



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO



**OS IMPACTOS DO SCORE UNIFICADO DE PRIORIZAÇÃO (EUP) NA
REGULAÇÃO DO ACESSO AOS LEITOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS)
BRASILEIRO: UM ESTUDO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19 NO ESTADO
DO RN NO BRASIL**

NÍCOLAS VINÍCIUS RODRIGUES VERAS

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN (área de concentração: Engenharia de Computação) como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica e Computação.

Natal, RN, outubro de 2024

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Veras, Nicolás Vinícius Rodrigues.

Os impactos do Escore Unificado de Priorização (EUP) na regulação do acesso aos leitos do Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro: um estudo durante a pandemia de covid-19 no Estado do RN no Brasil / Nicolás Vinícius Rodrigues Veras. - 2024. 109f.: il.

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação, Natal, 2024.

Orientação: Prof. Dr. Ricardo Aleksandro de Medeiros Valentim.

1. Regulação de Leitos - Tese. 2. RegulaRN - Tese. 3. Covid-19 - Tese. 4. Regulação do Acesso aos Serviços de Saúde - Tese. 5. Equidade - Tese. 6. EUP - Tese. I. Valentim, Ricardo Aleksandro de Medeiros. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 614

Agradecimentos

Ao nosso Pai Celestial, por toda a força que me deu ao longo de todos os dias da minha vida.

Aos meus pais, Joana Veras e Ubirajara Veras, que me apoiaram desde o primeiro dia da graduação e sempre me incentivaram a seguir em frente.

À minha namorada e companheira, Laiane Costa, por ter me apoiado durante todo o processo de doutoramento, transmitindo-me força nos momentos mais desafiadores.

Ao meu orientador e amigo, Professor Dr. Ricardo Valentim, a quem devo grande parte das minhas conquistas profissionais, meus sinceros agradecimentos por exercer tão bem sua missão e, além disso, por sempre se preocupar em impulsionar outras pessoas.

À minha amiga, que o RegulaRN me trouxe, Professora Dra. Lyane Ramalho, que me incentivou a ingressar no doutorado e me orientou como profissional na defesa do SUS, tendo um papel fundamental neste trabalho.

Aos meus amigos Agnaldo Souza e Nadja Mayrink, que sempre apoiaram e incentivaram minhas trajetórias profissional e acadêmica, e que, com seus exemplos, sempre me ensinaram muito.

Aos meus amigos Tiago Barreto, Jéssica Barreto, Douglas Lemos e Victória Christina, que tornam os dias mais leves e oferecem apoio em vários momentos.

Às minhas amigas Valéria Bezerra e Filomena Queiroz, cuja contribuição foi fundamental para o meu aprendizado em Saúde Pública e para o desenvolvimento deste trabalho. Em nome delas, estendo meu sincero agradecimento a toda a equipe da Coordenadoria Estadual de Regulação da SESAP/RN.

Aos meu amigo Caldeira Silva, que foi fundamental para o desenvolvimento desta tese.

Ao meu amigo e Professor, Dr. Custódio Guerra, que sempre me incentivou, acreditou no meu potencial e torceu pelo meu sucesso profissional.

Aos amigos que fazem ou fizeram parte do Núcleo de Incorporação Tecnológica em Saúde do LAIS, por me permitirem servir diariamente ao lado de cada um. Aprendo algo novo com vocês todos os dias.

A todos que fazem ou fizeram parte do LAIS e que, em algum momento, estiveram presentes no meu cotidiano, meu sincero obrigado!

Resumo

A Organização Mundial da Saúde (OMS), declarou em 30 de janeiro de 2020, o nível mais alto de alerta global de saúde previsto no Regulamento Sanitário Internacional (RSI), o chamado estado de Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), em decorrência da epidemia da COVID-19. A pandemia de COVID-19 pode ser retratada como uma das maiores contaminações da humanidade. A detecção e disseminação de um patógeno respiratório emergente foram acompanhadas por incertezas sobre as principais características epidemiológicas, clínicas e virológicas desse novo patógeno, em especial sua capacidade de disseminação na população humana e sua virulência (gravidade do caso). No Rio Grande do Norte (RN), estado brasileiro, o RegulaRN foi a plataforma de regulação utilizada para gerir, com equidade, o acesso dos pacientes com COVID-19 aos hospitais públicos. Desse modo, este estudo apresenta resultados obtidos ao incorporar o Protocolo Unificado de Priorização (EUP) como critério objetivo para a regulação de leitos em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) no Sistema Único de Saúde (SUS) do RN. O processo metodológico consistiu em realizar um recorte de dias antes e depois da utilização do EUP como mecanismo de priorização, após isso, realizou-se avaliação da correlação do score com relação ao tempo de internação e o desfecho da regulação. A pesquisa revelou que a utilização do EUP como parâmetro na priorização de pacientes resultou em uma significativa redução do tempo de internação nas UTIs. Esse resultado é crucial, pois aumenta a rotatividade dos leitos, permitindo uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis. Além disso, a análise mostrou que a adoção do EUP contribuiu para uma classificação mais precisa dos pacientes com base na gravidade de sua condição clínica. Isso facilitou uma alocação de leitos mais justa e baseada em dados objetivos, reduzindo a influência de interpretações subjetivas por

parte dos profissionais de saúde. Assim sendo, pode-se concluir que a implementação do EUP no protocolo de regulação da Plataforma Regula RN pode levar a uma maior eficiência nos processos de gestão de leitos, promovendo uma melhor resposta às necessidades de saúde da população. A pesquisa sugere que, ao adotar critérios objetivos como o EUP, o sistema de saúde pode melhorar significativamente a qualidade e a equidade no atendimento, otimizando o uso dos recursos disponíveis.

Palavras chaves: Regulação de leitos, RegulaRN, Saúde digital, COVID-19.

Abstract

The World Health Organization (WHO) declared on January 30, 2020, the highest level of global health alert provided for in the International Health Regulations (IHR), the so-called Public Health Emergency of International Concern (PHEIC), due to the COVID-19 epidemic. The COVID-19 pandemic can be portrayed as one of the greatest outbreaks in human history. The detection and spread of an emerging respiratory pathogen were accompanied by uncertainties regarding the main epidemiological, clinical, and virological characteristics of this new pathogen, particularly its ability to spread within the human population and its virulence (severity of the case). In Rio Grande do Norte (RN), a Brazilian state, RegulaRN was the regulation platform used to manage, with equity, the access of COVID-19 patients to public hospitals. Thus, this study presents results obtained by incorporating the Unified Prioritization Protocol (EUP) as an objective criterion for the regulation of Intensive Care Unit (ICU) beds in the RN's Unified Health System (SUS). The methodological process involved a selection of days before and after the use of the EUP as a prioritization mechanism, followed by an evaluation of the correlation between the score, length of stay, and the regulation outcome. The research revealed that using the EUP as a parameter for patient prioritization resulted in a significant reduction in ICU length of stay. This result is crucial as it increases bed turnover, enabling a more efficient use of available resources. Moreover, the analysis showed that the adoption of the EUP contributed to a more accurate classification of patients based on the severity of their clinical condition. This facilitated a fairer and more data-driven allocation of beds, reducing the influence of subjective interpretations by healthcare professionals. Therefore, it can be concluded that the implementation of the EUP in the regulation protocol of the RegulaRN Platform can lead to

greater efficiency in bed management processes, promoting a better response to the population's healthcare needs. The research suggests that by adopting objective criteria such as the EUP, the healthcare system can significantly improve the quality and equity of care, optimizing the use of available resources.

Keywords: Bed regulation, RegulaRN, Digital health, COVID-19.

Sumário

| | |
|---|----|
| <i>Capítulo 1</i> | 17 |
| Introdução | 17 |
| 1.1 - Contextualização | 17 |
| 1.2 - Objetivos | 20 |
| 1.2.1 - Objetivo principal | 20 |
| 1.2.2 - Objetivos específicos | 21 |
| 1.3 - Justificativa | 21 |
| 1.4 - Estrutura de apresentação do trabalho | 26 |
| <i>Capítulo 2</i> | 28 |
| Mapeamento Sistemático da Literatura | 28 |
| 2.1 - Protocolo do mapeamento sistemático | 29 |
| 2.1.1 Questões de pesquisa | 29 |
| 2.1.2 Processo de pesquisa | 30 |
| 2.1.3 Resultados do mapeamento sistemático | 33 |
| <i>Capítulo 3</i> | 35 |
| Saúde Digital | 35 |
| <i>Capítulo 4</i> | 39 |
| Regulação do Acesso aos Leitos no Sistema Único de Saúde | 39 |
| <i>Capítulo 5</i> | 44 |
| RegulaRN: Um Avanço na Regulação do Acesso aos Serviços de Saúde no Rio Grande do Norte | 44 |
| <i>Capítulo 6</i> | 48 |
| Escore Unificado de Priorização (EUP) | 48 |
| <i>Capítulo 7</i> | 53 |
| Incorporação de Tecnologias no SUS: Desenvolvimento Centrado nas Experiências dos Usuários | 53 |
| <i>Capítulo 8</i> | 57 |
| Materiais e Métodos | 57 |
| 8.1 - Caracterização e preparação dos dados | 58 |
| 8.1.1 - Extração, análise e pré processamento dos dados | 58 |
| 8.1.2 - Abordagens adotadas para análise de dados | 62 |
| 8.2 - Propensity Score Matching (PSM) e justificativa de uso na pesquisa | 64 |
| 8.3 - Análise de Regressão Linear Segmentada (Piecewise Regression) e justificativa de uso na pesquisa | 67 |
| 8.4 - Análise da Evolução Temporal do Percentual de Óbitos | 68 |
| <i>Capítulo 9</i> | 71 |
| Resultados | 71 |
| 9.1 - Resultados estatísticos | 71 |
| 9.2 - Análise das métricas | 74 |

| | |
|--|------------|
| 9.2.1 - Análise do percentual de óbito ao longo do tempo | 74 |
| 9.2.2 - Análise dos dados pelas diferentes janelas antes e depois do EUP | 75 |
| Capítulo 10 | 88 |
| Discussão | 88 |
| Capítulo 11 | 93 |
| Conclusões | 93 |
| 11.1 - Impactos Sociais | 95 |
| Referências Bibliográficas | 97 |
| Anexo A - Depoimento da Governadora do RN sobre o RegulaRN | 108 |
| Anexo B - Documentário Movidos à Vida | 109 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Quantitativo de publicações na base de dados SCOPUS entre 1981 e 2024 | 22 |
| Figura 2 - Distribuição de publicações por área do conhecimento. | 23 |
| Figura 3 - Distribuição de publicações por países. | 24 |
| Figura 4 - Distribuição de publicações pelo tipo. | 25 |
| Figura 5 - Ilustração temática da apresentação dos capítulos desta pesquisa | 27 |
| Figura 6 - Distribuição da Idade dos Pacientes | 72 |
| Figura 7 - Distribuição do Tempo de Internação | 73 |
| Figura 8 - Percentual de Óbito ao Longo do Tempo | 75 |
| Figura 9 - Redução Progressiva da Proporção de Óbitos ao Longo do Tempo. | 76 |
| Figura 10 - Comparação de desfecho por idade e período de análise. | 78 |
| Figura 11 - Proporção de pacientes por faixa etária para cada período de análise. | 79 |
| Figura 12 - Proporção do número de casos entre os jovens para cada período. | 80 |
| Figura 13 - Proporção do número de casos entre os adultos para cada período. | 82 |
| Figura 14 - Proporção do número de casos entre os idosos para cada período. | 83 |
| Figura 15 - Total de pacientes por tempo de espera na fila para cada período. | 84 |
| Figura 16 - Análise de Regressão Linear Segmentada: Óbitos Acumulados. | 86 |

Lista de Quadros e Tabelas

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Questões de pesquisa da MSL | 30 |
| Quadro 2 – Strings de busca para a MSL | 30 |
| Quadro 3 – Bases utilizadas e quantidade de artigos retornados | 30 |
| Quadro 4 - Critérios de inclusão desenvolvidos | 31 |
| Quadro 5 – Bases e artigos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão | 31 |
| Quadro 6 – Critérios de exclusão | 31 |
| Quadro 7 - Apresentação de informações dos trabalhos correlatos | 34 |
| Tabela 1 - SOFA Simplificado | 49 |
| Tabela 2 - Índice de Comorbidade de Charlson (ICC) | 50 |
| Tabela 3 - Clinical Frailty Scale (CFS) | 51 |
| Tabela 4 - Escore Unificado para Priorização (EUP-UTI) | 52 |
| Tabela 5 - Caracterização dos dados utilizados. | 61 |
| Tabela 6 - Subgrupos antes e depois do EUP | 63 |
| Tabela 7 - Caracterização das solicitações após a definição das janelas | 85 |

Lista de Siglas e Abreviaturas

| | |
|----------|--|
| ABRAMED | Associação Brasileira de Medicina Diagnóstica |
| AIVD | Atividades Instrumentais de Vida Diária |
| AMIB | Associação de Medicina Intensiva Brasileira |
| CEP | Comitê de Ética em Pesquisa |
| CFS | <i>Clinical Frailty Scale</i> |
| CNES | Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde |
| CONEP | Comissão Nacional de Ética em Pesquisa |
| CREMEPE | Conselho Regional de Medicina de Pernambuco |
| CREMERN | Conselho Regional de Medicina do Estado do Rio Grande do Norte |
| EUP | Escore Unificado de Priorização |
| ICC | Índice de Comorbidade de Charlson |
| KPS | <i>Karnofsky Performance Status</i> |
| LAIS | Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde |
| LGPD | Lei Geral de Proteção de Dados |
| MSL | Mapeamento Sistemático da Literatura |
| PAM | Pressão Arterial Média |
| PEP+RN | Prontuário Eletrônico de Pacientes do Rio Grande do Norte |
| PSM | <i>Propensity Score Matching</i> |
| RN | Rio Grande do Norte |
| RNDS | Rede Nacional de Dados em Saúde |
| RSI | Regulamento Sanitário Internacional |
| SES/PE | Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco |
| SESAP/RN | Secretaria da Saúde Pública do Rio Grande do Norte |

| | |
|--------|--|
| SOFA | <i>Sequential Organ Failure Assessment</i> |
| SUS | Sistema Único de Saúde |
| TIC | Tecnologia de Informação e Comunicação |
| TOPSIS | <i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i> |
| UFRN | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| UTI | Unidade de Terapia Intensiva |
| WHO | <i>World Health Organization</i> |

Percurso Acadêmico

Publicações em periódicos relacionadas à tese

- 1. Título:** *Artificial intelligence applied to analyzes during the pandemic: COVID-19 beds occupancy in the state of Rio Grande do Norte, Brazil.*

Periódico: *Frontiers in Artificial Intelligence.*

Disponível em: <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1290022>

Status: Publicado.

Fator de impacto: 3,0

Citescore: 6,21
- 2. Título:** *Effectiveness of COVID-19 Vaccination on Reduction of Hospitalizations and Deaths in Elderly Patients in Rio Grande do Norte, Brazil.*

Periódico: *International Journal of Environmental Research and Public Health - MDPI.*

Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph192113902>

Status: Publicado.

Fator de impacto: 4,61

Citescore: 7,3
- 3. Título:** *Artificial Intelligence Applied to Bed Regulation in Rio Grande do Norte: Data Analysis and Application of Machine Learning on the “RegulaRN Leitos Gerais” Platform.*

Periódico: *PLOS ONE.*

Status: Submetido.

Fator de impacto: 2,9

Citescore: 6,2
- 4. Título:** *Blockchain in Health Information Systems: A Systematic Review*

Periódico: *International Journal of Environmental Research and Public Health - MDPI.*

Status: Submetido.

Fator de impacto: 4,61

Citescore: 7,3

Registros de software relacionados à tese

- 1. Registro de Software:** RegulaRN
Processo N°: BR512020002366-5.
Status: Expedido em 2020
- 2. Registro de Software:** Coronavírus RN
Processo N°: BR512020002651-6.
Status: Expedido em 2020
- 3. Registro de Software:** RN+Vacina.
Processo N°: BR512021001478-2.
Status: Expedido em 2021
- 4. Registro de Software:** Vacina e Confia ES.
Processo N°: BR512023002069-9.
Status: Expedido em 2023.
- 5. Registro de Software:** SARES - Solução Digital Aplicada à Regulação do Espírito Santo.
Processo N°: BR512024001694-5.
Status: Expedido em 2024.

Publicações em periódicos não relacionados diretamente ao doutoramento

- 1. Título:** *The influence of antenna gain and beamwidth used in OSSEUS in the screening process for osteoporosis*
Periódico: *Scientific Reports - Nature*
Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98204-4>
Status: Publicado.

Fator de impacto: 4,6

Citescore: 8,0

2. **Título:** *Massive Education in Prison Health in Brazil: a look beyond the walls.*
Periódico: *International Journal of Environmental Research and Public Health - MDPI.*
Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph21101350>
Status: Publicado.
Fator de impacto: 4,61
Citescore: 7,3

3. **Título:** *Situational analysis of syphilis cases taking place between 2015 and 2021 in the state of Rio Grande do Norte - Brazil.*
Periódico: *Brazilian Journal of Sexually Transmitted Diseases*
Disponível em: <https://doi.org/10.5327/DST-2177-8264-2023351221>
Status: Publicado.

4. **Título:** *Technology and innovation in the COVID-19 pandemic: a bibliometric analysis.*
Periódico: *Research, Society and Development*
Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36647>
Status: Publicado.

Publicação em capítulo de livro não relacionada diretamente ao doutoramento

1. Capítulo: Projeto OSSEUS e o Prontuário Eletrônico do paciente.

Livro: Prontuário Eletrônico de Pacientes na Atenção Primária: uma abordagem à luz da saúde global.

Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32056>

ISBN: 978-65-5569-123-8.

Status: Publicado.

Registros de *software* não relacionados diretamente ao doutoramento

1. **Registro de Software:** SOS Sífilis.
Processo N°: BR512020001056-3.
Status: Expedido em 2020.
2. **Registro de Software:** ZEUS.
Processo N°: BR512020002136-0.
Status: Expedido em 2020.
3. **Registro de Software:** DICOM Explorer.
Processo N°: BR512020002141-7.
Status: Expedido em 2020.
4. **Registro de Software:** DICOM Populate.
Processo N°: BR512020002157-3.
Status: Expedido em 2020.
5. **Registro de Software:** Hermes.
Processo N°: BR512023000803-6.
Status: Expedido em 2020.
6. **Registro de Software:** Salus 2.0.
Processo N°: BR512022002956-1.
Status: Expedido em 2022.

Patentes não relacionadas diretamente ao doutoramento

1. **Patente:** Dispositivo ortodôntico para controle eletrônico de um sistema a plasma para remoção de cárie dentária.
Processo N°: BR1020210256397.
Status: Publicada.
2. **Patente:** Ventilador pulmonar para dois pacientes independentes, sem risco de contaminação cruzada.
Processo N°: BR1020220263256.
Status: Publicada.

Capítulo 1

Introdução

1.1 - Contextualização

A saúde digital representa uma revolução no campo da medicina e da gestão da saúde, integrando tecnologias de informação e comunicação ao cuidado com a saúde. Este conceito abrange uma vasta gama de ferramentas, incluindo telemedicina, prontuários eletrônicos, aplicativos móveis de saúde, inteligência artificial e sistemas de monitoramento remoto (Ronquillo, 2017; Mathews et al., 2019; Fatehi; Samadbeik; Kazemi, 2020). A implementação dessas tecnologias tem o potencial de melhorar significativamente a eficiência dos serviços de saúde, proporcionando diagnósticos mais rápidos e precisos, além de facilitar o acesso aos cuidados médicos, especialmente em regiões remotas.

A saúde digital também promove a personalização do tratamento, permitindo que pacientes e profissionais de saúde monitorem condições de saúde em tempo real e ajustem intervenções conforme necessário. Além disso, a análise de grandes volumes de dados clínicos, conhecida como *big data*, pode identificar tendências e padrões que auxiliam na prevenção de doenças e na formulação de políticas públicas mais eficazes. No entanto, a adoção da saúde digital enfrenta desafios como a garantia da privacidade dos dados dos pacientes, a necessidade de infraestrutura tecnológica adequada e a capacitação dos profissionais de saúde para o uso dessas novas ferramentas. Portanto, a investigação e desenvolvimento contínuos nessa área são essenciais para maximizar os benefícios e mitigar os desafios, contribuindo para um sistema de saúde mais eficaz e acessível.

A pandemia de COVID-19, causada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2, emergiu no final de 2019 e rapidamente se transformou em uma crise global de saúde pública. Com seu rápido espalhamento, os sistemas de saúde em todo o mundo enfrentaram desafios sem precedentes, exigindo respostas rápidas e eficazes para gerenciar a alta demanda por serviços de saúde. No Brasil, país com dimensões continentais e profundas desigualdades regionais, a pandemia agravou problemas preexistentes, destacando a necessidade urgente de mecanismos eficientes de regulação e gestão de recursos de saúde (Castro et al., 2021).

O Estado do Rio Grande do Norte (RN) não foi exceção nesse cenário. Com uma infraestrutura hospitalar que já operava próxima ao limite de sua capacidade, a pandemia evidenciou a vulnerabilidade do sistema de saúde local (Valentim et al., 2021). Em resposta a esses desafios, foi desenvolvido e implantado o RegulaRN, um sistema criado para otimizar a regulação do acesso aos leitos do Sistema Único de Saúde (SUS).

O RegulaRN desempenhou um papel crucial na gestão da crise de saúde pública no Estado do Rio Grande do Norte. Desenvolvido como uma plataforma de regulação de leitos hospitalares, o sistema integra informações de todas as unidades de saúde, permitindo uma visão abrangente e atualizada da disponibilidade de leitos (Valentim et al., 2021). Essa integração facilita a tomada de decisões rápidas e informadas sobre a alocação de pacientes, priorizando aqueles com maior necessidade de atendimento (BRASIL, 2020).

A importância do RegulaRN se destacou durante a pandemia de COVID-19, quando a demanda por leitos de UTI e enfermagem aumentou drasticamente. A plataforma ajudou a evitar a sobrecarga de unidades de saúde ao redistribuir pacientes de forma mais equitativa entre os hospitais. Além disso, a utilização do RegulaRN permitiu que os recursos limitados fossem direcionados de maneira justa e eficiente, contribuindo para a melhoria da resposta do sistema de saúde à crise (Valentim et al., 2021; Kokol et al., 2022).

Durante a pandemia de COVID-19, com o objetivo de realizar a regulação de forma mais efetiva aos leitos COVID-19 na rede assistencial SUS do RN, o Conselho Regional de Medicina do Estado do Rio Grande do Norte (CREMERN), adotou o Escore Unificado para Priorização em Unidades de Terapia Intensiva (EUP-UTI) (Barreto et al., 2023). Este escore (EUP-UTI) é uma ferramenta que foi desenvolvida a partir da combinação do *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA) simplificado, Índice de Comorbidades de Charlson (ICC), *Clinical Frailty Scale* (CFS) e *Performance Status de Karnofsky* (KPS), pelo Conselho Regional de Medicina de Pernambuco (CREMEPE, 2022). O escore é calculado a partir da somatória da pontuação de cada indicador em uma escala de 2 à 8.

O EUP visa priorizar o atendimento de pacientes com base em critérios clínicos e de gravidade, buscando garantir que os recursos limitados sejam direcionados de maneira justa e eficiente (BRASIL, 2020; Barreto et al., 2023). A implementação do EUP no contexto da pandemia de COVID-19 buscou atender à alta demanda por leitos hospitalares de forma equitativa e eficiente, um desafio significativo para a gestão pública de saúde.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como tema "Os Impactos do Escore Unificado de Priorização (EUP) na Regulação do Acesso aos Leitos do Sistema Único de Saúde (SUS) Brasileiro: um estudo durante a Pandemia de COVID-19 no Estado do RN no Brasil". A pesquisa busca explorar como o EUP influenciou a gestão dos leitos hospitalares durante a pandemia e quais foram os resultados observados em termos de equidade e eficiência no atendimento aos pacientes.

O problema de pesquisa que norteia este estudo pode ser formulado da seguinte maneira: "Quais foram os impactos da incorporação do Escore Unificado de Priorização (EUP) na regulação do acesso aos leitos de UTI do SUS no Estado do Rio Grande do Norte durante a pandemia de COVID-19?" Para responder a essa questão, analisou-se dados sobre a utilização dos leitos, tempos de espera, taxa de mortalidade e outros indicadores relevantes.

A análise desses dados busca compreender os benefícios e limitações desse sistema de priorização em um momento de crise extrema. A pesquisa se concentra em avaliar se a utilização do EUP conseguiu melhorar a distribuição de recursos de saúde de maneira justa e eficiente durante um período de grande demanda.

Este estudo se justifica pela importância de avaliar mecanismos que possam melhorar a gestão de recursos de saúde, especialmente em situações de alta demanda, como uma pandemia. Os resultados obtidos poderão contribuir para o aprimoramento de políticas públicas e práticas de gestão no SUS, não apenas em contextos de emergência, mas também promovendo equidade na rotina diária de atendimento à população (Portugal et al., 2020).

Além disso, a avaliação do EUP no contexto da pandemia oferece uma oportunidade única para compreender como sistemas de priorização podem ser ajustados e melhorados para responder a crises futuras. O aprendizado obtido com essa análise pode ser aplicado a outras regiões e contextos, beneficiando a gestão de saúde pública em âmbito mais amplo.

Finalmente, ao analisar o impacto do EUP na regulação do acesso aos leitos no Estado do Rio Grande do Norte durante a pandemia de COVID-19, este estudo busca fornecer *insights* valiosos sobre a eficácia de estratégias de priorização em tempos de crise e contribuir para o desenvolvimento de um sistema de saúde mais resiliente e preparado para enfrentar desafios atuais e futuros.

1.2 - Objetivos

1.2.1 - Objetivo principal

Analisar a efetividade da aplicação do Escore Unificado para Priorização em Unidades de Terapia Intensiva (EUP-UTI) como instrumento de regulação de leitos de UTI, auxiliando o processo de tomada de decisão de profissionais de saúde reguladores.

durante a pandemia de COVID-19 no Estado do Rio Grande do Norte/Brasil, auxiliando o processo de tomada de decisão de profissionais de saúde reguladores.

1.2.2 - Objetivos específicos

1. Extrair, analisar e classificar os dados de solicitação de regulação de leitos da plataforma RegulaRN COVID-19.
2. Verificar a efetividade da incorporação do Escore Unificado de Priorização (EUP) no RegulaRN a partir de uma análise estatística baseada em métodos computacionais.
3. Analisar como os resultados obtidos podem favorecer a tomada de decisão no processo de trabalho de médicos reguladores.

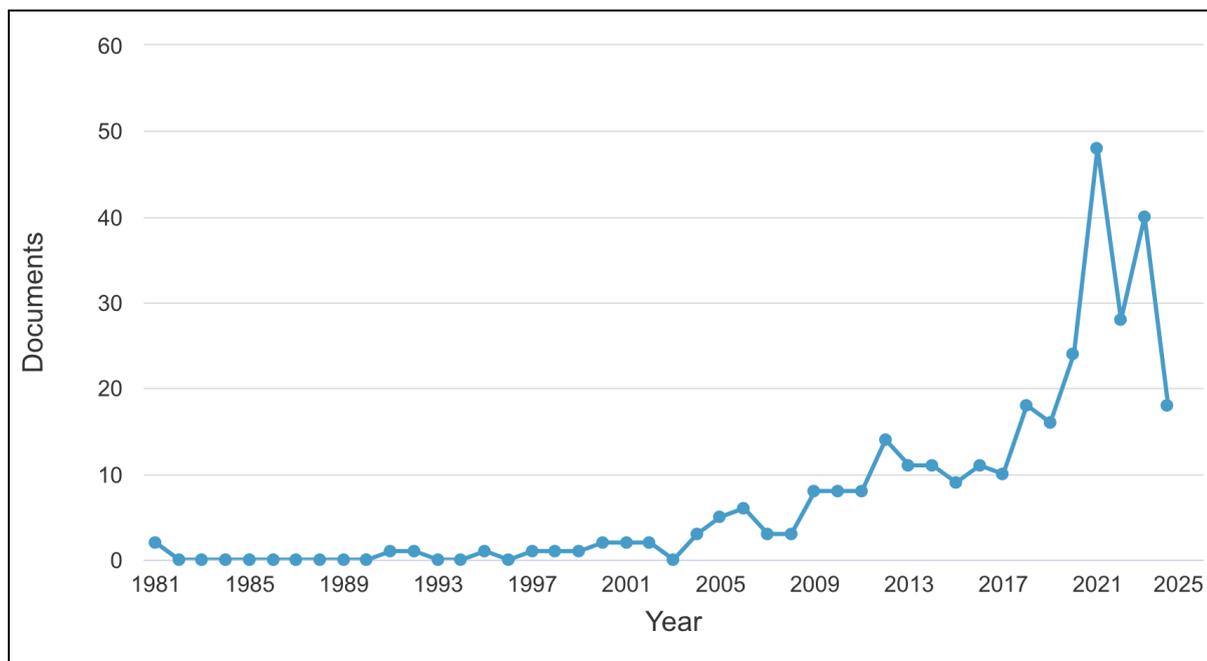
1.3 - Justificativa

Para abrir a discussão a respeito da justificativa desta pesquisa, foi realizado um levantamento dos principais trabalhos que estão sendo discutidos na área. Essa investigação foi obtida a partir da base de dados SCOPUS, base de dados da ELSEVIER, tendo em vista que essa base oferece um detalhamento das publicações mais qualificadas em todo o mundo. Nesse contexto, é possível realizar o levantamento de tendências acerca de maior ou menor contribuição de trabalhos nesse tema. Sendo assim, foi feita uma avaliação utilizando os descritores: *prioritization AND (bed OR "bed regulation" OR "bed occupancy")*.

Na consulta realizada em outubro de 2024, foram identificados aproximadamente 316 trabalhos acadêmicos que continham os descritores buscados. A Figura 1 ilustra a quantidade de publicações acadêmicas indexadas na base de dados SCOPUS ao longo do tempo. Observa-se uma tendência de crescimento nas pesquisas nessa área nos últimos 43 anos, com

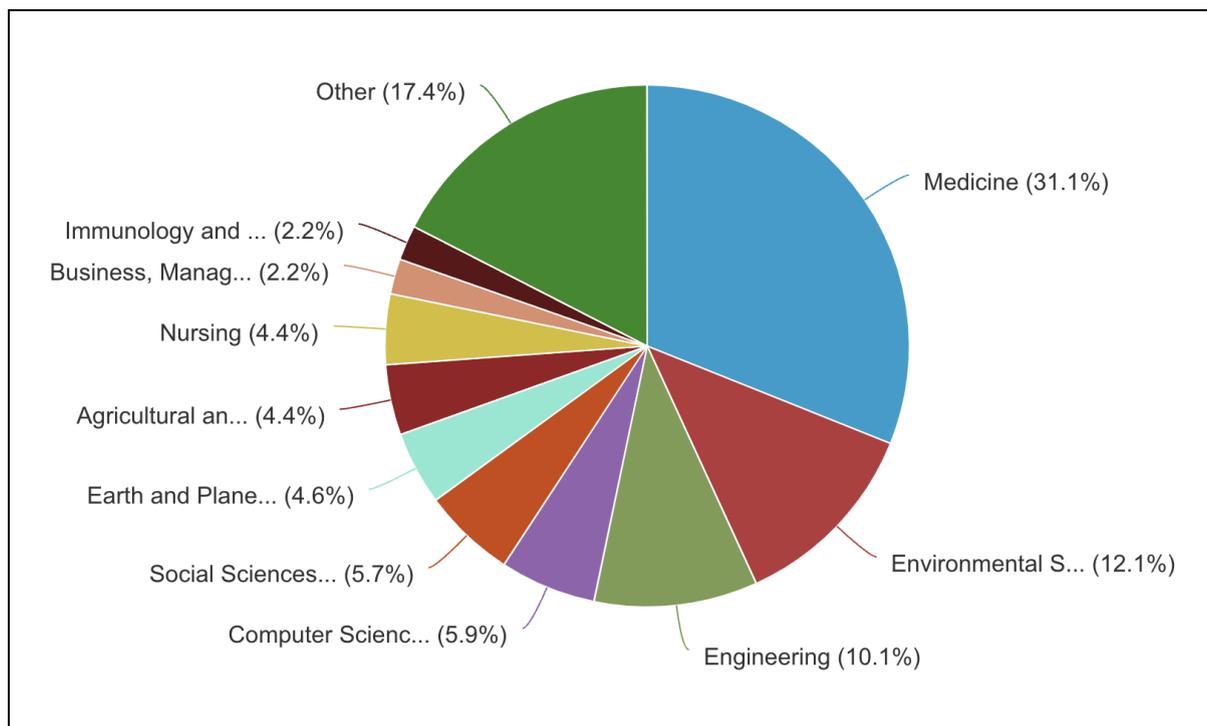
um aumento expressivo a partir de 2018. O ano de 2021 foi o que apresentou o maior número de publicações, com cerca de 48 trabalhos. Nos anos seguintes, o número de publicações manteve-se elevado, com uma tendência de crescimento contínuo e progressivo.

Figura 1 - Quantitativo de publicações na base de dados SCOPUS entre 1981 e 2024



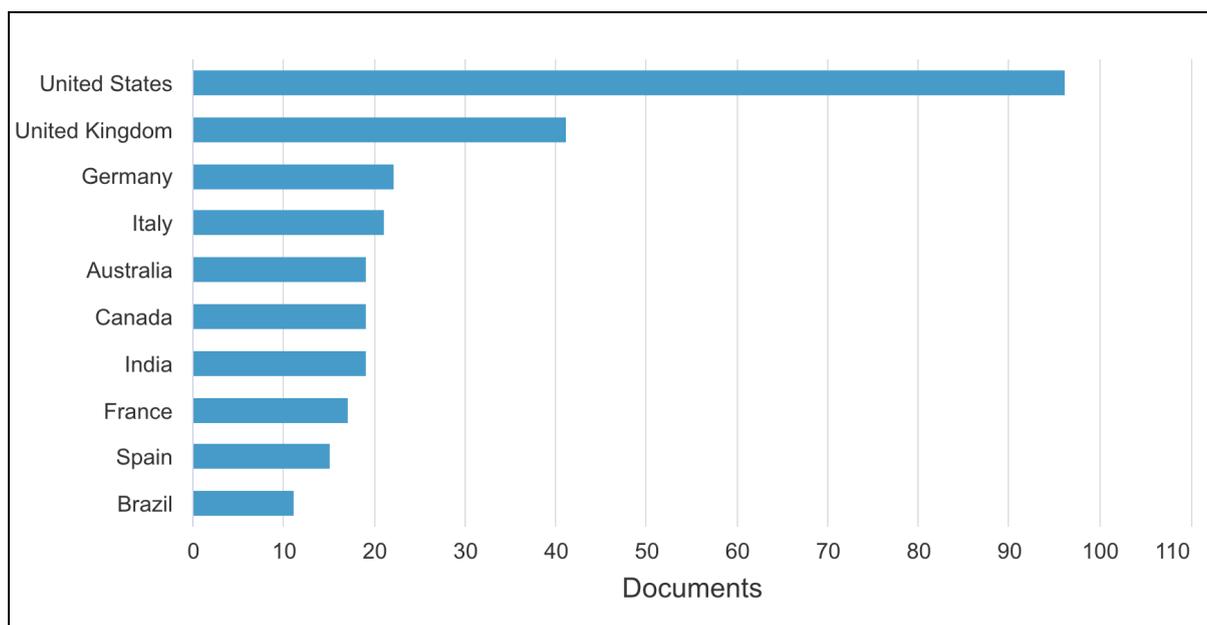
Fonte: Scopus (2024)

Ao examinar com mais atenção as principais áreas de interesse abordadas na pesquisa (Figura 2), constatou-se que mais de 31% dos trabalhos publicados estão focados no campo da medicina. Isso é compreensível, considerando o grande impacto do tema sobre o setor de saúde. Já a área de engenharia abrange cerca de 10% dos estudos analisados, enquanto a ciência da computação corresponde a aproximadamente 5,9%. Esses números sugerem que existe um potencial ainda inexplorado para a ampliação de pesquisas nas áreas de computação, engenharia e análise de dados, que podem ser melhor desenvolvidas para acompanhar o ritmo de crescimento observado em outras áreas.

Figura 2 - Distribuição de publicações por área do conhecimento.

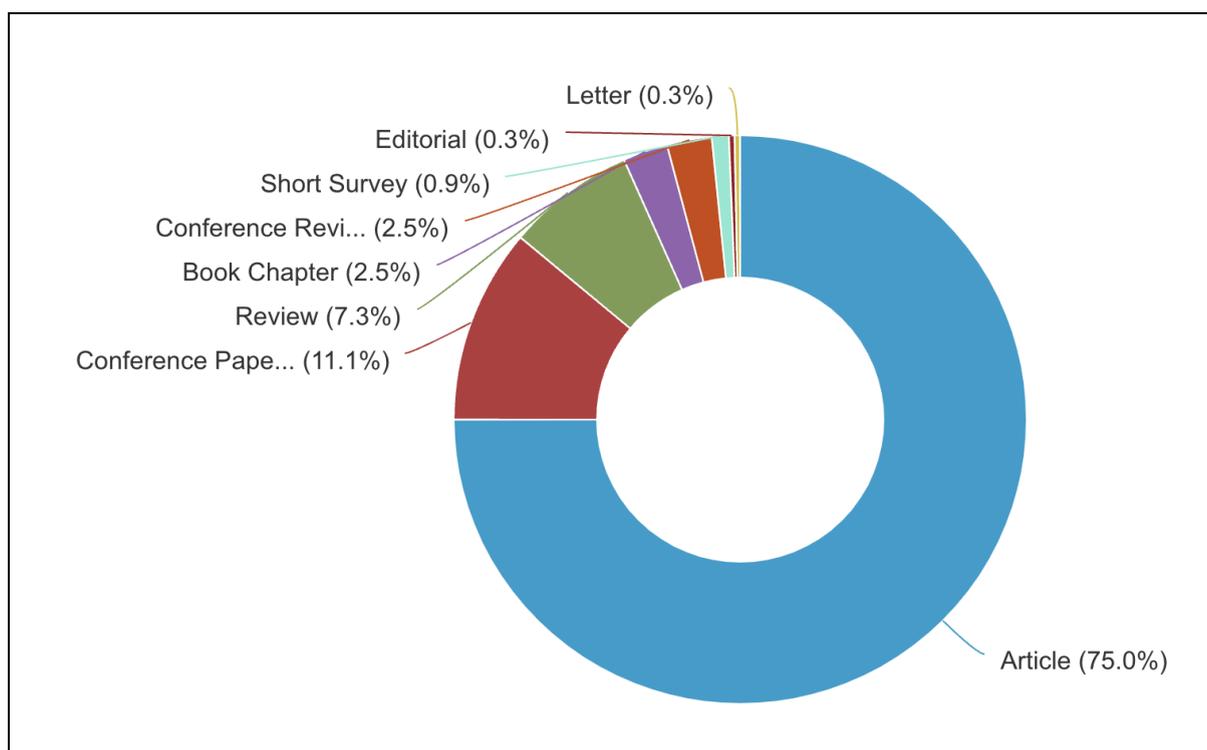
Fonte: Scopus (2024)

Em relação aos países com maior volume de publicações sobre o tema (Figura 3), os Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha e Itália ocupam as primeiras posições no ranking global de produção científica. O Brasil, por sua vez, aparece em décimo lugar. Esse dado evidencia que a produção acadêmica nacional ainda não atinge um nível numericamente expressivo, o que reforça a existência de um significativo potencial de crescimento para publicações no país. Isso revela a necessidade de investimentos adicionais em pesquisa e desenvolvimento para impulsionar a contribuição científica brasileira nessa área.

Figura 3 - Distribuição de publicações por países.

Fonte: Scopus (2024)

No que se refere ao impacto das publicações, observa-se uma predominância expressiva de artigos científicos sobre a temática abordada, representando aproximadamente 75% do total de documentos analisados (Figura 4). Adicionalmente, 11,1% correspondem a artigos apresentados em congressos e 7,3% são artigos de revisão. Esses dados evidenciam não apenas a relevância do tema no cenário acadêmico, mas também a originalidade das produções científicas, uma vez que a maior parte do conteúdo publicado é resultado de novas pesquisas, ao invés de revisões ou sínteses de trabalhos anteriores. Tal distribuição aponta para uma área de estudo em contínua expansão, com elevado interesse investigativo, o que reforça a necessidade de fomentar ainda mais a produção de conhecimento nessa área. Isso se alinha à crescente demanda por inovação e desenvolvimento científico em contextos globais, reafirmando a importância de explorar novas perspectivas e metodologias dentro do campo.

Figura 4 - Distribuição de publicações pelo tipo.

Fonte: Scopus (2024)

A análise sistemática conduzida permitiu confirmar a relevância da temática central deste estudo, conforme evidenciado pelos dados acadêmicos disponíveis. Embora o número de publicações específicas sobre o tema ainda seja relativamente modesto, há sinais de crescente interesse no meio acadêmico, com expectativas de um aumento significativo no volume de publicações nos próximos anos. A exploração do uso de tecnologias para priorização e regulação de pacientes em relação à ocupação de leitos hospitalares, um campo ainda pouco investigado, representa uma oportunidade singular para o desenvolvimento de novos estudos científicos. Esse ineditismo pode contribuir para a criação de novas abordagens e paradigmas acadêmicos. No capítulo seguinte, será apresentada uma análise mais detalhada dos trabalhos identificados, com base em um mapeamento sistemático nas principais bases de dados acadêmicos.

Em termos de impacto no mercado de saúde, a pesquisa oferece uma contribuição significativa. Ao aprimorar a regulação de leitos, tornando o processo mais eficiente, eficaz e efetivo, o sistema público de saúde poderá evoluir tanto institucional quanto tecnologicamente, resultando em um atendimento de saúde mais qualificado. Com isso, o setor privado de saúde enfrentará o desafio de adaptar-se para manter sua competitividade, uma vez que o setor público, principal concorrente, poderá oferecer uma assistência de maior qualidade. Além disso, a sociedade se posiciona como uma das principais beneficiárias deste avanço, considerando que a proposta deste estudo sugere uma evolução nos processos de regulação de leitos, integrando ferramentas tecnológicas inovadoras que apoiam a tomada de decisões clínicas, resultando em um cuidado mais ágil e preciso para os pacientes.

1.4 - Estrutura de apresentação do trabalho

A estrutura de apresentação deste trabalho acadêmico consiste em 11 capítulos. O primeiro capítulo intitulado de introdução, elucida a exposição do tema e o problema de pesquisa, assim como há uma seção de justificativa e apresentação dos objetivos do trabalho. O capítulo dois apresenta o mapeamento sistemático da literatura, a fim de transmitir quais os trabalhos correlatos existentes na literatura atual. O terceiro capítulo aborda aspectos relevantes da saúde digital, apresentando desafios e oportunidades no contexto mundial e brasileiro. O capítulo quatro aborda como funciona o processo de regulação de leitos no SUS, com enfoque no Estado do RN. O capítulo cinco se refere ao avanço em saúde digital proporcionado pelo RegulaRN, apresentando o que levou a sua concepção, como foi estruturada e seus impactos. O capítulo seis menciona a utilização do Escore Unificado de Priorização na regulação do acesso aos leitos. O capítulo sete aborda o processo de Incorporação Tecnológica em saúde, demonstrando a sua importância para adesão de uma nova tecnologia por parte dos usuários. O capítulo oito apresenta os materiais e métodos,

elucidando a caracterização do método que compõe esta pesquisa e o *pipeline* de análise de dados, avaliação do impacto do escore unificado de priorização e estimar, por meio de séries temporais, o que ocorreria caso o EUP não fosse implantado. O capítulo nove apresenta os resultados obtidos nas análises feitas e seus impactos. No capítulo dez, os resultados são devidamente discutidos, principalmente quanto ao impacto na saúde pública, e por fim, o capítulo onze apresenta as devidas conclusões e limitações. A Figura 5 ilustra tematicamente a estrutura do trabalho.

Figura 5 - Ilustração temática da apresentação dos capítulos desta pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

Capítulo 2

Mapeamento Sistemático da Literatura

A seleção e priorização dos pacientes que terão acesso assistencial para qualquer tipo de atendimento hospitalar é uma atividade crítica na gestão de saúde pública. No Brasil, ganhou ainda mais destaque com a pandemia da COVID-19, em 2020, em meio a necessidade de existirem investimentos tecnológicos que possam apoiar o processo regulatório. Desse modo, a utilização de soluções digitais considerando métodos computacionais inteligentes se faz essencial no sistema de saúde pública, como elemento que poderá garantir maior eficiência no processo. O presente Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), buscou explorar e sintetizar o conhecimento existente e disponível na literatura acerca da utilização de ferramentas de priorização de pacientes em atendimento hospitalar durante o período da COVID-19.

A metodologia adotada neste mapeamento consistiu em uma revisão da literatura presente em bases de dados de publicações acadêmicas de alto impacto, como Scopus, *Web of Science* e PubMed, empregando *strings* de busca específicas para assegurar a inclusão de estudos pertinentes. Foram escolhidos artigos que discutiam a aplicação de métodos de priorização no contexto da regulação de leitos. Para a elaboração do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), seguiu-se o protocolo proposto por Kitchenham e Charters (2007), amplamente utilizado nas pesquisas dessa área de estudo.

Ao final deste mapeamento, esperou-se não apenas identificar se haveria contribuições importantes envolvendo sistemas inteligentes para regulação de leitos, mas também fornecer informações para pesquisadores e profissionais da área da saúde

interessados em implementar abordagens inovadoras para melhorar a regulação de leitos em instituições públicas de saúde.

2.1 - Protocolo do mapeamento sistemático

Para conduzir o mapeamento sistemático da literatura, o primeiro passo envolveu a definição de um protocolo de pesquisa, elaborado com base nas diretrizes de Kitchenham e Charters (2007). Essas diretrizes enfatizam a importância de definir elementos cruciais, como a questão de pesquisa de caráter descritivo, a classificação dos estudos encontrados, o uso de termos amplos de busca, além dos critérios para inclusão e exclusão dos artigos, e a posterior interpretação dos achados. O objetivo central deste MSL não foi esgotar respostas detalhadas para questões específicas, mas fornecer um panorama abrangente dos estudos já publicados sobre o tema. A escolha por esse tipo de abordagem se deu pela escassez de evidências disponíveis na literatura existente. Assim, o protocolo de pesquisa foi estruturado com base em tópicos como definição das perguntas de pesquisa, estratégia de busca, seleção de estudos, e análise e interpretação dos dados coletados.

2.1.1 Questões de pesquisa

As questões de pesquisa elaboradas para nortear a busca por estudos relacionados ao tema principal desta pesquisa consideram a necessidade de evidenciar, cada vez mais, as aplicações de métodos computacionais inteligentes na área da saúde e, especificamente, no campo da regulação de leitos públicos. O Quadro 1 apresenta as duas questões de pesquisa desenvolvidas.

Quadro 1 – Questões de pesquisa da MSL

| Questão | Descrição |
|----------------|--|
| QP1 | Quais estudos existem sobre a utilização de ferramentas de priorização de pacientes para regulação de leitos públicos durante a pandemia de COVID-19? |
| QP2 | Quais os principais objetivos existentes em utilizar ferramentas de priorização de pacientes para regulação de leitos públicos durante a pandemia de COVID-19? |

2.1.2 Processo de pesquisa

Para iniciar o processo de busca por trabalhos relacionados ao tema deste estudo, foi definida a *string* de busca, apresentada no Quadro 2, com termos que pudessem contemplar as questões de pesquisa.

Quadro 2 – Strings de busca para a MSL

| |
|---|
| <i>prioritization AND (bed OR "bed regulation" OR "bed occupancy") AND COVID-19</i> |
|---|

Posteriormente, deu-se início às pesquisas nas bases de dados. Foram escolhidas as bases acadêmicas *Scopus*, *Web of Science*, *Pubmed* e *Scielo*, por serem locais de busca que referenciam trabalhos acadêmicos com alto fator de impacto no mundo todo.

Os filtros utilizados para registrar a pesquisa a fim de encontrar textos que tratassem sobre o tema foram: artigos publicados até o período de 2024, escritos em inglês e em português, publicados em qualquer área do conhecimento. O Quadro 3 apresenta a quantidade de artigos retornados em cada base, de acordo com a *string* utilizada.

Quadro 3 – Bases utilizadas e quantidade de artigos retornados

| Base | Artigos retornados |
|-----------------------|---------------------------|
| <i>Scopus</i> | 64 artigos |
| <i>Web of Science</i> | 39 artigos |
| <i>Pubmed</i> | 128 artigos |
| <i>Scielo</i> | 1 artigo |

Após a pesquisa nas bases escolhidas foram retornados 232 artigos. Organizou-se os artigos retornados em duas fases. Na primeira considerou-se os artigos de maneira mais geral,

fazendo-se uma pré-seleção. Essa pré-seleção foi feita de acordo com os critérios de inclusão, apresentados no Quadro 4, após a leitura do título, do resumo e das palavras chaves, com o intuito de excluir trabalhos que não apresentassem os termos associados diretamente ao tema de investigação deste mapeamento sistemático.

Quadro 4 - Critérios de inclusão desenvolvidos

| |
|---|
| I1. Artigos publicados em periódicos ou conferência <i>Open Access</i> . |
| I2. Artigos publicados até 2024. |
| I3. Artigos que mencionaram no título, no resumo ou nas palavras-chave os termos da <i>string</i> de busca: <i>prioritization AND (bed OR "bed regulation" OR "bed occupancy") AND COVID-19</i> |

Na segunda fase, chamada de seleção, após a leitura dos trabalhos pelo título e resumo, aplicação dos critérios de inclusão (Quadro 5) e aplicação dos critérios de exclusão (Quadro 6), foram considerados apenas sete trabalhos para a realização da leitura integral dos artigos.

Quadro 5 – Bases e artigos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão

| Base | Artigos retornados |
|-----------------------|--------------------|
| <i>Scopus</i> | 11 artigos |
| <i>Web of Science</i> | 32 artigos |
| <i>Pubmed</i> | 15 artigos |
| <i>Scielo</i> | 1 artigo |

Quadro 6 – Critérios de exclusão

| | |
|--|-----|
| E1. Estudos que não atendem os critérios de inclusão. | 102 |
| E2. Estudos duplicados. | 6 |
| E3. Estudos que não fosse possível acessar o texto completo. | 7 |
| E4. Estudos/pesquisas que não contemplem o tema pesquisado. | 112 |

Realizando a leitura dos cinco artigos selecionados, após todo o método de seleção aplicado, analisou-se que o trabalho de Zulqarnain et al. 2024 aborda a utilização de uma solução para a alocação justa de leitos hospitalares durante a pandemia de COVID-19,

utilizando a técnica TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) em um cenário de incertezas e múltiplos critérios, porém é proposta como uma abordagem teórica e metodológica e não fica claro se ela foi efetivamente aplicada na prática em um ambiente real durante a pandemia. A pesquisa de De Nardo, P. et al. 2020 propõe o uso da Análise de Decisão Multicritério (MCDA) para priorizar a admissão hospitalar de pacientes com COVID-19 em cenários de recursos limitados e escassez de leitos. A MCDA é uma metodologia que permite a avaliação de múltiplos fatores ou critérios ao tomar decisões complexas. No contexto do artigo, ela é utilizada para avaliar e priorizar pacientes com base em vários critérios clínicos e contextuais. Embora a metodologia MCDA forneça uma estrutura formal para a tomada de decisões, a seleção dos critérios e seus pesos ainda pode ser subjetiva. Por exemplo, diferentes equipes médicas podem valorizar mais alguns critérios do que outros, levando a variações nas decisões de admissão entre hospitais ou regiões. O trabalho elaborado por Street, Street e Flynn (2021) explora as preferências da população em geral sobre a priorização de leitos de UTI em situações de extrema escassez. Utilizando um experimento de escolha discreta (*Discrete-Choice Experiment - DCE*), os autores investigam quais critérios são mais valorizados pelos cidadãos ao decidir quem deve receber o último leito disponível em uma unidade de terapia intensiva (UTI). Este método permite avaliar as trocas que as pessoas estariam dispostas a fazer entre diferentes características dos pacientes, como idade, condição de saúde e estilo de vida. Uma das principais fragilidades do estudo está no fato de que as preferências da população são altamente subjetivas e podem variar amplamente com base em fatores culturais, sociais e pessoais. Além disso, essas preferências podem não estar alinhadas com princípios éticos amplamente aceitos em bioética, como a equidade no acesso a cuidados de saúde. O artigo de Darvall et al., 2021 investiga as taxas de sobrevivência de pacientes críticos classificados pelas diretrizes de triagem durante a pandemia de COVID-19. A pesquisa analisou dados de 126.687 admissões em UTIs em 23

unidades na Austrália, entre 2007 e 2018. Os pacientes foram categorizados em três níveis de prioridade com base na idade, comorbidades e pontuações do SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment*): prioridade baixa, média e alta e embora o estudo utilize pontuações do SOFA e idade como critérios de triagem, pode deixar de considerar outros fatores críticos que influenciam os resultados dos pacientes, como o tempo de intervenção ou variações na qualidade do tratamento. No estudo de Bartlett et al., 2023, discutiu-se uma iniciativa de melhoria da gestão de leitos pediátricos em um hospital rural, especialmente no contexto da demanda crescente por cuidados pediátricos durante a pandemia de COVID-19. O estudo se concentrou em otimizar a alocação de leitos para garantir que crianças em estado crítico tivessem acesso adequado a cuidados médicos. O estudo pode ter limitações em sua amostragem, considerando que se trata de um único hospital em uma área rural. Isso pode afetar a generalização dos resultados para outros contextos ou locais. Assim, é possível confirmar que os trabalhos correlatos encontrados na literatura possuem delineamento e objetivos mais voltados para o processo de previsão de disponibilidade ou não foram aplicados em ambiente real, tornando-os diferentes com o que é proposto neste trabalho. O Quadro 7 apresenta informações mais detalhadas dos trabalhos correlatos.

2.1.3 Resultados do mapeamento sistemático

No início da busca por trabalhos correlatos, foram retornados, nas bases acadêmicas escolhidas, 232 artigos, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados, dos 232, apenas 5. Posteriormente, realizando a leitura completa dos 5 artigos selecionados, foi possível identificar que nenhum dos trabalhos presentes na literatura aborda sistematicamente a análise de escores de priorização em ambientes reais para o enfrentamento à pandemia de COVID-19. Sendo assim, há ineditismo científico proposto por este trabalho acadêmico. Além disso, as perguntas de pesquisas que foram norteadoras para a MSL ficam

em aberto para serem respondidas conforme a apresentação dos resultados deste trabalho acadêmico.

Quadro 7 - Apresentação de informações dos trabalhos correlatos

| Autor | País de publicação | Objetivo |
|-------------------------------|---------------------------|--|
| Zulqarnain et al. 2024 | Arábia Saudita | Alocação justa de leitos hospitalares durante a pandemia de COVID-19, utilizando a técnica TOPSIS. |
| De Nardo, P. et al. 2020 | Itália | Análise Decisão Multicritério (MCDA) para priorizar a admissão hospitalar de pacientes com COVID-19 em cenários de recursos limitados e escassez de leitos. |
| Street, Street e Flynn (2021) | Austrália | Preferências da população em geral sobre a priorização de leitos de UTI em situações de extrema escassez. |
| Darvall et al., 2021 | Austrália | Investigar as taxas de sobrevivência de pacientes críticos classificados pelas diretrizes de triagem durante a pandemia de COVID-19. |
| Bartlett et al., 2023 | Estado Unido | Iniciativa de melhoria da gestão de leitos pediátricos em um hospital rural, especialmente no contexto da demanda crescente por cuidados pediátricos durante a pandemia de COVID-19. |

Capítulo 3

Saúde Digital

A saúde digital tem se consolidado como um elemento essencial para a modernização dos cuidados em saúde, integrando tecnologias digitais que melhoram a eficiência, o acesso e a qualidade dos serviços prestados (Shaw et al., 2017). A transformação digital na saúde abrange desde ferramentas de telemedicina até o uso de inteligência artificial, redes de dados e prontuários eletrônicos, que estão revolucionando o modo como o sistema de saúde opera e se organiza. Um exemplo dessa transformação no Brasil é o RegulaRN, uma plataforma digital desenvolvida para otimizar a regulação de leitos no estado do Rio Grande do Norte, promovendo a tomada de decisões baseadas em dados e ampliando a eficiência na gestão pública de saúde.

Em um esforço para estruturar uma transformação digital abrangente no setor de saúde, o Ministério da Saúde brasileiro lançou a Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028, uma política que define diretrizes e ações para integrar tecnologias avançadas ao Sistema Único de Saúde (SUS). Esse plano busca construir um sistema de saúde mais resolutivo e equitativo, com foco na superação de desigualdades regionais e na promoção de infraestrutura tecnológica uniforme em todas as regiões do país. Entre as metas da estratégia, destaca-se a ampliação do uso de tecnologias e a capacitação de profissionais para uma adoção eficaz das inovações em saúde digital.

Um dos principais componentes dessa estratégia é a Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS), que promove a interoperabilidade entre sistemas de dados de saúde e permite o compartilhamento seguro de informações clínicas dos pacientes. Essa rede facilita a continuidade do cuidado, especialmente em situações de urgência e emergência, ao

disponibilizar o histórico de saúde do paciente para profissionais autorizados em qualquer localidade. A integração da RNDS com plataformas como o RegulaRN destaca o potencial de uma rede de dados robusta para otimizar a regulação de leitos, assegurando a alocação de pacientes de acordo com a gravidade clínica e permitindo uma visão abrangente do estado de saúde da população, o que se torna fundamental para o planejamento e a resposta do sistema de saúde em tempos de crise (Barreto et al., 2023; Kokol et al., 2022).

Outro ponto central da Estratégia de Saúde Digital é a implementação de um Prontuário Eletrônico Nacional, que visa unificar e centralizar as informações de saúde dos pacientes, facilitando o acesso e eliminando duplicidades de exames e consultas. Isso otimiza o atendimento, oferecendo aos profissionais de saúde acesso em tempo real a dados atualizados, o que contribui para uma gestão mais eficiente dos recursos e para um atendimento mais preciso e de maior qualidade. Essa ferramenta é particularmente valiosa em contextos de alta demanda, pois reduz o tempo de resposta e melhora a qualidade das decisões clínicas.

A telemedicina é outro pilar importante da saúde digital, especialmente para o atendimento de populações em áreas remotas onde a oferta de especialistas é limitada. O uso da telemedicina, intensificado durante a pandemia, demonstrou ser eficaz para resolver casos menos graves sem a necessidade de deslocamento, reforçando seu valor na estratégia de saúde digital. A inclusão da telemedicina na estratégia nacional alinha-se com o objetivo de promover um sistema de saúde mais acessível, permitindo que as pessoas em áreas afastadas tenham acesso a cuidados comparáveis aos das áreas urbanas.

A regulamentação e o desenvolvimento de protocolos para a prática da telemedicina garantem um atendimento seguro e padronizado, contribuindo para a expansão de uma modalidade de atendimento que atende à premissa de universalidade do SUS. O impacto dessa prática na saúde pública é amplamente discutido na literatura (Shaw et al., 2017;

Greenhalgh et al., 2017), pois permite que pacientes e profissionais acessem informações e cuidados essenciais de maneira ágil, reduzindo as disparidades no acesso à saúde.

A inteligência artificial (IA) e a análise de *big data* também desempenham um papel fundamental na Estratégia de Saúde Digital, sendo ferramentas que permitem identificar tendências de saúde, prever surtos epidemiológicos e aprimorar o planejamento de políticas públicas. A análise de dados em tempo real possibilita uma resposta ágil a emergências sanitárias, como no caso da pandemia de COVID-19. O uso de IA também auxilia a otimizar o fluxo de pacientes e apoiar decisões clínicas e gerenciais com base em dados objetivos, gerando *insights* que ajudam na alocação de recursos de maneira mais eficaz (Barreto et al., 2023; Shaw et al., 2017).

No contexto do RegulaRN, a coleta e a análise de dados contribuem para alocar leitos de forma mais justa, priorizando pacientes com maior necessidade de cuidados intensivos. A IA possibilita que o sistema de saúde antecipe demandas e organize os recursos de maneira preventiva, aumentando a capacidade de resposta a picos de demanda e otimizando o uso dos recursos públicos.

A interoperabilidade é um princípio essencial para a efetividade da saúde digital, pois permite a troca de informações entre sistemas diversos e fortalece a integração dos serviços de saúde. A RNDS é um exemplo de interoperabilidade que conecta as plataformas regionais e estaduais de saúde, como o RegulaRN, oferecendo uma visão centralizada e em tempo real da ocupação de leitos. Essa integração reduz a fragmentação dos serviços e permite uma resposta coordenada, o que é crucial para a equidade e a eficiência no SUS.

Questões de segurança e privacidade dos dados são cruciais no contexto da saúde digital. Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a Estratégia de Saúde Digital exige que todas as plataformas de saúde adotem protocolos rigorosos para proteger a privacidade dos pacientes, incluindo a criptografia de dados e métodos de

autenticação. A proteção das informações clínicas fortalece a confiança dos usuários e assegura a confidencialidade, minimizando o risco de violação de dados.

Para a implementação eficaz da estratégia, é fundamental a capacitação contínua dos profissionais de saúde. A adoção bem-sucedida de tecnologias depende de profissionais qualificados e familiarizados com as novas ferramentas. Programas de capacitação são essenciais para que médicos, enfermeiros e gestores utilizem esses sistemas de maneira integrada e eficaz. No caso do RegulaRN, treinamentos contínuos são realizados para garantir que os profissionais estejam atualizados e capacitados a usar a ferramenta, o que contribui para uma regulação de leitos ágil e eficiente (Greenhalgh et al., 2017).

A capacitação também melhora a segurança e a eficiência no uso das ferramentas, promovendo a integração dessas inovações ao fluxo de trabalho dos profissionais e maximizando os benefícios para os pacientes. A formação profissional contínua é essencial para assegurar que a transição para um sistema de saúde digital ocorra sem prejuízos ao atendimento e à segurança do paciente.

A implementação de tecnologias como o EUP no RegulaRN e a adesão à Estratégia de Saúde Digital ilustram o potencial transformador da saúde digital no Brasil. Essas inovações têm o potencial de salvar vidas ao otimizar a alocação de recursos, melhorar a transparência e garantir uma maior equidade no atendimento. Conforme apontado por Shaw et al. (2017) e Kokol et al. (2022), a digitalização da saúde no Brasil amplia a capacidade do SUS de inovar e atender às necessidades crescentes da população.

A continuidade do investimento na expansão da infraestrutura tecnológica, na segurança dos dados e na formação de profissionais é essencial para consolidar esses avanços. A saúde digital é, assim, uma promessa de fortalecimento do SUS, promovendo um sistema de saúde mais ágil, resiliente e capaz de atender de forma equitativa às necessidades da população.

Capítulo 4

Regulação do Acesso aos Leitos no Sistema Único de Saúde

A regulação do acesso aos leitos no Sistema Único de Saúde (SUS) é um tema crucial para a gestão da saúde pública no Brasil, dado o princípio da universalidade e equidade que fundamenta o sistema. Desde sua criação pela Constituição Federal de 1988, o SUS tem como premissa garantir que toda a população tenha acesso integral e gratuito aos serviços de saúde, incluindo internações hospitalares, sem discriminação. Contudo, os desafios enfrentados na distribuição e regulação de leitos, sejam eles de enfermaria ou de unidades de terapia intensiva (UTI), são notáveis e refletem as dificuldades estruturais e regionais do sistema. Este capítulo revisa a literatura sobre a regulação de leitos no SUS, explorando conceitos e desafios relacionados ao tema, além de abordar as ferramentas disponíveis para sua gestão eficiente.

A regulação no SUS refere-se ao conjunto de atividades que visam gerenciar o fluxo de pacientes e otimizar a utilização dos recursos hospitalares, de modo a promover o acesso equitativo aos serviços. Cecílio (2012) aponta que a regulação é um componente fundamental para garantir o acesso adequado aos serviços de saúde, especialmente em situações de demanda elevada e recursos limitados. No contexto dos leitos hospitalares, isso envolve a gestão da oferta de vagas em diferentes unidades de saúde e a priorização dos pacientes de acordo com a gravidade de seus quadros clínicos, bem como o tempo de espera e a disponibilidade de recursos especializados.

Um dos principais mecanismos de regulação implementados no SUS são as Centrais de Regulação (CR), que atuam para centralizar a gestão das vagas hospitalares em muitas regiões do país. Essas centrais têm como objetivo organizar a demanda por internações, monitorando a oferta de leitos em tempo real e distribuindo os pacientes conforme suas necessidades. Mendes (2013) destaca que essa centralização pode aumentar a transparência e a eficiência na alocação dos recursos, padronizando os critérios de admissão e assegurando que os casos mais urgentes sejam priorizados. No entanto, essa estratégia enfrenta dificuldades associadas à desigualdade de oferta de leitos entre as diferentes regiões do Brasil.

A desigualdade regional é um dos maiores entraves para uma regulação eficiente dos leitos no SUS. Dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) revelam uma concentração significativa de leitos hospitalares, especialmente de UTI, nas regiões mais desenvolvidas do país, como o Sudeste e o Sul, enquanto as regiões Norte e Nordeste enfrentam maior escassez. De acordo com Paim (2014), essa disparidade reflete não apenas as diferenças no desenvolvimento econômico entre as regiões, mas também a distribuição desigual dos investimentos em saúde ao longo dos anos. Como resultado, muitos pacientes oriundos de regiões com menor oferta de leitos precisam ser transferidos para hospitais em outras localidades, o que pode prolongar o tempo de espera e comprometer o desfecho clínico dos casos graves.

Além das desigualdades regionais, a judicialização da saúde tem se tornado um fator complicador para a regulação de leitos no SUS. O crescente número de ações judiciais, especialmente voltadas para a garantia de internação em UTIs, interfere no fluxo regulatório estabelecido pelas centrais de regulação. Diniz, Medeiros e Schwartz (2016) explicam que muitas decisões judiciais são baseadas em demandas individuais, sem considerar o conjunto de pacientes que aguardam internação, o que desorganiza o sistema. Com frequência, essas

decisões resultam na alocação de leitos para pacientes que poderiam esperar, em detrimento de outros com maior urgência, desrespeitando os critérios técnicos e clínicos estabelecidos pelas centrais de regulação.

A implementação de tecnologias da informação no SUS tem sido apontada como uma possível solução para melhorar a regulação de leitos. Sistemas informatizados que integram informações sobre a disponibilidade de vagas em tempo real e o perfil clínico dos pacientes são fundamentais para otimizar o uso dos recursos hospitalares. Estudos como o de Silva et al. (2017) mostram que a informatização da gestão hospitalar permite maior agilidade no processo de regulação e aumenta a transparência na distribuição dos leitos, além de facilitar a comunicação entre os diferentes níveis de atenção à saúde. No entanto, a infraestrutura de tecnologia ainda é insuficiente em muitas regiões, especialmente nas áreas mais carentes, o que limita o alcance dessas ferramentas.

A articulação entre os níveis de atenção à saúde é outro aspecto central para a regulação de leitos no SUS. O sistema de saúde brasileiro é organizado em diferentes níveis de complexidade: atenção primária, média e alta complexidade. A falta de integração entre esses níveis pode gerar uma sobrecarga nos hospitais de alta complexidade, à medida que pacientes com condições que poderiam ser resolvidas na atenção primária ou secundária acabam ocupando leitos hospitalares. Mattos e Baptista (2019) afirmam que a coordenação efetiva entre os diferentes níveis de atenção é essencial para reduzir as internações desnecessárias e, conseqüentemente, liberar leitos para os casos mais graves. Uma gestão fragmentada dos serviços de saúde resulta na superlotação dos hospitais e dificulta ainda mais a regulação adequada dos leitos.

O conceito de regulação do acesso aos leitos no SUS está intimamente ligado à ideia de equidade no acesso aos serviços de saúde. A equidade, definida como o princípio de tratar de maneira desigual aqueles que possuem necessidades desiguais, orienta a regulação na

medida em que pacientes em situações mais graves devem ser priorizados no uso dos recursos limitados. No entanto, como argumenta Paim (2014), as profundas desigualdades socioeconômicas e regionais do Brasil tornam o cumprimento desse princípio um desafio constante. A oferta de leitos é, muitas vezes, insuficiente para atender a demanda, o que gera longas filas de espera, especialmente em hospitais públicos de grande porte. Além disso, a falta de leitos adequados para cuidados intensivos agrava a situação dos pacientes críticos, resultando em atrasos no atendimento e, em muitos casos, no agravamento do quadro clínico.

Outro aspecto que influencia a regulação de leitos é a própria estrutura organizacional do SUS. Como um sistema descentralizado, o SUS distribui competências entre as esferas federal, estadual e municipal, o que pode resultar em dificuldades de coordenação, especialmente em áreas com gestão mais fragilizada. As responsabilidades relacionadas à oferta de serviços hospitalares são, em grande parte, dos estados e municípios, enquanto o governo federal atua principalmente no financiamento e na formulação de políticas. Esse arranjo exige um alto grau de coordenação entre os diferentes níveis de governo para que a regulação dos leitos funcione de maneira eficiente. No entanto, nem sempre essa articulação ocorre de forma satisfatória, o que compromete o fluxo de pacientes e a alocação de recursos.

Além disso, é importante mencionar o impacto das políticas de financiamento na regulação de leitos. A escassez de recursos financeiros afeta diretamente a capacidade do SUS de ampliar e manter sua rede hospitalar, o que, por sua vez, dificulta a criação de novos leitos e a modernização dos já existentes. Em muitos casos, hospitais públicos enfrentam dificuldades financeiras para manter suas operações, o que reduz a disponibilidade de vagas e aumenta o tempo de espera. Mendes (2013) observa que o subfinanciamento crônico do SUS compromete a sustentabilidade do sistema e impede que as necessidades de saúde da população sejam atendidas de maneira adequada.

No Rio Grande do Norte, a responsabilidade pela implementação da Política Estadual de Regulação, que inclui a gestão de leitos, recai sobre a Central Estadual de Regulação (CER), vinculada à Secretaria de Saúde Pública (SESAP). A função da CER é organizar as redes e fluxos assistenciais, assegurando que o acesso aos serviços de saúde no Sistema Único de Saúde seja equitativo, integral e de qualidade (BRASIL, 2008).

Atualmente, o estado do RN conta com duas centrais estaduais: a central metropolitana, situada em Natal, e a central-oeste, localizada em Mossoró. Estas centrais foram estabelecidas em função da divisão do estado em oito regiões de saúde. A central metropolitana é responsável pela gestão das regiões 1^a, 3^a, 4^a, 5^a e 7^a, que abrangem 104 municípios e uma população de 2,6 milhões de habitantes. Já a central-oeste, por sua vez, administra as regiões 2^a, 6^a e 8^a, atendendo a 63 municípios e aproximadamente 901 mil pessoas.

Capítulo 5

RegulaRN: Um Avanço na Regulação do Acesso aos Serviços de Saúde no Rio Grande do Norte

O Sistema Único de Saúde (SUS), ao longo de sua trajetória, tem buscado aprimorar os mecanismos de gestão e regulação dos serviços de saúde para garantir o acesso equitativo e qualificado à população. No estado do Rio Grande do Norte (RN), uma das principais iniciativas para aprimorar a regulação dos serviços de saúde foi a criação do sistema RegulaRN. Incorporado pela Secretaria de Estado da Saúde Pública (SESAP/RN) em parceria com o Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde (LAIS/UFRN), o RegulaRN surge como uma ferramenta tecnológica voltada à otimização da regulação de leitos e de outros serviços assistenciais, objetivando uma maior eficiência no gerenciamento do fluxo de pacientes e na alocação de recursos de saúde, com foco na transparência e agilidade do processo (Valentim et al., 2021).

O RegulaRN é um sistema de saúde digital que centraliza as informações sobre a oferta e demanda de leitos hospitalares, exames e procedimentos médicos no estado, permitindo que os profissionais da saúde e gestores acompanhem em tempo real a situação dos serviços de saúde em todas as regiões do Rio Grande do Norte. A ferramenta foi criada como parte da Política Estadual de Regulação e se alinha ao objetivo de proporcionar um acesso mais equitativo e integral aos serviços de saúde, conforme preconizado pelos princípios do SUS. A implementação de tecnologias como o RegulaRN tem o potencial de reduzir as desigualdades regionais no acesso aos cuidados hospitalares, ao facilitar a distribuição eficiente de pacientes entre as unidades de saúde (Woods et al., 2024).

Uma das grandes inovações trazidas pelo RegulaRN é a possibilidade de monitoramento em tempo real da disponibilidade de leitos de Unidade de Terapia Intensiva (UTI), enfermaria e outros serviços especializados. Anteriormente, a regulação era realizada de maneira mais fragmentada, muitas vezes dependendo de telefonemas e *e-mails* entre os gestores e reguladores para verificar a disponibilidade de vagas. Com a transformação digital promovida pelo RegulaRN, esse processo passou a ser centralizado e visualizado de forma instantânea, o que trouxe maior agilidade e precisão à alocação de leitos. Essa maior celeridade pode impactar diretamente a qualidade do atendimento ao paciente, uma vez que permite a internação de forma mais rápida e em unidades adequadas às necessidades clínicas dos usuários (Klumpp et al., 2022).

Além de otimizar a distribuição de leitos, o RegulaRN tem como função integrar o sistema de regulação com os fluxos assistenciais em todas as regiões do estado. O RN é dividido em oito regiões de saúde, cada uma com características e demandas distintas, tanto em termos de infraestrutura hospitalar quanto de perfil epidemiológico da população. O RegulaRN facilita a organização desses fluxos ao proporcionar uma visão mais clara da oferta de serviços em cada região, permitindo uma melhor articulação entre as unidades de saúde municipais e estaduais. Esse tipo de integração é fundamental para garantir a continuidade do cuidado e evitar a sobrecarga de hospitais de referência, redistribuindo de forma mais eficiente a demanda.

Outro benefício do RegulaRN é a transparência no processo de regulação. A ferramenta permite que tanto os profissionais de saúde quanto os gestores públicos acompanhem a fila de espera para leitos e procedimentos, com critérios claros de prioridade, baseados em fatores como gravidade do quadro clínico e tempo de espera. Essa transparência é um dos aspectos mais relevantes do sistema, pois reduz as chances de favorecimentos indevidos e aumenta a confiança da população no processo regulatório. A previsibilidade

proporcionada pelo sistema também facilita o planejamento dos serviços de saúde, ao permitir uma melhor previsão da demanda e a organização das redes assistenciais. Inclusive, a importância da plataforma para salvar vidas foi reconhecida pela Governadora do Rio Grande do Norte, como demonstrado no Anexo A.

A integração do RegulaRN com outras políticas públicas de saúde do estado é um aspecto importante a ser destacado. O sistema faz parte de um esforço mais amplo de fortalecimento da gestão em saúde no RN, que inclui iniciativas voltadas à informatização das unidades de saúde e à capacitação dos profissionais para o uso de novas tecnologias. Um dos grandes desafios da implementação de sistemas como o RegulaRN é garantir que todos os profissionais de saúde estejam aptos a utilizar a ferramenta de forma eficiente. Para isso, a SESAP/RN e o LAIS/UFRN têm promovido capacitações contínuas, tanto para os profissionais de saúde quanto para os gestores, visando à melhoria dos processos de regulação e à qualificação do atendimento prestado.

No entanto, apesar dos avanços trazidos pelo RegulaRN, alguns desafios permanecem. A desigualdade na oferta de leitos entre as regiões do estado ainda é um problema significativo, especialmente em áreas mais afastadas da capital, Natal. Embora o RegulaRN tenha contribuído para melhorar a distribuição de leitos e o fluxo de pacientes, o déficit estrutural de recursos hospitalares em determinadas regiões ainda limita a efetividade plena do sistema. O aumento do número de leitos, especialmente de UTI, e o fortalecimento da rede de atenção primária são medidas essenciais para que o RegulaRN possa alcançar seu potencial máximo.

Adicionalmente, o RegulaRN precisa continuar evoluindo no que diz respeito à integração com outras plataformas e sistemas de saúde, tanto no nível estadual quanto federal. É relevante que o sistema esteja em constante atualização e modernização, acompanhando as inovações tecnológicas e as necessidades crescentes da população. Além

disso, a integração com sistemas como o RN+Vacina e o PEP+RN pode ampliar ainda mais a eficiência e a abrangência do RegulaRN, permitindo que informações sobre os pacientes circulem de forma mais fluida entre os diferentes níveis de atenção à saúde.

O RegulaRN representa um importante avanço na regulação de serviços de saúde no Rio Grande do Norte, ao centralizar e informatizar o processo de gestão de leitos e outros procedimentos assistenciais. A ferramenta tem sido fundamental para aumentar a transparência, a eficiência e a agilidade na alocação de recursos de saúde, contribuindo para a melhoria do acesso da população aos serviços de saúde, conforme os princípios do SUS, conforme pode ser observado em documentário disponível no Anexo B. Contudo, para que o RegulaRN atinja seu potencial máximo, é necessário continuar investindo em infraestrutura hospitalar, capacitação profissional e integração tecnológica, além de promover políticas públicas que reduzam as desigualdades regionais no estado.

Capítulo 6

Escore Unificado de Priorização (EUP)

O EUP foi concebido a partir de uma escala adaptada de priorização de pacientes proposta por White et al. (2009). O protocolo de White et al. 2009 objetivava garantir eficiência e equidade no atendimento de pacientes em situações de emergência na área da saúde, a fim de direcioná-los para o atendimento mais adequado, focando na avaliação das comorbidades de cada paciente.

Além da utilização do SOFA (*Sequential Organ Failure Assessment*) simplificado, introduziu-se o ICC (Índice de Comorbidade de Charlson), para mapear o estado de vulnerabilidade fisiológica relacionada à idade, a CFS (*Clinical Frailty Scale*), para análise de fragilidade em idosos e KPS (*Karnofsky performance status*) para avaliação da funcionalidade do paciente. A proposta foi desenvolvida pelo Conselho Regional de Medicina do estado de Pernambuco (CREMEPE) no Brasil e apresentada à Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco (SES/PE), que avaliaram e incorporaram a ferramenta por meio da recomendação 05/2020 (CREMEPE 2020).

No Rio Grande do Norte, Brasil, a adoção do escore iniciou após a publicação do protocolo de regulação para acesso a leitos COVID-19 em 21 de junho de 2020 (SESAP 2020). A ferramenta havia sido recomendada por importantes instituições de saúde como a Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB), Associação Brasileira de Medicina Diagnóstica (ABRAMED) e o Conselho Regional de Medicina do estado do Rio Grande do Norte (CREMERN). Logo, o Escore Unificado para Priorização em Unidades de Terapia Intensiva (EUP-UTI) foi incorporado ao RegulaRN e seu cálculo passou a ser feito automaticamente pelo sistema, de acordo com as informações clínicas dos pacientes.

Dos elementos que compõe o escore unificado de priorização, a escala SOFA simplificada, avalia os componentes neurológicos, cardiovascular, respiratório, coagular, hepático e renal, gerando pontuações individuais de 1 a 4 pontos, naturalmente, um paciente com maior número de comorbidades apresentará maior pontuação (Tabela 1). A escala Índice de Comorbidade de Charlson (ICC) considera comorbidades que o paciente possui, de modo que doenças que apresentam previsão de sobrevivência menor possuem pontuações mais elevadas (Tabela 2). A escala *Clinical Frailty Scale* (CFS) é exclusiva a pacientes com mais de 60 anos, isto é, suas pontuações são consideradas para pacientes idosos. Essa ferramenta considera a fragilidade do paciente de modo que pacientes com maior indicador de fragilidades possuem maiores pontuações (Tabela 3).

Após somadas as pontuações do SOFA, ICC ou CFS, o escore é calculado conforme apresentado na Tabela 4. Com o SOFA e o ICC ou CFS são grupos de pontuações independentes, a menor pontuação possível do EUP-UTI é 2 pontos e a maior é 8 pontos. É importante destacar que pacientes que apresentam maiores valores nesse escore, possuem maior comprometimento de saúde, e assim, não são prioritários para a seleção do leito de UTI disponível, estes devem ser direcionados para cuidados paliativos.

Tabela 1 - SOFA Simplificado

| Componente | Parâmetro | 1 ponto | 2 pontos | 3 pontos | 4 pontos |
|-----------------------|---------------------------|------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Neurológico | Escala de coma de Glasgow | 13 a 14 | 10 a 12 | 6 a 9 | < 6 |
| Cardiovascular | Hipotensão, mmHg | PAM<70mmHg | Dopamina ≤ 5 ou Dobutamina | Dopamina > 5 ou Norepinefrina ≤ | Dopamina > 15 ou Noraepinefrina |

| | | | qualquer dose | 0,1 | ina \leq 0,1 |
|---------------------|--|---|--|---|--|
| Respiratório | Saturação periférica de O ₂ | SpO ₂ >92% com cateter nasal O ₂ até 2l/min | SpO ₂ > 92% com cateter nasal O ₂ até 5l/min | SpO ₂ > 92% com ventilação mecânica com FiO ₂ até 40% | SpO ₂ > 92 % com ventilação mecânica com FiO ₂ > 40% |
| Coagulação | Plaquetas 10 ³ /μl | < 150 | < 100 | < 50 | < 20 |
| Hepático | INR | <1,1 | 1,1-1,36 | 1,36-1,88 | 1,88-2,15 |
| | inspeção | Anictérico | - | - | Ictérico |
| Renal | Creatinina (mg/dL) | 1,2-1,9 | 2-3,4 | 3,5-4,9 | >5,0 |
| | Diurese (mL/dia) | > 500 | - | < 500 | <200 |

Fonte: CREMEPE Conselho Regional de Medicina de Pernambuco, 2020.

Tabela 2 - Índice de Comorbidade de Charlson (ICC)

| | |
|---------------------|--|
| ICC: 1 ponto | <ul style="list-style-type: none"> - Infarto do miocárdio; - Insuficiência cardíaca congestiva; - Doença vascular periférica; - Doença cérebro – vascular; - Demência; - Doença pulmonar crônica; - Doença do tecido conjuntivo; - Úlcera; - Doença hepática crônica ou cirrose; - Diabetes sem complicação; |
|---------------------|--|

| | |
|----------------------|---|
| ICC: 2 pontos | <ul style="list-style-type: none"> -Hemiplegia ou paraplegia; -Diabetes com complicação; - Doença renal severa ou moderada; - Tumor maligno; - Leucemia; - Linfoma; |
| ICC: 3 pontos | - Doença do fígado, severa ou moderada; |
| ICC: 6 pontos | <ul style="list-style-type: none"> - Tumor sólido metastático; - SIDA. |

Fonte: CREMEPE Conselho Regional de Medicina de Pernambuco, 2020.

Tabela 3 - *Clinical Frailty Scale (CFS)*

| | |
|---|----------|
| Muito ativo: pessoas que estão robustas, ativas, com energia e motivadas. Essas pessoas normalmente se exercitam regularmente. Elas estão entre as mais ativas de sua faixa etária. | 1 ponto |
| Ativo: Pessoas que não apresentam nenhum sintoma ativo de doença, mas estão menos ativas que as da categoria 1. Frequentemente se exercitam ou não são muito ativas ocasionalmente, exemplo: Em determinada época do ano. | 2 pontos |
| Regular: Pessoas com problemas de saúde bem controlados, mas não se exercitam regularmente para além da caminhada de rotina. | 3 pontos |
| Vulnerável: Apesar de não depender dos outros para ajuda diária, frequentemente os sintomas limitam as atividades. Uma queixa comum é sentir-se mais lento e/ou mais cansado ao longo do dia. | 4 pontos |
| Levemente Frágil: Estas pessoas frequentemente apresentam lentidão evidente e precisam de ajuda para realizar atividades instrumentais de vida diária (AIVD) mais complexas (finanças, trabalho doméstico pesado, transporte, medicações). Tipicamente, a fragilidade leve, progressivamente, prejudica as compras e passeios desacompanhados, preparo de refeições. | 5 pontos |

| | |
|--|----------|
| Moderadamente frágil: Pessoas que precisam de ajuda em todas as atividades externas e na manutenção da casa. Em casa, frequentemente têm dificuldades com escadas e necessitam de ajuda no banho e podem necessitar de ajuda mínima (apoio próximo) para se vestirem. | 6 pontos |
| Muito Frágil: completamente dependentes para cuidados pessoais, por qualquer causa (física ou cognitiva). No entanto, são aparentemente estáveis e sem alto risco de morte (dentro de 6 meses). | 7 pontos |
| Severamente frágil: Completamente dependentes, aproximando-se do fim da vida. Tipicamente incapaz de se recuperarem de uma doença leve. | 8 pontos |

Fonte: CREMEPE Conselho Regional de Medicina de Pernambuco, 2020.

Tabela 4 - Escore Unificado para Priorização (EUP-UTI)

| | | |
|--------------------------|---------------------------|----------|
| SOFA simplificado | < 6 | 1 ponto |
| | 6 - 9 | 2 pontos |
| | 10 - 12 | 3 pontos |
| | > 12 | 4 pontos |
| ICC ou CFS | ICC: 0 - 1; CFS: < 4 | 1 ponto |
| | ICC: 2; CFS: = 4 | 2 pontos |
| | ICC: 3 - 5; CFS: 5 e 6 | 3 pontos |
| | ICC: > 5; CFS: 7 e 8 | 4 pontos |

Fonte: CREMEPE Conselho Regional de Medicina de Pernambuco, 2020.

Capítulo 7

Incorporação de Tecnologias no SUS: Desenvolvimento Centrado nas Experiências dos Usuários

A incorporação de tecnologias no Sistema Único de Saúde (SUS) tem sido uma das estratégias centrais para otimizar os processos de gestão e aprimorar o acesso e a qualidade dos serviços oferecidos. Entre as diversas tecnologias, os softwares desempenham um papel fundamental, especialmente quando desenvolvidos em colaboração com os usuários da ponta, como profissionais da saúde que estão em contato direto com os pacientes (Vos et al., 2020). Ao longo dos últimos anos, tem-se observado que o uso de sistemas digitais, como os de regulação de leitos e prontuários eletrônicos, tem potencial para melhorar significativamente a eficiência dos serviços de saúde pública no Brasil.

A transformação digital no SUS tem avançado com a implantação de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) em diversas áreas, permitindo a gestão mais ágil de recursos e facilitando a tomada de decisões em níveis operacionais e estratégicos. Essas tecnologias incluem desde softwares voltados para a gestão de leitos hospitalares até sistemas que centralizam e integram as informações clínicas dos pacientes. Segundo Schmeil (2013), essas inovações tecnológicas contribuem para diminuir o tempo de espera por atendimentos e melhorar a comunicação entre unidades de saúde, otimizando o acesso e a utilização dos serviços de saúde, que historicamente sofriam com a falta de integração.

Um dos exemplos mais bem-sucedidos é o RegulaRN, uma ferramenta de regulação de leitos hospitalares que monitora a oferta e a demanda em tempo real, melhorando a alocação de pacientes e a gestão de recursos. Esse sistema centraliza as informações de leitos

disponíveis em unidades de saúde do estado do Rio Grande do Norte, promovendo uma distribuição mais equitativa dos recursos. Ao promover maior transparência e eficiência, o RegulaRN contribui para um fluxo de pacientes mais ordenado e uma utilização otimizada dos serviços hospitalares, reduzindo o tempo de espera e garantindo que os recursos disponíveis sejam alocados de acordo com a necessidade (Valentim et al., 2021; Bezerra, 2023; Andrade, 2023; Barreto et al., 2023).

Contudo, o sucesso dessas tecnologias depende, em grande parte, de um fator fundamental: o desenvolvimento centrado no usuário. Ou seja, é crucial que os *softwares* sejam projetados com base nas necessidades e práticas dos profissionais da saúde que atuam diretamente no atendimento à população. A participação desses profissionais no desenvolvimento das tecnologias é essencial para garantir que os sistemas sejam intuitivos, fáceis de usar e efetivos em suas funções. O desenvolvimento centrado no usuário coloca as necessidades e limitações dos usuários no centro do processo de *design*, garantindo que as ferramentas atendam de forma prática aos desafios reais enfrentados no dia a dia (Mukherjee et al., 2023; Kokol et al., 2022).

Essa abordagem participativa no desenvolvimento de *softwares* tem se mostrado particularmente importante em estudos sobre a regulação de leitos no SUS. Em hospitais públicos onde as tecnologias foram desenvolvidas sem a colaboração ativa dos usuários da ponta, os sistemas muitas vezes se tornaram subutilizados ou completamente abandonados. Profissionais da saúde relataram dificuldades em navegar pelas interfaces dos *softwares*, além de problemas relacionados à falta de integração entre diferentes sistemas, o que gerou frustrações e resistência ao uso dessas ferramentas. Esse exemplo ressalta a importância de envolver os profissionais desde o início do desenvolvimento dos *softwares*, garantindo que os sistemas atendam às suas necessidades operacionais.

Outro aspecto essencial para a eficácia da incorporação tecnológica no SUS é a capacitação contínua dos profissionais de saúde. A implementação de novas tecnologias, como prontuários eletrônicos e sistemas de regulação, exige que os profissionais sejam treinados para utilizar essas ferramentas de maneira adequada. A falta de treinamento pode levar à subutilização dos *softwares*, o que compromete a qualidade dos serviços de saúde. A capacitação é indispensável para que os profissionais se adaptem às novas tecnologias e as utilizem de forma produtiva, maximizando os benefícios que essas ferramentas podem proporcionar.

Além disso, a capacitação contínua permite que os profissionais de saúde forneçam *feedback* sobre o funcionamento dos sistemas, identificando possíveis melhorias e colaborando para o aprimoramento das tecnologias. Esse processo dinâmico de melhoria contínua é fundamental para que as ferramentas tecnológicas no SUS permaneçam adequadas às necessidades em constante mudança do sistema de saúde. Por isso, é importante que o desenvolvimento de sistemas seja uma via de mão dupla, onde o *feedback* dos usuários da assistência, que estão em contato direto com os pacientes, seja sempre levado em consideração pelos desenvolvedores de sistemas.

No entanto, a incorporação de tecnologias no SUS também enfrenta desafios importantes, principalmente no que se refere à infraestrutura tecnológica disponível em diferentes regiões do Brasil. A falta de conectividade com a internet em áreas remotas pode comprometer a integração e o uso de *softwares* como o PEP+RN e o RegulaRN. Além disso, há uma disparidade significativa entre regiões mais urbanizadas e aquelas localizadas em áreas rurais, onde a infraestrutura de TICs ainda é precária. Para garantir que a transformação digital alcance todas as partes do Brasil de forma equitativa, é necessário investir na expansão da infraestrutura tecnológica, incluindo o aumento da cobertura de internet e a oferta de equipamentos adequados para as unidades de saúde.

Outro obstáculo é a resistência à mudança, um desafio que se apresenta não apenas no SUS, mas em qualquer sistema que implemente novas tecnologias. Profissionais de saúde acostumados a métodos tradicionais de gestão e registro de informações podem relutar em adotar novas ferramentas digitais. Nesse contexto, a promoção de uma cultura de inovação, aliada à capacitação constante, é fundamental para superar essa resistência e garantir que as novas tecnologias sejam aceitas e incorporadas ao cotidiano de trabalho de forma produtiva.

Embora os desafios sejam consideráveis, as perspectivas para o futuro da tecnologia no SUS são promissoras. A modernização digital na saúde pública tem o potencial de melhorar a eficiência e a qualidade dos serviços prestados, proporcionando um sistema de saúde mais acessível, integrado e equitativo. Quando desenvolvidas em colaboração com os profissionais de saúde, que estão em contato direto com os pacientes, e acompanhadas de uma capacitação adequada, as tecnologias incorporadas ao SUS podem contribuir significativamente para a promoção da saúde pública no Brasil, alinhando-se aos princípios de universalidade, integralidade e equidade que regem o sistema.

Capítulo 8

Materiais e Métodos

O processo metodológico iniciou com a análise do processo de regulação do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. A composição do sistema regulatório envolve três atores: unidade solicitante de leito, unidade reguladora dos leitos e unidade prestadora dos serviços assistenciais aos pacientes. O fluxo operacional se inicia com um paciente sendo atendido em uma unidade de pronto atendimento, essa unidade acolhe o paciente e realiza uma avaliação clínica, e se necessário, cadastrar uma solicitação de leito. O sistema direciona as solicitações para as internações dos pacientes à central de regulação do estado do Rio Grande do Norte, Brasil, após avaliação da equipe de médicos reguladores desta central, a solicitação é encaminhada (regulada) para uma unidade especializada, que poderá recusá-la ou aceitá-la, caso seja aceita a solicitação, o paciente é internado em um leito de um hospital público que pertence a rede assistencial. Todo esse processo é registrado por meio da Plataforma do RegulaRN, ferramenta utilizada para a extração dos dados utilizados nesta pesquisa (Barreto et al., 2023; Bezerra, 2023).

Após a extração dos dados, foram seguidas quatro etapas principais na condução das análises: (1) Caracterização e preparação dos dados: descreveu-se o conjunto de dados coletados, o qual compreende informações sobre idade, tempo de internação, desfechos clínicos e escore de priorização. Foram realizados pré-processamentos, incluindo a conversão de variáveis temporais e a categorização de faixas etárias e tempos de internação para facilitar as análises subsequentes; (2) Divisão dos dados em subconjuntos antes e depois do Escore Unificado de Priorização (EUP): essa etapa envolveu a separação dos dados em dois períodos distintos, pré e pós-implementação do EUP, a fim de investigar a influência dessa intervenção

nos desfechos hospitalares, como proporção de óbitos e tempos de internação, usando métricas específicas; (3) Aplicação de testes estatísticos e análise de *Propensity Score Matching* (PSM): o método de PSM foi utilizado para emparelhar os pacientes de acordo com variáveis como idade e tempo de internação, visando reduzir vieses de seleção entre os grupos pré e pós-EUP. Adicionalmente, foram realizados testes qui-quadrado e *z-test* para verificar a significância das associações entre as variáveis; (4) Modelagem com Regressão Linear Segmentada: foi modelada a tendência dos óbitos antes e após a implementação do EUP, utilizando a técnica de regressão linear segmentada. Essa análise permitiu calcular a redução na taxa de crescimento de óbitos após a introdução do EUP.

8.1 - Caracterização e preparação dos dados

8.1.1 - Extração, análise e pré processamento dos dados

A base de dados utilizada para essa pesquisa foi retirada diretamente da plataforma RegulaRN. O sistema conta com cerca de vinte características sendo elas: (a) data de solicitação do leito, (b) município do paciente, (c) unidade federativa do paciente, (d) se está gestante, (e) idade gestacional, (f) idade do paciente, (g) tipo do caso, (h) escore EUP, (i) se estava em intubação orotraqueal, (j) tipo do leito solicitado, (k) data de entrada, (l) tipo de leito de entrada, (m) data de saída, (n) tipo do leito de saída, (o) tempo de internação, (p) desfecho, (q) unidade solicitante, (r) município da unidade solicitante, (s) unidade prestadora e (t) município da unidade prestadora (Barreto et al., 2023). Tendo em vista o objetivo do estudo, esta pesquisa utilizou os dados: idade do paciente, data de entrada, tipo de leito de entrada, tempo de internação, desfecho e data de solicitação e removeu os demais. A Tabela 5 apresenta a caracterização dos dados, segmentado pela quantidade de solicitações e desfecho. Além disso, foram adicionadas mais duas características complementares a partir das já

existentes. A primeira delas foi o tempo de espera, calculado a partir da data de entrada do paciente no leito e a data da solicitação, e a segunda foi de grupo faixa etária (jovens, adultos e idosos).

Ainda na etapa de preparação dos dados, foi realizada uma organização e padronização na base de dados, removendo dados em branco, inconclusivos, com digitação incorreta ou *outliers* (com valores extremos de tempo de internação e tempo de espera). Além disso, para os dados referentes à data foram convertidos para o tipo *datetime* e para a característica “tipo de leito” foram selecionados apenas os de UTI. Quanto ao “desfecho”, a base de dados do RegulaRN apresenta três possibilidades: alta, óbito e transferência; no entanto, a informação “transferência” remete que aquele paciente foi encaminhado para uma outra unidade ou outro leito, não determinando de fato qual o final desfecho do paciente. Dessa forma, os dados que possuíam “transferência” como desfecho, também foram removidos. Ao todo foram utilizados 2338 dados de regulação de leitos.

Quanto à correlação estatística, foi utilizado o teste qui-quadrado para analisar se haveria validade estatística que correlacionam as variáveis utilizadas com o desfecho. Para isso, elaborou-se uma tabela de contingência com os dados, correlacionando com o desfecho, e em seguida utilizou-se a função *chi2_contingency* da biblioteca *scipy* do python (https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.chi2_contingency.html) para fornecer se haveria ou não correspondência estatística e seu devido intervalo de confiança (veja a Tabela 5).

O teste qui-quadrado é baseado na diferença entre as frequências observadas e esperadas para cada combinação de categorias. O cálculo segue os seguintes passos:

1. Tabela de contingência: A primeira etapa do teste envolve a criação de uma tabela de contingência, que organiza as contagens observadas de cada categoria. No caso de

faixa etária, por exemplo, temos uma tabela que mostra quantos pacientes de cada faixa etária tiveram alta e quantos evoluíram para óbito.

2. Frequências esperadas: Para cada célula da tabela de contingência (ou seja, para cada combinação de categoria e desfecho), são calculadas as frequências esperadas sob a hipótese nula de que não existe associação entre as variáveis. As frequências esperadas são dadas pela Equação 1:

$$\text{Frequência Esperada} = \frac{\text{Total da linha} \times \text{Total da coluna}}{\text{Total geral}} \quad (1)$$

3. Cálculo do qui-quadrado: A estatística qui-quadrado (χ^2) é calculada somando, para cada célula, o quadrado da diferença entre as frequências observadas e esperadas, dividido pela frequência esperada:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2)$$

Onde:

- O_i é o valor observado em cada célula,
- E_i é o valor esperado para aquela célula.

4. Valor p: A estatística qui-quadrado calculada é então comparada com uma distribuição qui-quadrado teórica para determinar o valor p, que indica a probabilidade de obtermos um valor tão extremo quanto o observado, assumindo que a hipótese nula seja verdadeira. Se o valor p for menor que o nível de significância pré-estabelecido (geralmente 0,05), rejeitamos a hipótese nula e concluímos que há uma associação significativa entre as variáveis.

Ademais, os dados utilizados foram anonimizados e desse modo, de acordo com a Resolução 674/2022 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS) esta pesquisa é dispensada de registro no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)/Brasil ou na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)/Brasil, pois trabalha com bancos de dados, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual.

Tabela 5 - Caracterização dos dados utilizados.

| Característica | | Valores (N = 2338), n (%) | Desfecho, n (%) | 99% CI (p-value<0,01) | |
|----------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|
| | | | | Alta | Óbito |
| Idade | < 18 | 74 | Alta: 65 Óbito: 9 | [0.784,0.989] | [-0.174, 0,399] |
| | 18 ≤ idade < 60 | 769 | Alta: 490 Óbito: 279 | [0.605, 0.719] | [0.258, 0.417] |
| | ≥ 60 | 1495 | Alta: 581 Óbito: 914 | [0.347, 0,456] | [0.553, 0,642] |
| EUP | Sem EUP | 764 | Alta: 311 Óbito:453 | [0.361, 0.515] | [0.493,0.629] |
| | 2 | 482 | Alta: 301 Óbito: 181 | [0.577,0.722] | [0.251,0.448] |
| | 3 | 355 | Alta: 213 Óbito: 142 | [0.526,0.702] | [0.274,0.496] |
| | 4 | 281 | Alta: 132 Óbito: 149 | [0.356,0.584] | [0.422,0.636] |
| | 5 | 267 | Alta: 108 Óbito: 159 | [0.275,0.524] | [0.498,0.701] |
| | 6 | 141 | Alta: 57 Óbito: 84 | [0.254,0.590] | [0.434,0.721] |
| | 7 | 42 | Alta: 13 Óbito: 29 | [-0.049,0.620] | [0.502,0.926] |
| | 8 | 6 | Alta: 1 Óbito: 5 | - | - |
| Leito de entrada | UCI | 2338 | Alta: 1136 Óbito: 1202 | [0.465,0.543] | [0.455,0.535] |
| Tempo de internação | < 7 | 1121 | Alta: 620 Óbito:501 | [0.474,0.577] | [0.419,0.528] |
| | 7 ≤ TI ≤ 14 | 708 | Alta:339 Óbito:369 | [0.438,0.582] | [0.416,0.563] |

| | | | | | |
|-----------------|-------|------|-------------------------|---------------|---------------|
| | > 14 | 348 | Alta: 132 Óbito: 216 | [0.293,0.520] | [0.498,0.687] |
| Desfecho | Alta | 1136 | | | |
| | Óbito | 1202 | | | |

Analisando os dados numéricos de maneira geral, a média das idades dos valores utilizados foi de $64,03 \pm 19,78$ anos, isto é, a média das idades dos pacientes que mais eram internados eram de idosos. Já o período de tempo de internação teve uma duração média de $8,16 \pm 8,60$ dias e a classificação média do escore EUP foi de 3,6, isto é, os pacientes regulados estavam entre aqueles que tinham mais chances de sobrevivência. Além disso, com intuito de garantir a reprodutibilidade do experimento, o banco de dados com todas as informações utilizadas nesse estudo encontra-se disponível no seguinte repositório <https://zenodo.org/record/8122564>.

8.1.2 - Abordagens adotadas para análise de dados

Nesta tese, são adotadas duas abordagens complementares para a análise do impacto do Escore Unificado de Priorização (EUP) durante a pandemia de COVID-19, a fim de proporcionar uma compreensão abrangente e robusta dos seus efeitos sobre a priorização de pacientes e a ocupação de leitos de UTI.

A primeira abordagem consiste na divisão dos dados em dois períodos distintos: antes e após a introdução do EUP. Essa abordagem visa estabelecer uma visão macro do impacto do EUP, comparando as condições antes e depois de sua implementação. Por meio desta análise, é possível identificar se houve uma mudança significativa nos desfechos de internação e mortalidade dos pacientes, destacando a eficácia global da intervenção. A divisão em dois períodos é especialmente vantajosa por oferecer uma análise estatisticamente robusta e clara, garantindo um volume suficiente de dados em cada período e permitindo uma

inferência confiável sobre o impacto do EUP. Assim, é possível determinar de forma direta se a intervenção teve efeitos benéficos ou não sobre os desfechos considerados.

A segunda abordagem utilizada envolve a divisão dos dados em quatro janelas temporais iguais, com sobreposição de períodos, a fim de observar como os impactos do EUP evoluíram ao longo do tempo. Essa divisão mais granular possibilita a análise dinâmica dos efeitos do EUP, permitindo investigar a presença de efeitos imediatos, de curto, médio e longo prazo. Dessa forma, é possível identificar se o impacto do EUP foi constante ou se variou em intensidade ao longo dos períodos subsequentes à sua introdução. Essa abordagem proporciona uma visão detalhada da dinâmica temporal do impacto do EUP, capturando possíveis mudanças de comportamento dos indicadores de saúde e fornecendo uma compreensão mais profunda dos mecanismos envolvidos.

Detalhando a segunda abordagem utilizada, a base de dados foi dividida em quatro subgrupos que se organizam de maneira cronológica. O primeiro subgrupo considera os primeiros 50 dias antes da implantação do escore unificado no RegulaRN. Os outros três subgrupos levaram em consideração o período após a implantação do EUP. Estes três subgrupos foram estruturados em três janelas, para analisar progressivamente o impacto do escore nas regulações. Cada janela possui o intervalo de 50 dias corridos, de modo que, existe uma intersecção de 15 dias entre a data de fim de uma janela e a data de início da próxima janela. A Tabela 6 representa os recortes temporais utilizados.

Tabela 6 - Subgrupos antes e depois do EUP

| Descrição | Nomenclatura | Data início | Data fim |
|------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| | | | |

| | | | |
|-----------------------|--------------|------------|------------|
| Antes do EUP | Antes do EUP | 02/05/2020 | 21/06/2020 |
| 1 dia depois do EUP | Janela 1 | 22/06/2020 | 11/08/2020 |
| 15 dias depois do EUP | Janela 2 | 07/07/2020 | 26/08/2020 |
| 30 dias depois do EUP | Janela 3 | 22/07/2020 | 10/09/2020 |

O intervalo de 50 dias para as análises foi adotado por uma questão técnica, visto que a plataforma do RegulaRN estava sendo utilizada a 50 dias antes da implantação do EUP, logo, o banco de dados possui registros de até 50 dias antes do uso do escore. Para efeito de comparação, foi reproduzido o mesmo espaço de tempo para as análises após o EUP. A adoção das janelas após a implantação do escore unificado de priorização foi uma estratégia para avaliar progressivamente como as métricas selecionadas evoluíam.

A adoção dessas duas abordagens permite a combinação de uma análise geral, que busca avaliar a eficácia global do EUP, com uma análise detalhada, que explora a evolução dos efeitos ao longo do tempo. Essa estratégia metodológica oferece um panorama mais completo dos impactos do EUP, garantindo uma análise rigorosa e abrangente, tanto em termos de robustez estatística quanto de profundidade de interpretação dos resultados. Com isso, é possível fornecer uma contribuição original significativa para o entendimento dos efeitos de políticas de priorização de pacientes principalmente em situações de crise, como a pandemia de COVID-19.

8.2 - *Propensity Score Matching* (PSM) e justificativa de uso na pesquisa

O *Propensity Score Matching* (PSM) é uma técnica estatística amplamente utilizada para estimar o efeito de um tratamento ou intervenção em estudos observacionais. Em situações em que não é possível realizar experimentos controlados aleatórios, como no caso

da avaliação do impacto de uma política de saúde pública (Stuart et al., 2014), o PSM permite reduzir o viés de seleção ao criar grupos comparáveis de participantes tratados e não tratados (D'Agostino, 1998). A técnica funciona estimando a probabilidade de cada indivíduo receber o tratamento com base em variáveis observadas (o chamado "*propensity score*") e, em seguida, emparelhando indivíduos que receberam tratamento com indivíduos semelhantes que não o receberam. Dessa forma, o PSM cria um contrafactual para estimar o impacto da intervenção, permitindo uma comparação mais justa entre os grupos.

No presente estudo, o PSM foi utilizado para avaliar o impacto da introdução do Escore Unificado de Priorização (EUP) na taxa de óbitos dos pacientes internados com COVID-19. O objetivo é analisar um cenário contrafactual, ou seja, simular o que poderia ter ocorrido se o EUP não tivesse sido introduzido. O EUP foi implementado como uma ferramenta para priorizar pacientes em situações de altíssima demanda, buscando melhorar a eficiência na utilização dos recursos hospitalares e, conseqüentemente, os desfechos clínicos, como a redução da mortalidade. Entretanto, para entender de forma mais robusta o impacto desta intervenção, é necessário comparar os resultados obtidos após a introdução do EUP com um cenário onde essa intervenção não teria sido implementada.

O uso do PSM se justifica neste estudo porque permite comparar pacientes que receberam atendimento após a introdução do EUP com pacientes atendidos anteriormente de maneira mais controlada, ajustando para características que poderiam influenciar simultaneamente a probabilidade de óbito e a decisão de priorização, como idade, comorbidades e condição clínica inicial. Dessa forma, o PSM ajudará a controlar os potenciais viés de seleção, permitindo uma avaliação mais precisa do impacto do EUP sobre a taxa de óbitos. Em outras palavras, ao criar pares de pacientes semelhantes, é possível construir um grupo contrafactual adequado, possibilitando uma análise robusta do impacto desta política pública em um cenário altamente desafiador como a pandemia de COVID-19.

Assim, o PSM oferece uma solução metodológica importante para responder à pergunta de pesquisa sobre o impacto do EUP, considerando a falta de aleatorização e o contexto observacional dos dados disponíveis. Esta abordagem nos permitirá estimar de maneira mais acurada se o EUP realmente foi eficaz na redução das taxas de mortalidade entre os pacientes internados durante a pandemia. A metodologia do uso do PSM seguiu as seguintes etapas:

1. Definição das variáveis de emparelhamento

- As variáveis selecionadas para o emparelhamento foram:
 - Idade do paciente;
 - Tempo de internação (ti);
 - Tempo de espera para o leito.

Essas variáveis foram escolhidas por serem determinantes potenciais nos desfechos dos pacientes e, portanto, relevantes para controlar o efeito de variáveis confundidoras ao comparar os grupos pré e pós-EUP.

2. Cálculo do *propensity score*:

- Utilizou-se um modelo de regressão logística para calcular o *propensity score*, que representa a probabilidade de cada paciente pertencer ao grupo pós-EUP com base nas variáveis selecionadas. O *propensity score* foi utilizado para identificar pacientes do grupo pré-EUP que tivessem características semelhantes aos do grupo pós-EUP.

3. Emparelhamento dos pacientes:

- A realização do emparelhamento foi elaborada a partir do modelo *Nearest Neighbors* (vizinho mais próximo), no qual cada paciente do grupo pós-EUP

foi comparado com um ou mais pacientes do grupo pré-EUP com um *propensity score* similar.

4. Comparação dos desfechos:

- Após o emparelhamento, comparamos a proporção de óbitos entre os grupos pré e pós-EUP, levando em consideração os desfechos de alta e óbito.

8.3 - Análise de Regressão Linear Segmentada (*Piecewise Regression*) e justificativa de uso na pesquisa

A Regressão Linear Segmentada é uma técnica utilizada em séries temporais para identificar mudanças em tendências de dados após uma intervenção, permitindo a avaliação do impacto de políticas ou eventos significativos em diferentes períodos. No contexto deste estudo, essa metodologia foi aplicada para analisar o impacto da implementação do Escore Unificado de Priorização (EUP) na mortalidade de pacientes com COVID-19, antes e depois de sua introdução. O EUP foi implementado em 22 de junho de 2020, e a análise busca determinar se houve uma desaceleração no número de óbitos após essa data.

O modelo de Regressão Linear Segmentada consiste na inserção de um coeficiente angular antes de um determinado elemento extremo e após esse elemento, ajustando duas retas distintas. Assim, para a aplicação deste estudo, os valores extremos estabelecidos são o período anterior ao EUP e outro para o período posterior. A justificativa para o uso da Regressão Linear Segmentada neste estudo reside na sua capacidade de detectar mudanças abruptas ou gradativas em uma série temporal, especialmente em resposta a intervenções. O EUP, como uma medida emergencial para priorização de pacientes em um momento crítico da pandemia, representa um ponto de inflexão claro que justifica a aplicação dessa técnica. Ela permite não apenas a análise dos efeitos globais da intervenção, mas também a avaliação da mudança nas tendências de mortalidade ao longo do tempo.

8.4 - Análise da Evolução Temporal do Percentual de Óbitos

A metodologia empregada para a análise da evolução temporal da mortalidade durante a pandemia de COVID-19 foi baseada em uma abordagem estatística e gráfica, focada em entender as mudanças na proporção de óbitos antes e depois da implementação do Escore Unificado de Priorização (EUP). A seguir, descrevem-se as etapas do processo metodológico, que envolvem desde a organização dos dados até a aplicação de técnicas de suavização para revelar tendências mais robustas.

A primeira etapa da análise consistiu no agrupamento dos dados por data de solicitação de internação e desfecho. Os dados foram coletados a partir da plataforma RegulaRN e organizados em duas dimensões: a data de solicitação da internação e o desfecho clínico do paciente (alta ou óbito). Esta estrutura permitiu que fosse construída uma série temporal de desfechos ao longo do tempo, possibilitando a observação de padrões diários. O agrupamento por data é essencial para entender a variação dos desfechos e como o sistema hospitalar reagiu em diferentes períodos da pandemia, especialmente no que se refere ao impacto da introdução do EUP em junho de 2020.

Em seguida, foi realizada a normalização dos percentuais. Esta etapa visou corrigir possíveis distorções causadas pelas variações no número total de solicitações em diferentes dias. Para tanto, calculou-se a proporção de óbitos em relação ao total de pacientes internados a cada dia. A normalização é uma técnica fundamental para evitar que os resultados sejam influenciados por flutuações no volume de solicitações, permitindo uma comparação mais precisa e direta da mortalidade ao longo do tempo. Esse procedimento assegura que as análises não estejam enviesadas por picos ou quedas no número de pacientes internados em determinados períodos.

A terceira etapa envolveu a suavização dos dados utilizando uma média móvel de 30 dias. Uma média móvel foi aplicada à série temporal para reduzir o efeito de oscilações diárias e destacar tendências mais consistentes. A escolha de uma janela de 30 dias foi estratégica, considerando que a suavização de curto prazo poderia manter flutuações indesejadas, enquanto uma janela maior poderia obscurecer mudanças relevantes nos dados. Este método permitiu uma visualização mais clara da evolução das taxas de óbito ao longo do tempo e facilitou a identificação de padrões progressivos, especialmente aqueles relacionados ao impacto do EUP. A suavização é comumente usada em séries temporais para mitigar ruídos e capturar variações de longo prazo.

A análise também incluiu a adição de um marcador gráfico para a implementação do EUP, que ocorreu em 22 de junho de 2020. Para evidenciar o momento exato da intervenção, uma linha vertical foi traçada no gráfico, permitindo a comparação visual dos períodos antes e depois da introdução do EUP. Este marcador foi crucial para identificar mudanças imediatas e progressivas na proporção de óbitos após a implementação da política. A presença do marcador no gráfico facilita a interpretação dos dados e a observação direta de como o EUP influenciou a trajetória da mortalidade ao longo do tempo.

A justificativa para a escolha dessa metodologia baseia-se em várias considerações. Primeiramente, o agrupamento por data e desfecho foi escolhido porque permite uma análise detalhada das variações diárias e mensais nos desfechos clínicos, o que é essencial para identificar tendências associadas a eventos específicos, como a introdução do EUP. Este método oferece uma visão granular da evolução dos desfechos, permitindo avaliar a resposta do sistema hospitalar em diferentes momentos da pandemia.

A normalização dos percentuais foi fundamental para garantir que as comparações ao longo do tempo fossem justas e equilibradas. Em um contexto de pandemia, o número de pacientes internados pode variar drasticamente de um dia para o outro, e a simples contagem

de óbitos poderia levar a interpretações equivocadas. Ao utilizar a normalização, foi possível controlar essas variações e garantir que os resultados refletissem, de fato, mudanças nas proporções de óbitos em relação ao total de pacientes, em vez de flutuações causadas por mudanças no número de internações.

A suavização com média móvel foi justificada pela necessidade de eliminar as oscilações diárias, que poderiam ser influenciadas por fatores externos e não necessariamente refletiriam mudanças estruturais na mortalidade. A suavização, ao reduzir o "ruído" dos dados, proporciona uma visão mais clara e compreensível das tendências de longo prazo. Dessa forma, foi possível identificar padrões de mortalidade que não seriam evidentes em uma análise com dados brutos e sem ajustes.

O marcador gráfico para a introdução do EUP foi uma adição essencial à análise. Sem esse marcador, seria difícil correlacionar visualmente as mudanças na série temporal com o momento exato da implementação da política. A presença do marcador facilita a identificação de correlações temporais entre a introdução do EUP e as variações nas taxas de mortalidade. Essa abordagem gráfica complementa as análises estatísticas e oferece uma ferramenta intuitiva para interpretar os resultados.

Por fim, a combinação dessas técnicas metodológicas – agrupamento por data, normalização dos percentuais, suavização com média móvel e uso de marcadores gráficos – permitiu uma análise robusta e confiável da evolução temporal da mortalidade durante a pandemia de COVID-19. A metodologia aplicada foi desenhada para responder de forma eficaz à questão central da pesquisa: “qual foi o impacto do EUP nas taxas de mortalidade no Rio Grande do Norte durante a pandemia de COVID-19?” Com isso, os resultados obtidos são consistentes, permitindo uma interpretação clara e bem fundamentada dos efeitos dessa política pública.

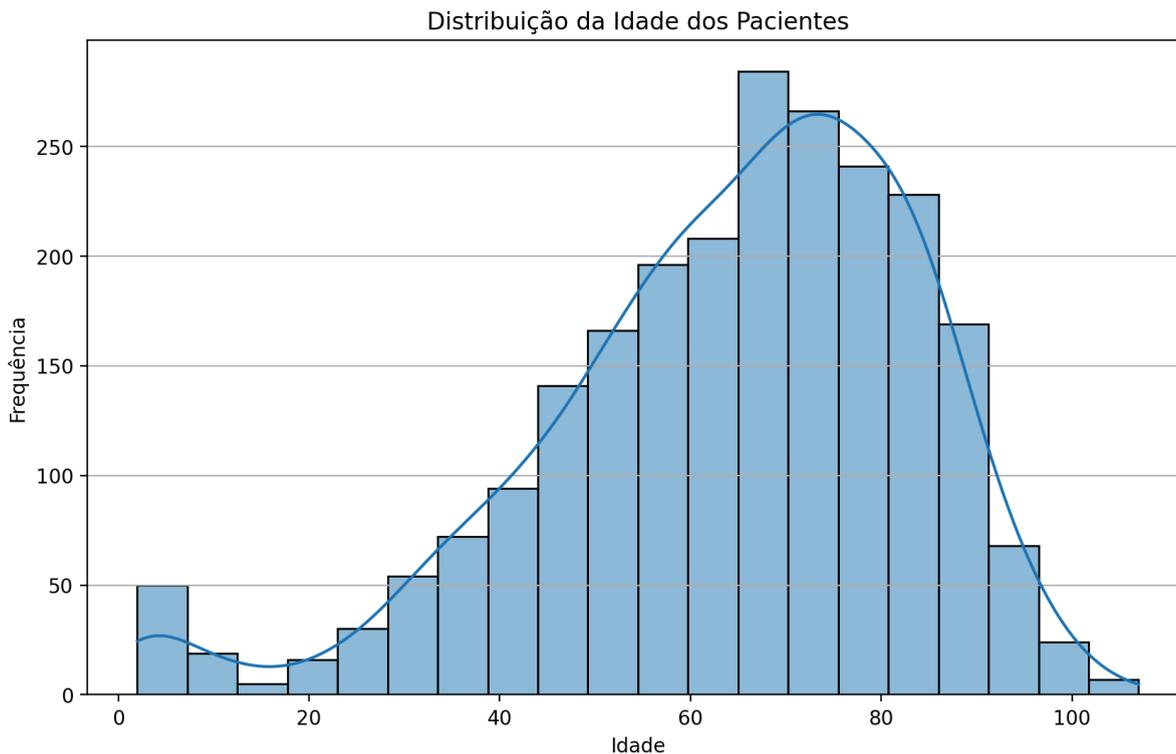
Capítulo 9

Resultados

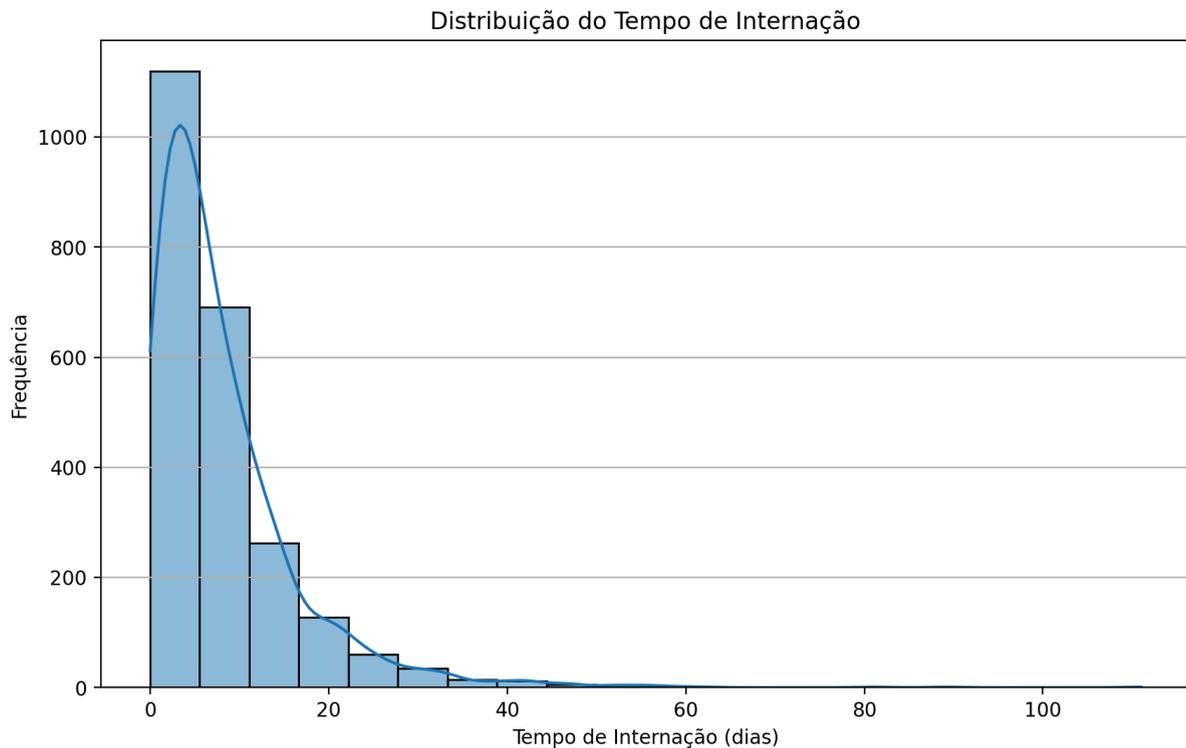
Este capítulo apresenta os resultados obtidos por meio das análises realizadas na base de dados da plataforma RegulaRN COVID-19, destacando as relações entre o tempo de espera, tempo de internação, faixa etária do paciente e desfecho com a utilização do escore unificado de priorização. Ademais, foram realizadas previsões utilizando modelos de séries temporais para estimar quais cenários estariam disponíveis se o EUP não tivesse sido implantado.

9.1 - Resultados estatísticos

A partir dos resultados estatísticos foi possível elaborar a distribuição das idades dos pacientes (Figura 6). A análise da distribuição da idade dos pacientes internados mostra que a maioria dos pacientes está em faixas etárias mais altas, indicando que idosos foram especialmente afetados durante o período da pandemia. Isso é consistente com o conhecimento existente de que a COVID-19 teve um impacto desproporcional sobre grupos mais vulneráveis, como idosos e pessoas com comorbidades. Esse aspecto torna ainda mais importante o critério de priorização adotado, pois permitiu que os recursos fossem alocados para aqueles em maior risco.

Figura 6 - Distribuição da Idade dos Pacientes

Ao analisar pelo tempo de internação, os dados apontam que a maioria dos pacientes teve um tempo de internação relativamente curto, concentrado em menos de 10 dias (Figura 7). Há também alguns casos com tempos de internação mais longos, formando uma cauda que se estende até períodos bem mais prolongados. Esse padrão sugere que, para muitos pacientes, a hospitalização foi breve, possivelmente associada a recuperações rápidas ou falecimentos precoces. No entanto, a cauda longa indica que alguns pacientes permaneceram internados por períodos prolongados, o que pode refletir a gravidade dos casos e a necessidade de cuidados intensivos por tempo prolongado.

Figura 7 - Distribuição do Tempo de Internação

Quando analisamos por grupo etário, os pacientes idosos mantiveram-se internados por 8,7 dias, enquanto adultos permaneceram por 7,2 dias e jovens por 7,5 dias. Desse modo, é possível identificar que pacientes idosos necessitam de mais tempo de internação do que outros perfis de pacientes, resultado este já esperado, considerando as especificidades da doença e do próprio processo de envelhecimento. Pacientes idosos são mais suscetíveis a agravos e a complicações com o internamento.

Com relação ao tempo médio de espera, os idosos apresentaram um tempo médio de 0,99 dias, enquanto adultos e jovens tiveram tempos de espera de 0,90 e 0,5 dias, respectivamente, indicando que os jovens tinham acesso aos leitos ligeiramente antes dos demais grupos etários. No entanto, a implementação do Escore Unificado de Priorização (EUP) não resultou em aumento no número de óbitos de idosos. Pelo contrário, o escore permitiu uma gestão mais eficiente dos leitos, aumentando significativamente o giro de pacientes. Esse aumento na rotatividade de leitos possibilitou que mais pessoas, incluindo

idosos, tivessem acesso ao atendimento de forma mais rápida, contribuindo para uma alocação de recursos hospitalares mais equânime e eficaz. Assim, apesar da leve diferença no tempo de espera entre as faixas etárias, a eficácia do EUP garantiu que os idosos não fossem prejudicados em termos de acesso ao tratamento intensivo. Ao otimizar a distribuição dos leitos, o EUP favoreceu o atendimento de mais pacientes vulneráveis, como os idosos, que continuaram a ser priorizados de acordo com a gravidade de suas condições. Isso contribuiu para a manutenção e até mesmo a melhoria dos desfechos clínicos para esse grupo, sem aumentar as taxas de mortalidade associadas.

9.2 - Análise das métricas

9.2.1 - Análise do percentual de óbito ao longo do tempo

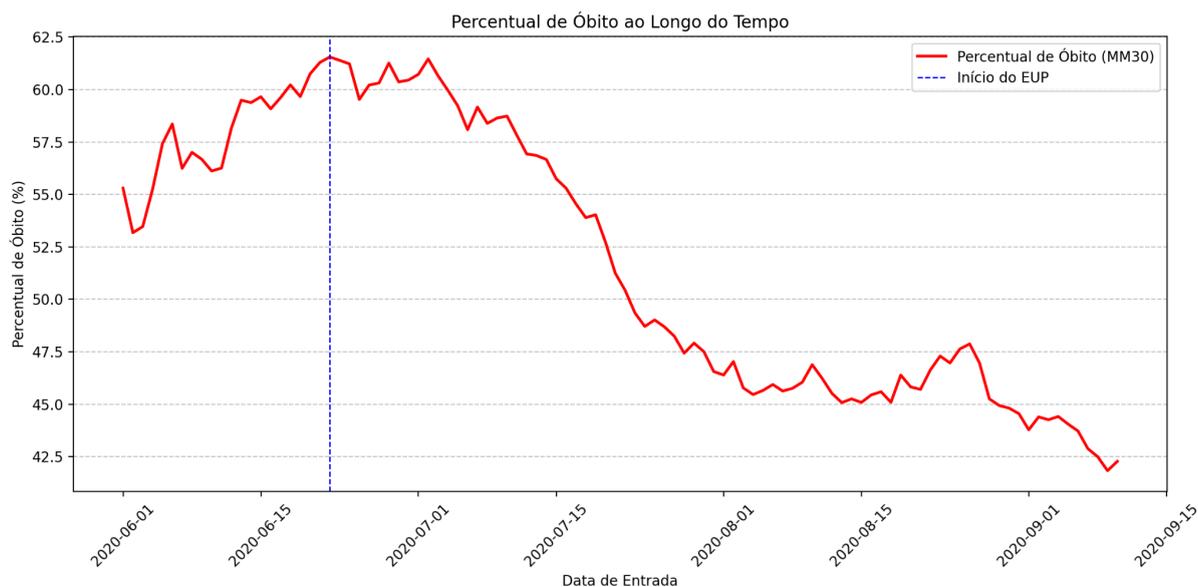
A análise apresentada na Figura 8 mostra uma clara redução na mortalidade ao longo do tempo, especialmente após a introdução do Escore Unificado de Priorização (EUP). A linha azul tracejada, que marca o início do EUP em 22 de junho de 2020, é um ponto de inflexão significativo, indicando uma queda substancial nas taxas de óbito. Antes dessa data, a mortalidade oscilava em torno de 60%, com flutuações perceptíveis, mas mantendo uma média alta. Após a implementação do EUP, o percentual de óbitos caiu de forma consistente, alcançando aproximadamente 45% no final do período analisado.

Esse resultado é corroborado por uma análise estatística robusta, onde a proporção de óbitos antes da introdução do EUP era de 59,29%, caindo para 47,59% após a implementação do sistema. A estatística z de 5,31, associada a um valor p extremamente pequeno ($1,08 \times 10^{-7}$), indica que essa redução não é fruto do acaso, mas sim uma mudança significativa. Isso sugere fortemente que o EUP contribuiu diretamente para a redução das taxas de

mortalidade, possivelmente devido à melhor priorização dos pacientes em estado crítico, o que resultou em um manejo mais eficiente dos recursos hospitalares.

Além disso, o gráfico utiliza uma média móvel de 30 dias para suavizar as flutuações diárias, tornando mais claro o impacto da intervenção do EUP. Esse método de suavização elimina ruídos e oscilações diárias, permitindo uma visualização mais precisa da tendência geral. A queda progressiva no percentual de óbitos após a introdução do EUP é uma evidência concreta de que o sistema foi eficaz em reduzir a mortalidade, especialmente em um cenário crítico de alta demanda por leitos hospitalares durante a pandemia de COVID-19.

Figura 8 - Percentual de Óbito ao Longo do Tempo



9.2.2 - Análise dos dados pelas diferentes janelas antes e depois do EUP

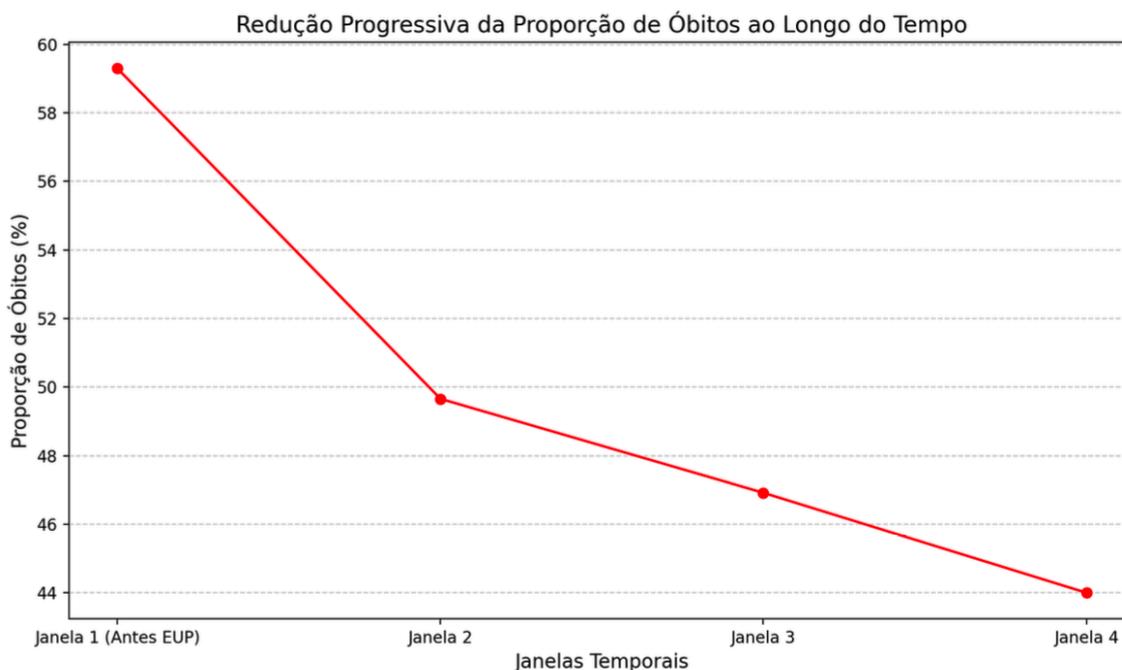
A Figura 9 ilustra a evolução da proporção de óbitos ao longo de quatro janelas temporais. Na Janela 1, que representa o período antes da implementação do Escore Unificado de Priorização, a proporção de óbitos era a mais alta, com aproximadamente 59%. Após a implementação do EUP, observamos uma redução significativa na proporção de

óbitos ao longo das Janelas 2, 3 e 4, com a última apresentando a menor proporção, em torno de 44%.

A análise da regressão linear segmentada, mencionada na descrição do estudo, confirma que a implementação do EUP teve um impacto positivo na redução da mortalidade. Antes do EUP, o número de óbitos estava aumentando a uma taxa de 10,46 óbitos por dia, mas após a intervenção, essa taxa de crescimento foi reduzida em 1,10 óbitos por dia. O gráfico reflete essa desaceleração na proporção de óbitos, com uma queda clara nas Janelas 2 a 4, destacando o efeito da política na melhoria dos resultados clínicos ao longo do tempo.

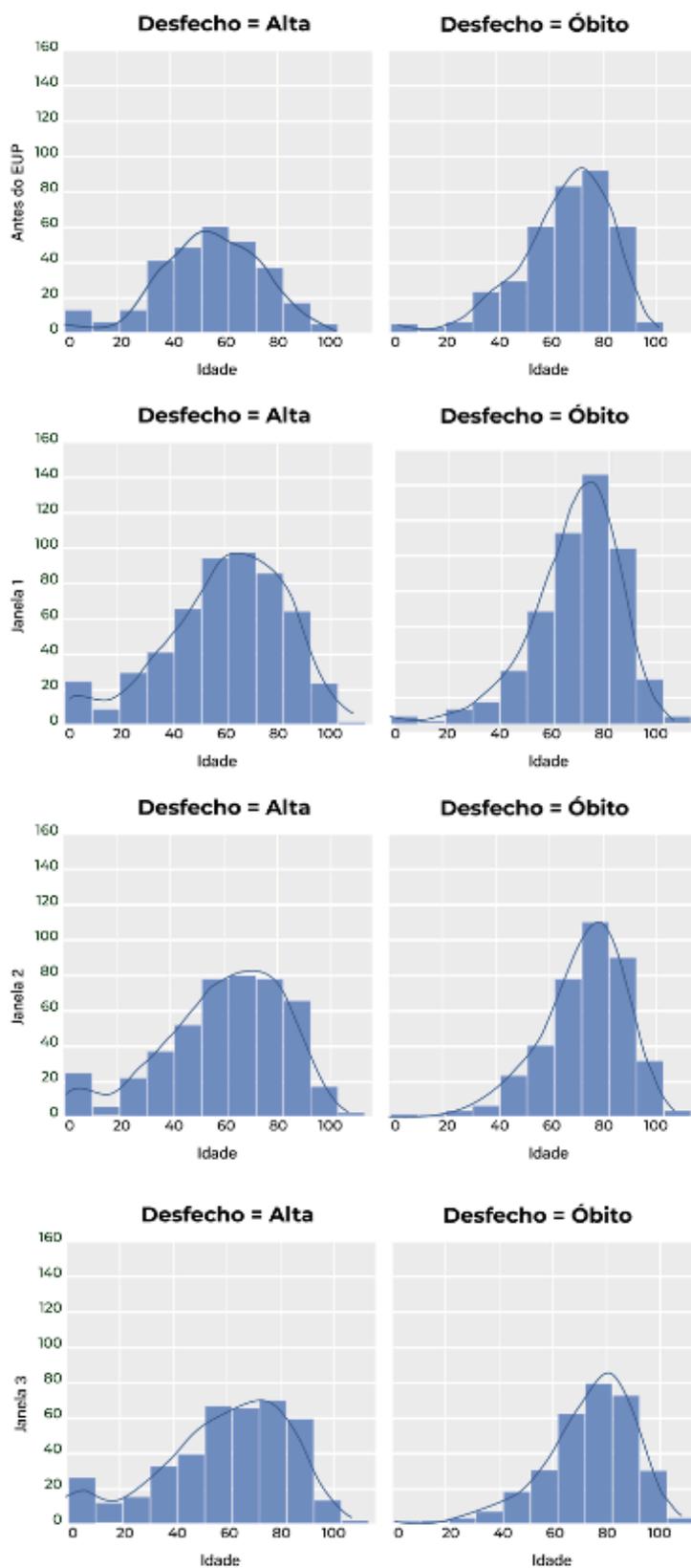
Os resultados apresentados reforçam a eficácia do EUP na priorização de recursos e atendimento aos pacientes mais críticos. A queda na proporção de óbitos indica que, além de desacelerar a mortalidade, a política pode ter contribuído para salvar vidas. Esses achados enfatizam a importância de intervenções baseadas em dados durante crises de saúde pública, como a pandemia da COVID-19.

Figura 9 - Redução Progressiva da Proporção de Óbitos ao Longo do Tempo.



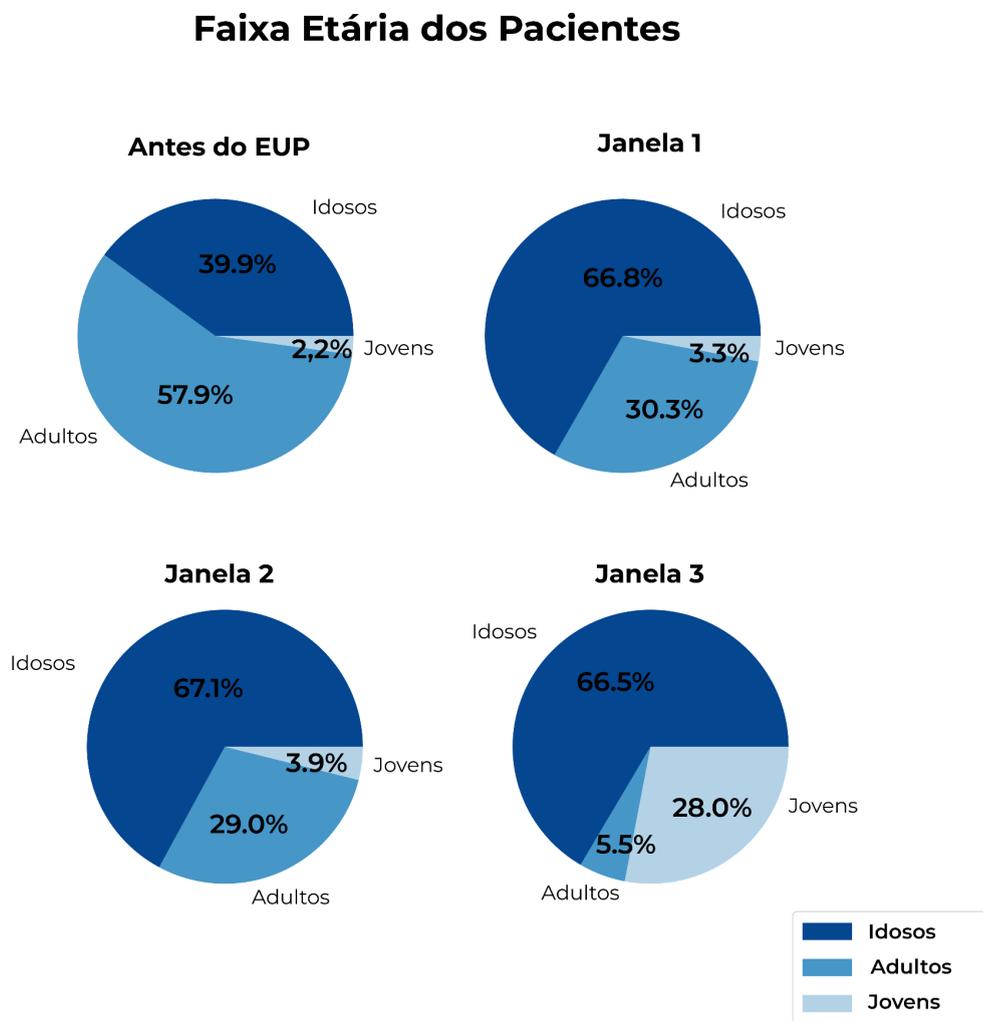
A Figura 10 apresenta um comparativo geral entre os períodos através de histogramas, analisando a idade dos pacientes para os desfechos de óbito e alta. A distribuição de idades com desfecho óbito é semelhante para todos os subconjuntos, sendo todos assimétricos à esquerda, o que mostra que o número de mortes é maior em pacientes com idades mais avançadas, variando aproximadamente entre 65 e 85 anos. É possível notar que há um afinamento da distribuição, o que mostra que os óbitos se concentraram em um intervalo menor de idades. Outro ponto que pode ser observado é que o número de óbitos dentro de uma mesma faixa de idade apresenta gradativa queda ao longo do tempo de uso do EUP. As distribuições com desfecho de alta se mostram bem parecidas, mas vale citar o aumento de pacientes com alta para idades menores que 15 anos, além do aumento de casos com desfecho alta para as faixas de idade entre 50 e 80 anos.

Figura 10 - Comparação de desfecho por idade e período de análise.



Outra estratégia para comparar faixa etária e desfecho foi agrupar as idades em três grupos: jovens (0 a 18 anos), adultos (18 a 59 anos) e idosos (60 anos ou mais). Em todos os períodos analisados, a porcentagem de idosos permaneceu a mais alta, apresentando um aumento em relação aos períodos anteriores e posteriores à introdução do escore unificado de priorização, como pode ser visto na Figura 11.

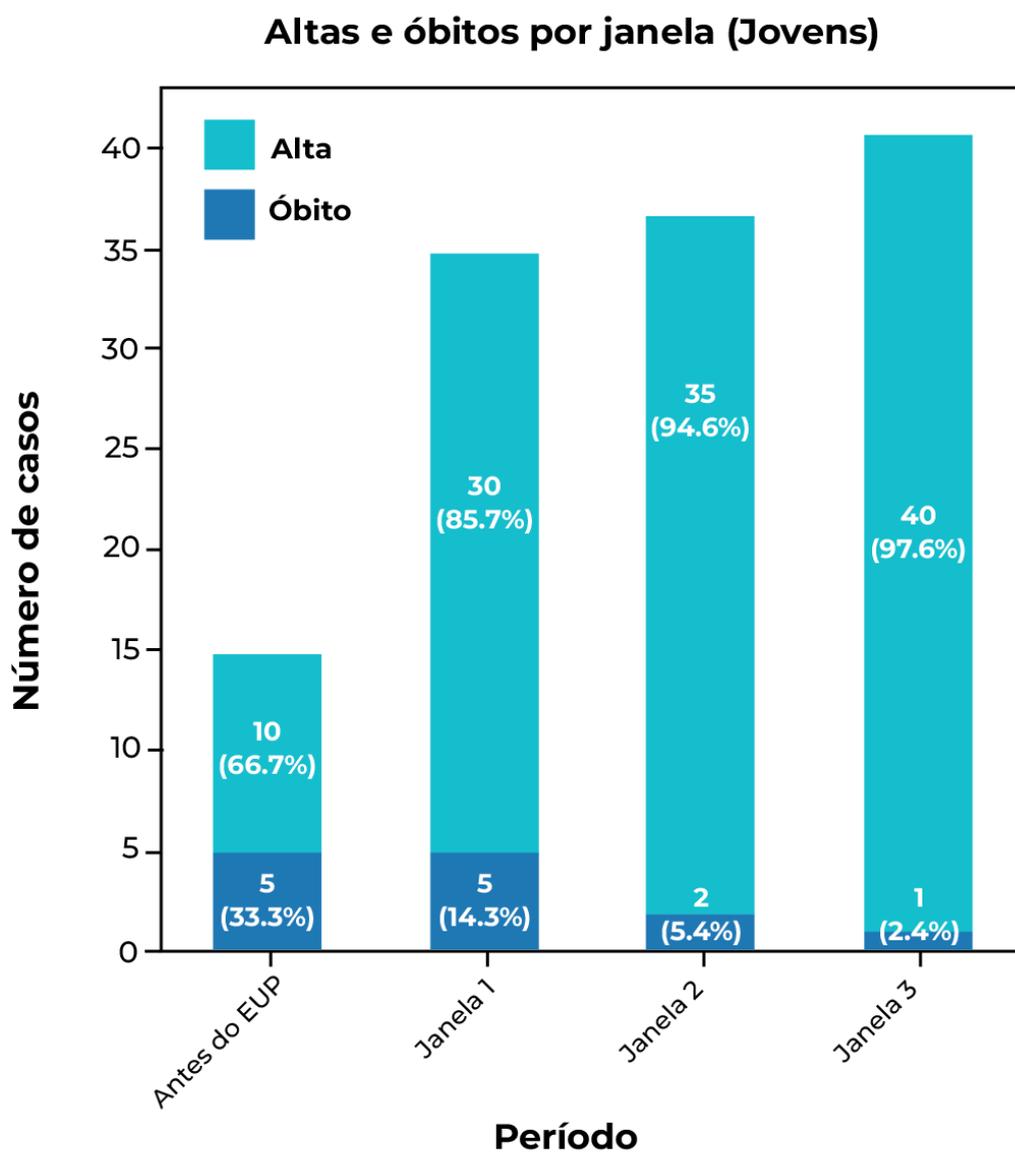
Figura 11 - Proporção de pacientes por faixa etária para cada período de análise.



Analisando o grupo etário dos jovens, conforme ilustrado na Figura 12, observa-se que no período anterior ao EUP, a taxa de óbitos era de 33,3%, com 5 mortes entre 15 casos.

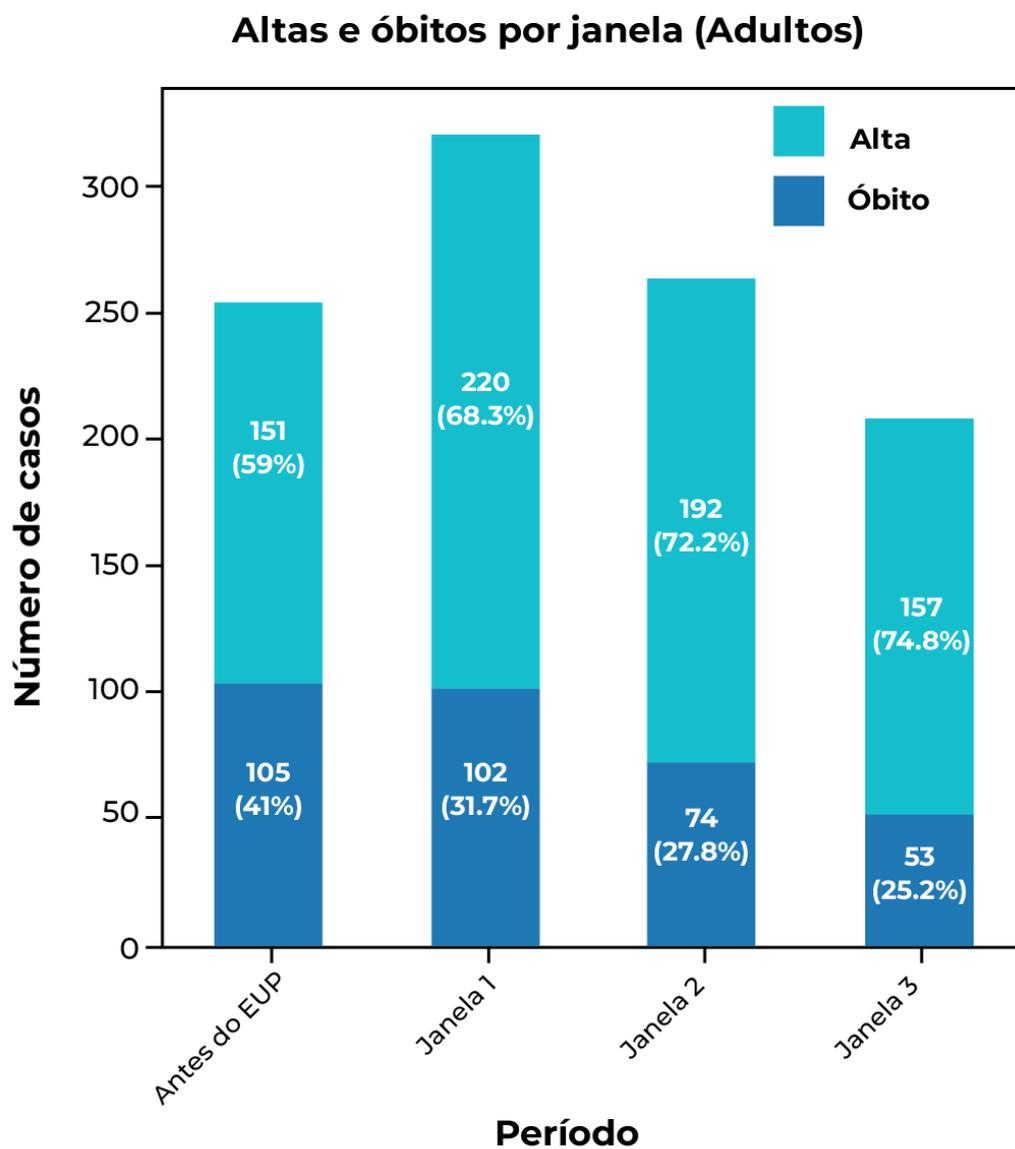
Após a introdução do EUP, houve uma redução substancial na mortalidade. Na primeira janela de tempo, os óbitos caíram para 14,3%, e essa tendência continuou nas janelas subsequentes, com uma redução para 5,4% na segunda janela e apenas 2,4% na terceira janela, indicando uma melhora contínua. Paralelamente, observou-se um aumento significativo nas altas hospitalares, destacando a eficácia do EUP na otimização do atendimento a pacientes jovens.

Figura 12 - Proporção do número de casos entre os jovens para cada período.



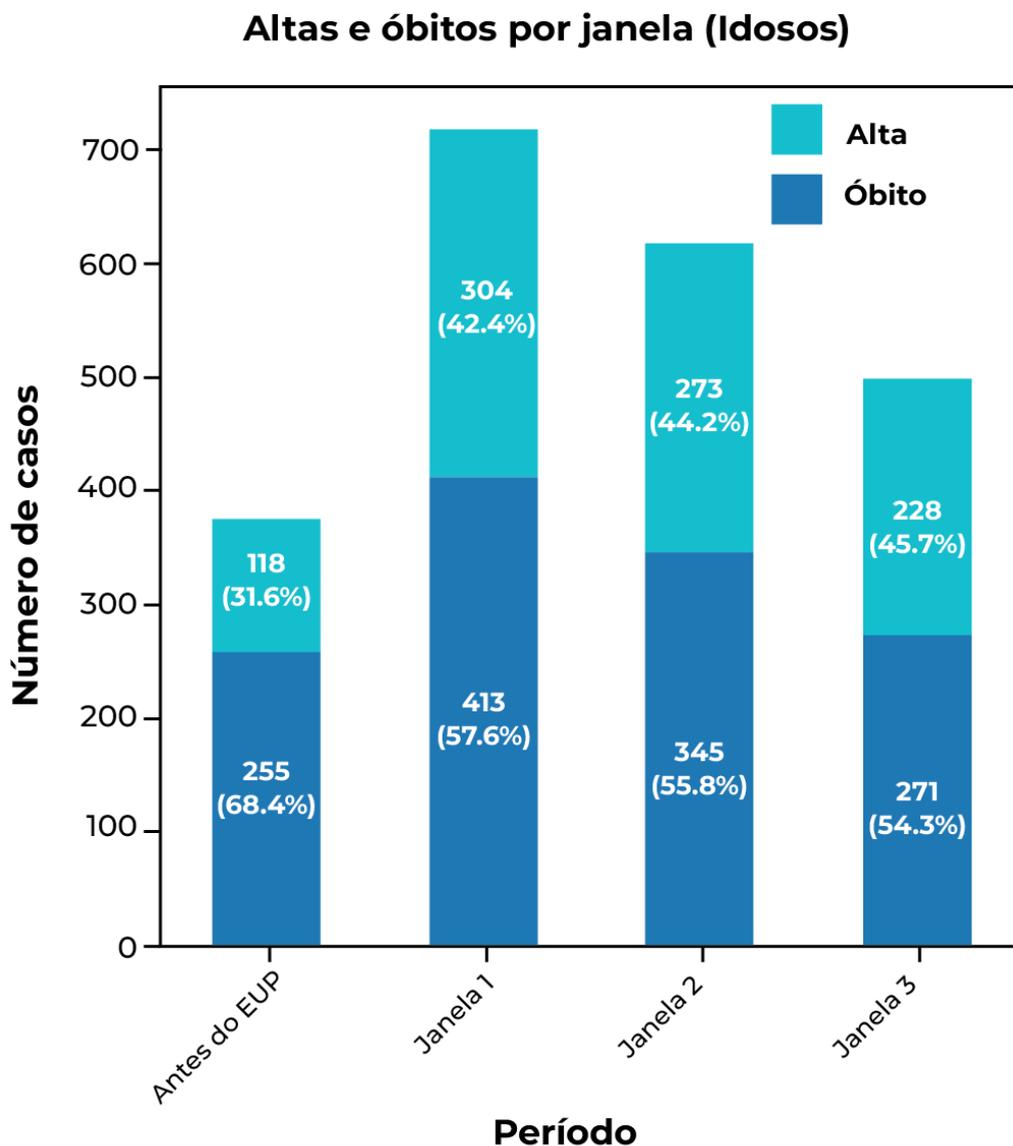
Para o grupo etário de adultos (Figura 13) a proporção de altas hospitalares aumentou progressivamente após a implementação do Escore Unificado de Priorização (EUP). No período anterior ao EUP, a taxa de alta era de 59% (151 altas em 256 casos), enquanto os óbitos representavam 41% (105 mortes). Após a implementação, na primeira janela temporal, as altas subiram para 68,3% (220 altas), enquanto os óbitos caíram para 31,7% (102 óbitos). Na segunda janela, o percentual de altas continuou aumentando, atingindo 72,2% (192 altas), e os óbitos reduziram para 27,8% (74 óbitos). Finalmente, na terceira janela, a tendência de alta se manteve, com 74,8% dos pacientes sendo liberados (157 altas), e os óbitos caíram ainda mais, para 25,2% (53 óbitos).

Os dados demonstram que, à medida que o tempo passa após a implementação do EUP, a proporção de altas hospitalares aumenta de forma consistente, enquanto as mortes diminuem. Isso sugere que o EUP teve um impacto positivo na alocação de recursos e no tratamento dos pacientes adultos, especialmente nos períodos mais críticos da pandemia.

Figura 13 - Proporção do número de casos entre os adultos para cada período.

Já para os idosos (Figura 14) apesar da proporção de óbitos ser maior em todos os períodos, a porcentagem de óbitos diminuiu de 69% antes do escore unificado de priorização para 54% na janela 3.

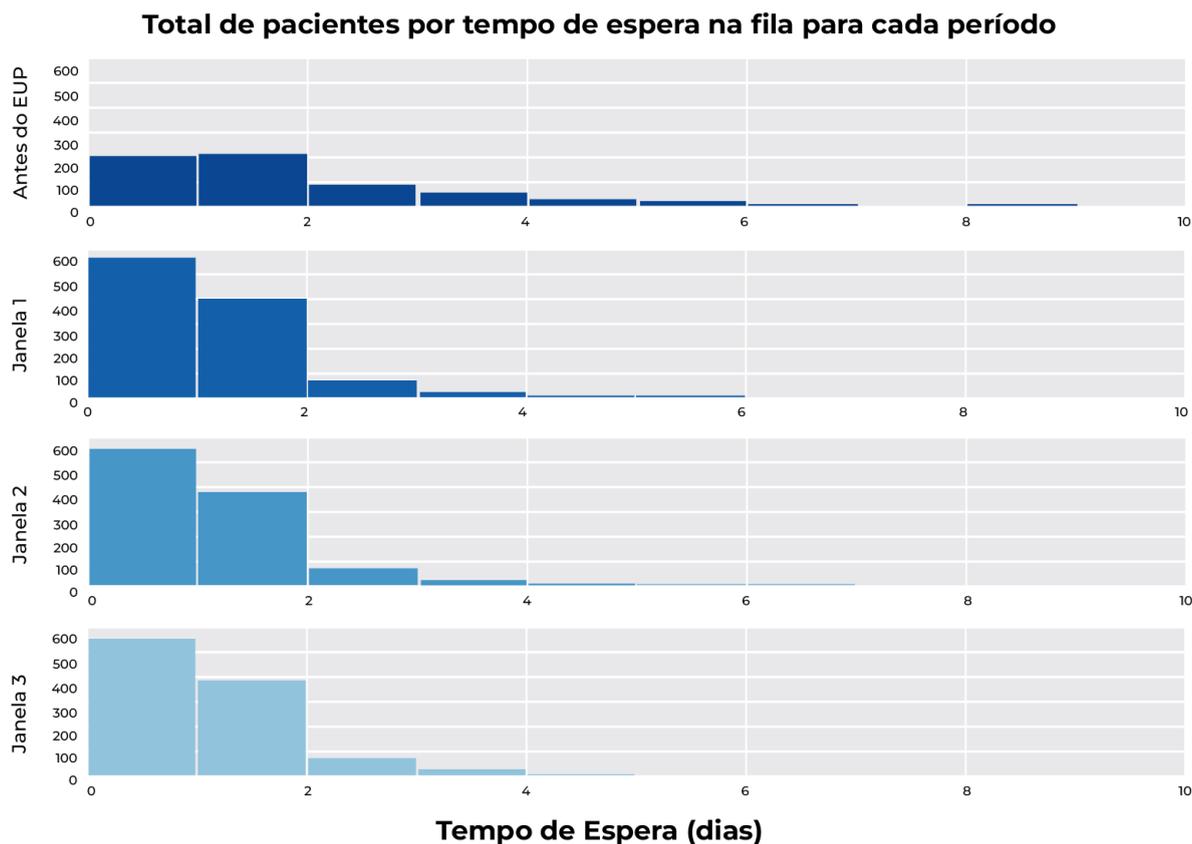
Figura 14 - Proporção do número de casos entre os idosos para cada período.



A Figura 15 apresenta 4 histogramas de tempo de espera na fila para cada um dos subconjuntos gerados. Como pode ser visto, o tempo de espera diminui gradativamente com o passar dos dias após a implantação do escore unificado de priorização, passando de um período de 10 dias de espera antes do escore unificado de priorização para no máximo 5 dias. O número de pacientes com tempo de espera de um dia aumentou progressivamente ao longo do período analisado, passando de pouco mais de 200 para quase 400 pacientes. Entretanto, observou-se um crescimento ainda mais expressivo na quantidade de pacientes com zero dias de espera, representado pela primeira barra vertical no gráfico. Após a implementação do

Escore Unificado de Priorização (EUP), esse grupo passou de aproximadamente 200 para mais de 500 pacientes. Essa diferença indica um aumento significativo na capacidade do sistema em reduzir o tempo de espera para internação imediata após a adoção do EUP.

Figura 15 - Total de pacientes por tempo de espera na fila para cada período.



Com intuito de analisar o recorte de dados por janelas, a Tabela 7 apresenta a caracterização das solicitações após a definição das janelas: antes do EUP, janela 1, janela 2 e janela 3. Por meio dela, é possível identificar um aumento significativo de desfechos positivos já na primeira janela de implantação do escore EUP, de 43,3% para 51,5%. E nas janelas seguintes, mantém um crescimento de altas em 54,3% (Janela 2) e 56,7% (Janela 3).

Tabela 7 - Caracterização das solicitações após a definição das janelas

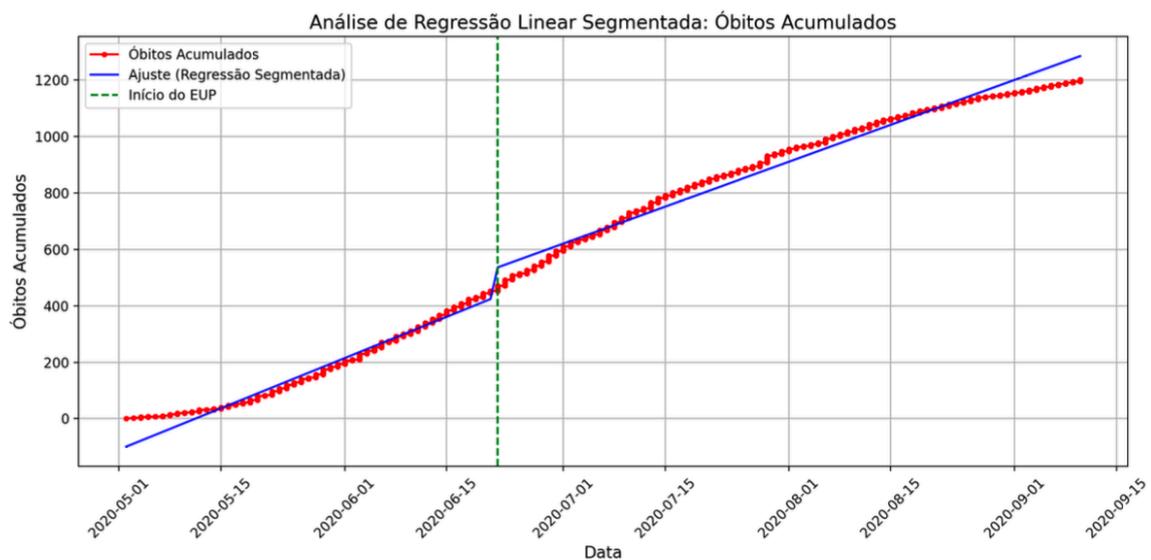
| | Solicitações | Faixa etária | Tempo de espera | Desfecho |
|---------------------|--------------|--|--|---|
| Antes do EUP | 644 | Jovem: 15 (2,3%) Adulto: 256 (39,75%) Idoso: 373 (57,9%) | 0 dia: 30,7% 1 dia: 32,2% 2 dias: 14,4% 3 dias: 9,4% ≥ 4 dias: 13,3% | Alta: 279 (43,3%) Óbito: 365 (56,7%) |
| Janela 1 | 1074 | Jovem: 35 (3,3%) Adulto: 322 (29,9%) Idoso: 717 (66,7%) | 0 dia: 51,9% 1 dia: 36% 2 dias: 7 % 3 dias: 2,9% ≥ 4 dias: 2,3% | Alta: 554 (51,5%) Óbito: 520 (48,5%) |
| Janela 2 | 921 | Jovem: 37 (4%) Adulto: 266 (28,9%) Idoso: 618 (67,1%) | 0 dia: 63% 1 dia: 33,8% 2 dias: 2,8 % 3 dias: 0,4% | Alta: 500 (54,3%) Óbito: 421 (45,7%) |
| Janela 3 | 750 | Jovem: 41 (5,4%) Adulto: 210 (28%) Idoso: 499 (66,4%) | 0 dia: 69,1% 1 dia: 28,5% 2 dias: 2 % 3 dias: 0,4% | Alta: 424 (56,7%) Óbito: 325 (43,3%) |

Quanto à análise de regressão linear segmentada, a Figura 16 ilustra a análise realizada aplicada aos dados de óbitos acumulados durante um período específico, no contexto da pandemia de COVID-19. As linhas vermelhas indicam os óbitos acumulados ao longo do tempo, enquanto a linha azul representa o ajuste da regressão segmentada, sugerindo que o modelo estatístico ajusta dois segmentos distintos dos dados de maneira linear. A linha verde pontilhada marca o início do EUP, que representa uma mudança nas políticas públicas de combate à pandemia.

A segmentação da regressão é visível ao redor do ponto marcado pela linha verde. Antes desse ponto, o modelo ajusta uma trajetória de crescimento dos óbitos acumulados com uma inclinação ligeiramente mais acentuada, enquanto após essa data o crescimento segue uma tendência mais suave. Isso pode indicar que a intervenção marcada pelo início do EUP teve impacto na taxa de crescimento dos óbitos, possivelmente desacelerando o número de novos óbitos diários. A alteração na inclinação da linha azul sugere que a mudança no comportamento dos dados não foi abrupta, mas sim suavizada, o que pode indicar um impacto gradual das medidas implementadas.

Além disso, a aderência dos pontos de dados reais (vermelhos) à linha ajustada (azul) sugere que o modelo de regressão segmentada oferece uma boa aproximação para explicar a evolução dos óbitos acumulados ao longo do tempo. As pequenas discrepâncias observadas podem estar associadas a variações naturais nos dados ou a outros fatores externos que não foram capturados pelo modelo, como mudanças não previstas nas políticas de saúde pública ou no comportamento social.

Figura 16 - Análise de Regressão Linear Segmentada: Óbitos Acumulados.



O coeficiente de inclinação antes da introdução do EUP representa o ritmo de crescimento dos óbitos acumulados, enquanto o coeficiente da interação entre o tempo e a implementação do EUP reflete a mudança na inclinação após a implementação da política. De acordo com os resultados, o valor do coeficiente para dias antes do EUP de 10,4649 (com $p < 0.0001$), o que sugere que a mortalidade estava aumentando em média 10,46 óbitos por dia. Já após o EUP, o valor do novo coeficiente foi de -1.1036 (com $p < 0.0001$) indicando uma redução de 1,10 óbitos por dia. Assim a análise revelou uma desaceleração significativa

na taxa de crescimento dos óbitos após o EUP, com uma redução de aproximadamente 1,10 óbitos diários, sugerindo que o EUP teve um efeito positivo imediato.

Os resultados indicaram que, antes da implementação do EUP, a mortalidade estava crescendo em uma média de 10,46 óbitos por dia, enquanto após o EUP, essa taxa de crescimento foi significativamente reduzida. Essa desaceleração da mortalidade sugere que o EUP contribuiu para otimizar a alocação de recursos hospitalares e melhorar os resultados clínicos dos pacientes. A significância estatística dos coeficientes ($p < 0.0001$) reforça a robustez desses achados, indicando que a mudança observada não foi resultado do acaso.

Em conclusão, a Regressão Linear Segmentada forneceu evidências claras de que a implementação do EUP foi eficaz na redução da mortalidade durante a pandemia. Ao desacelerar o crescimento dos óbitos, o EUP demonstrou ser uma intervenção crítica, ajudando a salvar vidas e a otimizar os recursos de saúde em um momento de enorme pressão sobre o sistema hospitalar. Os resultados fortalecem a importância de políticas bem estruturadas para gerenciar crises de saúde pública.

Capítulo 10

Discussão

A pandemia de COVID-19 impactou severamente setores de saúde em todo o mundo, promovendo uma repercussão ainda mais negativa em países com recursos mais limitados para a área da saúde. Nesse sentido, fez-se necessário o desenvolvimento de tecnologias que pudessem auxiliar de maneira mais efetiva o processo de gestão de casos da pandemia. O RegulaRN foi uma plataforma primordial para o enfrentamento da COVID-19 no Estado do RN, e principalmente as estratégias utilizadas para aprimorar as ferramentas, como a inclusão do escore unificado de priorização no seu escopo.

A COVID-19 comprometeu diferentes setores de maneira multifatorial, e dessa forma, devido sua rápida transmissão e letalidade, apenas investir em maior número de leitos não seria uma alternativa suficiente e integralmente efetiva (Leclerc et al. 2020). Aumentar o número de profissionais de saúde, expandir as redes assistenciais, iniciativas para minimizar aglomerações e classificar melhor o paciente que procurava a assistência foram elementos cruciais para a condução positiva da pandemia (Wang; Tang, 2020, Rawaf et al., 2020, Valentim et al. 2022).

Na literatura científica, vários outros trabalhos utilizaram diferentes métodos para melhorar a priorização dos pacientes com COVID-19 na fila de atendimento e facilitar o acesso ao leito. Nardo et al. (2020) utilizou um modelo de decisão multicritério em conjunto com um modelo de classificação em pares (PAPRIKA) proposto por Hansen e Ombler (2008). Frej et al. (2020) utilizou um modelo de tomada de decisão baseado na teoria da utilidade, para alocar pacientes suspeitos de COVID-19 em leitos hospitalares. Já Leclerc et al. (2020) propuseram e discutiram o contexto de priorização de pacientes COVID-19 para

indicação para leitos de UTI. Nesse sentido, é possível identificar um direcionamento literário acadêmico para o contexto da priorização do acesso aos leitos durante a pandemia de COVID-19.

Este trabalho apresentou a eficiência e importância do escore unificado de priorização em situações caóticas de saúde pública para eventos de massa, direcionando, em situações de alta demanda por leitos, quais pacientes deveriam ser conduzidos para os leitos em que houvesse mais chance de sobrevivência. Além disso, os resultados apresentam uma melhora significativa de quase 30% da proporção de altas.

Os resultados apresentados nesta tese revelam o impacto significativo da implementação do Escore Unificado de Priorização (EUP) na gestão de leitos hospitalares durante a pandemia de COVID-19 no Rio Grande do Norte. A análise comparativa entre os períodos pré e pós-EUP, sustentada por métodos estatísticos robustos como o *Propensity Score Matching (PSM)*, oferece evidências concretas sobre a eficiência desse protocolo na alocação de recursos críticos em um momento de extrema pressão sobre o sistema de saúde.

Um dos resultados mais marcantes é a redução do tempo de espera médio dos pacientes após a implementação do EUP. A redução absoluta de 1,10 dias reflete uma melhora prática no tempo de resposta hospitalar, o que significa que, em média, os pacientes foram atendidos 1 dia mais rápido em relação ao período pré-EUP. A redução relativa de 64,33% não só evidencia a eficácia do EUP em otimizar o uso dos leitos, mas também demonstra como uma política de priorização bem estruturada pode aliviar a pressão sobre o sistema em momentos de crise. Esses dados corroboram a hipótese de que o uso do EUP foi essencial para uma gestão mais eficiente dos leitos disponíveis.

A aplicação do PSM garantiu a integridade dessas comparações, controlando por variáveis que poderiam interferir nos desfechos, como idade e comorbidades. A significância estatística dos resultados, expressa em um valor-p extremamente baixo, fortalece a confiança

de que a diferença observada nos tempos de espera não é fruto do acaso, mas sim um efeito direto da implementação do EUP. Essa constatação sublinha a importância de mecanismos de priorização baseados em dados objetivos, como o EUP, na regulação de leitos hospitalares, especialmente durante pandemias ou outras crises de saúde pública.

Em relação à taxa de mortalidade, a análise dos dados sugere que o EUP teve um impacto imediato e profundo. Antes da introdução do EUP, a mortalidade estava em crescimento acelerado, com uma média de 10,46 óbitos diários. Após a adoção do EUP, essa tendência foi significativamente desacelerada, resultando em uma redução de 1,10 óbitos diários no crescimento. Esse achado sugere que o EUP não só otimizou a alocação de leitos, mas também contribuiu diretamente para salvar vidas, priorizando pacientes de acordo com a gravidade de sua condição clínica.

Essa desaceleração na taxa de crescimento de óbitos indica que o EUP desempenhou um papel fundamental na mitigação da mortalidade, especialmente durante os picos do número de casos de covid-19 durante a pandemia que chegaram a mais de 100 mil casos confirmados no ano de 2020, nesse período os recursos eram escassos e a demanda por leitos críticos era alta. A robustez dos coeficientes estatísticos reforça essa conclusão, indicando que a mudança na taxa de crescimento dos óbitos não foi resultado de flutuações aleatórias, mas sim um efeito real e substancial do EUP.

Além disso, a análise utilizando o PSM mostrou que, mesmo após controlar por variáveis importantes como idade, tempo de internação e tempo de espera, a proporção de óbitos no grupo pós-EUP foi significativamente menor do que no grupo pré-EUP. A diferença de aproximadamente 12% na proporção de óbitos entre os dois grupos destaca o impacto do EUP na melhoria dos desfechos clínicos, particularmente em termos de sobrevivência de pacientes críticos. O valor-p extremamente baixo encontrado nesse contexto reforça que essa

diferença não é atribuível ao acaso, mas sim ao efeito da priorização eficiente dos recursos promovida pelo EUP.

Esses resultados têm implicações importantes para a gestão de crises de saúde pública, demonstrando que intervenções baseadas em critérios objetivos, como o EUP, são essenciais para garantir que os recursos limitados sejam alocados de forma justa e eficaz. A capacidade do EUP de reduzir tanto os tempos de espera quanto as taxas de mortalidade sugere que sistemas de saúde em situações de emergência podem se beneficiar enormemente de sua adoção.

Por fim, é importante destacar que, embora os resultados apontem para a eficácia do EUP, a implementação de sistemas de priorização de leitos deve ser acompanhada de uma capacitação contínua dos profissionais de saúde e de uma integração tecnológica robusta, como visto com o uso da plataforma RegulaRN. Isso garante que as ferramentas possam ser usadas de maneira adequada e eficaz, maximizando os benefícios para o sistema de saúde e a população atendida.

Vale salientar que para o recorte temporal deste estudo, não haviam sido publicados nenhum mecanismo de saúde, devidamente comprovado, que pudesse melhorar o quadro de saúde dos pacientes. Isto é, não houve nenhuma interferência de imunizantes que pudessem melhorar o quadro clínico dos pacientes, tendo em vista, que no Brasil, as primeiras doses de vacina foram distribuídas no final de janeiro de 2021.

Além disso, o escore unificado de priorização adotado neste estudo possui algumas limitações, dentre elas o fato do escore ter foco no de aplicação no monitoramento da internação, necessitando de outras ferramentas para realização de análise preditiva da demanda por leitos, assim como, na necessidade de aumentar o número de leitos. Ademais, também é necessário que exista a compreensão dos profissionais de saúde para a utilização do

escore, tendo em vista que pode ocorrer resistência pelos profissionais de saúde já estarem familiarizados com outras ferramentas.

Capítulo 11

Conclusões

Para realização deste estudo, utilizou-se como base de dados o sistema RegulaRN para analisar a efetividade, no mundo real, da aplicação do escore unificado de priorização em leitos de unidade de terapia intensiva como instrumento de regulação de leitos para pacientes acometidos da COVID-19. Realizou-se análise do impacto desse escore durante a pandemia de COVID-19, no Estado do Rio Grande do Norte/Brasil. Os resultados obtidos demonstraram a importância da tomada de decisão na adoção dessa ferramenta pela Secretaria da Saúde Pública do Rio Grande do Norte ainda nos primeiros meses da pandemia de COVID-19.

Os dados revelaram uma redução significativa na proporção de óbitos após a implementação do EUP. Essa diminuição na mortalidade foi consistente ao longo do tempo, evidenciada pela análise por janelas temporais, que mostraram uma redução progressiva na proporção de óbitos a partir da introdução do EUP. A regressão linear segmentada confirmou a desaceleração na taxa de crescimento de óbitos após a implementação do EUP, indicando um impacto positivo da ferramenta na gestão de leitos de UTI.

Os resultados apontam que o EUP contribuiu para uma alocação mais eficiente dos leitos de UTI, dando prioridade a pacientes com maior gravidade e necessidade de cuidados intensivos. Durante a pandemia, a escassez de recursos e a alta demanda evidenciaram a importância de um sistema de priorização baseado em critérios objetivos como o EUP para otimizar a utilização dos leitos e reduzir a mortalidade.

A pesquisa também notou um impacto positivo do EUP na agilidade da disponibilidade de leitos, diminuindo o tempo de espera dos pacientes na fila. A redução do

tempo de espera pode ser atribuída à melhor organização do fluxo de pacientes e à priorização dos casos mais urgentes, facilitada pelo EUP.

A incorporação do EUP ao RegulaRN significou um avanço importante na gestão de leitos de UTI no Rio Grande do Norte, mostrando o potencial da saúde digital para melhorar a qualidade e a eficiência dos serviços de saúde, especialmente em momentos de crise. O estudo destaca a importância da tomada de decisão estratégica por parte dos gestores de saúde, que, ao adotarem o EUP no início da pandemia, ajudaram a otimizar os recursos hospitalares e a diminuir a mortalidade por COVID-19 no estado em um momento em que ainda não existiam vacinas disponíveis.

Esta pesquisa tem um impacto social significativo, pois visa analisar o uso dos recursos hospitalares e aprimorar a eficiência do Sistema Único de Saúde (SUS) em situações críticas de alta demanda, como durante a pandemia de COVID-19. Ao priorizar pacientes de acordo com a gravidade de seu estado de saúde, o EUP possibilita uma alocação de leitos mais justa e baseada em critérios objetivos, o que diminui o tempo de espera e melhora o acesso ao atendimento intensivo para aqueles que mais necessitam. Além disso, ao reduzir a subjetividade nas decisões de alocação, o sistema reforça a transparência e a equidade no atendimento, estabelece um padrão de transparência e equidade no atendimento, valores essenciais do SUS, beneficiando não só os pacientes diretamente atendidos, mas toda a sociedade, ao demonstrar uma utilização mais racional e eficaz dos recursos públicos.

É fundamental reconhecer, porém, as limitações do estudo. A natureza observacional da pesquisa pode ter gerado vieses na análise dos dados. Outros fatores, como investimentos em tratamentos, capacitação de equipes e ampliação da capacidade hospitalar, podem ter contribuído para os resultados positivos. A generalização dos resultados para outras regiões do Brasil deve ser feita com cuidado, levando em conta as diferenças nas características demográficas, socioeconômicas e de infraestrutura de saúde entre os estados.

Estudos futuros podem se direcionar para a investigação dos mecanismos pelos quais o EUP impacta os desfechos dos pacientes, explorando os aspectos clínicos e operacionais da ferramenta. Analisar o impacto do EUP em outros indicadores de saúde, como tempo de internação e uso de recursos hospitalares, também pode ampliar a compreensão de seus efeitos. Realizar estudos comparativos com outras regiões do Brasil, com diferentes perfis epidemiológicos e sistemas de saúde, pode fortalecer a generalização dos resultados e fornecer base para a implementação de políticas de priorização de pacientes em diferentes contextos.

Conclui-se que este estudo comprovou a efetividade do EUP como ferramenta de regulação de leitos de UTI durante a pandemia de COVID-19 no Rio Grande do Norte, contribuindo para o debate sobre gestão de saúde em crises. Ao integrar critérios objetivos de priorização, o RegulaRN trouxe mais equidade e transparência à ocupação de leitos, reduzindo desigualdades no acesso e beneficiando especialmente as populações vulneráveis. O sucesso desse sistema, que fortaleceu a resposta do sistema de saúde, inspirou a criação de outros, como por exemplo o Regula Vascular, para otimizar o acesso a tratamentos especializados.

11.1 - Impactos Sociais

A tese impacta diretamente na qualidade da oferta dos serviços de saúde no Estado do Rio Grande do Norte (RN). Trata-se de uma pesquisa aplicada cujo propósito foi o desenvolvimento de uma solução de saúde digital para aprimorar a regulação dos acessos aos serviços de saúde no RN, que ficou conhecida como RegulaRN em todo o estado. Essa tecnologia impacta em diversas dimensões, a primeira delas é na garantia da equidade, pois o sistema possibilita a qualquer paciente do Sistema Único de Saúde (SUS) no RN ter acesso aos serviços de forma transparente, isonômica e imparcial. A segunda dimensão diz respeito a

qualificação da gestão do SUS, pois o RegulaRN atua como ferramenta importante na produção de dados íntegros, aspecto que favorece essencialmente a tomada de decisão mais racional e oportuna. A terceira dimensão situa-se na transparência e no controle social, o RegulaRN possibilita que toda população do RN tenha acesso a dados sobre sua posição na fila de atendimento do SUS, bem como a imprensa e os Ministérios Públicos, isso favorece monitoramento e acompanhamento de forma online da execução da política nacional de regulação no Estado em tempo oportuno. Por meio do RegulaRN já foram regulados mais de 300 mil procedimentos, sejam eles relacionados a internação de pacientes, cirurgias e serviços ambulatoriais na de especializada do SUS - a pesquisa fruto deste tese de doutorado impacta em toda a rede SUS do RN, portanto impacta em toda a população do Estado, ou seja, mais de 3,4 milhões de pessoas. O RegulaRN é uma inovação tecnológica em saúde que foi desenvolvida durante a pandemia de covid-19. Essa solução de saúde digital ajudou a salvar mais de 35 mil vidas, somente durante essa grave crise de saúde pública, devido a sua efetividade na indução da política nacional de regulação, ficou como legado pós-pandemia de covid-19 para o RN. Atualmente é considerada no Sistema Único de Saúde (SUS) como uma das mais modernas soluções de saúde digital para regulação no SUS. Por fim, a pesquisa desenvolvida impacta diretamente nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 3 (Saúde e Bem Estar), 4 (Educação de Qualidade), 9 (Industrial da Inovação e Infraestrutura), 10 (Redução das Desigualdades), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 17 (Parcerias de Implementação).

Referências Bibliográficas

[1] ABMA, I. L. et al. Putting ICU triage guidelines into practice: A simulation study using observations and interviews. **PLOS ONE**, v. 18, n. 8, 2023b.

[2] ANANTHAM, D. et al. Operationalization of critical care triage during a pandemic surge using protocolized communication and integrated supportive care. **JOURNAL OF INTENSIVE CARE**, v. 8, n. 1, 2020b.

[3] ANDREWS, E. E. et al. No body is expendable: Medical rationing and disability justice during the COVID-19 pandemic. **American Psychologist**, v. 76, n. 3, p. 451–461, 2021.

[4] AUTRÁN-GÓMEZ, A. M. et al. Exploring urological experience in the COVID-19 outbreak: American Confederation of Urology (CAU) survey. **International Braz J Urol**, v. 46, p. 156–164, 2020.

[5] BARTLETT, B. N. et al. Implementation of a pediatric bed prioritization process in a rural Minnesota community-based hospital. **HEALTHCARE-THE JOURNAL OF DELIVERY SCIENCE AND INNOVATION**, v. 11, n. 3, 2023b.

[6] BEZERRA, Maria Valéria. Análise da utilização da Escala Quick Sequential Organ Failure Assessment para tomada de decisão na regulação de leitos de UTI. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

[7] BILINSKI, A. M.; SALOMON, J. A.; HATFIELD, L. A. Adaptive metrics for an evolving pandemic: A dynamic approach to area-level COVID-19 risk designations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 120, n. 32, 2023.

[8] BOSBACH, W. A. et al. Maximization of open hospital capacity under shortage of sars-cov-2 vaccines—an open access, stochastic simulation tool. **Vaccines**, v. 9, n. 6, 2021.

- [9] BOUTHILLIER, M.-E. et al. Prioritizing surgery during the COVID-19 pandemic: The Quebec guidelines. **Canadian Journal of Surgery**, v. 64, n. 1, p. E103–E107, 2021b.
- [10] BOYER, L. et al. The impact of hospital saturation on non-COVID-19 hospital mortality during the pandemic in France: a national population-based cohort study. **BMC PUBLIC HEALTH**, v. 24, n. 1, 2024b.
- [11] BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 1.559, de 1º de agosto de 2008. Institui a Política Nacional de Regulação do Sistema Único de Saúde - SUS. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 01 ago. 2008. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt1559_01_08_2008.html. Acesso em: 28 set. 2024.
- [12] BROWN, P. A. Country-level predictors of COVID-19 mortality. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, 2023b.
- [13] BUSSAB, W. D. O., & Morettin, P. A. (2010). Estatística básica. In Estatística básica (pp. xvi-540).
- [14] CAMPOS, A. T. et al. Integrating computer simulation and the normalized normal constraint method to plan a temporary hospital for COVID-19 patients. **Journal of the Operational Research Society**, v. 74, n. 2, p. 562–573, 2023.
- [15] CASTRO, M. C. et al. Reduction in life expectancy in Brazil after COVID-19. **Nature medicine**, v. 27, n. 9, p. 1629–1635, 2021.
- [16] CECÍLIO, Luiz Carlos de Oliveira. **Modelos de atenção à saúde: o que há de essencial?** São Paulo: Hucitec, 2012.
- [17] CHANDRA, T. B.; SINGH, B. K. Multicriteria decision support system for triage and ethical allocation of scarce resources to COVID-19 patients. **Multimedia Tools and Applications**, v. 83, n. 9, p. 27463–27480, 2024.

[18] CHERSICH, M. F. et al. COVID-19 in Africa: care and protection for frontline healthcare workers. **GLOBALIZATION AND HEALTH**, v. 16, n. 1, 2020b.

[19] Conselho Regional de Medicina do Estado de Pernambuco - CREMEPE. RECOMENDAÇÃO CREMEPE Nº 05/2020. Disponível em: https://www.cremepe.org.br/wp-content/uploads/2020/04/RECOMENDA%C3%87%C3%83O-CREMEPE-N%C2%BA-05_v.final_.pdf. Acesso em: 05 janeiro 2023.

[20] CORDOEIRA, Hélio Salomão Silva. Interoperabilidade em Sistemas de Informação em Saúde: um estudo dos desafios na perspectiva da Ciência da Informação. 2022. Dissertação (Mestrado em Cultura e Informação) - Escola de Comunicações e Artes, University of São Paulo, São Paulo, 2022. doi:10.11606/D.27.2022.tde-14042023-115356. Acesso em: 2024-10-08.

[21] D'AETH, J. C. et al. Optimal national prioritization policies for hospital care during the SARS-CoV-2 pandemic. **NATURE COMPUTATIONAL SCIENCE**, v. 1, n. 8, p. 521–531, 2021a.

[22] D'AGOSTINO, R. B. Propensity score methods for bias reduction in the comparison of a treatment to a non-randomized control group. **Statistics in medicine**, v. 17, n. 19, p. 2265–2281, 1998.

[23] DARVALL, J. N. et al. Long-term Survival of Critically Ill Patients Stratified According to Pandemic Triage Categories A Retrospective Cohort Study. **CHEST**, v. 160, n. 2, p. 538–548, 2021a.

[24] DE ASUA, D. R.; FINS, J. J. Should healthcare workers be prioritised during the COVID-19 pandemic? A view from Madrid and New York. **Journal of Medical Ethics**, v. 50, n. 3, 2021.

[25] DE NARDO, P. et al. Multi-Criteria Decision Analysis to prioritize hospital admission of patients affected by COVID-19 in low-resource settings with hospital-bed shortage. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 98, p. 494–500, 2020.

- [26] DE SANTO, L. S. et al. Cardiac surgery practice during the COVID-19 outbreak: a nationwide survey. **JOURNAL OF THORACIC DISEASE**, v. 13, n. 1, p. 125–132, 2021b.
- [27] DE VRIES, A. P. J. et al. Immediate impact of COVID-19 on transplant activity in the Netherlands. **Transplant Immunology**, v. 61, 2020.
- [28] DINIZ, Debora; MEDEIROS, Marcelo; SCHWARTZ, Ida Vanessa. **A judicialização da saúde no Brasil: a pesquisa empírica**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2016.
- [29] DOS SANTOS, A. C. et al. Prioritization of ICU beds with renal replacement therapy support by court order and mortality in a Brazilian metropolitan area. **SCIENTIFIC REPORTS**, v. 12, n. 1, 2022.
- [30] ENNAB, R. M.; IBDAH, R. K. The impact of COVID-19 on surgical practice in Jordan during the second outbreak: A survey. **Annals of Medicine and Surgery**, v. 62, p. 402–405, 2021a.
- [31] EVANS-GILBERT, T. et al. Children and the coronavirus disease 2019 pandemic: a Caribbean perspective. **REVISTA PANAMERICANA DE SALUD PUBLICA-PAN AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH**, v. 46, 2022.
- [32] FATEHI, Farhad; SAMADBEIK, Mahnaz; KAZEMI, Azar. What is digital health? Review of definitions. In: **Integrated Citizen Centered Digital Health and Social Care**. IOS Press, 2020. p. 67-71.
- [33] FLAATTEN, H. et al. The good, the bad and the ugly: Pandemic priority decisions and triage. **Journal of Medical Ethics**, v. 47, n. 12, p. E75, 2021.
- [34] FORC, I. S. C. S. T. et al. Cardiac surgery practice during the COVID-19 outbreak: a multicentre national survey. **EUROPEAN JOURNAL OF CARDIO-THORACIC SURGERY**, v. 59, n. 4, p. 901–907, 2021.

[35] GHASEMI, Asghar; ZAHEDIASL, Saleh. Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. **International journal of endocrinology and metabolism**, v. 10, n. 2, p. 486, 2012.

[36] GREENHALGH, T. et al. Beyond adoption: A new framework for theorizing and evaluating nonadoption, abandonment, and challenges to the scale-up, spread, and sustainability of health and care technologies. *Journal of medical internet research*, v. 19, n. 11, p. e367, 2017.

[37] GRP, C.-19MCDA et al. Multi-Criteria Decision Analysis to prioritize hospital admission of patients affected by COVID-19 in low-resource settings with hospital-bed shortage. **INTERNATIONAL JOURNAL OF INFECTIOUS DISEASES**, v. 98, p. 494–500, 2020.

[38] HANSEN, P.; OMBLER, F. A new method for scoring additive multi-attribute value models using pairwise rankings of alternatives. **Journal of multi-criteria decision analysis**, v. 15, n. 3–4, p. 87–107, 2008.

[39] HODGE, Victoria; AUSTIN, Jim. A survey of outlier detection methodologies. *Artificial intelligence review*, v. 22, n. 2, p. 85-126, 2004.

[40] HOFFMAN, S.; PODGURSKI, A. Big bad data: law, public health, and biomedical databases. **The Journal of law, medicine & ethics: a journal of the American Society of Law, Medicine & Ethics**, v. 41 Suppl 1, n. S1, p. 56–60, 2013.

[41] IDHREES, M. et al. International study on impact of COVID-19 on cardiac and thoracic aortic aneurysm surgery. **Journal of Cardiac Surgery**, v. 36, n. 5, p. 1600–1607, 2021.

[42] JAIN, L.; GALA, K.; DOSHI, D. Hospitalization Priority of COVID-19 Patients using Machine Learning. ACCESS 2021 - Proceedings of 2021 2nd International Conference on Advances in Computing, Communication, Embedded and Secure Systems. Anais...2021. Disponível em:
<<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85126200990&doi=10.1109%2fACCESS51619.2021.9563290&partnerID=40&md5=1e6bb4524e4082cf9f20c28431ef3057>>

- [43] JOYNT, G. M. et al. Admission triage tool for adult intensive care unit admission in Hong Kong during the COVID-19 outbreak. **Hong Kong Medical Journal**, v. 28, n. 1, p. 64–72, 2022.
- [44] KALYVAS, A. et al. The Impact of the COVID-19 Pandemic on Neurosurgery Worldwide. Em: **Neurosurgery and Global Health**. [s.l: s.n.]. p. 341–356.
- [45] KLUMPP, M. et al. Accelerating the front end of medicine: Three digital use cases and HCI implications. **Healthcare (Basel, Switzerland)**, v. 10, n. 11, p. 2176, 2022.
- [46] KOKOL, P. et al. Role of agile in digital public health transformation. **Frontiers in public health**, v. 10, 2022.
- [47] LAZAROIU, G. et al. The economics of deep and machine learning-based algorithms for COVID-19 prediction, detection, and diagnosis shaping the organizational management of hospitals. **OECONOMIA COPERNICANA**, v. 15, n. 1, p. 27–58, 2024.
- [48] LECLERC, Thomas et al. Prioritisation of ICU treatments for critically ill patients in a COVID-19 pandemic with scarce resources. **Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine**, v. 39, n. 3, p. 333-339, 2020.
- [49] LEE, Y.; PARK, M. Identifying vehicles as green cars using Q methodology: Viewpoints of Korean transport policy experts. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 17, n. 11, p. 1183–1194, 2023.
- [50] LIU, G. et al. A novel hospital capacity versus clinical justification triage score (CCTS) for prioritization of spinal surgeries in the “new normal state” of the COVID-19 pandemic. **European Spine Journal**, v. 30, n. 5, p. 1247–1260, 2021.
- [51] MARDIKO, A. A. et al. COVID-19 vaccination strategy for hospital staff in Germany: a cross-sectional study in March–April 2021. **Journal of Hospital Infection**, v. 126, p. 87–92, 2022.

[52] MARSHALL, A. I. et al. Developing a Thai national critical care allocation guideline during the COVID-19 pandemic: a rapid review and stakeholder consultation. **HEALTH RESEARCH POLICY AND SYSTEMS**, v. 19, n. 1, 2021a.

[53] MATHEWS, Simon C. et al. **Digital health: a path to validation**. NPJ digital medicine, v. 2, n. 1, p. 38, 2019.

[54] MATTOS, Rubem Alves de; BAPTISTA, Tatiana Vargas Furtado. Coordenação e integração dos níveis de atenção à saúde no Brasil: desafios e soluções. **Revista Brasileira de Saúde Pública**, São Paulo, v. 53, p. 134-145, 2019.

[55] MENDES, Eugênio Vilaça. **O acesso a leitos hospitalares no Brasil: desafios e perspectivas**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

[56] MICHALSEN, A. et al. Epilogue: Critical Care During a Pandemic - A Shift from Deontology to Utilitarianism? Em: *Compelling Ethical Challenges in Critical Care and Emergency Medicine*. [s.l: s.n.]. p. 157–166.

[57] MOLINA, M. F. et al. Applying crisis standards of care to critically ill patients during the COVID-19 pandemic: Does race/ethnicity affect triage scoring? **JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF EMERGENCY PHYSICIANS OPEN**, v. 2, n. 4, 2021.

[58] MONJARDIN, C. E. F. et al. Flood Risk Assessment Considering the Effect of COVID-19 Pandemic in the Municipality of Balayan, Batangas. *Lecture Notes in Civil Engineering*. Anais.2023. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85172720500&doi=10.1007%2f978-981-99-3577-2_6&partnerID=40&md5=bf1a2c8203f9b85edaf8d7678c11f04d>.

[59] MUKHERJEE, A. S. et al. “A living lab within a lab”: approaches and challenges for scaling digital public health in resource-constrained settings. **Frontiers in public health**, v. 11, 2023.

[60] OVENS, W. et al. Guiding equitable prioritization of COVID-19 vaccine distribution and strategic deployment in South Africa to enhance effectiveness and access to vulnerable communities and prevent waste. *South African Medical Journal*, v. 112, n. 2, p. 87–95, 2022a. PAIM, Jairnilson Silva. **O que é o SUS**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014.

[61] PINHO, M. Public preferences for allocating absolute scarce critical healthcare resources during the COVID-19 pandemic. **Journal of Health Organization and Management**, v. 35, n. 8, p. 964–986, 2021.

[62] PORTUGAL, J. K. A. et al. Percepção do impacto emocional da equipe de enfermagem diante da pandemia de COVID-19: relato de experiência. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, n. 46, p. e3794, 2020.

[63] RAWAF, Salman et al. Lessons on the COVID-19 pandemic, for and by primary care professionals worldwide. **European Journal of General Practice**, v. 26, n. 1, p. 129-133, 2020.

[64] RODRÍGUEZ SOCARRÁS, M. E. et al. Endourology (Lithiasis). Management, surgical considerations and follow-up of patients in the COVID-19 era. **International Braz J Urol**, v. 46, p. 39–49, 2020.

[65] RODRÍGUEZ-CAMPOS, E. et al. Application of new indicators to assess the quality of antimicrobial use in intensive care units. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 62, n. 2, 2023.

[66] RONQUILLO, Yasmyne; MEYERS, Arlen; KORVEK, Scott J. Digital health. 2017.

[67] ROSHINI, A.; KIRAN, K. V. D. Hierarchical energy efficient secure routing protocol for optimal route selection in wireless body area networks. **International Journal of Intelligent Networks**, v. 4, p. 19–28, 2023.

[68] RUBINO, A. S. et al. Cardiac surgery practice during the COVID-19 outbreak: A multicentre national survey. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery**, v. 59, n. 4, p. 901–907, 2021.

[69] SCHMEIL, M. A. Saúde e Tecnologia da Informação e Comunicação. **Fisioterapia em Movimento**, v. 26, n. 3, p. 477–478, 2013.

[70] Secretaria de Estado da Saúde Pública do Rio Grande do Norte. Protocolo de Regulação de acesso aos leitos Covid. Disponível em: <http://www.adcon.rn.gov.br/ACERVO/sesap/DOC/DOC000000000253252.PDF>. Acesso em: 05 janeiro 2023.

[71] SHAW, D. Triaging ethical issues in the coronavirus pandemic: how to prioritize bioethics research during public health emergencies. *BIOETHICS*, v. 35, n. 4, p. 380–384, 2021a.

[72] SILVA, Alessandra de Lima; SANTOS, Maria Fernanda; OLIVEIRA, Maria Cláudia. Tecnologias de informação e comunicação no SUS: impactos na gestão de leitos hospitalares. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 112, p. 59-74, 2017.

[73] SLIDELL, M. B. et al. Pediatric Modification of the Medically Necessary, Time-Sensitive Scoring System for Operating Room Procedure Prioritization During the COVID-19 Pandemic. **Journal of the American College of Surgeons**, v. 231, n. 2, p. 205–215, 2020a.

[74] SMORTO, G. The right to health and resource allocation. Who gets what and why in the COVID-19 pandemic. *Global Jurist*, v. 21, n. 1, p. 59–72, 2021.

[75] STEWART, N. et al. Surgery during global pandemics: Focus on prioritization and resource allocation. Em: *Current Therapy of Trauma and Surgical Critical Care*. [s.l: s.n.]. p. 849-850.e15.

[76] STREET, A. E.; STREET, D. J.; FLYNN, G. M. Who Gets the Last Bed? A Discrete-Choice Experiment Examining General Population Preferences for Intensive Care Bed Prioritization in a Pandemic. **MEDICAL DECISION MAKING**, v. 41, n. 4, p. 408–418, 2021b.

[77] STUART, E. A. et al. Using propensity scores in difference-in-differences models to estimate the effects of a policy change. **Health services & outcomes research methodology**, v. 14, n. 4, p. 166–182, 2014.

[78] TAGHINEZHAD, F. et al. Explanation of COVID-19 Mortality Using Artificial Neural Network Based on Underlying and Laboratory Risk Factors in Ilam, Iran. *Archives of Razi Institute*, v. 77, n. 3, p. 1191–1196, 2022.

[79] VAINIERI, M.; NUTI, S.; MANTOAN, D. Does the healthcare system know what to cut under the pandemic emergency pressure? An observational study on geographic variation of surgical procedures in Italy. **BMJ Open**, v. 12, n. 11, 2022.

[80] VALENTIM, R. A. DE M. et al. A relevância de um ecossistema tecnológico no enfrentamento à COVID-19 no Sistema Único de Saúde: o caso do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ciência & saúde coletiva**, v. 26, n. 6, p. 2035–2052, 2021.

[81] VALENTIM, R. A. M. et al. Stochastic Petri net model describing the relationship between reported maternal and congenital syphilis cases in Brazil. **BMC medical informatics and decision making**, v. 22, n. 1, 2022.

[82] VLACHOS, S. et al. Hospital Mortality and Resource Implications of Hospitalisation with COVID-19 in London, UK: A Prospective Cohort Study. **Critical Care Research and Practice**, v. 2021, 2021.

[83] VOS, J. F. J. et al. The influence of electronic health record use on collaboration among medical specialties. **BMC health services research**, v. 20, n. 1, 2020.

[84] WANG, Zhicheng; TANG, Kun. Combating COVID-19: health equity matters. **Nature medicine**, v. 26, n. 4, p. 458-458, 2020.

[85] WHITE, D. B. et al. Who should receive life support during a public health emergency? Using ethical principles to improve allocation decisions. **Annals of internal medicine**, v. 150, n. 2, p. 132–138, 2009.

[86] WOODS, L. et al. Strengthening rural healthcare outcomes through digital health: qualitative multi-site case study. **BMC health services research**, v. 24, n. 1, 2024.

[87] YOUSEF, M. H. et al. The Fair Allocation of Scarce Medical Resources: A Comparative Study From Jordan. **FRONTIERS IN MEDICINE**, v. 7, 2021b.

[88] ZULQARNAIN, R. M. et al. A fair bed allocation during COVID-19 pandemic using TOPSIS technique based on correlation coefficient for interval-valued pythagorean fuzzy hypersoft set. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, 2024a.

Anexo A - Depoimento da Governadora do RN sobre o RegulaRN



Link para acesso: <https://youtu.be/1vGMOhOqIp0?si=ErH2ezSCvznQnpow>

Anexo B - Documentário Movidos à Vida



Link para acesso: <https://youtu.be/VFEEEMmpjoI?si=eWC1uJ1KvC1J7xVy>