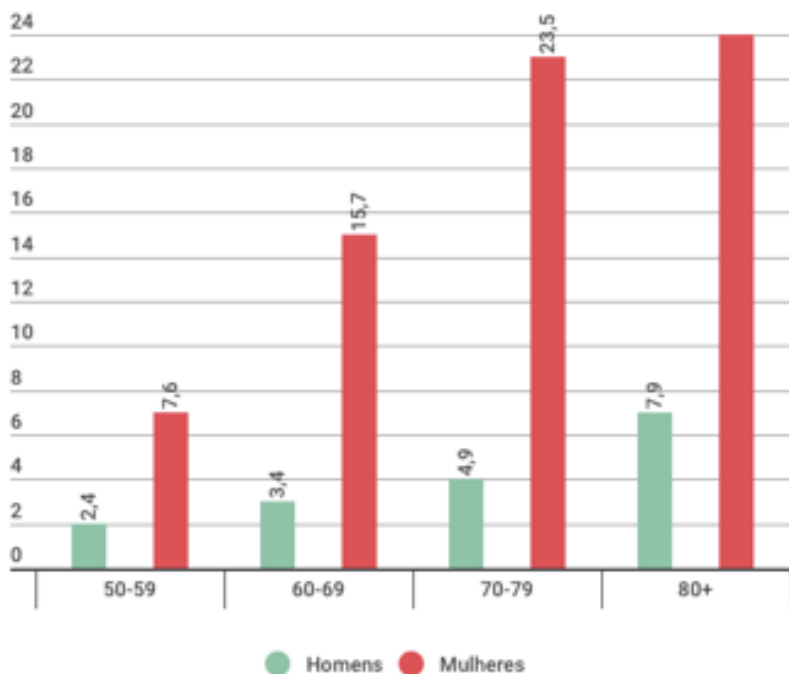


Gráfico 1 – Prevalência de osteoporose com pessoas de 50 anos ou mais.

Fonte: Aihw (2014).

Homens com idade igual ou superior a 50 anos também sofrem fratura osteoporótica ao longo da vida. Quase 25% desses pacientes morrem por causa de complicações médicas no período de um ano após a fratura. Existem ainda outras implicações, além das fraturas, como dor crônica, deformidade, depressão e perda da mobilidade. Estima-se que ela afete 200 milhões de mulheres em todo o mundo (KANIS, 2007), só na Europa, Estados Unidos e Japão são 75 milhões de pessoas afetadas (WHO, 1994).

Para 2050, a projeção de incidência de fratura de quadril em homens deverá aumentar em 310% e 240% em mulheres (COOPER; CAMPION; MELTON, 1992). Na Austrália, a osteoporose é mais comum em mulheres do que em homens. Entre 2014 e 2015, 15% das mulheres com 50 anos ou mais declararam ter osteoporose em comparação com 4% dos homens. Essa proporção aumenta proporcionalmente com a idade, afetando cerca de 24% das mulheres com 80 anos ou mais, conforme dados do gráfico 1 (AIHW, 2014).

No Brasil, um estudo realizado no Rio de Janeiro, em hospitais públicos, registrou mortalidade dos 23,6% casos em que ocorreu fratura no fêmur (PEREIRA, 2003). Estima-se que em um período de 20 anos houve um aumento de 50% no número da população brasileira propensa a desenvolver osteoporose (KANIS et al., 2008). Cerca de 10 milhões de pessoas, 1 em cada 17, tem osteoporose. A ocorrência de fraturas entre homens foi de 37% e mulheres 21%; para brancos, mistos e negros tem-se 29%, 31% e 22%, respectivamente (IOF, 2016).

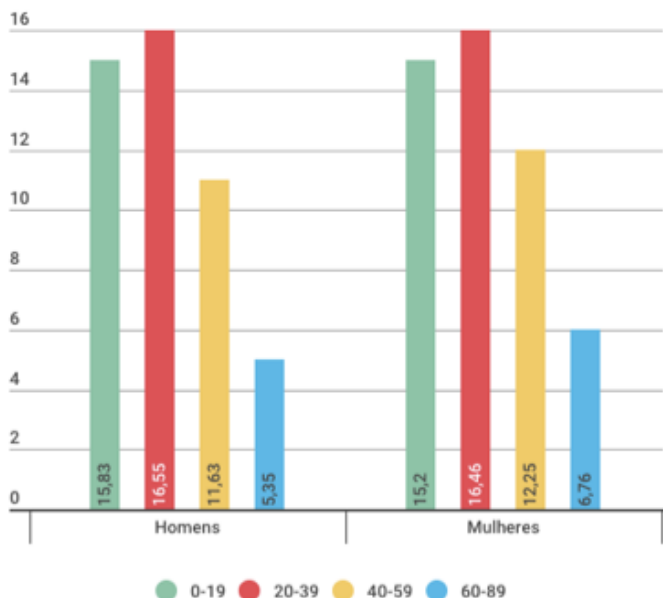


Gráfico 2 – Porcentagem de população brasileira por idade e sexo.
Fonte: IBGE (2016).

Em um estudo de cinco países latino-americanos, incluindo o Brasil, revelou-se que a ocorrência de fratura vertebrais em mulheres com mais de 50 anos foi de 15%, sendo 7% ocorrências entre os 50-60 anos, aumentando para 28% para as maiores de 80 anos (WHO, 1994).

As projeções para 2050 são de que o número de fraturas de quadril para homens e mulheres, com idade entre 50 a 64 anos, na América Latina, vai aumentar em 400%; já para os grupos etários acima de 65 anos, o aumento será de 700% (WHO, 2003).

Tabela 1 – Gastos com procedimentos para tratamento de osteoporose.

Ano / Período	Procedimentos	Valor Gasto
2008 a 2010	3.252.756	R\$288.986.336,15
2008	1.100.969	R\$ 89.343.911,73
2009	1.274.333	R\$ 102.395.316,43
2010	877.464	R\$ 97.247.106,00

Fonte: Moraes (2014).

No triênio 2008 a 2010, foram gastos R\$ 288.986.335,15 com 3.252.756 procedimentos relacionados ao tratamento de osteoporose com idosos no Brasil. Dessa quantia, em 2008 foram gastos R\$ 89.343.911,73 com 1.100.959 procedimentos (medicamentos, exames, procedimentos clínicos, cirúrgicos, próteses, complementares); em 2009 R\$ 102.395.316,43 com 1.274.333 procedimentos; e em 2010 R\$ 97.247.106, 00 com 877.464 procedimentos. Nos procedimentos sem fratura, gastou-se R\$ 23.567.628,77 e nos procedimentos com fraturas gastou-se R\$ 59.494.305,7325. Nota-se que o gasto de procedimentos com fraturas é mais de 50% do que se gasta com procedimentos sem fraturas, esse dado ressalta a importância do diagnóstico da doença antes da ocorrência de fratura (MORAES, 2014).



Figura 2 – Diferença de gastos de procedimentos com e sem fraturas.
Fonte: Moraes (2014).

- **Um diagnóstico precoce pode fazer a diferença**

O diagnóstico e o tratamento precoces da doença são, portanto, fundamentais, tendo em vista a implantação de medidas preventivas à ocorrência de fraturas osteoporóticas. Pesquisa realizada pela IOF em 11 países revelou que o não conhecimento dos riscos, por mulheres pós-menopausa, a dificuldade no diagnóstico e de tratamento resultam no agravamento do quadro de calamidade silenciosa que essa doença tem provocado, dificultando a detecção precoce da doença e posterior tratamento adequado (Quadro 1).

Indicações para avaliação de densidade óssea
Mulheres com 65 anos de idade ou mais
Homens com 70 anos de idade ou mais
Mulheres na pós-menopausa < 65 anos de idade e homens (50 a 70 anos) com fatores de riscos
Adultos com fraturas de fragilidade
Adultos com doença ou condição associada à perda de massa óssea
Adultos em uso de medicação associadas com baixa massa óssea ou perda óssea
Pacientes onde a terapia farmacológica esteja sendo considerada
Pacientes em tratamento, a fim de monitorar a eficácia terapêutica
Pacientes que não estejam em tratamento, onde a evidência de perda óssea poderia indicar tratamento

Quadro 1 – Indicações para avaliação de exame de densidade óssea.
Fonte: IOF (2010).

Nos casos de indivíduos que apresentam fratura osteoporótica, o diagnóstico é clínico. Para os demais, pode ser estabelecido com base na medição de ρ (Densidade Mineral Óssea), uma técnica utilizada que usa como determinação a DEXA (*Dual Energy X-ray Absorptiometry*), que consiste na utilização de feixes de raios X com diferentes níveis de energia. O teste de densidade mineral óssea (HENDERSON et al., 2000) permite que se calcule a quantidade mineral óssea que o paciente possui em determinada área

do osso. Esse teste pode ser feito em diferentes ossos do corpo, incluindo quadril, coluna, antebraço, pulso, dedo ou calcâneo.

A determinação da DMO é feita com a comparação da grama de mineral por centímetro quadrado, analisando a do indivíduo com a de adultos jovens normais de mesmo sexo (escore T). A diferença entre a densidade mineral óssea de um indivíduo e o padrão normal é exibida por desvios padrão, que podem ser abaixo ou acima do valor comparado.

Tabela 2 – Critérios para o diagnóstico de osteoporose – escore T.

Critérios para o diagnóstico de osteoporose – escore T	
Normal	Maior ou igual a -1,0
Osteopenia	Entre -1,0 e -2,5
Osteoporose	Menor ou igual a -2,5
Osteoporose severa	Menor ou igual a -2,5 com fratura por fragilidade

Fonte: WHO (1994).

Para crianças, adolescentes, mulheres pré-menopáusicas e homens com idade entre 20 e 50 anos, recomenda-se o uso do escore Z, em que a comparação da DMO do indivíduo é feita com valores da população de mesmo sexo e etnia. Nesses casos, um escore Z de -2,0 DP (Desvio Padrão) ou inferior é definido como “abaixo da faixa esperada para a idade” e um escore Z acima de -2,0 como “dentro dos limites esperados para a idade” (WHO, 1994).

Existem outras técnicas para auxílio na determinação da DMO, como Tomografia Quantitativa Computadorizada (TQC) e a Ultrassonografia Quantitativa (QUS). Esta utiliza a velocidade e atenuação do som e aquela recorre a feixes de raio X (DAVID et al., 2000). Na primeira, tem-se a presença de radiação ionizante, que pode alterar ou destruir células do corpo humano. Na segunda, embora não exista a presença de radiação, há variabilidade entre os aparelhos, com variações nas medidas obtidas, sem a aplicação de critérios de diagnósticos clássicos empregados pela densitometria.

O intervalo para repetição de exames de diagnósticos deve permitir que alterações significativas na DMO sejam detectadas. Há recomendações de cinco anos para aqueles pacientes que não estejam passando por algum tratamento para osteoporose e dois anos para aqueles que estejam em tratamento (VOLKMANN; CASTRO 1998). Segundo o Ministério da Saúde, para o cálculo do número de exames de DMO, levando em consideração o acompanhamento dos casos de osteoporose, recomenda-se um exame anual por paciente (BRASIL, 2002).

Em 2005, o Brasil contava com 3.9254 equipamentos de diagnóstico por imagem, dentre esses 1.034 eram de Raio-X para densitometria óssea, nos quais 970 pertenciam à rede privada⁷. Com base nos parâmetros estabelecidos na Portaria n. 1.101/GM, do Ministério da Saúde, fica evidente a carência desse equipamento. Nota-se uma distribuição desigual da oferta de equipamentos de diagnóstico de densitometria óssea. Nas regiões Norte e Nordeste (Tabela 4), há oferta mais baixa do que a preconizada para os equipamentos mais complexos e mais caros, apresentando, inclusive, taxas de oferta mais baixas do que a observada nas demais regiões para esse tipo de equipamento.

Tabela 3 – Oferta de equipamento de densitometria óssea por região.

Taxa de oferta de equipamento de densitometria óssea por região	
Região	Oferta para cada 1.000.000 habitantes
Brasil	0,8
Norte	0,3
Nordeste	0,4
Sudeste	1
Sul	1
Centro-Oeste	1,2

Fonte: IBGE (2009).

Deve-se levar em conta duas questões: esses equipamentos estão concentrados nos grandes centros e o Brasil possui unidades

administrativas muito numerosas (5.564 municípios) (IBGE, 2009), com grande diversidade socioeconômica e de tamanho, tanto em população (Gráfico 3) quanto em área. Dada à complexidade e custo elevado desses equipamentos, torna-se inviável a presença desses em todos os municípios. Segundo o IBGE, a falta de equipamento de densitometria óssea corresponde a 20% da necessidade parametrizada pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2002).

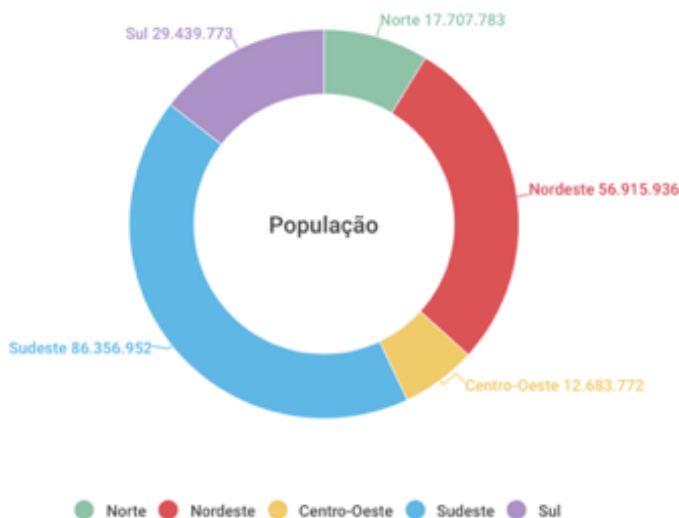


Gráfico 3 – População brasileira por regiões.
Fonte: IBGE (2009).

Esses dados tornam clara a necessidade de implantação, difusão e incorporação de novas tecnologias, envolvendo baixo custo e acessibilidade à população. Isso pode ser alcançado buscando novas formas de gestão de tecnologias, possibilitando o uso adequado, redução de custos, promoção de igualdade e qualidade, com o objetivo de facilitar o acesso a quem necessita desse tipo de diagnóstico, aumentando assim a prevenção de fraturas. Como consequência, há a redução de custos com

tratamentos e melhor qualidade de vida à população afetada por essa doença silenciosa.

Diante desse cenário, o Laboratório de Inovações Tecnológicas em Saúde (LAIS), em parceria com a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH), está desenvolvendo uma ferramenta para diagnóstico inicial de doenças degenerativas do sistema de suporte do corpo humano. Essa ferramenta é uma combinação de aplicação de técnicas e de conceitos de diversas áreas como engenharia de software, elétrica, computacional e biomédica, tendo como proposta ser acessível, de fácil utilização, não invasivo e de baixo custo.

A engenharia elétrica está sendo aplicada por meio do estudo de ondas eletromagnéticas na determinação da permissividade óssea, considerada como fator determinante para diagnóstico da DMO (HENDERSON et al., 2000). Desde a década de 1980, estudos dão conta do uso de ondas eletromagnéticas no auxílio da determinação de densidade óssea (HARVEY; JOSEPH, 1987). Portanto, utilizando esses conceitos comprobatórios, estamos desenvolvendo um arranjo de antenas de microfita com modelagem específica para essa aplicação, que operam em uma frequência não invasiva (ANATEL, 2002). O padrão de microfita foi escolhido devido a sua facilidade de fabricação, baixo custo e efetividade. Estudos aprofundados na área de histologia estão sendo necessários para se determinar o comportamento dos diferentes tecidos do corpo humano ao serem expostos a ondas eletromagnéticas. Com a aplicação de algoritmos avançados e redes neurais, é possível criar um filtro para que estes não comprometam os resultados, isolando a área de interesse específica para o diagnóstico auxiliar.

Estamos utilizando a engenharia de software e computacional para integração de todo o hardware desenvolvido, armazenamento e processamento dos dados gerados pelo sistema. Esses dados serão utilizados para fornecimento de informações de alta relevância na identificação dos chamados grupos de riscos, especificamente no território brasileiro. Tem o objetivo de direcionar

mais acertadamente os recursos para diagnóstico, prevenção e tratamento adequado das doenças osteometabólicas; bem como o acompanhamento da evolução dessas doenças ao longo da vida da população.

Com essas características descritas anteriormente, teremos a possibilidade de realizar exames de diagnóstico inicial para doenças osteometabólicas em qualquer um dos 5.564 municípios do Brasil, podendo atender facilmente aos parâmetros estabelecidos pela Ministério da Saúde (BRASIL, 2002), abrangendo facilmente toda a população brasileira, reduzindo drasticamente os custos no tratamento pós-fratura e na redução de sua ocorrência. Tem-se como maior benefício a possibilidade de proporcionar qualidade de vida à população brasileira, frente a essa doença silenciosa.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL. **Resolução 305 de Julho de 2002**: Regulamento sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz. Brasil, 2002.

ARAUJO, D. V.; OLIVEIRA, J. H.; BRACCO, O. L. Custo da fratura osteoporótica de fêmur no Sistema Suplementar de Saúde Brasileiro. 2005. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 49, p. 897, 2005.

AUSTRALIAN INSTITUTE OF HEALTH AND WELFARE – AIHW. **Health-care expenditure on arthritis and other musculoskeletal conditions 2008–09**. Canberra: AIHW, 2014. (Arthritis series, 20).

BANDEIRA, F. E. C. Prevalência de osteoporose e fraturas vertebrais em mulheres na pós-menopausa atendidas em serviços de referência. **Revista Brasileira Epidemiologia**, v. 10, n. 86-98, 2007.

BLIUC, D. et al. Compound risk of mortality following osteoporotic fracture and refracture in elderly women and men. 2013. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 28, n. 11, p. 2317-2324, 2013.

BRANDÃO, C. M. R. **Avaliação Econômica dos medicamentos para o tratamento da osteoporose no Sistema Único de Saúde**. Belo Horizonte: UFMG, 2012.

BRASIL. Ministério de Estado da Saúde. Portaria número 1101/GM de 12 de junho de 2002. **Parâmetros de cobertura assistencial**. 2002. Disponível em: <http://www.poderesaude.com.br/novosite/images/publicacoes_02.10.2015-III.pdf> Acesso em: 22 dez. 2016.

_____. Ministério do Planejamento. Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores Sociodemográficos e de Saúde no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

_____. Ministério da Saúde. Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas, Osteoporose. **Portaria SAS/MS número 451, 2014**. Disponível em: <<http://portal.arquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/junho/10/Republica----o-Portaria-n---451-de-09-de-junho-de-2014-atual.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

CARVALHO, C. M. de; FONSECA, C. C.; PEDROSA, J. I. Educação para a saúde em osteoporose com idosos de um programa universitário: repercussões. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 20, p. 719-726, 2004.

CL

ARK, P. et al. The prevalence of radiographic vertebral fractures in Latin American countries: the Latin American Vertebral Osteoporosis Study (LAVOS). 2009. **Osteoporos Int.**, v. 20, p. 275, 2009.

COOPER, C.; CAMPION, G.; MELTON, L. J. Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. 1992. **Osteoporos Int.**, v. 2, p. 285, 1992.

CUMMINGS, S. R.; BATES D.; BLACK, D. M. Clinical use of bone densitometry: scientific review. **Journal of the American Medical Association**, v. 288, n. 15, p.1889-1897, 2002.

EBELING, P. R. et al. Building healthy bones throughout life: an evidence-informed strategy to prevent osteoporosis in Australia. 2013. **Medical Journal of Australia Open 2** (Supplement 1), v. 198, n. 2, p. 1-46, 2013.

EFFO AND NOF. Who are candidates for prevention and treatment for osteoporosis?. 1997. **Osteoporos Int**, v. 7, p. 1, 1997.

HARVEY, W.; JOSEPH, P. S. **Electromagnetic non-invasive measurement and monitoring system for osteoporosis, US 4850372 A**. The John Hopkins University, Registro de Patente, 1987.

HENDERSON, Jane ; GOLTZMAN, David. **The Osteoporosis Primer**. Cambrigde: Cambrigde Universit Press, UK, 2000.

INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION – IOF. **How fragile is her future?**. 2000. Disponível em : <<https://www.iofbonehealth.org/how-fragile-her-future>>. Acesso em: 23 dez. 2016.

_____. **Facts and statistics**. 2016. Disponível em: <<https://www.iofbonehealth.org/facts-statistics>>. Acesso em: 23 dez. 2016.

JOHNELL, O.; KANIS, J. A. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. 2006. **Osteoporosis Int.**, v. 17, p. 1726, 2006.

KANIS, J. A. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. **Lancet**, v. 359, p. 1929-1936, 2002.

_____. **WHO Technical Report**. UK: University of Sheffield, 2007. p. 66.

KANIS, J. A. et al. Long-term risk of osteoporotic fracture in Malmo. 2000. **Osteoporosis Int.**, v. 11, p. 669, 2000.

KANIS, J. A. et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. **Osteoporosis Int.**, v. 19, p. 399-428, 2008.

MARTINI, Frederic H.; TIMMONS, Michael J.; TALLITSCH, Robert B. **Anatomia Humana**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

MELTON, L. J. et al. Perspective. 1992. How many women have osteoporosis?. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 7, p. 1005, 1992.

MELTON, L. J. et al. Bone density and fracture risk in men. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.13, p. 1915, 1998.

MORAES, L. F. S. **Gastos do Ministério da Saúde e estimativa de idosos com osteoporose tratados no Sistema Único de Saúde do Brasil no triênio 2008-2010.** 2014. 87 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília, 2014.

NASA, Cameron John R.; PHILIP, Judy F. **Method and system for in vivo measurement of bone tissue using a two level energy source,** US 3996471 A, US 05/557, 430. Registro de patente, 1975.

NATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION – NOF. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. Washington, DC: Nacional Osteoporosis Foundation, 2010.

NATIONAL PRESCRIBING SERVICE – NPS. **Reducing fracture risk in osteoporosis.** Sydney, 2011.

NELSON, H. D. et al. Screening for postmenopausal osteoporosis: a review of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. **Ann Intern Med**, v. 137, n. 6, p. 529-541, 2002.

PACIFICI, R. et al. 1990. Dual energy radiography versus quantitative computer tomography for the diagnosis of osteoporosis. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, n. 70, p. 705-710, 1990.

PASTORE, K. Futuro Frágil. Pesquisa internacional revela que médicos e pacientes não sabem tratar a osteoporose. **Revista Veja** – ed, 1658. Disponível em: <veja.abril.com.br/190700/p_104.html>. Acesso em: 20 dez. 2016.

PEREIRA, S. R. M. Repercussões sócio-sanitárias da “epidemia” das fraturas de fêmur sobre a sobrevivência e a capacidade funcional do idoso. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2003.

POZAR, D. M. Microwave Engineering. New Jersey USA: Jhon Wiley Sons, 1998. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação.** 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

RAPPAPORT, T. S.; Wireless Communications – Principles & Practice. **Prentice Hall Communications Engineering and Emerginn Technologies Series.** USA, 1996. ISBN 0-13-375536-3.

SADIKU, Matthew N. O. **Elementos do Eletromagnetismo.** 3. ed. São Paulo: Bookman, 2004.

SALLES, A. Efeitos Biológicos dos Telefones Celulares Portáteis. Departamento. Engenharia Elétrica da UFRGS. **Revista Sociedade Brasileira de Telecomunicações**, v. 11, n. 1, 1996.

SILVA, Ivan Nunes da; SPATTI, Danilo Hernane; FLAUZINO, Rogério Andrade. **Redes Neurais Artificiais Para Engenharia e Ciências Aplicadas.** São Paulo: Artliber, 2010.

SIQUEIRA, F. V.; FACCHINI, L. A.; HALLAL, P. C. The burden of fractures in Brazil: a population-based study. **Bone**, v. 37, p. 261, 2005.

TAFNER, Malcon Anderson. **Redes neurais artificiais, introdução e princípios da neurocomputação**. Blumenau: EKO FURB, 1995.

THE ROYAL AUSTRALIAN COLLEGE OF GENERAL PRACTITIONERS – RACGP. Clinical guideline for the prevention and treatment of osteoporosis in postmenopausal women and older men. Melbourne: RACGP, 2010.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. – HHS. **Bone Health and Osteoporosis: A Report of the Surgeon General**. Rockville, 2004.

VOLKMANN, L.; CASTRO, J. A. S. Incidência das fraturas proximais de fêmur em Porto Alegre no ano de 1992. **Arquivo Brasileira Endocrinol Metabol**, v. 42, n. 5, p.138, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Scientific Group on the Prevention and Management of Osteoporosis. **Prevention and management of osteoporosis: report of a WHO scientific**, p. 921, 2004. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42841/1/WHO_TRS_921.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2016.

_____. Scientific Group. **Prevention and Management of Osteoporosis**. Geneva: WHO, 2000. 206 p. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42841/1/WHO_TRS_921.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Study Group 1994. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. **WHO Technical Report Series**, n. 843, p. 3-5, 1994

_____. **Scientific Group On The Assessment Of Osteoporosis At Primary Health Care Level**. Geneva: WHO, 2004.

GESTÃO DE MATRICIAMENTO APLICADO – GEMA: PLATAFORMA WEB PARA GESTÃO DE APOIO MATRICIAL EM PROJETO PILOTO DE CUIDADO COLABORATIVO EM SAÚDE MENTAL NO MUNICÍPIO DE NATAL - RN

Hugo Granjeiro Soares Fontes

Tayrine Hérika Lopes

Cefas Rodrigues Freire

José Arilton Pereira Filho

Philippi Sedir Grilo de Moraes

Daniele Montenegro da Silva Barros

Emerson Arcoverde Nunes

Resumo

O Apoio Matricial (AM) ou Matriciamento em Saúde mental (SM) é um modelo de compartilhamento do cuidado baseado na integração da saúde mental à atenção primária à saúde (APS). Ele tem como objetivo oferecer uma retaguarda assistencial e suporte técnico-pedagógico às equipes da AP para qualificar suas ações. Desse modo, o matriciamento foi um dos pilares no projeto de sistematização da linha de cuidado da atenção psicossocial, norteadora da reestruturação da rede de assistência à Saúde Mental no Município de Natal-RN. Por esse viés, o presente trabalho apresenta um projeto piloto que objetivou a implantação efetiva do apoio matricial sistematizado por uma plataforma web, a fim de mapear a rede de serviços de saúde, pactuar fluxos e reorganizar o processo de trabalho. Ao longo dos anos de 2015 e 2016 foram realizadas capacitações e oficinas junto aos serviços de saúde ligados a Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Norte (SESAP), Secretaria de Saúde do Município de Natal (SMS)

e o Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL). 25 unidades de saúde dos 5 distritos sanitários e 11 serviços de apoio matricial do município de Natal-RN foram escolhidos para fazer parte do projeto piloto. Para mediar o processo de matriciamento desenvolveu-se uma plataforma web, o GEMA, que sistematiza os seus processos, desde a solicitação de apoio matricial por parte de uma equipe da atenção primária até a gestão do Projeto Terapêutico Singular (PTS). A proposta de trabalho integrado da AP com a Saúde Mental deve fortalecer o cuidado integral em saúde, assim como facilitar a integração dos diferentes serviços componentes da Rede de Atenção Psicossocial (RAPS) da cidade de Natal. O desenvolvimento do GEMA potencializa o matriciamento através de uma plataforma que sistematiza o processo de cuidado colaborativo e cria um canal de comunicação mais eficiente e eficaz entre a atenção primária e o restante da RAPS.

Palavras-chave: Matriciamento. Cuidado Colaborativo. Saúde Mental. Plataforma Web para Cuidado Colaborativo.

Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a depressão grave é atualmente a principal causa de incapacitação em todo o mundo e ocupa o quarto lugar entre as dez principais causas de patologia, a nível mundial. Se estiverem corretas as projeções, caberá à depressão, nos próximos 20 anos, a dúbia distinção de ser a segunda das principais causas de doenças no mundo. Em todo o globo, milhões de pessoas sofrem de dependência ao álcool. Cerca de 24 milhões são portadores de esquizofrenia. Em todo o mundo, anualmente, um milhão de pessoas cometem suicídio e cerca de 10 a 20 milhões tentam se suicidar. Uma em cada quatro pessoas será afetada por uma perturbação mental em dada fase da vida. Embora o conjunto dos transtornos mentais represente cerca de 13% a 14% da carga total de doenças, menos de 1% dos gastos totais em saúde são investidos em saúde mental (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

Dentre as recomendações da OMS estão: proporcionar tratamento em cuidados primários; disponibilizar medicamentos psicotrópicos; proporcionar cuidados na comunidade; educar o público; envolver as comunidades, as famílias e os usuários; estabelecer políticas, programas e legislação nacionais; preparar recursos humanos; estabelecer vínculos com outros setores; monitorizar a saúde mental na comunidade e apoiar mais a pesquisa (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

Dados da União Europeia mostram que os custos financeiros gerais das doenças mentais, incluindo os custos médicos diretos, bem como os custos indiretos relacionados com cuidados e perda de produtividade, contabilizam mais de 450 milhões de euros por ano (EU JOINT..., 2016).

No Brasil, de 2008 a 2011, os distúrbios referentes ao capítulo de Transtornos Mentais e Comportamentais (TMC) da CID-10 (Classificação Internacional de Doenças) permaneceram como a terceira principal causa da concessão dos benefícios previdenciários auxílio-doença, com incidência média anual de 9,3% ou 34,9/10.000 segurados. Os novos benefícios por TMC apresentaram média anual de 203.299 casos. Houve aumento médio de 0,3% ao ano de novas concessões, que provocou impacto anual médio de 186 milhões de reais ao sistema previdenciário. Houve aumento médio de 7,1% ao ano no valor dos gastos com novos auxílios-doença por transtornos mentais (SILVA JUNIOR; FISCHER, 2014).

Um estudo brasileiro multicêntrico, transversal, com usuários da atenção primária, publicado em 2014, mostrou uma taxa de transtornos mentais nos usuários do Rio de Janeiro, São Paulo, Fortaleza e Porto Alegre de, respectivamente, 51,9%, 53,3%, 64,3% e 57,7%. Problemas de saúde mental foram especialmente altos em mulheres, desempregados, em pessoas com baixa escolaridade e com baixa renda (GONÇALVES et al., 2014).

Um ensaio brasileiro mostrou pontos críticos na inserção da saúde mental na Atenção Primária à Saúde (APS): a constituição da rede, apontando para uma fraca inserção de ações de saúde

mental na Estratégia de Saúde da Família (ESF); a falta de preparo dos profissionais para o cuidado em saúde mental, evidenciando a centralização no modelo da doença (modelo biomédico); a necessidade de mudanças na formação profissional, que deve ser estendida não somente à formação da área médica, mas também para outras profissões da saúde; a questão de visualizar a saúde mental em uma rede intersetorial, que transcende o campo da saúde; e a necessidade de ampliação da projeção dos Centros de Atenção Psicossocial (CAPS) junto às equipes de saúde da família (HIRDES; SILVA, 2014).

Vê-se como pertinente a inclusão da saúde mental como umas das prioridades da gestão em saúde pública devido à crescente magnitude dos problemas de saúde mental. Eles apresentam elevada prevalência e amplo impacto nos indivíduos, sociedade e economia, além de todo estigma, baixa escolarização, desemprego, dificuldades no relacionamento interpessoal e exclusão social. As pessoas afetadas ainda estão sujeitas à falta de treinamento das equipes para lidar com esses transtornos, falta de serviços adequados para atendimento psiquiátrico, ao medo, entre outras peculiaridades inerentes ao cuidado.

O Apoio Matricial é uma ferramenta potencialmente eficaz na produção de novos saberes e novas práticas no processo de trabalho, oferecendo retaguarda assistencial e suporte técnico-pedagógico às equipes de referência. Entende-se por Apoio Matricial o compartilhamento do cuidado de casos entre equipes de saúde mental e a rede de atenção básica, como forma de corresponsabilização. “É um novo modo de produzir saúde em que duas ou mais equipes, num processo de construção compartilhada, criam uma proposta de intervenção pedagógico-terapêutica” (CHIAVERINI et al., 2011, p. 13). Na horizontalização consequente ao processo de matriciamento, o sistema de saúde se reestrutura em dois tipos de equipes: equipes de referência (equipes de saúde básica, da APS) e equipes de apoio matricial (equipes de saúde especializadas). O termo equipe de referência é utilizado no contexto do Sistema Único de Saúde

do Brasil para equipes da Estratégia de Saúde da Família devido à responsabilidade sanitária que elas possuem, que inclui o cuidado longitudinal (CHIAVERINI, 2011).

Esse cuidado pode ser feito através de discussões de casos, projetos terapêuticos singulares, atendimentos conjuntos, visitas domiciliares, intervenções junto às famílias e comunidade, além de supervisão e capacitação na própria equipe da atenção primária. Preconiza-se, com isto, a responsabilização compartilhada dos casos, excluindo-se a lógica do encaminhamento feito através de fichas de referência e contra referência que não oferecem resolutividade suficiente.

Os componentes essenciais do cuidado colaborativo incluem: 1) serviços de saúde mental localizados no ambiente de atenção primária; 2) gestão sistemática de cuidados prestados por um assistente social, enfermeiro ou outro profissional da saúde mental; 3) medição de sintomas e monitorização de resultados por gestores de cuidado durante visitas clínicas ou por telefone; e 4) intervenções breves baseadas em evidências (BOWER; GILBODY, 2005).

Neste trabalho, especificamente, propõe-se a construção de uma plataforma web que facilite a comunicação e os direcionamentos entre a rede de atenção básica, as equipes de matriciamento e os outros dispositivos da Rede de Atenção Psicossocial (RAPS) para que assim atuem em Linha de Cuidado. Essa linha de Cuidado é definida como um conjunto de ações e recursos que visa garantir o acesso do usuário aos diversos níveis de atenção que ele necessite, culminando em uma abordagem integral do seu processo saúde/doença.

O trabalho integrado das equipes de Saúde da Família e Saúde Mental preconizado potencializa o cuidado e facilita uma abordagem integral, aumentando a qualidade de vida dos indivíduos e comunidades. Também propicia um uso mais eficiente e efetivo dos recursos e pode aumentar as habilidades e a satisfação dos profissionais (BRASIL, 2009). Apesar das lacunas na literatura sobre quais são as barreiras exatas para o cuidado colaborativo,

elas geralmente se dividem em três categorias distintas: clínica, organizacional e financeira (BRASIL, 2009; SANCHEZ; THOMPSON; ALEXANDER, 2010).

As barreiras clínicas são aquelas que interferem no tratamento e adesão do paciente, tais como a falta de conhecimento do prestador sobre diretrizes de tratamento e distinguir sintomas físicos de queixas relacionadas ao humor (THIELKE; VANNOY; UNÜTZER, 2007; TRIVEDI, 2009). Envolver o paciente na discussão de opções de tratamento, incluindo comunicação honesta e aberta sobre os medicamentos e suas alternativas é essencial para a adesão (SANCHEZ; EGHANEYAN; TRIVEDI, 2016). A comunicação centrada no paciente pode reduzir as barreiras através de um melhor entendimento das preocupações dos pacientes com medicamentos e assim melhorar a qualidade dos cuidados e os resultados do tratamento (DWIGHT-JOHNSON, 2000; CLEVER et al., 2006). Barreiras clínicas também incluem obstáculos do paciente aos cuidados, tais como atitudes estigmatizantes sobre o tratamento e a má comunicação entre os pacientes e os prestadores (THIELKE; VANNOY; UNÜTZER, 2007; UNÜTZER et al., 2006).

As barreiras organizacionais para a implementação de cuidados colaborativos referem-se a obstáculos ao nível do sistema para a prestação efetiva de cuidados (SANCHEZ; THOMPSON; ALEXANDER, 2010). As organizações de cuidados primários impõem limites de tempo permitido ao prestador para uma avaliação abrangente das preocupações de saúde mental (THIELKE; VANNOY; UNÜTZER, 2007; UNÜTZER et al., 2006). Há também os obstáculos de compartilhamento de informações entre o cuidado primário e os especialistas em saúde mental gerando confusão sobre a responsabilidade pelo cuidado do paciente (UNÜTZER et al., 2006; KILBOURNE et al., 2004). Além disso, a escassez de mão-de-obra de profissionais treinados em intervenções baseadas em evidências resultou em acesso limitado aos cuidados (KILBOURNE et al., 2004; BLASINSKY; GOLDMAN; UNÜTZER, 2006).

Os obstáculos financeiros à implementação de cuidados colaborativos referem-se a questões de financiamento, um ponto que, apesar dos esforços, é bastante limitador na adesão às novas ações.

Dessarte, objetivou-se o desenvolvimento de uma plataforma que possibilitasse a gestão e a sistematização do apoio matricial em saúde mental no município de Natal-RN. A ferramenta deverá atuar de forma a mitigar as barreiras organizacionais. Para tanto, deve melhorar o canal de comunicação entre a APS, a saúde mental e os outros dispositivos da RAPS, bem como oferecer aos atores do cuidado colaborativo ferramentas para execução e visualização das diferentes etapas do processo de matriciamento.

Metodologia

Inicialmente, 25 unidades de saúde de 5 distritos sanitários foram escolhidas para fazer parte do projeto piloto, bem como 11 serviços de apoio matricial para essas unidades. Entre março de 2015 e outubro de 2016 foram realizadas 6 capacitações e oficinas junto à Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Norte (SESAP), Secretaria de Saúde do município de Natal (SMS) e o Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), com o intuito de mapear a rede de serviços de saúde, pactuar fluxos e reorganizar o processo de trabalho a ser sistematizado pelo GEMA.

Através dessas capacitações e oficinas, ocorreram a elicitação e validação de requisitos para a modelagem e desenvolvimento da plataforma GEMA. Para modelagem da ferramenta, utilizou-se a Unified Modeling Language (UML). Na fase de desenvolvimento utilizou-se a linguagem de programação Python em conjunto com o *framework* para desenvolvimento de aplicações web Django e o sistema de gerenciamento de banco de dados PostgreSQL.

GEMA: Gestão de matriciamento aplicado

No GEMA, seguiu-se a distribuição dos distritos sanitários do município de Natal. Cada distrito sanitário possui equipes matriciadoras (equipes de saúde especializadas, como CAPS) que são responsáveis por oferecer suporte matricial a mais de uma equipe de referência (equipes da APS, como Unidades Básicas de Saúde). Cada equipe possui no sistema pelo menos um profissional como administrador que é responsável, entre outras coisas, por gerenciar os profissionais da equipe. Além disso, na plataforma, o município pode possuir outros dispositivos que atuem no cuidado colaborativo, como Organizações Não Governamentais (ONG's) e Centros de Referência de Assistência Social (CRAS).

O processo principal de apoio matricial sistematizado pelo GEMA, ilustrado pela Figura 1, é dividido em 3 etapas principais: Solicitação de Apoio Matricial (SAM), Discussão do Caso (DC) e Projeto Terapêutico Singular (PTS). Os atores desse processo são profissionais de equipes de referência, profissionais de equipes matriciadoras e profissionais de outros dispositivos da rede, como ONG's.



Figura 1 – Fluxo principal do apoio matricial sistematizado pelo GEMA.
Fonte: Autoria própria.

Em relação a SAM, qualquer profissional de uma equipe de referência (equipe da APS) pode cadastrar uma solicitação de apoio matricial para o cuidado de um paciente, informando alguns dados desse paciente e descrevendo o problema apresentado por ele, como pode ser visto na Figura 2¹. Porém, a solicitação somente é enviada à equipe matriciadora (equipe especializada em saúde mental) caso um administrador da equipe de referência confirme o envio e indique quais outros profissionais da sua equipe atuarão nesse caso. A necessidade de confirmação pelo administrador tem intuito de fazer com que a SAM só seja enviada após uma discussão interna da equipe de referência.

1 Todas as informações de pacientes e profissionais expostas nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 são fictícias.

Cadastrar Solicitação de Matriciamento

CPF do paciente*
92046770404

Nome do paciente*
Juliana Ferreira da Paz

Data de nascimento do paciente*
15/07/1964

Número do cartão SUS*
92046770404

Problema apresentado pelo paciente*

A TEXTO NORMAL

NEGRITO

ITALICO

SUBLINHADO

SMALL

“ ”

☰

☷

↶

↷

↺

↻

Juliana, 64 anos, dona de casa, desempregada, ensino fundamental incompleto.

Solicita regularmente renovação de diazepam que toma há 15 anos após período de agonia e insônia. Quando não toma fica impaciente, com sono, se mostra inquieta, diz que as carnes tremem, qualquer coisa lhe deixa muito preocupada e nervosa, principalmente quando a pressão sobe.

Tem um filho viciado em crack e que já foi preso. Mora em casa com 2 cômodos com 5 pessoas (marido, filho e 3 netos).

Considerando sua experiência com este tipo de problema, qual o grau de severidade da doença deste paciente no momento?*

Moderada

Profissionais participantes da discussão

× Rafaela Rita Corte Real

× Rebeca Laís Fabiana Aragão

× Lucca Yago dos Santos

× Lorena Elisa Ferreira

×

Enviar Solicitação de matriciamento?

☒ Sim ☐ Não

CONFIRMAR

Figura 2 – Cadastro de uma solicitação de apoio matricial.
Fonte: Autoria própria.

Além disso, na solicitação podem ser preenchidos questionários de avaliação objetiva de sintomas depressivos, PHQ-2 ou PHQ-9 (GAYA, 2011; KROENKE; SPITZER; WILLIAMS, 2001). Eles devem ser respondidos de acordo com as respostas a perguntas realizadas ao paciente. A Figura 3 apresenta o formulário do PHQ-2.

Cadastrar questionário sobre a saúde do paciente [PHQ-2]

Tive pouco interesse ou prazer em fazer coisas*

- ☐ Nunca
☐ Em vários dias
☐ Em mais de metade do número de dias
☐ Em quase todos os dias

Senti desânimo, desalento ou falta de esperança*

- ☐ Nunca
☐ Em vários dias
☐ Em mais de metade do número de dias
☐ Em quase todos os dias

CONFIRMAR

Figura 3 – Formulário do PHQ-2.

Fonte: Autoria própria.

A PHQ-2 (Patient Health Questionnaire-2) é uma ferramenta para rastreamento de depressão maior e outros transtornos que cursam com sintomas depressivos. Ele deriva da PHQ-9 (Patient Health Questionnaire), sendo composta pelas duas questões da Figura 3.

A aplicação da PHQ-2 não tem como propósito firmar o diagnóstico de depressão, mas sim, servir como primeiro passo em uma abordagem de rastreamento, rápida e de fácil aplicação que proporcionará uma análise mais objetiva dos sintomas. Ao se identificar um paciente como positivo com a PHQ-2, avaliação adicional com a PHQ-9 (incluindo mais sete perguntas) deve ser feita para, assim, poder-se direcionar o diagnóstico baseado nos critérios atuais de depressão maior.

Quando uma equipe matriciadora recebe e aceita uma SAM, é formado o time de Cuidado Colaborativo (time CC) com os profissionais da equipe da APS e da equipe especializada envolvidos e assim inicia-se a Discussão do Caso (DC). Quando a DC é finalizada, o time CC deve preencher um formulário,

mostrado na Figura 4, que sintetize essa discussão composto por 3 campos: antecedentes pessoais e familiares, histórico da doença e hipóteses clínicas. Também podem ser anexados arquivos complementares a DC.

Matriciadora 1 ⇌ Referência 1: Juliana Ferreira da Paz

Paciente

Juliana Ferreira da Paz

CPF

92046770404

Data de nascimento

15/07/1964

Problema Apresentado

A TEXTO NORMAL

NEGRITO

ITALICO

SUBLINHADO

SMALL

“ ”

☰ ☲ ☱

↶ ↷

↵ ↶

📎

🖨

Juliana, 64 anos, dona de casa, desempregada, ensino fundamental incompleto.

Solicita regularmente renovação de diazepam que toma há 15 anos após período de agonia e insônia. Quando não toma fica impaciente, com sono, se mostra inquieta, diz que as carnes tremem, qualquer coisa lhe deixa muito preocupada e nervosa, principalmente quando a pressão sobe.

Histórico da doença

A TEXTO NORMAL

NEGRITO

ITALICO

SUBLINHADO

SMALL

“ ”

☰ ☲ ☱

↶ ↷

↵ ↶

📎

🖨

Desde que seu filho se tornou usuário de drogas, Juliana sofre de problemas como inquietação, insônia e repetidos períodos prolongados de agonia. Há 15 anos solicita regularmente a renovação de diazepam, que reduz os seus problemas de inquietação.

Antecedentes pessoais e familiares

A TEXTO NORMAL

NEGRITO

ITALICO

SUBLINHADO

SMALL

“ ”

☰ ☲ ☱

↶ ↷

↵ ↶

📎

🖨

Toma Atenolol 50mg pra HAS e Metformina 500mg pra DM.

Hipóteses

A TEXTO NORMAL

NEGRITO

ITALICO

SUBLINHADO

SMALL

“ ”

☰ ☲ ☱

↶ ↷

↵ ↶

📎

🖨

TAG?

Discussão de caso finalizada?*

☒ Sim

☐ Não

ADICIONAR ARQUIVO

SALVAR

Figura 4 – Formulário da discussão de caso.
Fonte: Autoria própria.

Após o preenchimento do formulário da DC, é criada uma área de trabalho para construção do PTS, mostrada na Figura 5. Nela podem ser gerenciadas as tarefas e metas do time CC e o diagnóstico do paciente pode ser preenchido e atualizado. Na área do PTS também pode-se gerenciar os profissionais do time CC envolvidos no cuidado do paciente, ou seja, novos profissionais podem ser inseridos de acordo com a necessidade do cuidado prestado ao paciente. Por exemplo, pode-se adicionar

profissionais de um CRAS. A inserção desses profissionais ocorre por meio de uma requisição que eles podem ou não aceitar.

Inicio / / Casos matriciados / / Lavinia Antonella Alves

Lavinia Antonella Alves

Solicitação de Matriciamento

Data de Nascimento

06/04/1963

CPF

20651920469

Problema

Mulher, 55, abandonada pela mãe biológica aos 8 anos de idade. Vive deste então com o pai madrasta e meio-irmãos menores, cuidando destes e das tarefas domésticas. Teve vários desentendimentos com eles e aos 15 anos saiu de casa para trabalhar como doméstica. Casou e teve três filhas, mas possui sequelas emocionais, apresentando sofrimentos profundos com [...]

Realizada em 29/08/2018 por Rafaela Real

Hipóteses

Antecedentes

Histórico

Discussão do Caso

Desde a adolescência possui sofrimentos profundos com sintomas físicos de outras doenças, como hipertensão, problemas vasculares e sintomas de depressão. Após a morte do seu marido há 8 anos, os sintomas de depressão foram agravados. Desde então, apesar da medicação administrada, a paciente sofre de desmotivação, dificuldade na realização de atividades do dia-a-dia, recusa de envolvimento em atividades sociais e participação em grupos, além de insônia e sensação de palpitação.

Iniciada em 29/08/2018 por Lorena Ferreira

Av. Psicológica

Av. Orgânica

Diagnóstico

Av. Social

PREENCHER AVALIAÇÃO ORGÂNICA

Aguardando preenchimento

Metas

2 NO TOTAL

ATÉ 12/09/2018

IR PARA O PTS

Rafaela Rita Corte Real / Referência 1

Verificar a possibilidade de inclusão em algum grupo comunitário.

ATÉ 31/08/2018

IR PARA O PTS

Rafaela Rita Corte Real / Referência 1

Iniciar Fluoxetina 20mg e programar desmame do Diazepam.

Encaminha à psicoterapia.

ADICIONAR NOVA META

Profissionais envolvidos

5 NO TOTAL

Lorena Elisa Ferreira

Médico psiquiatra

Marcos dos Santos C...

Médico da estratégia de saúde da família

Penélope Costa

Agente comunitário de saúde

Lucca Pereira da Silv...

Fonoaudiólogo em linguagem

Rafael Yago dos Sant...

Fonoaudiólogo em linguagem

Figura 5 – Área de trabalho para construção de um PTS.
Fonte: Autoria própria.

A Figura 6, abaixo, apresenta a área de trabalho principal do sistema para onde é redirecionado, após se autenticar, um usuário que é profissional de uma equipe de referência. Assim, ele pode encontrar facilmente, dentre outras coisas, a lista de casos em que está atuando, quais tarefas e metas ele e sua equipe devem cumprir e um link para realizar uma SAM. No canto superior direito da imagem, também pode-se ver que o usuário recebe notificações, elas são disparadas de acordo com o andamento dos casos em que está envolvido e de suas tarefas.

Hugo Granjeiro Soares Fontes / Tayrine Hérica Lopes / Cefas Rodrigues Freire / José Airlton Pereira Filho /
Philippi Sedit Grilo de Moraes / Daniele Montenegro da Silva Barros / Emerson Arcovorde Nunes

452

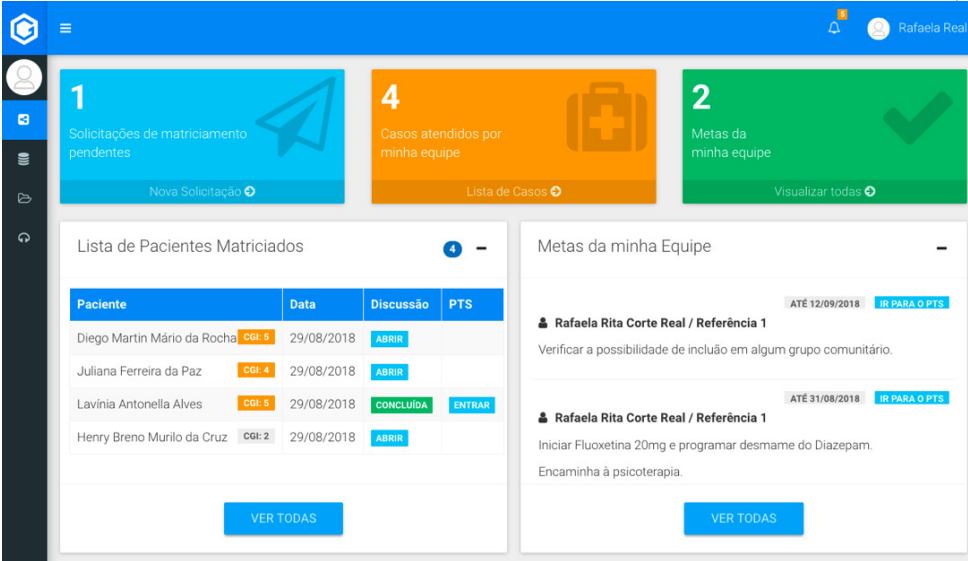


Figura 6 – Área de trabalho de um profissional fictício de uma equipe de referência.
Fonte: Autoria própria.

A área de trabalho principal do profissional de uma equipe de matriciamento é bastante similar à da Figura 6, porém em vez de um link para criar uma SAM, existe um link para a lista com as solicitações de apoio matricial recebidas, como pode ser visto na Figura 7.

Hugo Granjeiro Soares Fontes / Tayrine Hérica Lopes / Cefas Rodrigues Freire / José Airlton Pereira Filho /
Philippin Seifert Grilo de Moraes / Daniele Montenegro da Silva Barros / Emerson Arcovorde Nunes

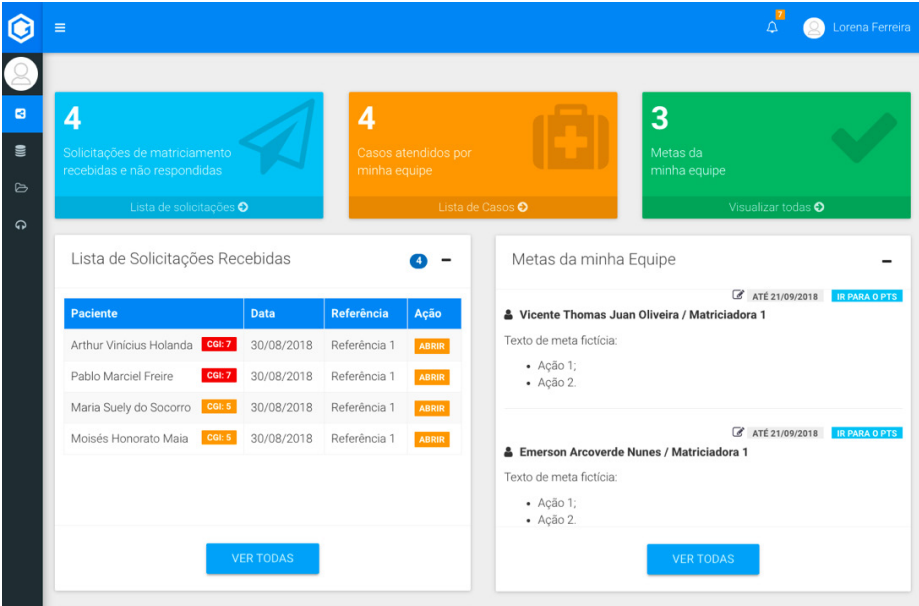


Figura 7 – Área de trabalho de um profissional fictício de uma equipe matriciadora.

Fonte: Autoria própria.

Além do fluxo principal do apoio matricial, o GEMA oferece outras funcionalidades, como: biblioteca de arquivos potencialmente úteis para o cuidado em saúde mental (como o Guia prático de matriciamento em saúde mental de Chiaverini et al. (2011)), ouvidoria, quadro de avisos e lista de notificações (Figura 8), gestão e visualização da estrutura da rede e dos seus profissionais etc. Desse modo, a plataforma oferece diversas ferramentas de suporte ao cuidado colaborativo.

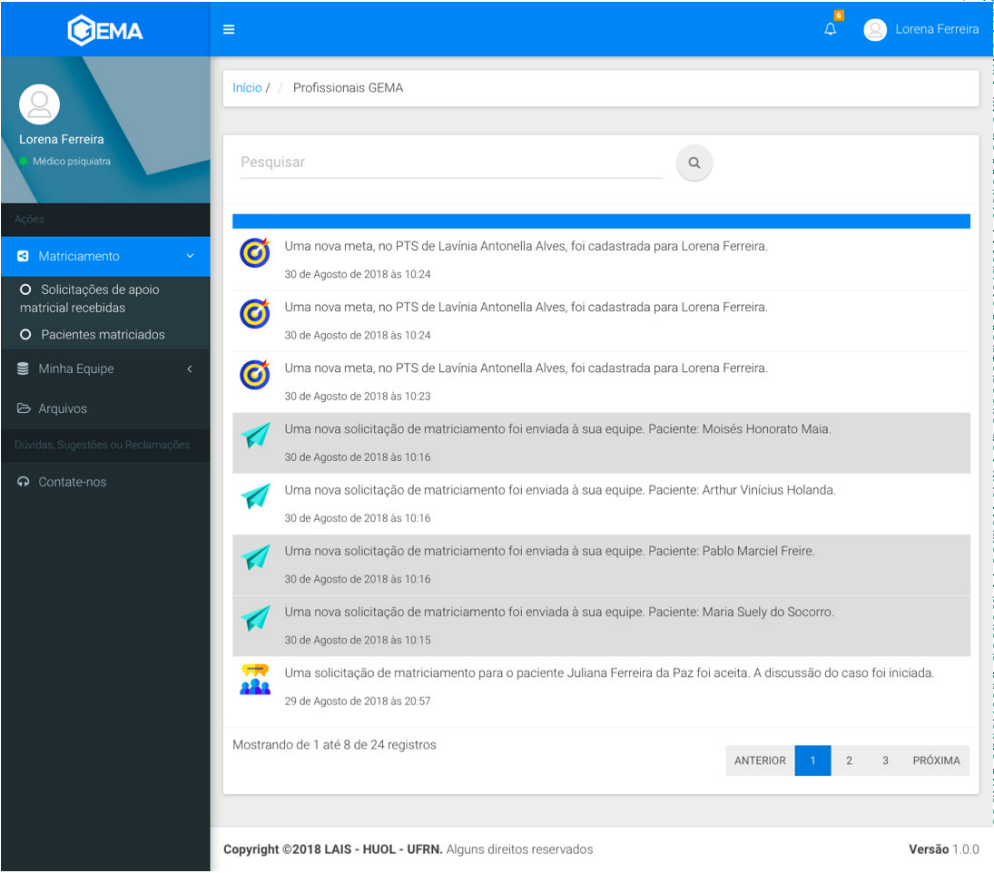


Figura 8 – Lista das notificações de um usuário.
Fonte: Autoria própria.

Hugo Granjeiro Soares Fontes / Tayrine Hénrika Lopes / Cefas Rodrigues Freire / José Arilton Pereira Filho /

Discussão

Tendo em vista a alta prevalência dos transtornos mentais e a fragmentação dos serviços de saúde mental que contribuem para o baixo acesso ao tratamento deles, um grande esforço foi feito para sistematizar o cuidado em rede na cidade de Natal nos últimos anos. A Unidade de Atenção Psicossocial do Hospital Universitário Onofre Lopes promoveu, junto a SESAP e SMS, oficinas para capacitar os vários dispositivos de saúde do município de Natal-RN para atuarem em Linha de Cuidado, reforçando o cuidado compartilhado na RAPS.

Ao longo desse período foram realizadas 6 capacitações e oficinas com o intuito de mapear a rede de serviços de saúde, pactuar fluxos, reorganizar o processo de trabalho e modelar a plataforma GEMA. Inicialmente 25 unidades de saúde, de 5 distritos sanitários, foram escolhidas para fazer parte do projeto piloto, assim como 11 serviços de apoio matricial para estas unidades.

O Apoio Matricial foi proposto como uma importante ferramenta para fortalecer a retaguarda assistencial e o suporte técnico-pedagógico às equipes da APS, além de organizar, potencializar e facilitar o acesso à rede assistencial. Os cuidados ao nível da comunidade contribuem para a melhoria do acesso aos serviços e ajuda as pessoas com doença mental a manter relações familiares, amizades e emprego enquanto recebem tratamento, facilitando assim um tratamento e reabilitação psicossocial precoces. Esses cuidados na comunidade estão associados a maior satisfação dos usuários, maior continuidade e adesão ao tratamento, mais proteção dos direitos humanos e prevenção do estigma, bem como o desenvolvimento de abordagens orientadas para a recuperação (EU JOINT..., 2016).

A articulação com os dispositivos que compõem a rede, bem como o conhecimento dos profissionais envolvidos e os recursos disponíveis, contribui para a organização dos processos de trabalho e a própria regionalização do sistema. Esse trabalho integrado da Atenção Primária e Saúde Mental, através do matriciamento sistematizado pelo GEMA potencializa o cuidado

e facilita uma abordagem integral, possibilitando um melhor uso dos recursos da rede, o que impacta diretamente na qualidade dos serviços ofertados e no desenvolvimento dos profissionais.

Portanto, o desenvolvimento e implantação da plataforma GEMA visou oferecer uma ferramenta de gestão da rede que envolve o cuidado em saúde mental baseada no modelo de matriciamento, para assim qualificar os serviços ofertados por ela. A plataforma tem como principal função potencializar o matriciamento através da sistematização dos seus processos. Para tanto, o GEMA oferece um canal de comunicação efetivo entre a Saúde Mental e a Atenção Primária através de ferramentas para a gestão e documentação do cuidado colaborativo.

Referências

BLASINSKY, M.; GOLDMAN, H. H.; UNÜTZER, J. Project IMPACT: a report on barriers and facilitators to sustainability. **Adm. Policy Ment. Health**, v. 33, n. 6, p. 718–729, 2006.

BOWER P.; GILBODY, S. Managing common mental health disorders in primary care: conceptual models and evidence base. **BMJ**, v. 330, n. 7495, p. 839–842, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Diretrizes do NASF: Núcleo de Apoio à Saúde da Família**. Brasília: Ministério da Saúde/ Departamento de Atenção Básica, 2009. (Série A. Normas e Manuais Técnicos. Cadernos de Atenção Básica, n. 27).

CHIAVERINI, D. H. et al. (Org.). Guia prático de matriciamento em saúde mental. Brasília: Ministério da Saúde/ Centro de Estudo e Pesquisa em Saúde Coletiva, 2011.

CLEVER, S. L. et al. Primary care patients' involvement in decision-making is associated with improvement in depression. **Med. Care**, v. 44, n. 5, p. 398–405, maio. 2006.

DWIGHT-JOHNSON, M. Treatment preferences among depressed primary care patients. **J. Gen. Inter. Med.**, v. 15, n. 8, p. 527–534, 2000.

EU JOINT ACTION ON MENTAL HEALTH AND WELL-BEING. Linhas de ação estratégica para a saúde mental e bem-estar da União Europeia. União Europeia, 2016.

GAYA, C. de M. **Estudo de validação de instrumentos de rastreamento para transtornos depressivos, abuso e dependência de álcool e tabaco.** Tese (Doutorado em Saúde Mental) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

GONÇALVES, D. A. et al. Brazilian multicentre study of common mental disorders in primary care: rates and related social and demographic factors. **Cad. Saúde Pública**, v. 30 n. 3, p. 623-632. 2014.

HIRDES, A.; SILVA, M. K. R. Apoio matricial: um caminho para a integração saúde mental e atenção primária. **Saúde em Debate**, v. 38, n. 102, p. 582-592, 2014.

KILBOURNE, A. M. et al. Translating evidence-based depression management services to community-based primary care practices. **Milbank Q.**, v. 82, n. 4, p. 631–659, 2004.

KROENKE, K; SPITZER R. L.; WILLIAMS, J. B. The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. **J. Gen. Intern. Med.**, v. 16, n. 9, p. 606-613, 2001.

KROENKE, K; SPITZER R. L.; WILLIAMS, J. B. The Patient Health Questionnaire-2: validity of a two-item depression screener. **Med. Care**, v. 4, n. 11, p. 1284-1292, 2003.

SANCHEZ, K. Collaborative care in real-world settings: barriers and opportunities for sustainability. **Patient Preference Adherence**, v. 11, p. 71–74, 2017.

SANCHEZ, K.; EGHANEYAN, B. H.; TRIVEDI, M. H. Depression Screening and Education: Options to Reduce Barriers to Treatment (DESEO): protocol for an educational intervention study. **BMC Health Serv. Res.**, v. 16, n. 322, p. 1-9, jul. 2016.

SANCHEZ, K; THOMPSON, S; ALEXANDER, L. Current strategies and barriers in integrated health care: a survey of publicly funded providers in Texas. **Gen Hosp Psychiatry**, v. 32, n. 1, p. 26–32, 2010.

SILVA JUNIOR, J. S.; FISCHER, F. M. Adoecimento mental incapacitante: benefícios previdenciários no Brasil entre 2008-2011. **Revista de Saúde Pública**, v. 48, n. 1, p. 186-190, 2014.

THIELKE, S.; VANNOY, S.; UNÜTZER J. Integrating mental health and primary care. **Prim. Care**, v. 34, n. 3, p. 571–592, 2007.

TRIVEDI, M. H. Tools and strategies for ongoing assessment of depression: a measurement-based approach to remission. **J. Clin. Psychiatry**, v. 70, suppl. 6, p. 26–31, 2009.

UNÜTZER, J. et al. Transforming mental health care at the interface with general medicine: report for the presidents commission. **Psychiatr. Serv.**, v. 57, n. 1, p. 37–47, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. The World health report 2001. **Mental health: new understanding, new hope**. Geneva: World Health Organization, 2001.

INTRANET DA ESCOLA DE PROGRAMAÇÃO DO LAIS: UMA FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM E DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO

Mariana de Araújo Figueiredo

Matheus da Silva Oliveira

Paula Cristina Bastos Torres

Danieli Silva de Souza Rabelo

Pierre Andrade Freire

Resumo

Intranets são redes de computadores privadas que se baseiam nos mesmos recursos da internet. O sistema de intranet da Escola de Programação (EP) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte é uma ferramenta para melhorar o gerenciamento e o compartilhamento de informações entre a equipe. Fundamentando-se na metodologia PBL (Aprendizado Baseado em Problemas, do inglês, *Problem Based Learning*), dentro da EP o aluno participa ativamente do processo de aprendizagem, resolvendo problemas reais com a supervisão de tutores. Este trabalho tem como objetivo descrever as etapas de desenvolvimento e de aprendizagem durante a implementação desse sistema.

Palavras-chave: Tecnologia Educacional. Intranet. Desenvolvimento de Software. Gestão de Informação. Aprendizagem Baseada em Problemas.

Introdução

A área da saúde tem sido marcada por um grande avanço de conhecimentos e está imersa em um processo de alta difusão tecnológica (PAVLOPOULOS et al., 1998). Esse contexto, porém, é rodeado pela identificação constante de novos problemas, de modo que dispor de mecanismos para organizar dados e recursos se torna imprescindível. Nesse sentido, os sistemas de gestão da informação, como as intranets, são ferramentas de grande valia para muitas empresas.

Uma intranet consiste numa rede privada que utiliza os mesmos Protocolos de Controle de Transmissão (TCP/IP) da internet. A intranet permite que apenas os membros de uma instituição troquem recursos e utilizem os serviços por ela oferecidos (ZALDIVAR; MATUREL; TORRES, 2015). Dessa maneira, ela é um essencial condutor de informação interna entre a instituição e o funcionário. Do ponto de vista organizacional, a intranet representa uma ferramenta capaz de integrar pessoas, processos e informações (CARVALHO, 2006).

Intranets geralmente incluem recursos comuns como notícias, formulários, processos do negócio, pesquisa de funcionários e, algumas vezes, até aplicações mais avançadas como sistemas de processamento de transação, sistemas de informação de gestão, suporte de decisão e sistemas especialistas (BARGAS-AVILA, 2009). Trata-se de um sistema capaz de relacionar os recursos de uma instituição com as metas estabelecidas, mostrando-se útil na tomada de decisões. Segundo Howard (1992 apud CURRY, 2000), dentre os benefícios que esse tipo de ferramenta traz, estão o oferecimento de uma maior conscientização e compromisso com os objetivos organizacionais e a criação de uma organização de aprendizagem, além da viabilização de uma melhor flexibilidade em relação à tecnologia e às pessoas. Ademais, segundo Ruppel e Harrington (2001), a implementação da intranet é facilitada por uma cultura que enfatiza uma atmosfera de confiança e preocupação por outras pessoas, flexibilidade e inovação

(cultura do desenvolvimento), assim como políticas, procedimentos e gerenciamento de informações.

Em alguns momentos, trabalhos tentaram inspirar o desenvolvimento web para criação de intranets no setor de saúde com aplicações para o profissional de radiologia, mostrando seus benefícios e discutindo possibilidades de implementação (PERRISS; GRAHAM; SCARSBROOK, 2006). Em outros, tratou-se da intranet como meio de auxiliar a criação de uma rede para conexão entre o Hospital Universitário e a Escola de Medicina, na França, permitindo estabelecer barreiras no acesso a informações de pacientes por estudantes (DENIER et al., 1997). Além disso, a intranet também serviu como base para a criação de um sistema de informação hospitalar, agregando ao mesmo tempo informações administrativas e de registros de atividades relativos à estadia dos pacientes, bem como a gestão dos medicamentos da farmácia (PAVLOPOULOS et al., 1998).

Cabe salientar que a Escola de Programação (EP) do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS), situada no Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL), foi criada a partir da necessidade de formar novos pesquisadores a fim de desenvolver sistemas para o Laboratório e a rede de saúde pública. Dentro da EP, os bolsistas colaboradores (alunos) trabalham pelo método de Aprendizado Baseado em Problemas (PBL).

O PBL é uma proposta pedagógica que consiste no ensino centrado no estudante e baseado na solução de problemas (BORGES, 2014). Aplicado na Escola de Programação, a partir dele os alunos desenvolvem softwares e aplicações para a resolução de problemas reais internos do hospital, da rede de saúde pública, do LAIS e da Escola, com a supervisão de dois tutores. Trata-se de um ganho mútuo: os departamentos do hospital necessitam de uma ferramenta para solucionar seus problemas e os alunos precisam de prática para aprender a desenvolver sistemas.

A EP passou a necessitar de um sistema que pudesse armazenar informações como bases de conhecimentos, informes e, simultaneamente, compartilhar metodologias de aprendizagem

vivenciadas por seus alunos e, como resultado, as produções desenvolvidas. Neste trabalho, a intranet tem a função de promover a gestão da informação de forma integrada, sendo também objeto de aprendizagem. O foco principal tratado envolve as possíveis interpretações da aplicação do método PBL para o desenvolvimento de um sistema e a melhoria do gerenciamento de informações advindas com este procedimento.

Metodologia

- **Análise de Requisitos**

Na Escola, os projetos são idealizados a partir de reuniões presenciais com o cliente (nesse caso, o próprio LAIS, representado pela gerência da Escola de Programação), nas quais se esclarecem as necessidades do sistema e as suas expectativas. São discutidas as possibilidades de construção juntamente com a equipe de design do Laboratório e, em seguida, é marcada uma próxima reunião, a qual visa apresentar o protótipo do sistema, a fim de validá-lo e fazer as alterações devidas, caso necessário. Ao longo de todo o processo de criação aqui descrito, os alunos aprendem a manipular as ferramentas apropriadas e recebem feedback sobre o trabalho realizado.

- **Criação do Protótipo**

Os protótipos foram criados com a ferramenta Balsamiq Mockups, que possibilita o desenvolvimento de modelos (mockups) de baixa fidelidade de sistemas, páginas web ou mobile. Dessa forma, é possível apresentar ao cliente, de forma visual e interativa, como o sistema pode e deve funcionar em sua versão final, sem necessariamente mostrar seu design final.

Quanto à aceitabilidade do sistema pelo usuário, foram estudados e implementados conceitos de usabilidade. Segundo Nielsen (1994), usabilidade geralmente está associada a 5 componentes, dentre eles: a facilidade de aprender a utilizar o sistema;

a eficiência - para que, quando o usuário já estiver familiarizado com o sistema, tenha um alto nível de produtividade; a facilidade de memorizá-lo; a capacidade de cometer poucos erros ao usar – e, quando cometer, poder voltar atrás; e, por último, a satisfação.

- **Gerenciamento de Tarefas**

O GitLab é utilizado por todo o laboratório para armazenar e gerenciar o desenvolvimento de sistemas entre as equipes e para manter o histórico completo da criação do sistema e do trabalho dos desenvolvedores em cada projeto, além de permitir que o armazenamento de códigos seja feito em servidores dos desenvolvedores ou do laboratório, no lugar de servidores de terceiros. O GitLab usa o sistema de versionamento de arquivos Git e isso permite que diversas pessoas trabalhem no mesmo projeto simultaneamente, evitando a possibilidade de duas alterações serem feitas de forma sobreposta sem atualização. Nele, são divididos os grupos e, dentro dos grupos, cada projeto. A partir de cada nova etapa do projeto, são criadas as chamadas *issues*, as quais contêm tarefas de cada componente nesse processo de desenvolvimento. Em cada uma delas, a tela do *mockups*, a qual deve ser criada, deve ser colocada juntamente com os arquivos (imagens, símbolos, tabelas...) criados pela equipe de design.

- **Modelo de Arquitetura do Software**

A arquitetura do *software* será baseada no modelo de *Model-View-Controller* (MVC). Esse modelo divide a estrutura do código em desenvolvimento, design e integração, assim, permite uma programação colaborativa mais eficiente [7]. A *Model* é responsável pela lógica do código em si e por todas as tarefas relacionadas aos dados, como a validação, o controle, o estado da sessão e o banco de dados. A *View* recebe os dados alimentados na *Model* e os exibe na tela. Dessa forma, está diretamente ligada com a experiência do usuário, envolvendo questões relacionadas com aparência e usabilidade. A *Controller* funciona como intermediário entre a *View* e a *Model*, administrando as ações decorrentes

da interação do usuário com o sistema, aceitando solicitações e preparando dados para resposta tanto da *Model* para a *View*, quanto da *View* para a *Model*.

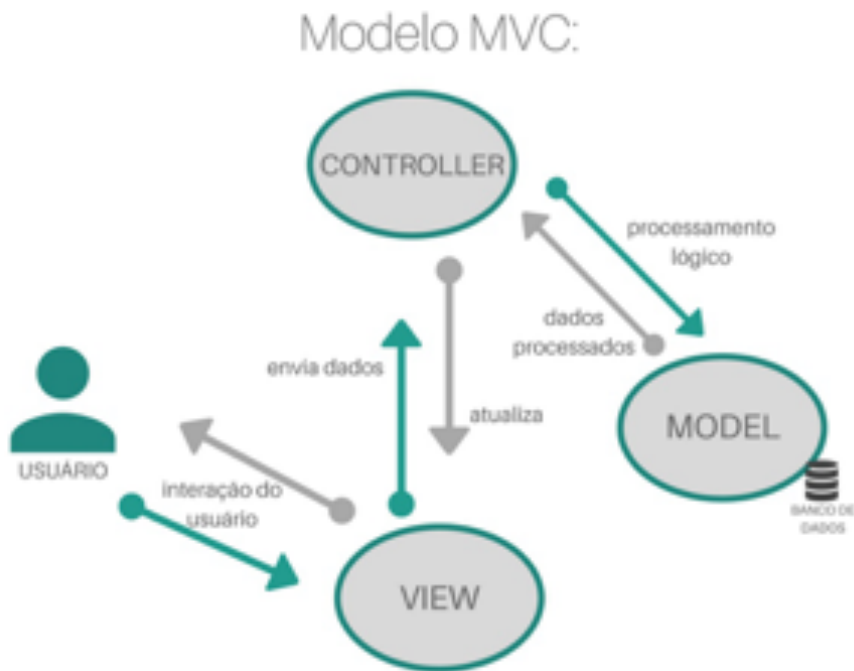


Figura 1 – Esquema do modelo empregado.
Fonte: Autoria própria.

- **Linguagens Utilizadas**

O sistema operacional utilizado predominantemente na Escola de Programação é o Linux Ubuntu 17.10. Dessa forma, os alunos já estão familiarizados com o modo de uso do terminal e com a forma de ele tornar as funcionalidades de desenvolvimento de mais fácil e rápido acesso. Estabeleceu-se que a linguagem de programação empregada para esse sistema seria PHP. Essa linguagem é capaz de lidar com o processamento que, em geral,

não é de conhecimento do usuário, bem como realizar conexão com um banco de dados.

No que tange ao usuário, o *front-end* será codificado em HTML, CSS e JavaScript. HTML é a parte que irá exibir toda a informação necessária, separadas em marcações. CSS lida com o estilo das páginas e a forma como as informações serão exibidas. O JavaScript será utilizado para controlar o HTML e o CSS, manipulando comportamentos na página.

Visando aumentar a produtividade da equipe, serão também utilizados *frameworks*. Eles são como *templates* que servem de base para os desenvolvedores, tanto no que diz respeito ao aproveitamento de códigos pré-escritos, quanto na organização do sistema. Os *frameworks* utilizados serão Laravel, para implementar o MVC, e o *Bootstrap*, para auxiliar na responsividade e na apresentação visual do sistema.



Figura 2 – Representação dos componentes principais do sistema.
Fonte: Autoria própria.

Resultados

Na primeira versão do protótipo, havia 6 telas requisitadas: inicial, apresentação da equipe, manual de qualidade, agenda, informes e cursos. Esse protótipo, contudo, era destinado apenas a desktops, de forma que uma versão para o modo mobile foi considerada na segunda reunião com o cliente como essencial, pois o sistema deveria ser construído de forma responsiva desde o início. Dizer que o sistema será responsivo é dizer que a apresentação do conteúdo é feita da forma mais acessível possível para que de qualquer área de visualização se possa acessá-la (FRAIN, 2012). Como exemplo, pode-se citar o nosso menu, o qual na tela do computador será uma barra horizontal e no celular será um ícone no canto superior esquerdo da tela que se expandirá em uma barra vertical ao ser clicado.

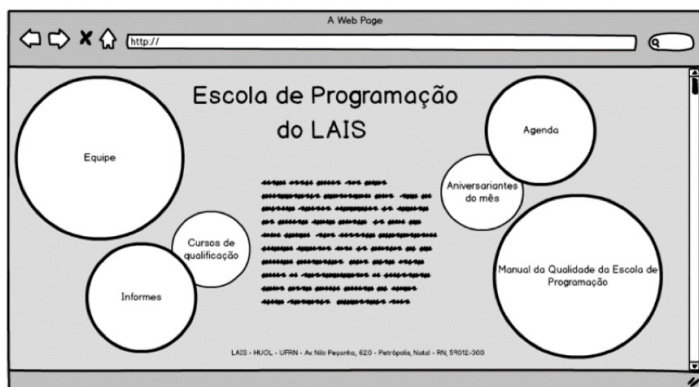


Figura 3 – Tela inicial.
Fonte: Autoria própria.

Além disso, também foi solicitada uma página para a base de dados da EP, a qual deveria conter uma listagem com descrições e arquivos dos projetos realizados na Escola, bem como um conjunto de utilitários de código, por exemplo: configurações de máquinas e comandos para uso no terminal Linux/OS.

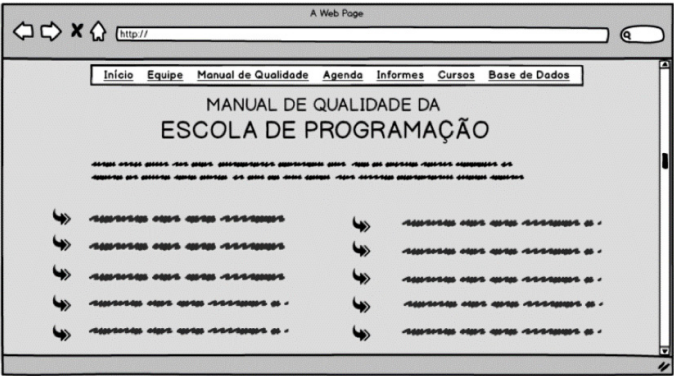


Figura 4 – Tela do Manual de Qualidade.
Fonte: Autoria própria.

Fora os recursos que foram adicionados, houve a recomendação da modificação de algumas telas. A tela de equipe que, na ideia inicial, seria feita com um *coverflow* para a apresentação dos membros, passou a ter um *card* no lado esquerdo mostrando o perfil de uma pessoa e, no lado direito, uma lista interativa com todos os participantes. Desse modo, o *card* da esquerda exibirá o perfil da pessoa que for selecionada no lado direito. Optou-se por essa alteração em razão da inviabilidade de apresentar, caso se tornasse necessário futuramente, um grande número de pessoas por meio de um *coverflow*.

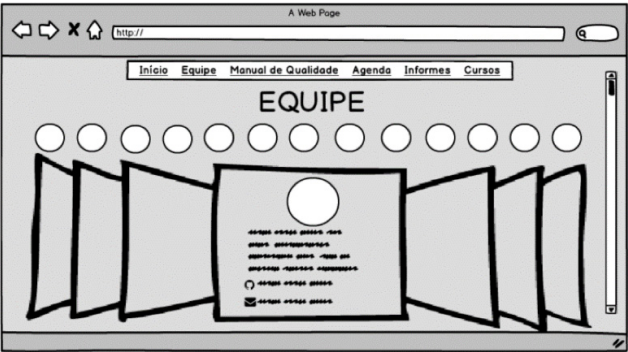


Figura 5 – Tela de equipe da primeira versão.
Fonte: Autoria própria.

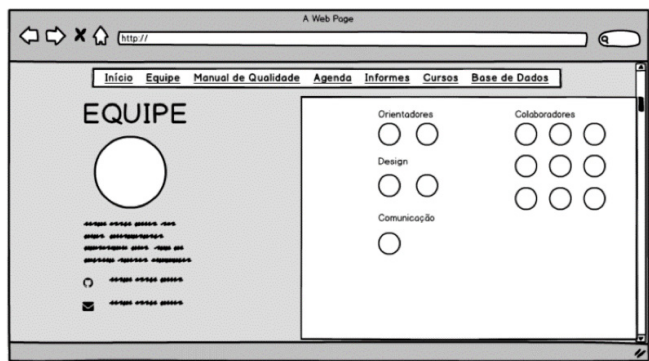


Figura 6 – Tela de equipe da segunda versão.
Fonte: Autoria própria.

Para a tela da agenda, pensou-se em ter um calendário à esquerda e recursos do tipo *accordion* ao lado para cada dia em que houvesse uma atividade. O recurso *accordion* nada mais é do que um acordeão (ou sanfona). É uma espécie de menu em que, ao clicar em um de seus componentes, é aberto seu conteúdo e, ao clicar em outro, o conteúdo do primeiro é fechado e o do segundo é aberto. Desse modo, ao clicar no componente do dia do mês em que houver atividades, aparecerá uma listagem das atividades a serem realizadas no dia, em ordem cronológica. Ainda nesta página, haverá um espaço para os aniversariantes do mês, mostrando a foto da pessoa e sua data de nascimento.

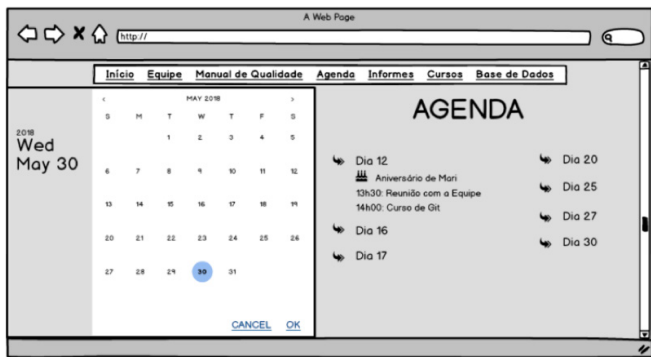


Figura 7 – Tela de agenda.
Fonte: Autoria própria.

A página dos cursos também recebeu algumas sugestões de melhoria. Na primeira versão, só foi pensado em listar os cursos que já foram realizados na Escola de Programação e uma breve descrição de cada um deles. Para a segunda versão, a página passou a ter também uma lista de cursos que estão previstos para serem ministrados para os alunos e, dentro dos que já aconteceram, alguns arquivos e resumos disponibilizados para fácil acesso, caso um aluno queira relembrar um curso. Além disso, cada curso terá uma barra de progressão que será atualizada de acordo com seu avanço.

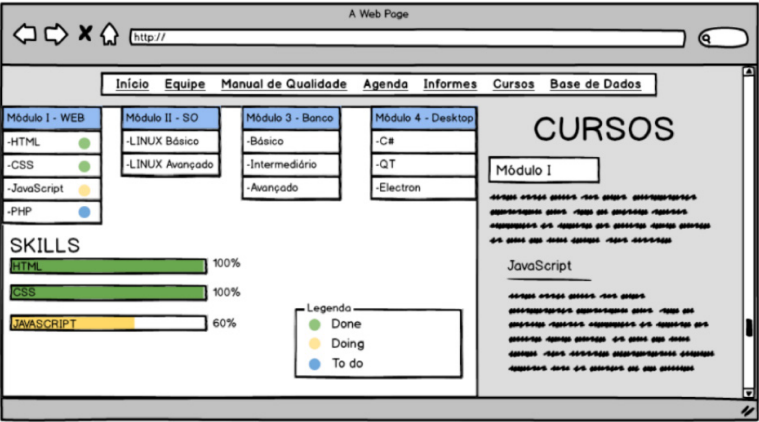


Figura 8 – Tela de cursos da segunda versão.
Fonte: Autoria própria.

Outra tela em que houve modificação da primeira para a segunda versão foi a tela de informes. Inicialmente, ela teria blocos de texto, intitulados com nome e dia do informe, arranjados de acordo com a proximidade do evento. Ela passou a ter uma forma similar à página da equipe, com um *card* e um menu de navegação ao lado. No menu, estão os títulos dos informes e, ao clicar em cada título, aparecerá no *card* o informe por completo.

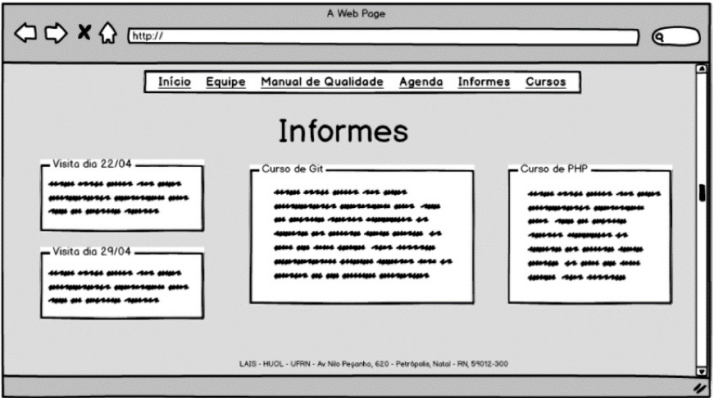


Figura 9 – Tela de informes da primeira versão.
Fonte: Autoria própria.

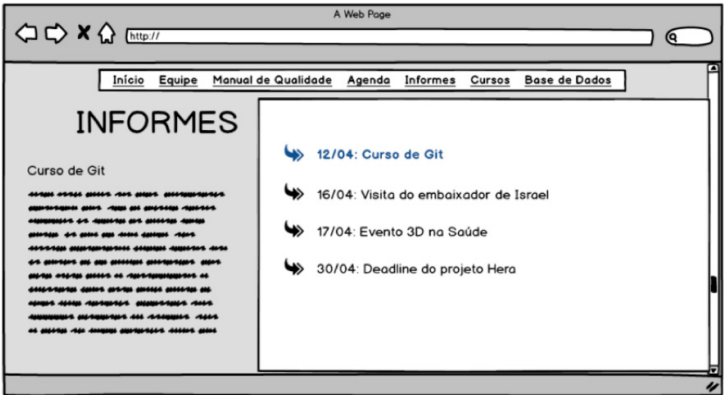


Figura 10 – Tela de informes da segunda versão.
Fonte: Autoria própria.

Discussões

A prototipagem é importante para, em primeira instância, que o cliente tenha alguma noção de como o sistema estará organizado e como deverá funcionar. A organização consiste em saber quais recursos estarão contidos em cada página e como será a usabilidade do sistema por parte do usuário. Ademais, ela será importante para a fase de desenvolvimento do código, principalmente quando este é feito por mais de uma pessoa. Por ser uma descrição visual de como o sistema deve se comportar, é uma ferramenta que evita a modelagem de acordo apenas com a conversação entre os desenvolvedores, servindo como modelo base para a implementação.

Pretende-se expandir o modelo por outros laboratórios do LAIS e outras instituições, de modo que as informações sejam compartilhadas dentro do laboratório e, assim, cada setor tenha conhecimento sobre as atividades que estão sendo desenvolvidas nos demais. Isso proporciona mais integração, interação, compartilhamento e melhor gerenciamento de informações.

Espera-se que a utilização progressiva do sistema pelos usuários possa ser considerada um indicador da qualidade dos recursos disponibilizados. A captura de dados de acesso – contabilização das páginas mais frequentadas ou o feedback dos usuários – constitui uma forma de avaliar quais componentes são mais interessantes para os usuários ou representam melhor suas necessidades.

Adicionalmente, também é de interesse da EP criar um ambiente favorável ao desenvolvimento de projetos, ao mesmo tempo em que se promove mais integração entre os alunos, em prol da Escola, de modo que se espera o crescimento da cultura organizacional, conforme discutido por Zaldivar, Maturiel e Torres (2015).

Conclusões

A experiência proporcionou a discussão de muitos impactos e benefícios que o uso da intranet pode trazer às diversas instituições, em especial ao contexto da Escola de Programação. O conhecimento construído pelos alunos durante o processo aqui descrito mostra que a metodologia PBL está alinhada às necessidades da EP.

O foco principal deste trabalho foi destacar os benefícios que o processo de criação da intranet trouxe para os desenvolvedores aprendizes. Considerando que todo o projeto foi executado seguindo o método PBL, pode-se afirmar que os alunos conseguiram adquirir habilidades de desenvolvimento de *software* ao passo em que construíam um sistema para solucionar o problema de gerenciamento e compartilhamento de informações internas proposto. Entre essas habilidades, podem-se destacar funcionalidades de HTML, CSS, PHP, *Bootstrap*, Laravel e PostgreSQL, além de princípios de usabilidade, responsividade, versionamento e gerenciamento de códigos.

O aprendizado em programação traz inúmeras habilidades para o profissional, independente da área de atuação. Entre as habilidades, estão a capacidade de solucionar problemas de forma mais eficiente e o aprimoramento do raciocínio lógico e do entendimento computacional.

No âmbito social, essa gama de competências pode ser facilmente direcionada à resolução de problemas na área da saúde, principalmente na otimização de tarefas ofertadas pelo Sistema Único de Saúde, podendo auxiliar estabelecimentos de assistência à saúde que lidam com cuidados intensivos, contribuindo para a confiança e a satisfação do paciente.

Referências

BARGAS-AVILA, J. A. et al. Intranet satisfaction questionnaire: development and validation of a questionnaire to measure user satisfaction with the Intranet. **Computers in Human Behavior**, v. 25, n. 6, p. 1241-1250, 2009.

BORGES, M. C. et al. Aprendizado baseado em problemas. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 301-307, jun. 2014.

CARVALHO, R. B. de. **Intranets, portais corporativos e gestão do conhecimento: análise das experiências de organizações brasileiras e portuguesas**. 2006. 281 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

CURRY, A.; STANCICH, L. The intranet: an intrinsic component of strategic information management? **International Journal Of Information Management**, Scotland, v. 20, n. 4, p. 249-268, ago. 2000.

DENIER, P. et al. A network of web multimedia medical information servers for a Medical School and University Hospital. **International Journal Of Medical Informatics**, Rennes Cedex, France, v. 46, n. 1, p. 41-51, 1997.

FRAIN, B. **Responsive web design with HTML5 and CSS3**. Birmingham: Packt Publishing, 2012.

NIELSEN, J. What is usability? In: _____. **Usability Engineering**. Cambridge: Ap. Professional, 1994. p. 27.

PAVLOPOULOS, S. et al. Design and development of a Web-based hospital information system. **Proceedings of the 20th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, Hong Kong, China, v. 20, n. 3, p. 1188-1191, 1998.

PERRISS, R. W.; GRAHAM, R. N. J.; SCARSBROOK, A. F. Understanding the internet, website design and intranet development: a primer for radiologists. **Clinical Radiology**, Headington, Oxford, v. 61, n. 5, p. 377-389, maio 2006.

POP, Dragos-Paul; ALTAR, Adam. Designing an MVC model for rapid web application development. **Procedia Engineering**, v. 69, p. 1172-1179, 2014.

RUPPEL, C. P.; HARRINGTON, S. J. Sharing knowledge through intranets: a study of organizational culture and intranet implementation. **IEEE Transactions On Professional Communication**, v. 44, n. 1, p. 37-44, mar. 2001.

ZALDIVAR, Y. A.; MATUREL, L. N.; TORRES, M. de L. Á. G. Intranet como herramienta para la gestión de la información en el Centro Nacional de Genética Médica. **Revista Cubana de Informática Médica**, Cubanacán, Ciudad de la Habana, v. 7, n. 2, p. 144-152, 2015.

SOBRE OS AUTORES

Aginaldo Souza Cruz

Possui graduação pela Faculdade Estácio do Rio Grande do Norte – FATERN. Especialização em Redes de Computação pela Escola Superior Aberta do Brasil – ESAB. Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Doutorado de Engenharia Elétrica e Telecomunicações. Atualmente, é Assessor de TIC no Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Coordenador e professor do Curso de CST em Redes de Computadores da Faculdade Estácio de Sá. Pesquisador do Laboratório de inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Tem experiência na área de Gestão de Projetos TI, Informática Educacional, Administração de Servidores e Desenvolvimento de Sistemas.

Aisha Silva de Souza Rabelo

Graduanda em Design pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/HUOL/UFRN

Aline Pinho Dias

Possui graduação em Administração de Empresas pela Universidade Estadual do Ceará – UECE e em Pedagogia pela Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. Mestrado em Filosofia da Linguagem pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é professora da UFRN. Pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN e membro do International Council for Open and Distance Education – ICDE. Desenvolve pesquisas na área de educação mediada por tecnologia, com enfoque nos seguintes

aspectos: cognição e processo ensino-aprendizagem; metodologias inovadoras de ensino e aprendizagem; desenvolvimento de objetos de aprendizagem; avaliação de materiais didáticos.

Ana Cecília Sá

Possui graduação em Ciências e Tecnologia e em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Pós-graduação em Informática na Saúde pela UFRN. Pós-graduanda na área de Engenharia Clínica no Instituto RTG e mestranda na área de Neuroengenharia no Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra. Atua nas áreas de Engenharia Clínica, Instrumentação Biomédica, Neuroengenharia e Desenvolvimento de Sistemas.

Antônio Cleiton Ribeiro de Lima

Graduando em Tecnologia da Informação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde - LAIS/HUOL/UFRN

Antonio Higor Freire de Moraes

Possui graduação em Engenharia de Computação, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Professor de Sistemas de Informação do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Pesquisador do Núcleo Avançado de Inovação Tecnológica – NAVI/IFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde.

Bruno Gomes de Araujo

Possui doutorado em Engenharia Elétrica e da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Tecnólogo em Desenvolvimento de Software pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande

do Norte – IFRN. Professor de Sistemas de Informação do IFRN. Editor-chefe da Journal of Technological Innovation in Computing (J-TIC). Coordenador do Núcleo de Inovação em Computação – NICOM (IFRN/CANG) e Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/HUOL/UFRN e do Núcleo Avançado de Inovação Tecnológica – NAVI/IFRN, atuando principalmente nas áreas de Automação Hospitalar, Jogos Educacionais, Educação a Distância e Computação Móvel, Ubíqua e Sensível a Contexto.

Camila Régia Oliveira Câmara

Possui Graduação em Engenharia Biomédica. Pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN.

Carlos Alberto Pereira de Oliveira (Org.)

É Formado em Direito pela UERJ, Mestre em Educação pela UFRJ, Chefe do Departamento de Formação Humana com Tecnologias, Professor do Instituto Multidisciplinar de Formação Humana com Tecnologias (IFHT) da UERJ. É professor visitante da UFMS para ministrar a disciplina de Bioética e Ética da Pesquisa na Pós-Graduação Senso Estrito de Doenças Infecções parasitárias e do Mestrado Profissional de Saúde da Família. É membro do International Council for Open and Distance Education (ICDE), da Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) e do The Network – Towards Unity for Health. Tem atuado em governos municipais na área de gestão, e de gestão de pessoas, em educação e em saúde. Foi Consultor do TELELAB da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde e da Universidade Federal de Santa Catarina de 2012 a 2015. Pesquisador do “SABER-Tecnologias Educacionais e Sociais” da UFPE de 2015 a 2016. Gerente de Integração Ensino-Serviço da Coordenação de Gestão do Conhecimento da Secretaria Executiva do Sistema Universidade Aberta do Sistema do SUS de 2014 até março de 2016. Atualmente é Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde

da Universidade Federal do Rio Grande do Norte desde março de 2016. É Membro da Coordenação do Projeto de “Resposta Rápida à Sífilis na Redes de Atenção” do Ministério da Saúde, executado pela UFRN e OPAS, representando o LAIS/UFRN.

Cefas Rodrigues Freire

Graduando de Engenharia Elétrica, com formação de Técnico em Informática pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Tem experiência em programação Java, Java Script, Python, C/C++, desenvolvimento de sistemas web. Tem interesse nas áreas de Desenvolvimento Web, Big Data, Machine Learning, Redes Neurais, Deep Learning e Blockchains. Atualmente, é pesquisador do Laboratório de Inovação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – LAIS/UFRN.

Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto (Org.)

Possui graduação em Odontologia, mestrado em Engenharia Mecânica e doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN, Chefe do Departamento de Engenharia Biomédica, Professor Associado e Coordenador do Programa de Pós-graduação em Gestão e Inovação em Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Tem especialização em Periodontia e implantodontia pela UFRN. Atua na área de Implantes Dentais e Inovação Tecnológica em Saúde.

Daniele Montenegro da Silva Barros

Possui graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistema pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, graduação em Ciências Sociais e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

Atualmente, é pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, atuando principalmente nos seguintes temas: dispositivos móveis, desenvolvimento de sistemas, machine learning e processamento de imagens Médicas.

Daniele Vieira Dantas

Possui graduação em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Especialização em Gestão de Emergências em Saúde Pública pelo Hospital Sírio Libanês/São Paulo. Especialização em Enfermagem do trabalho e em Dermatologia pelas Faculdades Integradas de Patos – FIP. Mestrado e Doutorado em Enfermagem pela UFRN. Pós-doutorado pela Universidade Federal de Sergipe – UFS. Atualmente, é Professora Adjunta do Departamento de Enfermagem da UFRN e do Programa de Pós-Graduação em Gestão da Qualidade em Serviços de Saúde – PPG QUALISAÚDE), Mestrado Profissional – UFRN, Universidad de Murcia (Espanha) e Instituto Nacional de Salud Pública (México). Líder do Grupo de Pesquisa Núcleo de Estudos e Pesquisas em Urgência, Emergência e Terapia Intensiva – NEPET.

Danieli Silva de Souza Rabelo

Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Especialização em Formação Pedagógica pela Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISIL. Mestranda em Inovação em Tecnologias Educacionais na UFRN. Atualmente, é Pedagoga do Setor de Formação Permanente da Secretaria de Educação a Distância – SEDIS/UFRN, atuando na formação de professores e tutores para o uso das plataformas de graduação, especialização e extensão na modalidade EaD. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Tecnologia Educacional.

Davidson Rogério de Medeiros Florentino

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Especialização em Gestão Pública pela FAEL. Mestrando em Engenharia de Produção na UFRN. Atua como Engenheiro no Hospital Universitário Onofre Lopes – UFRN/EBSERH, no cargo de Chefe da Divisão de Logística e Infraestrutura Hospitalar.

Deyvison Silas de Lima Santos

Graduando em Design pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/HUOL/UFRN

Diêgo Ferreira de Lima

Possui curso Técnico em Informática pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN. Graduando no Bacharelado em Ciências e Tecnologia – ênfase em Tecnologia de Computação – na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Faz parte do Núcleo de Aprendizagem de Máquina do LAIS. Participa de pesquisas com Machine Learning e Inteligência Artificial. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Informática, atuando principalmente no tema de Sistemas de informação distribuídos.

Diego Rodrigues de Carvalho

Possui graduação em Engenharia da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação pela UFRN. Doutorando em Engenharia Elétrica e de Computação pela UFRN. Atualmente, exerce o cargo de Analista de TI – Telecomunicações na Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EB SERH, na Maternidade Escola Januário Cicco – MEJC. Ocupa a chefia da Unidade de e-Saúde ligada à Gerência

de Ensino e Pesquisa da MEJC. Pesquisador pelo Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN, atuando nas seguintes áreas de pesquisa: Big Data aplicado à Saúde, Processamento de Sinais Biológicos, Processamento de Imagens Médicas, Telemedicina e Telessaúde, Redes de Computadores.

Emerson Arcoverde Nunes

Possui graduação em Medicina pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Especialização em Psiquiatria pelo Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo – H CFMRP-USP. Pós-doutorado na Universidade de Alberta – UALBERTA/Canadá, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento neuropsiquiátrico, psicofarmacologia e psicose.

Gabriela de Araújo Albuquerque

Possui graduação em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Graduanda em Engenharia Biomédica pela UFRN. É pesquisadora no Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde no Hospital Universitário Onofre Lopes – LAIS/HUOL/UFRN, nos projetos AVASUS (Ambiente Virtual de Aprendizagem para os profissionais do SUS), Telessaúde e OPENPACS (gerenciamento de imagens médicas).

Geir Veras Vieira

Possui graduação em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Graduando em Engenharia Biomédica pela UFRN. Atua, principalmente, na área de estudos biomecânico, bioengenharia e de programação.

Gilson de Vasconcelos Torres

Pós-Doutor em Enfermagem em Évora/Portugal (2011), Doutorado em Enfermagem / EERP-USP (2000). Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

(UFRN), Bolsista de Produtividade em Pesquisa PQ2. Chefe do Departamento de Enfermagem/UFRN (2011/2015), Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (2007/2009 e 2009/2010), Coordenador do Curso de Especialização em Processo de Cuidar em Saúde - UFRN (2009-2012), Diretor da Associação Docente da UFRN - ADURN (2000/2004), Coordenador do Grupo de Pesquisa Incubadora de Procedimentos de Enfermagem da UFRN. Membro Titular do Conselho Universitário/UFRN - CONSUNI (2012 - 2015), Membro da Comissão de Pesquisa da Pró-reitora de Pesquisa/UFRN (2009 - 2010), Membro da Comissão de Pesquisa e Pós-Graduação do Centro de Ciências da Saúde (2007/2010 e 2014 - 2015), Membro da Comissão de Pesquisa da Pró-reitora de Pesquisa (2016 e atual), Membro do Comitê de Ética Em Pesquisa/HUOL (2007 a 2010 e 2013-2014). Membro do Conselho Editorial da Revista de Enfermagem UFPE On Line (2010 e atual) e Revista Ciência & Desenvolvimento - Revista Eletrônica da Faculdade Independente do Nordeste - FAINOR (2009 e atual).

Giovani Ângelo Silva da Nóbrega

Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Formação em Tecnologia em Desenvolvimento de Softwares. Mestrado em Sistemas e Computação – PPGSC, da UFRN. Doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Computação. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde.

Helder Pacheco de Medeiros

Graduado em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistema pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Especialista em Gestão do Trabalho e Educação na Saúde e Mestre em Engenharia de Produção do Programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Estudante de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas

pela Escola Superior Aberta do Brasil – ESAB. Atou como Professor Substituto da Escola Agrícola de Jundiá - EAJ/UFRN nas disciplinas de Fundamentos da Computação, Projeto de Desenvolvimento Web, Banco de Dados e Estatística Aplicada.

Hélio Roberto Hékis (Org.)

Possui graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Especialização em Auditoria Empresarial pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Mestrado em Administração com ênfase em Estratégias das Organizações pela Escola de Administração e Gerência da Universidade do Estado de Santa Catarina – ESAG/UDESC. Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Foi Professor Associado do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é Professor Associado do Departamento de Engenharia Biomédica da UFRN. Vice-coordenador do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação em Saúde – PMPGIS/UFRN. Vice-coordenador do Curso de Engenharia Biomédica. Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – PEP/UFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/HUOL. Editor Chefe da Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde – R-BITS. Avaliador Institucional e de Cursos – INEP-MEC.

Hertz Wilton de Castro Lins

Possui Graduação em Curso Superior de Processamento de Dados pela Universidade Potiguar – UNP. Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Doutorado em Engenharia Elétrica e Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. É professor adjunto III do Departamento de Engenharia de Comunicações da UFRN. É professor permanente do Programa de Pós-graduação em Gestão e Inovação

em Saúde UFRN. Tem experiência na área de Telecomunicações, Inteligência Computacional Aplicada, atuando principalmente nos seguintes temas: antenas para operação em banda ultralarga, engenharia de software, superfícies seletivas de frequência, algoritmos evolucionários, mineração de dados e inteligência de enxames. Pesquisador do Grupo de Microondas e Antenas – GMA. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN.

Hugo Granjeiro Soares Fontes

Graduando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Técnico em Informática pelo IFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação em Saúde (LAIS) nas áreas de Machine Learning e Sistemas Web de Gestão em Saúde.

Irami Araújo Filho

Possui graduação em Medicina, mestrado em Ciências da Saúde e Doutorado em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é Professor Associado do Departamento de Cirurgia da UFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Gerente de Ensino, Pesquisa e Extensão do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL e Vice-presidente da Regional RN da Sociedade Brasileira para o Desenvolvimento da Pesquisa em Cirurgia Geral, Gastroenterologia e Oncologia, atuando principalmente, nos seguintes temas: infecção em cirurgia, fatores intercorrentes na cicatrização de feridas, biodistribuição de radionuclídeos.

Isabel Karolyne Fernandes Costa

Possui graduação em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Especialização em Urgência e Emergência pelas Faculdades Integradas de Patos – FIP. Especialização em Processos Educacionais em Saúde pelo Instituto Sório-Libanês de Ensino e Pesquisa. Mestrado em Enfermagem

pela UFRN. Doutorado em Ciências da Saúde pela UFRN. Membro do Grupo de Pesquisa & Incubadora dos Procedimentos de Enfermagem do Departamento de Enfermagem da UFRN. Atualmente, é coordenadora do NEP, do SAMU 192/ RN.

Isabele Magaldi Almeida de Freitas

Possui graduação em Engenharia Biomédica e em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Especialização em Informática em Saúde pela UFRN. Mestranda em Engenharia de Produção pela UFRN. Pesquisadora no Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde, no Hospital Universitário Onofre Lopes – LAIS/HUOL. Tem interesse nas seguintes áreas: Telessaúde, Telemedicina, Imagens Médicas, Mapeamento de Processos, Relações Internacionais, Engenharia Clínica e Engenharia de Produção.

Isabelle Katherine Fernandes Costa

Graduação em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Mestrado e doutorado em Enfermagem pela UFRN. Pós-doutorado em Enfermagem pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Professora adjunta do Departamento de Enfermagem e professora no Programa de Pós-graduação em Enfermagem – P PgE/UFRN. Vice-líder do grupo de Pesquisa Incubadora de Procedimentos de Enfermagem. Desenvolve ações de ensino, pesquisa e extensão. É orientadora da graduação, do mestrado e doutorado. É revisora de periódicos. Atua na área de Enfermagem Clínica e Cirúrgica e atenção primária, com enfoque nos seguintes temas: dermatologia, tecnologias em saúde, segurança do paciente, estomias, saúde do adulto, úlceras vasculares, lesão por pressão e úlcera venosa.

Jane Francinete Dantas

Possui Graduação em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Especialização em Qualidade

e Segurança no Cuidado ao Paciente pelo Hospital Sírrio-Libanês. Certificação em Life Cycle Canvas (LCC). Pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS. Atualmente, é coordenadora do Núcleo de Educação Permanente em Saúde do Hospital Onofre Lopes – NEPS/HUOL.

Jessica Cristhyanne Peixoto Nascimento

Possui graduação em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Técnica em informática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Colaboradora do Núcleo de Estudos e Pesquisa em Urgência, Emergência e Terapia Intensiva – NEPET /CNPq.

João Marcos Teixeira Lacerda

Possui graduação em Tecnologia em Desenvolvimento de Software pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. É pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Atua na análise e implementação de hardware e software voltado para a Inovação Tecnológica em Saúde. Áreas de interesse: Sistemas Distribuídos, Arquitetura de Computadores, Sistemas Embarcados, Informática em Saúde, Protocolos de Comunicação entre Dispositivos, Eletrônica e Instrumentação Biomédica. Atualmente, é professor na área de Manutenção de Equipamentos de Informática, no IFRN, Campus Ceará Mirim.

José Arilton Pereira Filho

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Formação em Técnico em Informática pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação em Saúde – LAIS/HUOL/UFRN, nas áreas de Machine Learning e Sistemas

Web de Gestão em. Possui experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Informática, atuando principalmente no tema de Sistemas de Informação. Tem interesse nas seguintes áreas: Big Data, Inteligência Artificial, Machine Learning, Realidade Aumentada, Processamento Digital de Imagens, Desenvolvimento Web e de sistemas, Informática na Saúde, Ambientes Virtuais de Aprendizado (AVAs), Energias renováveis, Internet of Things, Smart Cities e Smart Grid.

Joseli Soares Brazorotto

Possui graduação em Fonoaudiologia pela Universidade de São Paulo – USP. Mestrado e doutorado em Educação Especial pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Professora Associada do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Professora permanente do Mestrado Profissional em Gestão e Inovação em Saúde – UFRN. Pesquisadora da Base Audição e Linguagem do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – LAIS/HUOL/UFRN. Pesquisadora envolvida com os seguintes temas: Audiologia Educacional e Reabilitação Auditiva, Implante Coclear, Tecnologia aplicada à Saúde e Educação, Políticas Públicas de Atenção à Saúde Auditiva e Formação de Recursos Humanos em Saúde e Educação.

Júlia Lorena Marques Gurgel

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Especialização em Gestão Pública pela Faculdade Internacional Signorelli. Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, trabalha como técnica administrativa na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN.

Karilany Dantas Coutinho (Org.)

Possui graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Professora Adjunta e Vice-Chefe do Departamento de Engenharia Biomédica da UFRN. Professora Efetiva do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação em Saúde da UFRN. Pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS/UFRN).

Luisa Barbalho Pereira da Silva

Possui graduação em Ciências e Tecnologia, com ênfase em Engenharia Biomédica, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Voluntária na Secretaria de Educação a Distância – SEDIS, vinculada ao Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/HUOL/UFRN.

Maíra Luciano Sidrim

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Boa Viagem – FBV. Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. É pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Possui experiência nas áreas de Mapeamento e Gestão de Processos, Gestão de Qualidade e Produção de Recursos Educacionais para Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Marcel da Câmara Ribeiro Dantas

Possui graduação em Engenharia de Computação e Automação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Especialização em Big Data pelo Instituto MetrÓpole Digital da UFRN e mestrando do em Bioinformática na UFRN. Pesquisador e co-fundador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde do Hospital Universitário Onofre Lopes – LAIS/ HUOL/UFRN. Pesquisador convidado do Núcleo Avançado de Inovação do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN. Atua na área de Informática em Saúde e Bioinformática, com foco em dispositivos médicos, redes hospitalares, sistemas de tempo real,

telemonitoramento de pacientes, telerradiologia, sistemas de recursos humanos em saúde, inteligência artificial e biologia de sistemas. É pesquisador em projetos fora do país, por meio de cooperação internacional com a Escola de Saúde Pública da Harvard University e com o City Spaces/Media Lab do Massachusetts Institute of Technology – MIT.

Mariana de Araújo Figueiredo

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/HUOL/UFRN

Matheus da Silva Oliveira

Graduando em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/HUOL/UFRN

Mauricio Rabello Silva

Possui graduação em Ciências da Computação pelo Centro Universitário do Triângulo – Unitri. Especialização em Redes de Computadores pela Escola Superior Aberta do Brasil – ESAB. Mestrando em Engenharia Elétrica e Computação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é professor do Instituto Federal da Paraíba – IFPB. Possui conhecimentos em redes, infraestrutura e segurança da informação. Tem experiência como Analista de Rede e administração integrada de Data Center com Virtualização, além de armazenamento em storage com replicação de dados, Blade IBM, Roteamento Dinâmico (BGP, OSFP), com monitoramento da infraestrutura, ambiente de contingência e recuperação de desastres. E ainda como Security Office participando no processo de planejamento, Implantação e Revisão das Normas e padrões ABNT NBR ISO/IEC 27000 em conformidade e auditada de acordo com a Lei Sarbanes-Oxley (SOx).

Natanael de Freitas Neto

Possui graduação em Engenharia Elétrica, com ênfase em Microeletrônica e Microcontroladores, pela Universidade Federal de Goiás – UFG. Especialização em Informática em Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é aluno especial do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da UFRN no mestrado profissional de Ciência Tecnologia e Inovação. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Tem experiência na área de Sistemas de Potência (13,8 - 230 kV) e em Redes Ópticas Aéreas de Telecomunicações

Nícolas Vinícius Rodrigues Veras

Possui graduação em Ciências e Tecnologia, ênfase em Tecnologia Biomédica, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação pela UFRN. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Participa de pesquisas com Machine Learning e Inteligência Artificial. Tem interesse nas seguintes áreas: Imagens Médicas, PACS, DICOM, Desenvolvimento Web, Telessaúde, Telemedicina, Aprendizado de Máquina, Aprendizado Profundo, Inteligência Artificial, Gestão de Projetos e Marketing.

Nicole Sharapin Alves

Graduanda em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN.

Paula Cristina Bastos Torres

Graduanda em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Pesquisadora do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/HUOL/UFRN.

Paulo Victor de Azevedo Guerra

Possui Graduação em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN, atuando nos seguintes temas: engenharia biomédica, bioengenharia, modelagem 3D e análise de imagens médicas.

Philippi Sedir Grilo de Moraes

Possui graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação pela UFRN. Doutorando em Engenharia Elétrica e Computação na UFRN, com ênfase em Processamento da Informação e Sistemas Distribuídos. Pesquisador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN, com destaque para os projetos Telessaúde, PMAQ e Observatório do Aedes Aegypti, atuando especificamente na área de: computação ubíqua e pervasiva, sistemas de informação distribuídos e dispositivos móveis.

Pierre Andrade Freire

Possui graduação em Sistemas para Internet pela Universidade do Vale do Itajaí – Univali. Trabalha na Secretaria de Educação a Distância (SEDIS) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de telecomunicações, com ênfase em desenvolvimento para plataforma asterisk e, atualmente, desenvolve sistemas para plataforma Mac e iOS.

Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim (Org.)

Possui graduação em Sistemas de Informação pela FARN. Mestrado em Engenharia Elétrica e doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Professor Associado do Departamento de Engenharia Biomédica e Professor Permanente do Programa

de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação – PPgEEC/UFRN. Atua também como professor permanente no Programa de Pós-graduação em Educação, Trabalho e Inovação em Medicina e como professor colaborador no Programa de Pós-graduação em Ensino da Saúde – MPES/UFRN. Atualmente, é Chefe do Setor de Gestão da Pesquisa e da Inovação Tecnológica do Hospital Universitário Onofre Lopes – HUOL, na Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSEH, Coordenador de Tecnologia da Informação e Comunicação na Secretaria de Educação a Distância – SEDIS/UFRN. Coordenador do Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde da UFRN/HUOL/EBSEH, Editor-chefe da Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde – R-BITS e Membro do Comitê de Ensino, Pesquisa e Extensão – CIEPE, da UFRN. Também é consultor do Departamento de Ciência e Tecnologia – DECIT, da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos – SCTIE, do Ministério da Saúde, e Membro do Grupo de Pesquisa Telemedicina, Tecnologias Educacionais e eHealth da Universidade de São Paulo – USP. Membro do Grupo de Pesquisa de Telemedicina, Tecnologias Educacionais e eHealth da USP.

Richard Allan Gadelha de Freitas Costa

Possui graduação em Enfermagem pelo Centro Universitário FACEX. Atualmente, é condutor socorrista no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU 192/ RN. Componente do Núcleo de Educação Permanente do SAMU/RN.

Roberto Douglas da Costa

Possui graduação em Sistemas de Informação pela Universidade Potiguar – UNP. Especialização em Novas Tecnologias na Educação pela Escola Superior Aberta do Brasil – ESAB. Mestrado em Sistemas Computacionais pelo Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação da UERN/UFERSA. Doutorando em Engenharia Elétrica e Computação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Atualmente, é professor efetivo

do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, lotado no Campus Ead. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Novas Tecnologias, atuando principalmente nos seguintes temas: educação a distância, informática e aprendizagem.

Rodrigo Assis Neves Dantas

Possui graduação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Mestrado em Enfermagem pela UFRN. Especialização em Urgência e Emergência pelas Faculdades Integradas de Patos – FIP e em Gestão de Emergências em Saúde Pública pelo IEP – Hospital Sírio Libanês/SP. Doutorado em Ciências da Saúde pela UFRN. Pós-doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal de Sergipe – UFS. Atualmente, é Professor Adjunto do Departamento de Enfermagem da UFRN, do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PGENF/UFRN) – mestrado e doutorado acadêmico; e do Programa de Pós-Graduação em Gestão da Qualidade em Serviços de Saúde – PPG QUALISAÚDE/UFRN – mestrado profissional, Universidad de Murcia (Espanha) e Instituto Nacional de Salud Pública (México). Desenvolve pesquisas na área de segurança do paciente, urgência e emergência (pré-hospitalar e hospitalar), acidentes e violências, desastres, incidentes com múltiplas vítimas e avaliação da qualidade de serviços e programas de saúde. Membro do Grupo de Pesquisa - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Urgência, Emergência e Terapia Intensiva (NEPET/CNPq) e da Força Nacional do SUS (FN-SUS).

Sheila Andreoli Balen

Possui graduação em Fonoaudiologia pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestrado em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP. Doutora em Psicologia (Neurociências e Comportamento) pela Universidade de São Paulo – USP. Docente do Departamento de Fonoaudiologia da UFRN. Pesquisadora do Laboratório

de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN. Vice-coordenadora do Programa Associado de Pós-graduação em Fonoaudiologia entre UFPB e UFRN.

Tayrine Herika Lopes

Possui Graduação em Medicina pela Universidade Potiguar – UNP.

Thales Barros de Castro

Possui graduação em Ciências e Tecnologia e Engenharia de Computação e Automação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Foi bolsista de iniciação científica dos laboratórios de Avaliação de Medição em Petróleo – LAMP e de Inovação Tecnológica em Saúde – LAIS/UFRN.



Este livro foi produzido pela
equipe editorial da Universidade
Federal do Rio Grande do Norte.

De posse destes conhecimentos, sob o eixo da inovação tecnológica em saúde, os capítulos do livro “O RN à luz da Inovação para o Mundo” introduzem desafios e soluções para o desenvolvimento da Inovação em Saúde no Estado do Rio Grande do Norte, tendo como temas transversais a mediação tecnológica e a inovação.



PARCERIAS INTERNACIONAIS



Member 2016

