

Enfrentamento à Covid-19: um mapeamento das patentes de ventiladores mecânicos

Covid-19 Combat: a patents mapping of mechanical ventilator

Marina Bezerra da Silva^{1,2}

Robson Almeida Borges de Freitas^{1,2}

Cleide Ane Barbosa da Cruz²

Ana Claudia Galvão Xavier^{1,2}

Maria Emilia Camargo^{2,3}

Antônio Martins de Oliveira Junior²

Ana Eleonora Almeida Paixão²

Jonas Pedro Fabris²

¹Instituto Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil

²Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil

³Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil

Resumo

Com o avanço dos casos de Covid-19 no mundo, muitos equipamentos se tornaram imprescindíveis para o combate e o controle da doença, sendo um deles o ventilador mecânico. Por isso, este artigo tem o objetivo de apresentar a produção de patentes relacionadas ao suporte ventilatório pulmonar. Em relação à metodologia, utilizou-se a plataforma Lens.org para o levantamento e a análise dos dados, usando-se os termos de busca: *medical ventilator*, *mechanical ventilator*, *lung* e *ventilation*. Foram analisados 107 documentos dessas patentes, concedidas no período de 1982 a 2020, sendo que os Estados Unidos é o maior depositante de patentes. Não foram identificadas patentes brasileiras na plataforma Lens.org. Dessa forma, entende-se a necessidade de expandir o desenvolvimento de pesquisas sobre esse equipamento, incentivando-se empresas e instituições de ciência e de tecnologia a fazerem parcerias para ampliar estudos sobre suporte ventilatório pulmonar que se tornou aliado no controle da Covid-19 em pacientes que apresentam insuficiência respiratória.

Palavras-chave: Ventiladores Mecânicos. Coronavírus. Tecnologia. Patentes.

Abstract

With the advancement of cases of Covid-19 in the world, many pieces of equipment have become essential for the combat and control of the disease, one of which is the mechanical ventilator. This article aims to present the production of patents related to pulmonary ventilatory support. Regarding the methodology, the Lens.org platform was used to survey and analyze the data, using the search terms: *medical ventilator*, *mechanical ventilator*, *lung* and *ventilation*. 107 documents of these patents were analyzed, granted in the period from 1982 to 2020, with the United States being the largest patent applicant. No Brazilian patents were identified on the Lens.org platform. Thus, it is understood the need to expand the development of research on this equipment, encouraging companies and science and technology institutions to partner to expand studies on pulmonary ventilatory support that has become an ally in the control of Covid-19, in patients with respiratory failure.

Keywords: Mechanical Ventilator. Coronavirus. Technology. Patents.

Área Tecnológica: Saúde Pública. Engenharia Clínica. Propriedade Intelectual.



1 Introdução

Em meio ao surto pandêmico, causado pelo novo Coronavírus, no início do ano 2020, caracterizado pela doença Covid-19, que em casos graves pode gerar pneumonia e insuficiência respiratória aguda, houve demanda crescente por aparelhos e tecnologias, como: ventiladores mecânicos, bombas de infusão, monitores multiparamétricos, entre outros.

Devido à rápida disseminação do Coronavírus em seres humanos, uma restrição dos sistemas mundiais de saúde no combate à pandemia é a disponibilidade de ventiladores mecânicos, seja nas redes públicas ou privadas de saúde.

A ventilação mecânica, também chamada de suporte ventilatório, é um método que auxilia no tratamento de pacientes que apresentam insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada. Visa à manutenção das trocas gasosas, o alívio do trabalho da musculatura respiratória, a reversão ou minimização da fadiga da musculatura respiratória, redução do consumo de oxigênio, redução do desconforto respiratório, entre outros (CARVALHO; TOUFEN JÚNIOR; FRANCA, 2007).

Os ventiladores mecânicos (respiradores artificiais) ampliam as possibilidades de intervenção clínica sobre pacientes que possuem insuficiência respiratória durante o tratamento em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), garantindo a assistência ventilatória, ou seja, o fornecimento de ar e de oxigenação artificialmente (TOUFEN JUNIOR; CARVALHO, 2007).

Batista, Alcântara e Paula (2007) destacam que a ventilação mecânica corresponde a um dos pilares terapêuticos que vem se tornando uma das principais ferramentas que auxiliam no tratamento de pacientes graves, por exemplo, aqueles pacientes que possuem insuficiência respiratória. Por esse aspecto que hospitais, principalmente os de grande porte, têm se adequadado aos benefícios, aos limites e aos riscos da utilização de ventilação mecânica.

Existem dois tipos de ventilação mecânica: invasiva, em que uma prótese é introduzida na via aérea, isto é, um tubo oro ou nasotraqueal ou uma cânula de traqueostomia, e a ventilação não invasiva, em que uma máscara é utilizada como interface entre o paciente e o ventilador artificial. Nos dois processos, a ventilação artificial é realizada com a aplicação de pressão positiva nas vias aéreas (CARVALHO; TOUFEN JÚNIOR; FRANCA, 2007).

O uso da ventilação mecânica não invasiva, em grupos de pacientes bem selecionados, contribui com a redução da necessidade de intubação, mortalidade e com os custos do tratamento. Dessa forma, facilita a saída antecipada da ventilação mecânica e evita a necessidade de reintubação (PLETSCH-ASSUNÇÃO; CUNHA; VIEIRA, 2019). No caso da ventilação mecânica invasiva, ela representa um risco extrínseco de contaminação das vias aéreas do paciente por material contaminado por bactérias, fungos e vírus, o que pode causar, até mesmo, a pneumonia associada à ventilação mecânica (PAVM) (FARIAS *et al.*, 2019; ROCHA; LIMA; CASTILLO, 2019).

Aos problemas elencados, soma-se a não recomendação de compartilhamento de aparelhos respiradores entre pacientes, especialmente neste momento de Covid-19, conforme apontam a Society of Critical Care Medicine (SCCM), a American Association for Respiratory Care (AARC), a American Society of Anesthesiologists (ASA), a Anesthesia Patient Safety Foundation (ASPF), a American Association of Critical-Care Nurses (AACN) e a American College of Chest Physicians (CHEST) em Declaração Conjunta sobre Pacientes Múltiplos por Ventilador (SCCM, 2020). Essas

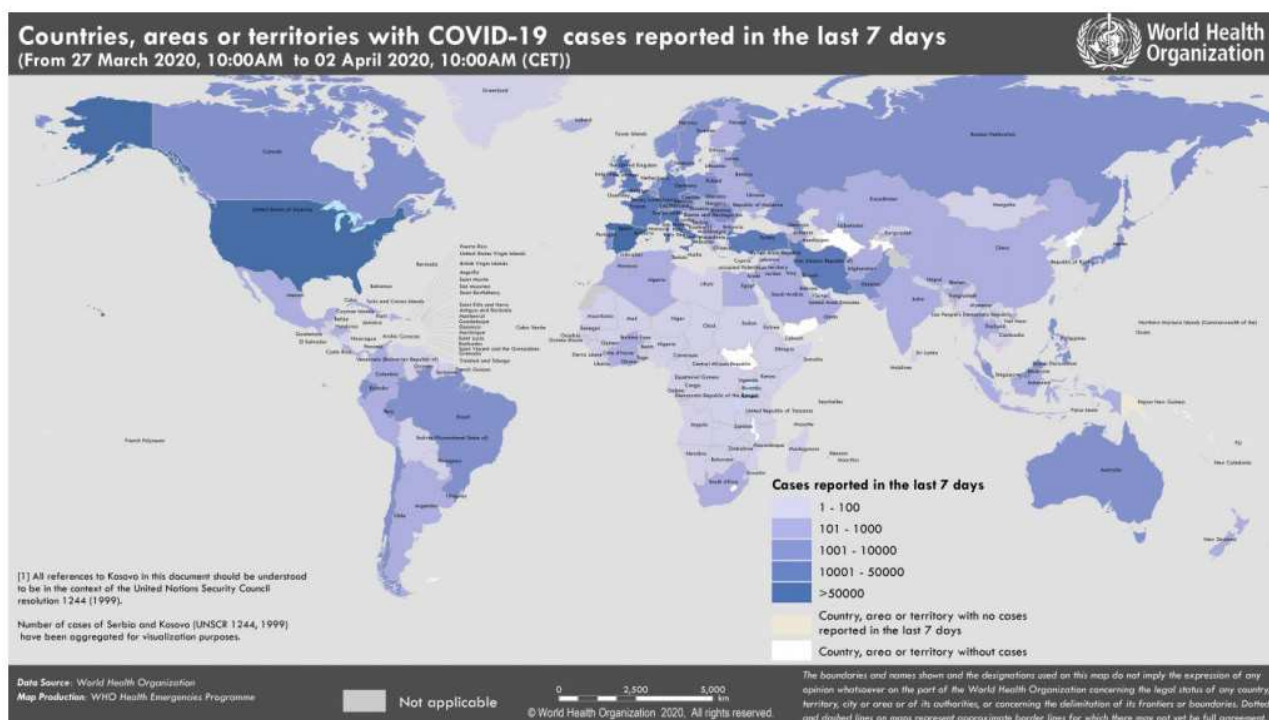
organizações não sugerem o compartilhamento, visto que tal procedimento não pode ser feito com segurança com os atuais equipamentos e tecnologias, no entanto, observa-se que novos métodos podem ser implementados para que essa tecnologia possa suportar múltiplos pacientes, sem colocar em risco a saúde dos envolvidos no tratamento. Mesmo em circunstâncias ideais, a ventilação de um único paciente com SDRA e doença pulmonar não homogênea é difícil e está associada a uma taxa de mortalidade de 40% a 60%. De acordo com as decisões de triagem extremamente difíceis, frequentemente tomadas em crises médicas, é melhor propor o ventilador ao paciente com maior probabilidade de recuperação, do que pôr em risco outros pacientes.

Souza e Batista (2019) destacam o importante desenvolvimento tecnológico na área da medicina, possibilitando o tratamento de saúde para problemas anteriormente inviáveis. Portanto, soluções como os ventiladores mecânicos representam grande avanço no âmbito da terapia intensiva, com processos racionais e cada vez mais próximos da respiração fisiológica.

A Covid-19 teve seus primeiros casos registrados em Wuhan, província de Hubei, na China, em dezembro de 2019. Os primeiros pacientes apresentaram uma forma não identificada de pneumonia viral, com histórico de visitas ao mercado de frutos do mar de Huanan (PEERI *et al.*, 2020).

Até o dia 2 de abril de 2020 foram confirmados quase um milhão de pessoas com a doença, com 45.526 mortes (WHO, 2020). Esse vírus já atingiu, aproximadamente, 200 países, em todos os continentes do planeta, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Países, territórios ou zonas com casos confirmados de Covid-19 em 2 de abril de 2020



Fonte: WHO (2020)

Considerando o avanço do surto epidêmico e a importância dos respiradores mecânicos no atual cenário de enfrentamento ao Coronavírus (Covid-19), é pertinente um estudo que faça o levantamento das tecnologias (patentes) de ventilação mecânica pulmonar no mundo.

Este trabalho realiza um estudo prospectivo, em nível mundial, de patentes relacionadas à temática de suporte ventilatório pulmonar. Foram mapeados, parcialmente, os *players* importantes do mercado, o impacto dos documentos protegidos e as patentes em domínio público.

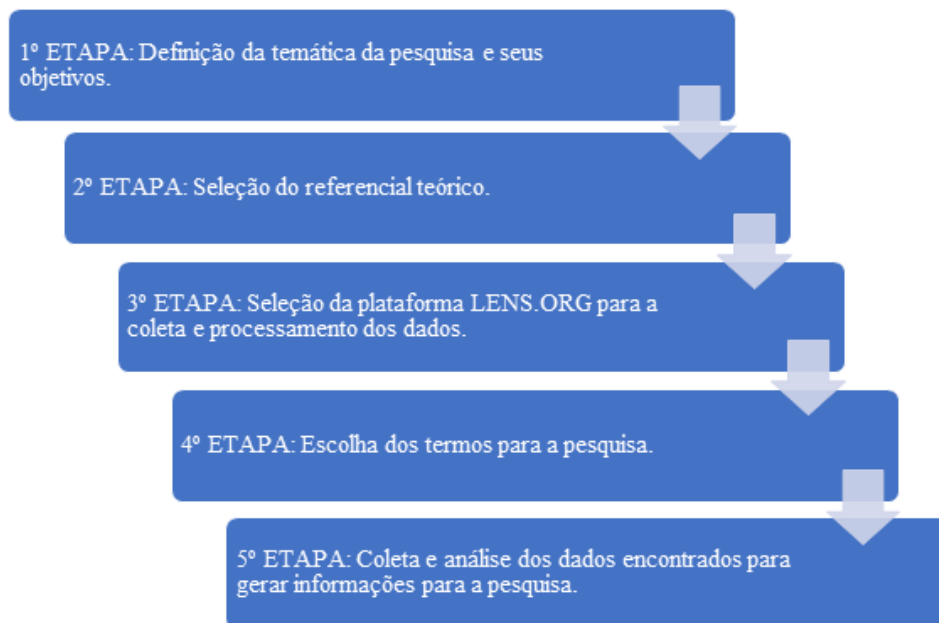
O propósito é disponibilizar a inventores e empresas os parâmetros iniciais para desenvolvimento dessas tecnologias no Brasil. Além disso, pretende-se apresentar à sociedade informações relacionadas à tecnologia dos respiradores, considerando, especialmente, a pandemia de Covid-19, que pode causar infecções e dificuldades respiratórias, demandando tais equipamentos. Além disso, com os resultados, é possível fazer uma projeção de perspectivas futuras relacionadas ao contexto desse segmento tecnológico.

2 Metodologia da Pesquisa

De acordo com Antunes *et al.* (2018), o mapeamento de patentes apresenta informações que podem ser usadas na análise de tendências tecnológicas e, em geral, ocorre por meio das seguintes etapas: a) definição de bases tecnológicas a serem utilizadas; b) definição da estratégia de busca de patentes; c) *download* dos documentos patentários recuperados com a busca; d) eliminação de patentes duplicadas; e) organização dos dados em planilhas e análise.

Utilizou-se a plataforma Lens.org para o levantamento e a análise dos dados. Essa plataforma possui uma base de dados com mais de 120.000.000 patentes, com funcionalidades para coleta e processamento dos dados obtidos. A seguir, listam-se as etapas da pesquisa na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

A busca foi realizada, em 1º de abril de 2020 e os termos pesquisados foram: *MEDICAL VENTILATOR*, *MECHANICAL VENTILATOR*, *LUNG* e *VENTILATION*. Para melhorar o refinamento da pesquisa, utilizou-se da lógica Booleana disponibilizada pela plataforma para inserir os termos. Seguindo essa lógica, inseriu-se, no campo de busca, a seguinte expressão: (“*medical ventilator*” “*mechanical ventilator*”) AND (*lung AND ventilation*).

A pesquisa buscou os termos em todos os campos do documento das patentes (*All Fields*). Foram identificados 423 documentos. Para eliminar as patentes duplicadas, utilizou-se como filtro o agrupamento por famílias simples de patentes (*one doc per Family*), restando 176 patentes. Ao se aplicar o filtro “patentes concedidas” (*Granted Patent*), restaram 107 documentos, que foram analisados nesta pesquisa. Posteriormente, aplicou-se o filtro de data (*Publication Date*) com o intervalo de 1º de janeiro de 1917 a 31 de março de 2000, limitando a busca para patentes com mais de 20 anos.

Durante a definição do escopo da busca, aplicou-se também o filtro de Classificação Internacional de Patentes (IPC). Entretanto, por meio dos resultados recuperados, identificou-se que importantes informações e aspectos das patentes seriam difíceis de se identificar e se discutir. Dessa forma, esse filtro não foi aplicado no protocolo de busca.

Ressalta-se que os termos *Medical Ventilator* e *Mechanical Ventilator* são comumente utilizados pelas empresas que comercializam os equipamentos, e, de forma complementar, relacionou-se os termos *lung* e *ventilation* para associar os ventiladores médicos com a ventilação pulmonar nos termos contidos em todo o documento de cada patente.

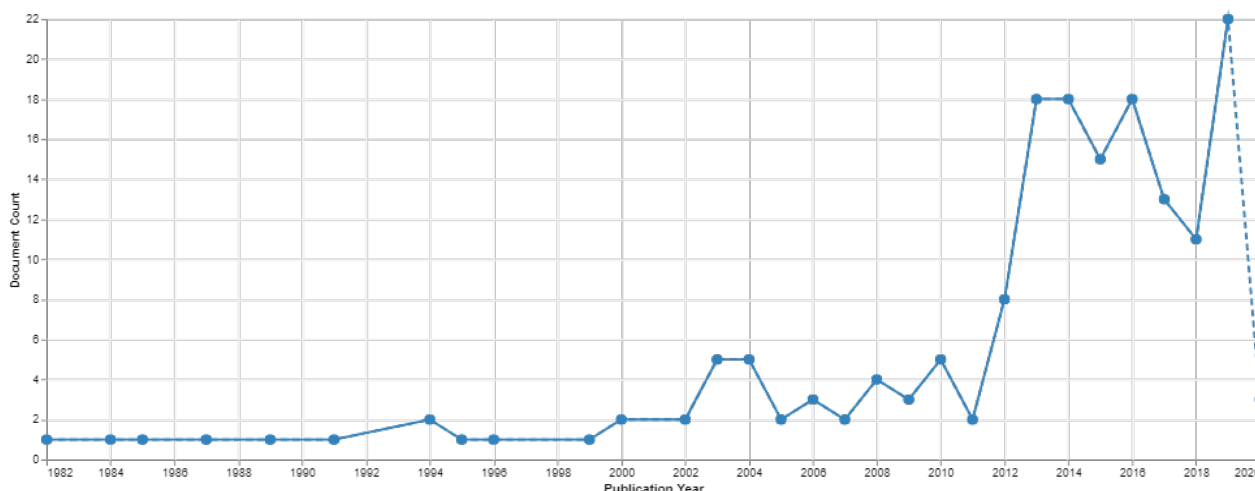
Foram feitas análises das patentes por ano de proteção, país de depósito, depositantes, inventores, classificação internacional, documentos mais citados e documentos em domínio público. Foram apresentadas também as perspectivas futuras para a área.

3 Resultados e Discussão

Nos resultados da busca realizada foram obtidas 107 patentes. A primeira patente é de 1982 (um documento) e as mais atuais são de 2020 (com três documentos identificados, até o momento, no referido ano), conforme mostra a Figura 3.

Apesar de a primeira patente ser de 1982, os ventiladores mecânicos, na forma de ventilação com pressão negativa, surgiram no início do século XIX. Enquanto, os dispositivos de pressão positiva se tornaram disponíveis a partir de 1900, sendo que o ventilador utilizado na unidade de terapia intensiva (UTI) não começou a ser utilizado até a década de 1940 (KACMAREK, 2011).

Figura 3 – Patentes de ventiladores mecânicos concedidas por ano



Fonte: Extraída de Lens.org (2020)

Em termos de jurisdição das patentes vigentes, a Figura 4 destaca os principais proprietários das patentes, sendo que os Estados Unidos foram os maiores proprietários, com 128 patentes.

Em relação ao Brasil, não foram identificados documentos relacionados a ventiladores mecânicos, porém Góes (2020) explica que, devido ao aumento dos casos de Coronavírus no Brasil, a Câmara dos Deputados aprovou por meio de uma votação simbólica a proibição da exportação de produtos médicos e hospitalares, entre eles, ventilador pulmonar mecânico, luvas, camas hospitalares, entre outros. Então, percebe-se que esses produtos são produzidos no Brasil, porém não foram encontrados documentos brasileiros na plataforma Lens.org que foi utilizada para coleta de dados nesta pesquisa.

Figura 4 – Patentes de ventiladores mecânicos, concedidas por país



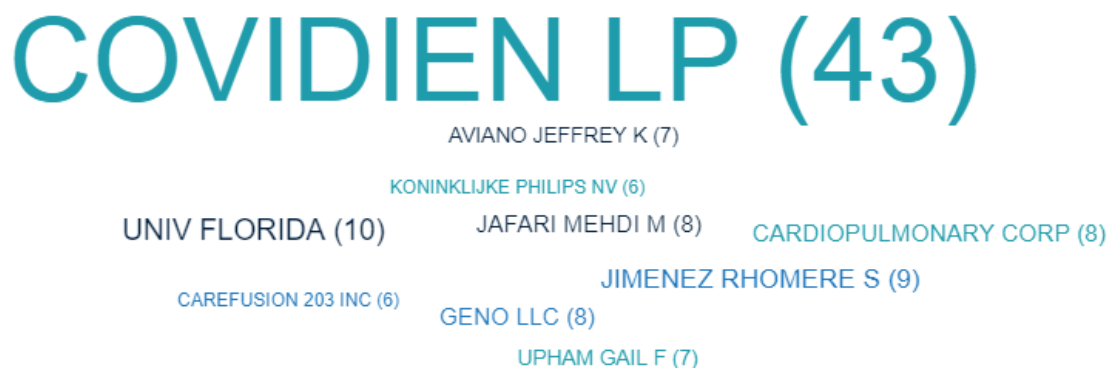
Nota — Por meio do protocolo de buscas adotado na pesquisa, a Lens recuperou 107 patentes. Entretanto, na apresentação dos países originários fez a contagem de patentes sem considerar o agrupamento simples por família, apresentando a contabilização das patentes concedidas.

Fonte: Extraída de Lens.org (2020)

Os depositantes das patentes estão discriminados na Figura 5. O depositante COVIDIEN LP depositou 43 patentes, a Universidade da Flórida depositou 10 patentes e a JIMENEZ RHOMERE S depositou nove patentes.

Percebe-se ao analisar os documentos que, entre os depositantes com maior número de patentes, aparece a Universidade da Flórida, o que mostra que as Universidades também desenvolvem pesquisas relacionadas com suporte ventilatório pulmonar.

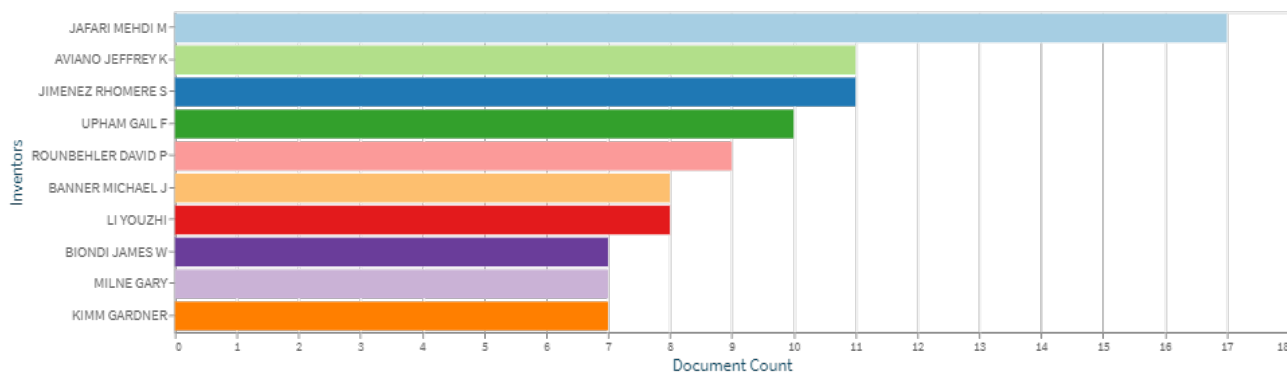
Figura 5 – Patentes de ventiladores mecânicos concedidas por depositante



Fonte: Extraída de Lens.org (2020)

A Figura 6 ilustra os principais inventores, destacando-se a Mehdi Jafari com a maior quantidade de invenções protegidas na área, com 17 documentos; Jeffrey Aviano e Rhomere com 11 e Gail Upham com 10. Os demais depositantes destacados na Figura 6 apresentam entre sete e nove documentos.

Figura 6 – Patentes de ventiladores mecânicos concedidas por inventores

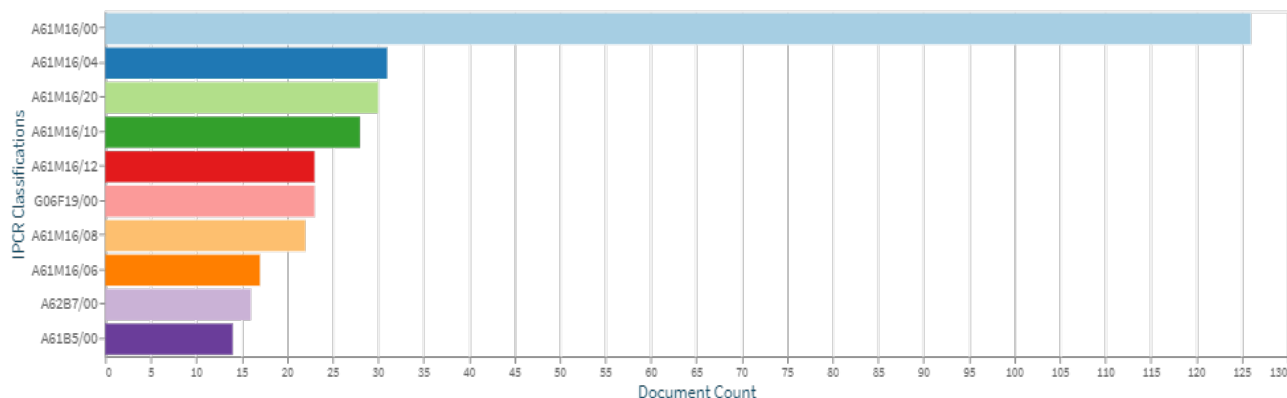


Fonte: Extraída de Lens.org (2020)

Todas as tecnologias estão inseridas na Classificação Internacional de Patentes (CIP) A61, relacionada às tecnologias para diagnóstico, cirurgia e identificação (análise de material biológico G01N, por exemplo G01N 33/48). Incluem-se também instrumentos, implementos e processos para fins de diagnose, cirurgia ou identificação de pessoas, inclusive obstetrícia, instrumentos para remover calos, instrumentos para vacinação, datiloscopia e exames psicofísicos.

Especificamente, a maioria das patentes pertence à subclasse A61M16/00, que enquadra os dispositivos para influenciar o sistema respiratório de pacientes por meio de tratamento a gás, por exemplo, respiração boca a boca, tubos para a traqueia (estímulo do movimento respiratório, por meios mecânicos, pneumáticos ou elétricos, pulmões de aço, combinados com meios de respiração de gás A61H 31/00) [2006.01]. Esses resultados são apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Patentes de ventiladores mecânicos concedidas por Classificação IPC



Nota — Por meio do protocolo de buscas adotado na pesquisa, a Lens recuperou 107 patentes. Entretanto, na apresentação da Classificação IPC fez a contagem de patentes sem considerar o agrupamento simples por família, apresentando a contabilização das patentes concedidas.

Fonte: Extraída de Lens.org (2020)

Em complemento, sobre essas tecnologias, entende-se que a ventilação mecânica vem sendo considerada um avanço no suporte respiratório dos pacientes, em anestesia ou em tratamento intensivo. Soma-se a isso, o suporte ventilatório que possibilita o aumento das chances de sobrevivência nos pacientes com insuficiência respiratória ou que passaram por grandes procedimentos cirúrgicos (MELO; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2014).

Foram mapeadas, também, as patentes mais citadas sobre ventiladores mecânicos. A partir do número de citações, deduz-se o impacto causado pela patente, no âmbito da pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. Estes resultados encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Patentes de ventiladores mecânicos mais citadas por outras patentes

NÚMERO	NÚMERO DE CITAÇÕES	TÍTULO	INVENTORES (ANO DA PRIORIDADE)	TITULAR	PARTE DO RESUMO
1	218	<i>Positive-pressure Ventilator System with Controlled Access for Nebulizer Component Servicing</i>	Roberts e Burwell (1987)	<i>ROBERTS, Josephine A.; BURWELL, Jephthae W.</i>	Um componente nebulizador, interconectado no caminho do fluxo inspiratório, inclui uma câmara interna com uma região inferior para armazenar medicamentos líquidos e uma região superior contendo um nebulizador (atomizador a jato e defletor) para produzir uma névoa de partículas suspensas no gás que se misturam com o gás respirável que flui através da câmara para o paciente.
2	217	<i>Medical Ventilator Device Parametrically Controlled for Patient Ventilation</i>	Stawitcke et al. (1982)	<i>Hewlett-Packard Company</i>	Ventilador que acomoda os esforços do paciente em respirar e sua alteração nos requisitos respiratórios controla por um sistema. O sistema de controle determina uma forma ideal de pressão-volume que caracteriza as necessidades respiratórias do paciente; essa forma é constantemente modificada e corrigida durante o curso da operação do ventilador para permitir que o paciente respire com o mínimo de esforço.
3	194	<i>Method and Apparatus for Controlling a Medical Ventilator</i>	Banner et al. (1999)	<i>University of Florida</i>	O ventilador médico inclui pelo menos um sensor de pressão e um sensor de taxa de fluxo, dispostos em um conduto de ventilador funcionalmente aberto em comunicação fluida com os pulmões do paciente, acoplado eletricamente a um microprocessador para monitorar a pressão muscular respiratória média do paciente e prever o trabalho respiratório em função do valor atual da pressão muscular respiratória média, para detectar quando o trabalho respiratório não é dentro de certo parâmetro.
4	192	<i>Medical Ventilator Triggering and Cycling Method and Mechanism</i>	Jafari, Kimm e Mcguigan (2000)	<i>Respironics Inc</i>	Sistema e método de ventilador médico que aciona e/ou alterna, com base no esforço do paciente, que é determinado a partir da correlação cruzada do fluxo e da pressão do paciente. A invenção, também, fornece ajuste adaptativo dos critérios de ciclagem para otimizar a operação de ciclagem.
5	190	<i>Microprocessor Controlled Flow Regulated Molecular Humidifier</i>	Mccomb (1992)	<i>MCCOMB, R. Carter</i>	Sistema de umidificação de gás respirável que é fornecido a um paciente com um ventilador ou um circuito de anestesia com tubo de inalação que conecta do ventilador ao paciente e tubo de expiração que se estende do paciente.

Fonte: Adaptado de Lens.org (2020)

Por fim, como parte da investigação, buscou-se elencar as patentes com período de utilização expirados, ou seja, com mais de 20 anos de concessão. De acordo com a legislação sobre a Propriedade Intelectual, essas patentes podem ser aproveitadas para a criação de produtos, pois se enquadram em domínio público.

Vale ressaltar que a utilização de patentes em domínio público pode acelerar a aplicação ou o uso dessas tecnologias por empresas de países em desenvolvimento que não possuem recursos para investimento em pesquisa. Dessa feita, no Quadro 2 apresentam-se os dez documentos encontrados de patentes em domínio público.

Quadro 2 – Patentes de ventiladores mecânicos em domínio público

Jurisdição	Número de Publicação	Inventores/Ano de Publicação	Título	Requerente	Classificação IPC
US	US 5931160 A	Gilmore, Johnston e Schroeder (1999)	<i>Ventilator Control System and Method</i>	Cardiopulmonary Corp	A61M16/00
US	US 5388571 A	Roberts e Burwell (1995)	<i>Positive-pressure Ventilator System with Controlled Access for Nebulizer Component Servicing</i>	Roberts, Josephine A.; Burwell; Jephthae W.	A61M11/06 A61M16/08 A61M16/16
US	US 4448192 A	Stawitcke et al. (1984)	<i>Medical Ventilator Device Parametrically Controlled for Patient Ventilation</i>	Hewlett Packard Co	A61M16/00 A61M16/20
US	US 5349946 A	Mccomb (1994)	<i>Microprocessor Controlled Flow Regulated Molecular Humidifier</i>	Mccomb R Carter	A61M16/00 A61M16/10 A61M16/16
US	US 5540220 A	Gropper e Ellestad (1996)	<i>Pressure-limited, Time-cycled Pulmonary Ventilation with Volume-cycle Override</i>	Bear Med Syst Inc	A61M16/00
US	US 4340044 A	Levy e Rusz (1982)	<i>Volume Ventilator</i>	Berkshire Research Partners	A61M16/00
US	US 5002050 A	Mcginnis (1991)	<i>Medical Gas Flow Control Valve, System and Method</i>	Mcginnis Gerald E	A61M16/00 A61M16/20
US	US 4870961 A	Barnard (1989)	<i>Medical Ventilator Tube and Manifold Assembly</i>	Barnard Gordon D	A61M16/08
US	US 4702240 A	Chaoui (1987)	<i>Demand-responsive Gas Blending System for Medical Ventilator</i>	Bear Med Syst Inc	A61M16/00 A61M16/12
EP	EP 0274996 B1	Ginevri e Moretti (1994)	<i>Constant Flow Pressure-responsive Pulmotor</i>	Elmed Ginevri Srl	A61H31/02 A61M16/00 A61M16/08 A61M16/12

Nota — Devido ao espaço, o resumo desses documentos encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

Fonte: Adaptado de Lens.org (2020)

Em um panorama de aplicação do conhecimento existente e de perspectivas futuras, buscou-se em Barros *et al.* (2015) a fundamentação teórica para contextualização com o cenário brasileiro atual nos termos aqui pesquisados para ventilação artificial. Eles observaram, em uma pesquisa realizada na base de patentes PATENTSCOPE, que somente 2% dos pedidos de patentes das classificações A61K (Preparação médica, odontológica ou finalidades de *toilette*) e A61P (Atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais) estavam depositados no Brasil, estimando que 98% das patentes da área à qual corresponde essa classificação estavam em “domínio público”, sem proteção, e poderiam ser aproveitadas para novas tecnologias. Assim, os autores sugerem que patentes em domínio público sejam utilizadas como fonte de desenvolvimento tecnológico (BARROS *et al.*, 2015).

Nesse contexto, perante a corrida mundial de combate aos problemas causados pela Covid-19, é importante ressaltar que o uso das tecnologias em domínio público pode representar uma importante alternativa de enfrentamento da pandemia. Conforme o exposto por Barros *et al.* (2015), coloca-se que o uso de patentes em domínio público pode acelerar a produção de equipamentos da área abordada por este estudo com a observação da classificação IPC. No caso deste estudo, estão elencadas as patentes com mais de 20 anos.

4 Considerações Finais

Com o crescimento do número de casos de Coronavírus e o aumento de pacientes que foram destinados à UTI devido aos problemas respiratórios causados pela Covid-19, percebeu-se a necessidade da máxima utilização de suporte ventilatório pulmonar nos hospitais, evidenciando-se quanto esse equipamento é primordial para o controle da doença em pacientes em estado grave.

As tecnologias que atuam na ventilação mecânica de pacientes são consideradas aliadas no enfrentamento da Covid-19. Diante disso, este estudo evidenciou, por meio da plataforma Lens.org, o desenvolvimento da produção tecnológica relacionada ao suporte ventilatório pulmonar, mostrando o crescimento no número de patentes nos últimos 10 anos.

Percebeu-se que os Estados Unidos aparecem como os maiores detentores dessas tecnologias, fato que o coloca em posição privilegiada, em termos tecnológicos, nessa pandemia. Devido à crise de saúde pública, é importante que o Brasil invista na produção e/ou aquisição dessas tecnologias. Como não foram identificadas patentes brasileiras, percebe-se que é importante também que o país aprimore a produção tecnológica na área.

Ressalta-se que mesmo o Brasil não apresentando patentes relacionadas a esses equipamentos, o país vem investindo em editais para incentivar pesquisas que auxiliem no controle e no combate à Covid-19. Um desses editais foi realizado por meio de uma parceria entre o Ministério da Saúde e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Ainda, esse edital foi a chamada MCTI/CNPq/CT-Saúde/MS/SCTIE/Decit n. 07/2020 que visa a apoiar projetos de pesquisa que contribuam com o enfrentamento dessa doença, dando apoio a pesquisas, tanto de cunho científico quanto tecnológico (PINO, 2020).

Sendo assim, ao analisar a Classificação Internacional de Patentes, observou-se que todas as tecnologias estão inseridas na CIP A61 relativa aos avanços para diagnóstico, cirurgia

e identificação, mostrando que a pesquisa evidenciou um equipamento que é utilizado para o tratamento de doenças relacionadas.

Por isso, a importância de incentivar o desenvolvimento de pesquisas que auxiliem na criação de novos ou o melhoramento de equipamentos já existentes, visando a auxiliar no combate à Covid-19 de forma efetiva e facilitando, assim, o trabalho dos profissionais que estão lidando diariamente com pacientes que apresentam os sintomas da doença.

Dessa forma, é importante que novos estudos sejam realizados e que empresas e universidades formem parcerias para ampliar os estudos acerca do suporte ventilatório pulmonar, visto que, devido ao enfrentamento da Covid-19, esse equipamento se tornou um produto imprescindível para o controle da doença em pacientes que apresentaram maior quadro de insuficiência respiratória. Como sugestão para trabalhos futuros, podem ser verificadas patentes sobre outros equipamentos que estão sendo utilizados para auxiliar no combate e no controle da Covid-19.

5 Perspectivas Futuras

Os ventiladores mecânicos são tecnologias essenciais nos ambientes de UTI, especialmente para os pacientes que se encontram com dificuldades respiratórias graves.

A partir do surto pandêmico de Covid-19, com rápida propagação em várias regiões do planeta, a demanda por esses equipamentos aumentou expressivamente. Assim, há importantes tendências para os próximos meses no que tange a essas tecnologias, como as citadas a seguir:

- a) Intensificação do desenvolvimento de inovações tecnológicas na área, com a escassez dos produtos, novas soluções tecnológicas devem ser desenvolvidas, visando a maior produção e disponibilidade de ventiladores mecânicos no mercado, com baixo custo e viabilidade de produção rápida e em larga escala.
- b) Exploração de patentes de respiradores mecânicos em domínio público, especialmente em países subdesenvolvidos que não conseguem direcionar recursos suficientes para a pesquisa e desenvolvimento.
- c) Como a maior parte das patentes estão vigentes, sob controle dos titulares, existe também, a possibilidade de aplicação do artigo 31 do Acordo TRIPS, segundo o qual é possível outro uso de uma tecnologia sem autorização do titular nos casos de emergência nacional ou outras circunstâncias de extrema urgência ou em casos de uso público não comercial, após a solicitação de autorização do titular, em termos e condições razoáveis, sem sucesso, em determinado prazo. O Acordo TRIPS foi implementado no Brasil por meio do Decreto n. 1.355/1994 (BRASIL, 1994).
- d) Surgimento de novos *players* no setor tecnológico. Com a crise de saúde mundial e com a grande demanda que surgiu desses equipamentos, acredita-se que, no futuro, alguns países reorganizarão sua malha industrial, visando à autossuficiência produtiva de equipamentos e tecnologias na área de saúde, o que, também, inclui a produção e o desenvolvimento de tecnologias de respiradores mecânicos. Esse movimento deve ocorrer, especialmente, em países desenvolvidos que têm suficiência financeira para realizar os investimentos.

Nesse caso, salienta-se que há grande potencial de inovação na área, especialmente neste momento em que há a disponibilidade de recursos, como impressão 3D, arduino e outros mecanismos que podem ajudar na produção rápida e de baixo custo. Por outro lado, há a necessidade de garantia das normas técnicas e da qualidade mínima dos materiais produzidos, tendo em vista o uso na área de saúde, o processo de validação pelos órgãos de controle é um requisito necessário.

Em termos de inovação para os ventiladores mecânicos, o uso do equipamento de ventilação por mais de um paciente não é recomendado, porém estudar métodos de possibilitar essa ocorrência pode ser uma vertente de criação de novos mecanismos para esses inventos.

Com isso, espera-se que as agências reguladoras e os órgãos de certificação da qualidade da produção industrial tornem-se *players* importantes nesse segmento. No caso do Brasil, instituições como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) deverão atuar diretamente na atividade de inovação da área.

Outro aspecto importante são as parcerias internacionais. Como a pandemia tem gerado crise nos sistemas de saúde de vários países, assolando também seus sistemas econômicos, é importante a união de esforços no aspecto do desenvolvimento tecnológico, especialmente para a produção dos recursos utilizados no enfrentamento à doença.

Ressalta-se, por fim, a evidência e valorização dos trabalhos realizados nas universidades, especificamente no âmbito da pesquisa. Com o surto, a sociedade compreenderá a importância da pesquisa acadêmica, tanto no controle da doença quanto no desenvolvimento de alternativas tecnológicas para o enfrentamento.

Referências

- ANTUNES, A. M. S. *et al.* Métodos de prospecção tecnológica, inteligência competitiva e foresight: principais conceitos e técnicas. In: RIBEIRO, N. M. (org.). **Prospecção tecnológica**. Salvador, BA: IFBA, 2018. p. 19-108.
- BARROS, W. B. G. *et al.* Patente como fonte de informação tecnológica: utilização de documentos de patente em domínio público. In: III SINGEP e II S2IS, São Paulo, SP, 2015. **Anais** [...], São Paulo, 2015. ISSN-2317-8302.
- BANNER, M. J. *et al.* **Method and apparatus for controlling a medical ventilator**. US 6390091 B1. Titular: University of Florida Research Foundation Incorporated; University of Florida. Depósito: 3 fev. 1999. Concessão: 21 maio 2002. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/047-710-933-446-55X>. Acesso em: 1º abr. 2020.
- BARNARD, G. D. **Medical ventilator tube and manifold assembly**. US 4870961 A. Depositante: Gordon D. Barnard. Depósito: 22 sep. 1986. Concessão: 3 out. 1989. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/074-731-494-718-737>. Acesso em: 1º abr. 2020.
- BATISTA, M. A.; ALCÂNTARA, E. C.; PAULA, L. K. G. Central de ventiladores mecânicos: organização, segurança e qualidade. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 450-455, out.-dez. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-507X2007000400008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 31 mar. 2020.

BRASIL. **Decreto n. 1.355**, de 30 de dezembro de 1994. Promulga a ata final que incorpora os resultados da Rodada Uruguai de Negociações Comerciais Multilaterais do GATT. 1994. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/legislacao-1/27-trips-portugues1.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2020.

CARVALHO, C. R. R.; TOUFEN JÚNIOR, C.; FRANCA, S. A. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. **J. Bras. Pneumol.**, São Paulo, v. 33, supl. 2, p. 54-70, jul. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000800002>. Acesso em: 2 abr. 2020.

CHAOUI, S. M. **Demand-responsive gas blending system for medical ventilator**. US 4702240 A. Titular: Bear Medical Systems Inc. Depósito: 22 jul. 1986. Concessão: 27 out. 1987. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/120-403-436-189-092>. Acesso em: 1º abr. 2020.

FARIAS, J. R. S. *et al.* Avanços tecnológicos de ventilações mecânicas aplicados à saúde. **Rev. Bras. de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 13, n. 3, p. 7-11, 2 jul. 2019. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/viewFile/7122/6362>. Acesso em: 31 mar. 2020.

GILMORE, D.; JOHNSTON, D.; SCHROEDER, G. **Ventilator control system and method**. Titular: Bernoulli Enterprise Inc; Ventronics Systems Llc; Cardiopulmonary Corporation; Cardiopulmonary Merger Corporation. US 56991995 A. Depósito: 8 dez. 1995. Concessão: 3 ago. 1999. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/071-063-888-211-816>. Acesso em: 1º abr. 2020.

GINEVRI, G.; MORETTI, C. **Constant flow pressure-responsive pulmotor**. EP 0274996 B1. Depositante: Elmed Ginevri Srl. Depósito: 31 dec. 1986. Concessão: 2 mar. 1994. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/187-125-729-824-938>. Acesso em: 1º abr. 2020.

GÓES, B. **Coronavírus**: Câmara aprova proibição da exportação de produtos médicos e hospitalares. 2020. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/coronavirus-camara-aprova-proibicao-da-exportacao-de-produtos-medicos-hospitalares-24342504>. Acesso em: 31 mar. 2020.

GROPPER, C. M.; ELLESTAD, R. A. **Pressure-limited, time-cycled pulmonary ventilation with volume-cycle override**. US 5540220 A. Titular: Bear Medical Systems Inc. Depósito: 8 dec. 1994. Concessão: 30 jul. 1996. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/013-114-109-325-958>. Acesso em: 1º abr. 2020.

JAFARI, M. M.; KIMM, G. J.; MCGUIGAN, K. **Medical ventilator triggering and cycling method and mechanism**. US 6626175 B2. Titular: Ric Investments Llc; Respironics Inc. Depósito: 6 out. 2000. Concessão: 30 set. 2003. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/192-963-680-645-026>. Acesso em: 1º abr. 2020.

KACMAREK, R. M. The mechanical ventilator: past, present and future. **Respiratory Care**, [S.l.], v. 56, n. 8, p. 1.170-1.180, ago. 2011.

LEVY, D.; RUSZ, T. **Volume ventilator**. US 4340044 A. Depositante: Berkshire Research Partners. Depósito: 20 mar. 1980. Concessão: 20 jul. 1982. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/097-104-474-031-083>. Acesso em: 1º abr. 2020.

LENS.ORG. **[Base de dados – Internet]**. Cambia; Queensland University of Technology. 2020. Disponível em: <https://www.lens.org/>. Acesso em: 1º abr. 2020.

MCCOMB, R. C. **Microprocessor controlled flow regulated molecular humidifier**. US 5349946 A. Depositante: R. Carter McComb. Depósito: 7 out. 1992. Concessão: 27 set. 1994. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/181-920-170-204-942>. Acesso em: 1º abr. 2020.

MCGINNIS, G. E. **Medical gas flow control valve, system and method**. US 5002050 A. Titular: Ric Investments Llc; Respiroics Inc. Depósito: 17 set. 1986. Concessão: 26 mar. 1991. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/110-526-998-685-896>. Acesso em: 1º abr. 2020.

MELO, A. S.; ALMEIDA, R. M. S.; OLIVEIRA, C. D. A mecânica da ventilação mecânica. **Revista Médica de Minas Gerais**, [S.l.], v. 24, n. 8, p. 43-48, 2014.

PEERI, N. C. *et al.* The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? **International Journal of Epidemiology**, [S.l.], p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/ije/advance-article/doi/10.1093/ije/dyaa033/5748175>. Acesso em: 2 abr. 2020.

PINO, J. **CNPq divulga chamada para pesquisas para enfrentamento da Covid-19**. 2020. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/noticias/cnpq-divulga-chamada-para-pesquisas-para-enfrentamento-da-covid-19>. Acesso em: 7 abr. 2020.

PLETSCH-ASSUNÇÃO, R.; CUNHA, M. R.; VIEIRA, S. R. R. Efetividade de um protocolo de ventilação mecânica não-invasiva em pacientes internados em uma unidade de terapia intensiva de um hospital geral. **Revista Multidisciplinar da Saúde**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 58-65, 2019. Disponível em: <https://revistas.anchieta.br/index.php/RevistaMultiSaude/article/view/1467>. Acesso em: 1º abr. 2020.

ROBERTS, J. A.; BURWELL, J. W. **Positive-pressure ventilator system with controlled access for nebulizer component servicing**. US 5388571 A. Depositante: Josephine A. Roberts; Jephthae W. Burwell. Depósito: 5 mar. 1982. Concessão: 14 fev. 1995. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/014-734-022-244-462>. Acesso em: 1º abr. 2020.

ROCHA, A. M.; LIMA, C. C. F.; CASTILLO, L. A. C. Atuação da equipe de enfermagem na prevenção e controle da infecção hospitalar na unidade de terapia intensiva: um levantamento bibliográfico. **Educandi & Civitas**, Araguatins, v. 1, n. 2, p. 20-36, 2019.

SCCM – SOCIETY OF CRITICAL CARE MEDICINE. **Joint statement on multiple patients per ventilator**. 2020. Disponível em: <https://www.sccm.org/getattachment/Disaster/Joint-Statement-on-Multiple-Patients-Per-Ventilator/Joint-Statement-Patients-Single-Ventilator.pdf?lang=en-US>. Acesso em: 8 abr. 2020.

SOUZA, T. B. de; BATISTA, R. C. Avanço da tecnologia na unidade de terapia intensiva. **Revista Medius**, [S.l.], v. 3, n. 3, 2019. Disponível em: <http://periodicos.pdl.ifmt.edu.br/index.php/medius/article/view/26>. Acesso em: 31 mar. 2020.

STAWITCKE, F. A. *et al.* **Medical ventilator device parametrically controlled for patient ventilation**. US 4448192 A. Titular: Hewlett-Packard Company. Depósito: 5 mar. 1982. Concessão: 15 mai. 1984. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/patent/143-051-900-899-177>. Acesso em: 1º abr. 2020.

TOUFEN JUNIOR, C.; CARVALHO, C. R. R. Ventiladores mecânicos. **J. Bras. Pneumol.**, São Paulo, v. 33, supl. 2, p. 71-91, July 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132007000800003&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 31 mar. 2020.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report – 73**. [2020]. Disponível em: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/20200402-sitrep-73-covid-19.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2020.

Apêndice A – Resumo das patentes de ventiladores mecânicos em domínio público

NÚMERO DE PUBLICAÇÃO	INVENTORES/ANO DE PUBLICAÇÃO	PARTE DO RESUMO
US 5931160 A	Gilmore, Johnston e Schroeder (1999)	Sistema de controle do ventilador que controla um sistema pneumático em um ventilador hospitalar. O sistema de controle do ventilador inclui uma interface de usuário, uma memória e um processador. A interface do usuário recebe valores de entrada de um usuário para definir um ou mais parâmetros de respiração.
US 5388571 A	Roberts e Burwell (1995)	Um componente nebulizador, interconectado no caminho do fluxo inspiratório, inclui uma câmara interna com uma região inferior para armazenar medicamentos líquidos e uma região superior contendo um nebulizador (atomizador a jato e defletor) para produzir uma névoa de partículas suspensas no gás que se misturam com o gás respirável que flui através da câmara para o paciente.
US 4448192 A	Stawitcke <i>et al.</i> (1984)	Ventilador que acomoda os esforços do paciente em respirar e sua alteração nos requisitos respiratórios controla por um sistema. O sistema de controle determina uma forma ideal de pressão-volume que caracteriza as necessidades respiratórias do paciente; essa forma é constantemente modificada e corrigida durante o curso da operação do ventilador para permitir que o paciente respire com o mínimo de esforço.
US 5349946 A	Mccomb (1994)	Sistema de umidificação de gás respirável que é fornecido a um paciente com um ventilador ou um circuito de anestesia com tubo de inalação que conecta o ventilador ao paciente e tubo de expiração que se estende do paciente.
US 5540220 A	Gropper e Ellestad (1996)	Ventilador pulmonar com ciclo de tempo limitado por pressão. Inclui um sistema de gás pressurizado que fornece gás respiratório a um paciente a uma taxa de fluxo inspiratória selecionada.
US 4340044 A	Levy e Rusz (1982)	Ventilador médico para alternar e misturar oxigênio com o ar em um meio de acionamento e mistura de oxigênio e fornecer a mistura a um aparelho de controle de fluxo de gás para aplicação diretamente em um aparelho de respiração do paciente ou para armazenamento em um reservatório de fole de uma instalação de pressão positiva contínua nas vias aéreas.
US 5002050 A	Mcginis (1991)	Válvula de escape e método para uso em ventilação médica e terapia anestesiológica, em que a válvula combina a entrega de gás e as funções controladas de expiração ou exaustão.
US 4870961 A	Barnard (1989)	Conjunto de tubo e coletor de ventilador médico, usado para conectar-se entre um tubo de respiração do paciente e uma máquina de ventilação médica usada para fornecer assistência ao paciente para respirar.
US 4702240 A	Chaoui (1987)	Sistema de mistura de gases para uso com um ventilador médico, que mistura um gás pressurizado com ar ambiente para entrega ao ventilador.
EP 0274996 B1	Ginevri e Moretti (1994)	Pulmotor responsivo à pressão, que mantém um fluxo constante de ventilação controlada, compreendendo em uma única unidade os meios de mistura para proporções das quantidades de ar e oxigênio.

Fonte: Adaptado de Lens.org (2020)

Sobre os Autores

Marina Bezerra da Silva

E-mail: marina.silva@ifpi.edu.br

Mestre em Ciência da Propriedade Intelectual, 2017, Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Rua Projetada, s/n, Uberaba, Oeiras, PI. CEP: 64500-000.

Robson Almeida Borges de Freitas

E-mail: robson.freitas@ifpi.edu.br

Mestre em Tecnologias e Gestão para Educação a Distância, 2016, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Rua Projetada, s/n, Uberaba, Oeiras, PI. CEP: 64500-000.

Cleide Ane Barbosa da Cruz

E-mail: cleideane.barbosa@bol.com.br

Mestre em Ciência da Propriedade Intelectual, 2016, Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Reitoria, Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.

Ana Claudia Galvão Xavier

E-mail: anaclaudia@ifpi.edu.br

Especialista em Programação do Ensino em Pedagogia, 1995, Universidade de Pernambuco (UPE).

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Praça da Liberdade, n. 1.597, Centro, Teresina, PI, CEP: 64000-040.

Maria Emilia Camargo

E-mail: kamargo@terra.com.br

Doutora em Engenharia de Produção, 1992, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Endereço profissional: Universidade de Caxias do Sul, Av. João Machado Soares, 3.199, Santa Maria, RS. CEP: 97110-000.

Antônio Martins de Oliveira Junior

E-mail: amartins.junior@gmail.com

Doutor em Engenharia Química, 2006, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Reitoria, Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.

Ana Eleonora Almeida Paixão

E-mail: aepaixao@gmail.com

Doutora em Engenharia Química, 1995, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Reitoria, Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.

Jonas Pedro Fabris

E-mail: jpfabris@hotmail.com

Doutor em Ciência da Propriedade Intelectual, 2016, Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Endereço profissional: Universidade Federal de Sergipe, Reitoria, Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.