



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102019015962-6

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102019015962-6

(22) Data do Depósito: 01/08/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 09/02/2021

(51) Classificação Internacional: A61C 3/00; A61C 5/00; A61C 17/00.

(54) Título: CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS

(73) Titular: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 10877412000168. Endereço: RUA DR. NILO BEZERRA RAMALHO, 1692, TIROL, NATAL, RN, BRASIL(BR), 59015-300; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 02436571000018. Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO S/N, Lagoa Nova, Natal, RN, BRASIL(BR), 57072-970

(72) Inventor: ANA KARENINA DE OLIVEIRA PAIVA; ANDRÉA SANTOS PINHEIRO DE MELO; ARLINDO BALBINO DO NASCIMENTO NETO; ÂNGELO RONCALLI OLIVEIRA GUERRA; CUSTÓDIO LEOPOLDINO DE BRITO GUERRA NETO; JANAINA LUANA RODRIGUES DA SILVA; JOÃO HENRIQUE VIEIRA DA SILVA NETO; JOÃO MARCOS TEIXEIRA LACERDA; ART. 6º § 4º DA LPI E ITEM 1.1 DO ATO NORMATIVO Nº 127/97; JOCELINO FRANCISCO DE MENEZES; KARILANY DANTAS COUTINHO; LUCIANO REIS VIEIRA DA SILVA; MILENA CRISTINA DUARTE DE ALMEIDA; PAULO VICTOR DE AZEVEDO GUERRA; RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM; PEDRO HENRIQUE GERMANO EVANGELISTA; ROBERTO LUIZ BATISTA DE LIMA; RICARDO ANDERSON DA CRUZ; WILLIAM FERNANDES DE QUEIROZ; AGNALDO SOUZA CRUZ.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 01/08/2019, observadas as condições legais

Expedida em: 14/11/2023

Assinado digitalmente por:
Alexandre Gomes Ciano

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório descritivo do pedido de patente de invenção para **“CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS”**

Fundamentos da Invenção

[001] O presente pedido refere-se a uma patente de invenção correspondente a uma caneta tipo split (i.e. gerador de plasma espacialmente disjunto do aplicador) que, através da ionização/excitação de gases alimentados de forma flex (i.e. utiliza mais de um tipo de gás e métodos direto e indiretos de geração de pluma), faz surgir uma pluma plasmática luminosa difusa com temperatura controlada, capaz de remover tecido cariado e, concomitantemente, esterilizar cavidades dentais. Dependendo da necessidade do odontólogo, há a possibilidade de se utilizar diferentes gases, como hélio, neônio, argônio, criptônio e xenônio, ou também uma possível mistura gasosa específica para a quebra das ligações de hidrogênio intrafibrilares do colágeno degradado da cárie. Esse equipamento é denominado como sendo do tipo split, pois, literalmente, se divide em um gerador (reator espacialmente disjunto) e um aplicador (caneta propriamente dita) da pluma de plasma luminosa. Sendo assim, a caneta split-flex permite a operação do aplicador, estando o mesmo largamente separado da fonte geradora de plasma e, assim, garantindo que a fonte geradora de plasma de alta voltagem fique sempre a uma distância segura mínima de 1,5 até 2 metros de ambos, dentista e paciente. A caneta é denominada flex porque, além de poder comumente operar com diferentes tipos de gases, flexibiliza também o banho de pluma como indireto (modo padrão) ou direto (modo alternativo) para atender os casos específicos em que o material dentário possa ser parcialmente utilizado como um segundo eletrodo.

[002] A importância de ser flex quanto ao tipo de gás de operação (hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio, etc.) está no fato de que, dependendo do gás utilizado, produz-se espécies químicas distintas na pluma do plasma e que também gera efeitos diversos de tratamento. Assim, por exemplo, o íon hidroxila

(OH) e o ozônio (O₃) produzem efeito bactericida que ajuda na reparação tecidual pós-cirúrgica e na desinfecção em geral. Embora não seja o foco dessa patente, um outro exemplo que pode ser citado é quando se pretende combater o câncer. Sabe-se que esse efeito só é alcançado quando se utiliza o gás argônio (TANAKA, H., e HORI, M., 2017). Segundo alguns autores (SAKAKITA, H., IKEHARA, Y., 2010), o plasma atmosférico também pode acelerar a coagulação sanguínea via espécies químicas de gases específicos. Um outro exemplo que pode ser citado refere-se ao xenônio, que atualmente é utilizado na medicina como anestésico inalador.

[003] A presente invenção tem como principal objetivo o tratamento da cárie dentária, que é uma doença multifatorial, crônica e cumulativa, sendo considerada uma das patologias mais atingidas que acometem a humanidade. Sua primeira expressão clinicamente visível é a lesão branca de esmalte, caracterizada pela manutenção de uma superfície externa intacta com a região imediatamente abaixo solubilizada pelos ácidos, onde o esmalte apresenta-se esbranquiçado, rugoso e opaco, decorrente das perdas minerais. A presença de biofilme dentário cariogênico, dieta rica em sacarose e hospedeiro susceptíveis são os principais fatores etiológicos (PITTS, N.B., ZERO, D.T., 2016 e FEJERSKOV, O., NYVAD, B., KIDD, E., 2005). Ainda hoje, a remoção de tecido cariado por meio do corte ou desgaste da estrutura dental, utilizando instrumentos rotatórios adaptados em turbinas de baixa e alta rotação, tem sido utilizada na odontologia. Entretanto, estes instrumentos rotatórios quase sempre causam desconforto e estresse ao paciente por proporcionarem vibração, pressão, ruído e dor, inerentes a este tipo de procedimento (THOMPSON, V., CRAIG, R.G., CURRO, F. A., GREEN, W. S. 2008 e INNES, N.P.T, FRENCKEN, J.E., BJØRNDAL, L., MALTZ, M., MANTON, D.J., RICKETTS, D., VAN L. K., BANERJEE, A., CAMPUS, G., DOMÉJEAN, S., FONTANA, M., LEAL, S.C., LO, E., MACHIULSKIENE, V., SCHULTE, A., SPLIETH, C., ZANDONA, A.S.F. 2016). Apesar dos avanços na odontologia, procurar um dentista para fazer qualquer tratamento ainda está associado a dor e sofrimento. O paciente já

associa o ruído estridente e desagradável à dor, evitando a todo custo realizar qualquer procedimento odontológico (FRENCKEN J.E. 2017 e AMAÍZ, A. J., FLORES, M.A. 2016).

[004] Além desses problemas, os odontólogos são profissionais da saúde expostos a diversos ruídos em seus consultórios, produzidos e emitidos por canetas de alta e baixa rotação, sugador, compressor, cuspidora, fotopolimerizador, autoclave e ar condicionado (LOURENÇO, E.A., BERTO, J.M.R., DUARTE, S.B., GRECO, J.P.P. 2011). Todos esses ruídos possuem alto potencial lesivo ao pavilhão auricular humano, e, em virtude disso, diferentes estudos têm analisado a relação entre a intensidade dos ruídos no consultório odontológico, a carga horária do profissional, o tempo de atividade profissional e a perda auditiva nesses profissionais. O que se constata na maioria deles é que, mesmo expostos a níveis de intensidade sonora menores que 85 decibels, mas com tempo de exercício de profissão superior a cinco anos, os mesmos apresentam perdas auditivas (LOURENÇO, E.A., BERTO, J.M.R., DUARTE, S.B., GRECO, J.P.P. 2011 e GIJBELS, F. 2006).

[005] É importante citar que o diagnóstico da cárie deve ser feito o mais precocemente possível, assim como o tratamento deve ser instituído de imediato, de modo a deter a progressão da doença e impedir o surgimento de eventuais incapacidades e danos decorrentes. Quando a presença de lesão cáries cavitada em dentina torna-se um fator retentivo para biofilme, faz-se necessária uma intervenção mais invasiva com uso de brocas para remover o tecido cariado e selar a cavidade a fim de devolver ao paciente condições para efetivo controle do biofilme (VAN A.G., 2004).

[006] Alguns estudos buscam a remoção do tecido cariado por laser de alta potência. Esse laser atua pelo calor e pode fazer cortes nos tecidos moles e também no esmalte e na dentina dos dentes. Com comprimentos de onda diferentes, cada um deles têm funcionalidades específicas, como lasers cirúrgicos, lasers para diagnóstico de cárie e lasers para remoção de cáries.

Como desvantagem dessa técnica, observa-se que quanto menor a duração do pulso, mais localizada será a distribuição de calor e, por conseguinte, durações mais longas distribuirão energia em níveis mais profundos dos tecidos dentários, causando danos térmicos indesejáveis como a morte pulpar (VAN A.G., 2004).

[007] O plasma em pressão atmosférica mostrou-se eficiente como bactericida. Essa técnica é promissora por não promover ruído e aquecimento pulpar, remover tecidos cariados e esterilizar materiais termo sensíveis. Pesquisadores na Alemanha (RUPF, S, LEHMANN, A., HANNIG, M., SCHAFER, B., SHUBERT, A., FELDMANN, U. e SCHINDLER A., 2009) testaram um jato de plasma atmosférico não térmico para a sua eficácia antimicrobiana contra microrganismos orais crescidos em placas de ágar ou aderentes a fatias de dentina. O estudo avançou quanto à atuação do plasma em biofilmes e placas, mas ficou limitado a demonstrar o potencial de jatos de plasma frio para aplicações antimicrobianas em odontologia, em particular, a desinfecção da dentina após a remoção da cárie. Algo muito similar à atuação de enxaguatórios bucais. O foco do uso do plasma nesse caso foi preventivo (antes da cárie se instalar). Não há aplicação do plasma visando remover tecidos cariados já instalados. Os próprios autores afirmam que a remoção do tecido desmineralizado do dente (i.e. cárie dentária já instalada), deve continuar acontecendo por remoção invasiva (uso de brocas motorizadas), por desinfecção química ou por aplicação de ozônio.

[008] O equipamento desenvolvido pelos autores no trabalho supracitado difere bastante do descrito nessa solicitação de patente pois, além de não focar na remoção do tecido cariado (apenas no efeito bactericida), consiste de uma fonte de Microondas de 2,45 GHz de plasma não térmico acoplada a um bico de gás, sendo assim, não se trata de uma caneta dentária propriamente dita. O gerador de plasma forma uma peça única com o bico aplicador (i.e. não é do tipo disjunta - *Split*) e, devido às dimensões, nem mesmo cabe espacialmente dentro da cavidade oral para permitir uso odontológico efetivo. Finalmente, não há controle

de temperatura na fonte permitindo intensidade indesejável na dentina de até 50°C

[009] Considerando o projeto de canetas odontológicas que utilizam plasma, deve-se mencionar dois regimes diferentes de operação após o surgimento de uma pluma luminosa de plasma: o regime filamentar e o difuso (SANTOS, A. L. R. D. 2010). No regime filamentar, após a fonte de energia vencer a barreira dielétrica, ocorrem fortes descargas elétricas concentradas através de filamentos e/ou arcos que se assemelham a um filamento de uma lâmpada incandescente ou a raios em dias chuvosos. Esses filamentos e arcos elevam a temperatura da região que está sendo tratada, podendo provocar queimaduras e até danificar um dente se não tiver a temperatura controlada.

[010] Já no regime difuso, conhecido como “descarga luminescente”, a descarga é mais suave, a pluma homogênea e estável, sem a formação de arcos. A pluma produzida fica na temperatura ambiente sem provocar desconforto ao paciente. Essa condição especial de operação é determinada pelo tipo de gás de operação, distância entre eletrodos, tensão e frequência do pulso de tensão (SOUZA, I. A. 2013). Pelas diversas razões supracitadas, a caneta split-flex descrita nesse documento foi projetada para operar com baixo ruído e em regime difuso ou, em casos muito específicos, regime filamentar com temperatura controlada.

[011] A patente US2010/0273129A1 refere-se apenas a um método de tratamento por plasma visando melhorar a adesão do material restaurador à cavidade dentária. Segundo os inventores, a preparação de restaurações dentárias pode ser aperfeiçoada pela geração de plasma atmosférico frio dentro da boca do paciente e, então, aplicar este plasma sobre uma cavidade de restauração dentária. Esta cavidade pode ser composta tanto de dentina como de esmalte ou de ambos. Além disso, a preparação de restaurações dentárias também pode ser melhorada pela introdução de um adesivo em uma cavidade de restauração dentária e ser tratada com um plasma atmosférico frio. Utilizando-

se do plasma frio atmosférico, essa patente relata um método para tratamento de superfície direcionado a dentina e materiais dentários com a utilização de uma descarga de plasma frio atmosférico para aperfeiçoar a performance clínica e durabilidade de restaurações dentárias.

[012] Entretanto, ressalta-se que a patente US2010/0273129A1 reivindicou o método em si de tratamento superficial de restaurações por plasma frio e não o equipamento em si. Ainda assim, o equipamento utilizado para aplicação do método teve como foco produzir melhor adesão do material restaurador pós-tratamento da cárie. O método, inclusive, faz uso de ácido para limpeza. Só então, aplica-se um adesivo que será tratado por plasma para melhorar a durabilidade da restauração. Também no equipamento utilizado, tem-se o gerador e o aplicador (pistola) agrupados e formando um único módulo convencional de caneta (i.e. não é dividido e espacialmente separado formando um conjunto tipo split) expondo, assim, o dentista e pacientes a maiores riscos devido à proximidade com a fonte geradora de alta voltagem.

[013] A invenção US 2011/0183284A1 descreve um aparelho clínico odontológico incorporando novas funções, alegando que estas nunca foram disponibilizadas pelos atuais instrumentos clássicos (caneta puramente mecânica) para tratamento dentário. Assim, apresenta um dispositivo reformulado com uma constituição diferenciada. Essa invenção inclui uma seringa que possui um sistema de emissão de jato de fluidos (água, ar, etc.) para tratamento dentário e um sistema de jato de plasma que fornece meios para a produção de plasma na ponta da seringa. Por meio de uma fonte de alimentação de alta tensão e baixa frequência aplica-se um diferencial energético entre eletrodos na superfície de saída de um tubo de gás nobre o qual possui uma baixa tensão de ruptura dielétrica sob pressão atmosférica, causando, portanto, descarga elétrica.

[014] Ressalta-se que, na patente US 2011/0183284A1, claramente, não há reivindicação quanto à possibilidade de remoção de cáries dentárias pelo uso

de plasma. Na realidade, o equipamento apresentado na patente supracitada faz adaptação da caneta mecânica convencional rotativa para incorporar, como adendo, um gerador de plasma, com foco apenas em produzir melhor molhabilidade da dentina e esmalte. Assim, segundo os autores, há o fortalecimento do poder de adesão da resina restauradora pós-tratamento de remoção da cárie. A cárie em si, nesse caso, continua sendo removida pela caneta com broca mecânica convencional. O plasma dessa invenção, igualmente à patente US2010/0273129A1, atua focado na melhora da durabilidade da resina de preenchimento (restauração) da cavidade correspondente à cárie mecanicamente removida. Além disso, mais uma vez, o gerador (reator) e o aplicador (pistola) formam um único módulo convencional de caneta (i.e. não é do tipo split) expondo dentista e pacientes à proximidade com a fonte geradora de alta voltagem. O equipamento é reivindicado para trabalhar com plasma indireto.

[015] Em 2016, a invenção CN104013472A também relatou um método e um dispositivo de tratamento de superfície dentária para remoção de manchas e melhoria da adesão do material restaurador baseados na técnica do plasma. O dispositivo compreende um recipiente de armazenamento de gás, um gerador de plasma, uma fonte de alimentação e uma pistola do tipo spray (aplicador). O gerador de plasma recebe gás de trabalho vindo do recipiente de armazenamento do gás e o utiliza para emissão do jato de plasma após ser submetido à excitação. A fonte de alimentação é utilizada para fornecer energia ao gerador de plasma. A pistola tipo spray (aplicador) é ligada diretamente ao gerador de plasma formando um único dispositivo. De acordo com o método e o dispositivo de tratamento de superfície dentária relatados nessa invenção, uma pluma de plasma de baixa temperatura é misturada a um spray de ácido líquido volatilizado para serem aplicados no dente que está sendo tratado. Alegam os autores que, com isso, a segurança e o conforto do paciente são melhorados e a mancha na superfície do dente pode ser removida, pois ocorre um efeito

erosivo. Com isso, a força de adesão da resina restauradora de preenchimento da cavidade do dente é aumentada, melhorando a aderência e a resistência total.

[016] Igualmente às outras invenções anteriormente mencionadas nesse documento, no dispositivo relatado na invenção CN104013472A, tem-se novamente um gerador de plasma (reator) e um aplicador (pistola e spray) agrupados e formando um único módulo convencional de caneta (também não é do tipo split) que, também, expõe ambos, dentista e paciente, à proximidade com a fonte geradora de alta voltagem. Outra diferença importante dessa invenção é que ela utiliza um nebulizador para atomizar uma solução líquida aquosa de ácido cítrico, ácido acético e pelo menos um fosfato, para se misturar à pluma gasosa com a intenção de remover manchas e melhorar a adesão do material restaurador. Finalmente, a patente também não menciona nada a respeito da flexibilidade em se poder utilizar plasma direto, bem como os gases de trabalho relatados foram apenas dois: hélio e argônio.

[017] Em 2017 foi submetida a invenção KR20170119431A, que reivindica um método para revestir a superfície da dentina com a utilização de plasma pulsante, não se tratando, portanto, de um método para remoção de cáries. Esse método de revestimento da superfície da dentina, mesmo que aplicado em um dente com pouca área de contato e/ou geometria expulsiva, é capaz de manter a adesão do material da restauração dentária, de forma satisfatória, para que se possa ter um longo tempo de utilização sem trocar a restauração. Similarmente, na patente US2010/0273129A1, o foco foi o método do tratamento por plasma, não se tratando de reivindicação de equipamento. A invenção afirma que o método melhora a adesão da resina restauradora pós-tratamento da cárie. Assim, a grande maioria das observações já feitas a respeito da patente US2010/0273129A1, também se aplica aqui (exceto pelo tipo pulsado de fonte utilizada). Ressalta-se que não há reivindicação sobre a remoção de cáries e, sim, apenas sobre a melhora das resistências das restaurações que preenchem cavidades de cáries já removidas.

Sumário da Invenção

[018] A presente invenção refere-se a uma caneta clínica dentária tipo split-flex à plasma que foi concebida para a remoção indolor e silenciosa de cáries dentárias através de ações puramente físico-químicas e que apresenta, de forma inovadora, um gerador de plasma e seu aplicador posicionados estrategicamente de maneira disjunta (i.e. split) para uma melhor versatilidade e para garantir a segurança do odontólogo e de seus pacientes. A caneta split-flex à plasma, diferentemente das canetas convencionais ou híbridas (i.e. rotativas + jato plasma), não faz uso de ações mecânicas rotativas com efeitos indesejáveis vibracionais, térmicos e sonoros. Essa invenção não depende de brocas rotativas para acesso à cavidade cariada. Também difere de algumas invenções recentes à jato de plasma que se restringem à melhoria da molhabilidade da dentina e do esmalte com consequente fortalecimento do poder de adesão da resina restauradora. Essa caneta split-flex foi concebida para remoção direta de cáries dentárias de forma silenciosa e indolor à temperatura ambiente.

[019] Além da sua característica split (i.e. aplicador distanciado de 1,5 m a 2 m do gerador), o dispositivo dessa invenção apresenta duas características flex, a saber: a) permite operar com diferentes gases de trabalho (hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio, etc.); e b) permite tanto o banho de pluma indireto (modo padrão), como o banho direto (modo alternativo) para atender os casos específicos em que o próprio material dentário possa ser seguramente utilizado como um segundo eletrodo. No modo padrão, a caneta opera silenciosamente, com ajuste de energia de saída variável, entre 0% e 100% (i.e. temperatura controlada) e em regime difuso. No modo alternativo (i.e. sem utilização de capsula anti-arcos e com corrente controlada), muda apenas a operação para regime filamentar suave, mantendo-se silenciosa e com temperatura controlada. O plasma difuso do gerador é obtido pela introdução de uma casca dielétrica interna de material específico capaz produzir uma pluma homogênea e estável para o banho direto.

[020] Assim, a caneta split-flex à plasma objetiva ser uma alternativa para a remoção de lesões dentárias cariosas cavitadas e sem comprometimento pulpar. Essa ação deve ocorrer preservando a estrutura dentária hígida e o periodonto. Diante desse contexto, objetiva-se reduzir a necessidade de anestesia local, diminuir a sintomatologia dolorosa e eliminar o desconforto sonoro proveniente do uso das brocas rotativas barulhentas e, finalmente, ser alternativa a outros dispositivos tais como: aparelhos ultrassônicos, laser de alta potência, microabrasão a ar e soluções químicas.

[021] O equipamento (Figura 1) compreende, sumariamente, um recipiente para armazenamento do gás de trabalho, duto de alimentação do gás, um regulador de pressão com indicador de fluxo de gás, uma unidade split **A** que corresponde ao gerador disjunto de plasma (**IN**), uma unidade split **B** que corresponde ao aplicador de plasma (**OUT**), um duto de interligação entre as unidades splits **A** e **B**, um cabo guia de pluma entre as unidades splits **A** e **B**, uma cápsula dielétrica anti-arcos, protetora do cabo guia, e uma fonte específica de energia de alta tensão e/ou frequência para alimentar a unidade geradora disjunta de plasma (**IN**).

Breve descrição das figuras

[022] A Figura 1 corresponde a um diagrama esquemático do sistema caneta split-flex à plasma, contemplando seus vários componentes e também fornece informações sobre os elementos adjacentes (reservatório de gás, fonte, etc). Adicionalmente, o diagrama ilustra de forma simplificada o fluxo do processo de produção de plasma desde o gerador disjunto (7) até a saída da pluma no aplicador disjunta (1).

[023] A Figura 2 ilustra o desenho mecânico do conjunto montado da caneta split-flex à plasma. Ainda na Figura 2 são apresentadas duas vistas ampliadas contendo detalhes internos de ambas unidades splits que consistem do gerador (7) e do aplicador (1) de plasma disjuntos. No conjunto completo são

ilustrados um total de 19 itens que compõe o sistema e que terão suas funcionalidades detalhadas adiante.

Descrição detalhada da patente

[024] Conforme o diagrama esquemático ilustrado na Figura 1, a caneta split-flex à plasma para remoção de cáries dentárias, é um sistema que inclui um recipiente para armazenamento (20) do gás de trabalho, duto de alimentação do gás (17), um regulador de pressão com indicador fluxo de gás (22), uma unidade split **A** correspondente ao gerador disjunto de plasma (**IN**) (7), uma unidade split **B** correspondente ao aplicador disjunto de plasma (**OUT**) (1), um duto de interligação (9) entre as unidades splits **A** e **B**, um cabo guia de pluma (18) entre as unidades splits **A** e **B**, uma cápsula dielétrica anti-arcs (6) que atua como protetora do cabo guia (18) e uma fonte específica de energia (21) de alta tensão e/ou frequência para alimentar a unidade split geradora de plasma (i.e. o reator) (7).

[025] Ainda na Figura 1, é possível observar que o gás de trabalho fica inicialmente armazenado no reservatório de gás comprimido (20). Entre os gases utilizados, citam-se: hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio ou uma mistura gasosa reativa específica para a quebra de pontes de hidrogênio. No topo do reservatório (20) há uma válvula reguladora de pressão (22) contendo um fluxômetro incorporado. Ao abrir essa válvula (22) e ajustá-la para uma pressão e vazão de interesse no fluxômetro, o gás flui em direção à primeira unidade geradora disjunta de plasma (**IN**) (7).

[026] Antes de avançar na descrição operacional e detalhamento do dispositivo foco dessa patente, faz-se necessário também observar o desenho mecânico do conjunto ilustrado na Figura 2. Nela está melhor indicada a unidade split **A** que corresponde ao gerador disjunto de plasma **IN** (7) mencionado no parágrafo anterior. Alguns dos principais elementos desse gerador de plasma são: duto de alimentação do gerador (17), eletrodo positivo cilíndrico (5), cabo alimentador do eletrodo negativo (12), mancal selador/isolante (8), ponteira terminal (10) e o

cabo guia de pluma (18). Ainda referente ao gerador de plasma (7), pode-se observar, no detalhe “**A**” da mesma Figura 2, a existência de um eletrodo metálico negativo tipo casca cilíndrica (11) e a uma casca dielétrica anti-arcs (19).

[027] Ao chegar no gerador disjuncto de plasma (7), o gás sofre excitação e/ou ionização pela energia fornecida por uma fonte de alta tensão/frequência (21), que alimenta ambos os eletrodos pela aplicação de uma diferença de potencial (ddp) entre o cabo alimentador do eletrodo positivo (5) e o cabo alimentador do eletrodo negativo (12) que é conectado a um eletrodo tipo casca (11). Adicionalmente, há no dispositivo, uma casca dielétrica anti-arcs (19) que foi introduzida ao gerador disjuncto como forma diferenciada de produção de plasma em regime difuso no gerador (7), situado espacialmente longe (1,5 m a 2 m) do paciente/dentista. Assim, antes mesmo da pluma ser guiada ao longo do duto de interligação (9) para ser ejetada no aplicador de plasma (1), consegue-se criar condições favoráveis à obtenção de uma pluma fria, difusa e homogênea e, então, permitir operacionalizar um banho indireto de plasma com uma pluma (23) livre de arcs elétricos indesejáveis e com temperatura devidamente controlada.

[028] A característica inovadora split do dispositivo se deve ao fato de que o duto de interligação entre as unidades splits **A** e **B** foi projetado para conter um cabo guia de pluma (18), concebido para manter separados espacialmente o gerador de plasma (7) do aplicador (1) (i.e. caneta propriamente dita). Assim, a geração do plasma ocorre sempre de forma segura e afastada de ambos, dentista e paciente, chegando a atingir distâncias que variam de 1,5 m e 2 m entre eles. Essa funcionalidade evita expor o dentista e os pacientes aos riscos inerentes à proximidade com uma fonte geradora de alta voltagem e/ou frequência.

[029] O mesmo processo pode ser descrito detalhando-se o conjunto mecânico ilustrado na Figura 2. Assim, o processo inicia-se quando o gás ionizado percorre todo o duto de interligação (9) chega à unidade aplicadora de plasma (**OUT**) (1).

[030] Na ilustração do conjunto mecânico, consegue-se visualizar alguns componentes do aplicador, a saber: borracha de união (13), bocal de alimentação do aplicador (14), mancal selador de entrada no aplicador (4) e um display contendo parâmetros básicos de operação (16). Um corte do aplicador é ilustrado no detalhe “B”, que mostra parcialmente o espaço interno incluindo alguns mancais dielétricos (2) e (3), mangueira interna de condução do gás (15) e a cápsula protetora anti-arcos do cabo guia de pluma (6).

[031] O aplicador disjuncto de plasma (1) apresenta uma geometria e topologia construtiva semelhante a uma caneta com broca rotativa convencional, de forma a manter o design ergonômico com o qual os profissionais odontólogos já são familiarizados. O aplicador, entretanto, possui uma segunda barreira dielétrica representada pela cápsula anti-arcos (6) que ajuda a impedir descargas indesejáveis de forma a manter as características da pluma difusa anteriormente produzida no gerador disjuncto (7). A cápsula (6) precisa ser removida caso o dentista decida operar no modo flex de aplicação de banho de pluma luminosa direta e, portanto, em regime filamentar com corrente e temperatura controladas pela fonte de energia (21). Para cada tipo de gás de trabalho, o odontólogo faz ajustes na fonte (21) de parâmetros de voltagem e frequência para geração de plasma. No regulador (22), realiza-se ajustes da vazão (fluxo de gás) e pressão. Diferentes cápsulas protetoras (6), fabricadas com materiais dielétricos distintos, também podem ser utilizadas para melhorar a qualidade da pluma. Finalmente, o banho de pluma luminosa atua no tecido cariado da dentina/esmalte modificando sua consistência e o mesmo passa a ser removido de forma silenciosa e indolor. Concomitantemente, dependendo do gás de trabalho, é feita uma esterilização da região próxima ao dente afetado.

REIVINDICAÇÕES

- 1. CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS**, caracterizada por um sistema que inclui um recipiente para armazenamento (20) do gás de trabalho, duto de alimentação do gás (17), um regulador de pressão com indicador fluxo de gás (22), uma unidade split **A** correspondente ao gerador disjuncto de plasma (**IN**) (7), uma unidade split **B** correspondente ao aplicador disjuncto de plasma (**OUT**) (1), um duto de interligação (9) entre as unidades splits **A** e **B**, um cabo guia de pluma (18) entre as unidades splits **A** e **B**, uma cápsula dielétrica anti-arco (6) que atua como protetora do cabo guia (18) e uma fonte específica de energia (21) de alta tensão e/ou frequência com ajuste de energia de saída variável, entre 0% e 100% (i.e. temperatura controlada) para alimentar a unidade split geradora de plasma (i.e. o reator) (7).
- 2. CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por ajustar, via fonte de alimentação, a energia de saída variável, entre 0% e 100% (i.e. temperatura controlada) do banho da pluma luminosa de plasma aplicada aos diferentes tipos de dentes (i.e. canino, molar, pré-molar e incisivos).
- 3. CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por utilizar de maneira flexível os gases inertes, selecionados do grupo do hélio, neônio, argônio, criptônio e xenônio.
- 4. CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por utilizar como gás de trabalho uma mistura gasosa capaz de quebrar ligações de hidrogênio intrafibrilares do colágeno degradado da cárie.
- 5. CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS**, de acordo com a

reivindicação 1, caracterizada por permitir trabalhar aplicações de banho de plasma de forma indireta e direta.

6. CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por conter os módulos splits de geração e aplicação do plasma, em operação, separados espacialmente entre si em uma faixa linear compreendendo de 1,5 m a 2 m de distância.

7. CANETA MULTIGÁS/MULTIREGIME À PLASMA DESCONEXA DO GERADOR PARA REMOÇÃO DE CÁRIES DENTÁRIAS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por conter um guia de pluma entre as unidades splits no qual, opcionalmente, possa ser inserida uma cápsula dielétrica anti-arcos.

DESENHOS

FIGURA 1

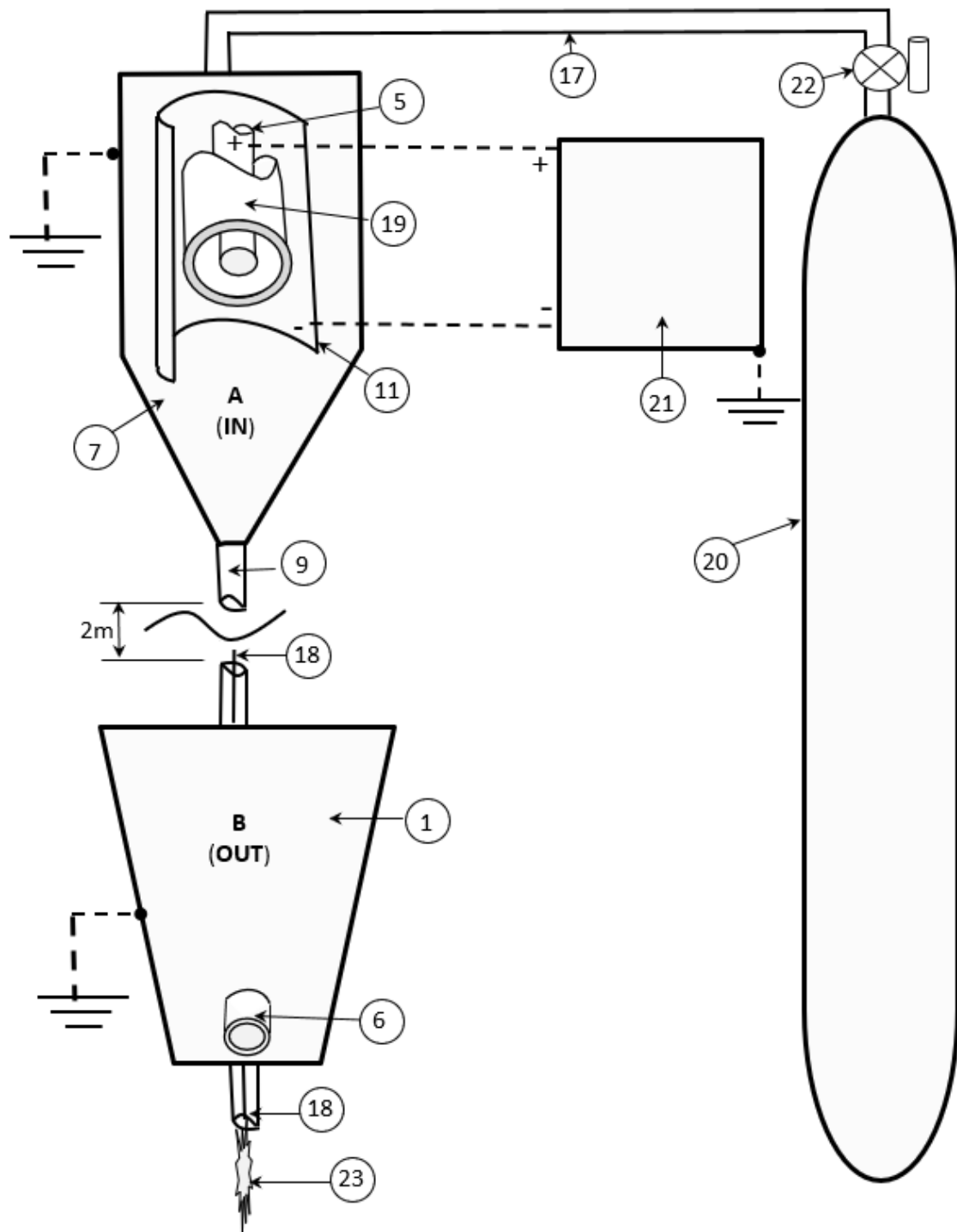


FIGURA 2

