

DA ASPIRAÇÃO DAS VIAS AÉREAS CONVENCIONAL À ASPIRAÇÃO DAS VIAS AÉREAS SELETIVA: Análise de Patente e Proposta de Inovação em Cuidados Críticos

Anderson Brasil Xavier – anderson.brasil@ufpe.br

Graduate Program in Biology Applied to Health - Federal University of Pernambuco

Marcos Pinotti Barbosa* – pinotti@ufmg.br

Department of Mechanical Engineering - Federal University of Minas Gerais

Daniel Neves Rocha – daniel.rocha@ifmg.edu.br

Federal Institute of Minas Gerais - Sabará Campus

Claysson Bruno Santos Vimeiro – claysson@gmail.com

Department of Mechanical Engineering - Federal University of Minas Gerais

Shirley Lima Campos – shirley.campos@ufpe.br

Department of Physiotherapy - Federal University of Pernambuco

**Em memória de Marcos Pinotti Barbosa, que contribuiu para a concepção desta patente.*

Resumo: Este trabalho apresenta uma patente que descreve um dispositivo de aspiração endobrônquica inovador, desenvolvido a partir de um estudo aprofundado sobre a pressão de vácuo e o nível de inserção do cateter de aspiração em pacientes com tubos endotraqueais ou traqueostomia. O principal objetivo é superar as limitações das técnicas de aspiração convencionais, que frequentemente causam danos aos tecidos e colapso pulmonar, enquanto alcançam apenas as seções traqueal e carinal das vias aéreas. O novo dispositivo propõe um método para aspirar secreções do trato respiratório inferior, permitindo um alcance seletivo e controlado dos brônquios principais direito e esquerdo. O cateter tem uma geometria específica que permite o posicionamento preciso de sua ponta, facilitando a aspiração direcionada, seja unilateral ou bilateralmente, com base nas necessidades do paciente e no julgamento profissional. A relevância reforça-se em função das técnicas convencionais não serem capazes de remover secreções mais espessas alojadas nos brônquios principais, o que leva a uma higiene brônquica inadequada e a um risco maior de complicações graves, como piora da oxigenação, pneumonia e hospitalização prolongada. A aspiração seletiva das vias aéreas surge como alternativa promissora às técnicas convencionais, permitindo maior eficiência e segurança na remoção de secreções brônquicas e redução de complicações. Embora os resultados iniciais em modelos experimentais sejam encorajadores, a validação clínica e a superação de barreiras regulatórias e de certificação ainda são necessárias.

Abstract: This paper presents a patent that describes an innovative endobronchial suction device. This device was developed from an in-depth study of vacuum pressure and the insertion depth of suction catheters in patients with endotracheal tubes or a tracheostomy. The main objective is to overcome the limitations of conventional suction techniques, which often cause tissue damage and lung collapse while only reaching the tracheal and carinal sections of the airways. The new device proposes a method for aspirating secretions from the lower respiratory tract, allowing for selective and controlled access to the right and left main bronchi. The catheter has a specific geometry that enables precise positioning of its tip, facilitating targeted suction, either unilaterally or bilaterally, based on the patient's needs and professional judgment. The relevance of this device



is underscored by the inability of conventional techniques to remove thicker secretions lodged in the main bronchi. This often leads to inadequate bronchial hygiene and a higher risk of serious complications, such as worsened oxygenation, pneumonia, and prolonged hospitalization. Selective airway suction emerges as a promising alternative to conventional techniques, allowing for greater efficiency and safety in removing bronchial secretions and reducing complications. Although initial results in experimental models are encouraging, clinical validation and overcoming regulatory and certification hurdles are still necessary.

Keywords — Endotracheal aspiration, Innovation technology, Patent.

1 INTRODUÇÃO

A aspiração das vias aéreas em pacientes críticos em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) ou unidades de urgência e emergência sob uso de ventilação mecânica invasiva é uma intervenção para promoção da higiene brônquica em pacientes que utilizam vias aéreas artificiais ou que não conseguem eliminar secreções por meio da tosse (Blakeman et al., 2022).

Em casos de insuficiência respiratória, o paciente é frequentemente intubado e mantido sob ventilação mecânica até restabelecer a homeostasia respiratória e metabólica, contudo o funcionamento fisiológico do mecanismo de depuração mucociliar e tosse é comprometido devido a presença do tubo endotraqueal na via aérea, uso de sedativos e até mesmo bloqueadores musculares que inibem o funcionamento normal e a tosse causando acentuado acúmulo de secreções nas vias aéreas que comprometem o funcionamento normal, podendo causar problemas de oxigenação e ventilação (Blakeman et al., 2022; Evers et al., 2024).

Classicamente, a aspiração endotraqueal é realizada ao desconectar o paciente do ventilador mecânico e introduzir um cateter de aspiração conectado a uma fonte de sucção com pressão negativa, conhecida como a técnica de aspiração aberta, entretanto esse procedimento está associado à dessaturação arterial, incapacidade de manter pressão positiva expiratória final (PEEP) e arritmias cardíacas em pacientes com instabilidade (Campos, 2010; Evers et al., 2024).

Diante desses esforços, este trabalho visa apresentar a patente que desenvolveu um dispositivo de aspiração endobronquial concebido a partir das investigações da pressão de vácuo e do nível de inserção da sonda de aspiração das vias aéreas em pacientes sob uso de tubo endotraqueal ou traqueostomia, buscando como foco reduzir as lesões teciduais e o colapso pulmonar.

2. MÉTODOS E DISPOSITIVOS DE ASPIRAÇÃO

Os métodos de aspiração das vias aéreas podem ser realizados de duas formas, conhecidas como o sistema aberto onde uma sonda é introduzida na via aérea após a desconexão do paciente do ventilador mecânico, o qual interrompe a ventilação durante o procedimento, sendo necessário realizar procedimento estéril (Blakeman et al., 2022). Enquanto isso, no sistema fechado o paciente permanece sendo ventilado mecanicamente durante o procedimento por meio de sonda projetada com três entradas que mantém o paciente, ventilador e a sonda de aspiração conectadas e protegida por um invólucro plástico internamente estéril (Blakeman et al., 2022; Campos, 2010; Evers et al., 2024).

Tratando-se da sonda de aspiração das vias aéreas, há diferentes sondas com tamanhos de comprimento diversos que permitem realizar aspiração em níveis diferentes da árvore traqueobrônquica (Campos, 2010).

Assim, a aspiração no trato respiratório inferior poderia ocorrer no (1) interior do tubo orotraqueal ou cânula de traqueostomia ou até mesmo no nível traqueal, (2) no trajeto entre a extremidade do tubo orotraqueal ou cânula de traqueostomia e a carina, a qual foi denominada de aspiração carinal e (3) após a bifurcação da traqueia, em direção ao brônquio principal esquerdo ou ao brônquio principal direito e suas ramificações, denominada de aspiração brônquica (Campos, 2010).

Diante dessa limitação, construiu-se um dispositivo experimental de uma sonda de aspiração endobronquial, capaz de testar o efeito da desconexão do ventilador mecânico e da aplicação da pressão negativa além de controlar os níveis de inserção da sonda no trato respiratório inferior podendo realizar aspiração em brônquios-fontes de forma seletiva (Campos, 2010).

3 EVENTOS ADVERSOS DAS TÉCNICAS E MÉTODOS

O procedimento de aspiração pode acarretar uma série de eventos adversos potenciais devido principalmente a sua natureza invasiva e interrupção da ventilação mecânica durante o procedimento, principalmente com o método de aspiração com sistema aberto (Blakeman et al., 2022; Evers et al., 2024).

Tais complicações estão relacionadas principalmente aos efeitos causados pelo desrecrutamento pulmonar devido perda de volume aéreo pulmonar, redução da capacidade residual funcional (CRF) causando colapso por perda da estabilidade promovida pela manutenção das pressões alveolares durante o suporte ventilatório, especialmente em pacientes graves dependentes de altas pressões expiratórias positivas (PEEP) (Blakeman et al., 2022; Campos, 2010).

O que causam como repercussões subsequentes a hipoxemia, além de promover o trauma da mucosa e das vias aéreas relacionadas principalmente pela frequência de aspiração e nível de pressão negativa utilizada pelo vácuo para realização da sucção (Blakeman et al., 2022).

4. LINHA DO TEMPO DO DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS RELACIONADOS A ASPIRAÇÃO DAS VIAS AÉREAS

A despeito das complicações apresentadas anteriormente, alguns outros problemas envolvendo estes sistemas de aspiração convencionais podem ocorrer quanto a técnica não é empregada de maneira eficaz, como ocorre quando não é possível remover toda a secreção instalada no trato respiratório (Blakeman et al., 2010).

Campos (2010) mostrou que o colapso pulmonar mostrou-se significativamente influenciado primeiramente pelo nível de inserção da sonda de aspiração e secundariamente pela magnitude de pressão negativa imposta no sistema.

A necessidade frequente de aspirações repetidas vezes varia a depender da patologia de base, da quantidade de produção de secreção e das condições clínicas dos pacientes, sendo necessário uma avaliação criteriosa para indicação do procedimento a fim de evitar complicações e manter a integridade da via aérea (Campos, 2010).



As sondas convencionais também se limitam a não realização de aspiração em pulmões com pneumopatias unilaterais, cujo acúmulo de secreção ocorre apenas em um pulmão específico (Blakeman et al., 2022)

Considerado a problemática apontada, evidencia-se a importância clínica social e mercadológica da disponibilização de equipamentos e/ou dispositivos que garantam a eficiência da remoção de secreções em pacientes sob via aérea artificial em ambientes de cuidados críticos como UTIs, emergências e urgências e também ambulatorial.

Algumas tecnologias envolvendo têm sido desenvolvidas, como um kit de aspiração (PI9804529-6) com válvulas de obstrução seletiva, outros envolvendo recipiente plástico com componente fenestrado para reter as secreções (PI9302608-0). Outros foram desenvolvidos para permitir um procedimento de aspiração manter a pressurização do sistema respiratório para prevenir a perda de volume e hipoxemia (P0I9306287-7). Outros dispositivos focados no controle e monitoramento da pressão negativa foi desenvolvidos (P0I0802006-0) enquanto o procedimento é realizado para otimizar a segurança do procedimento.

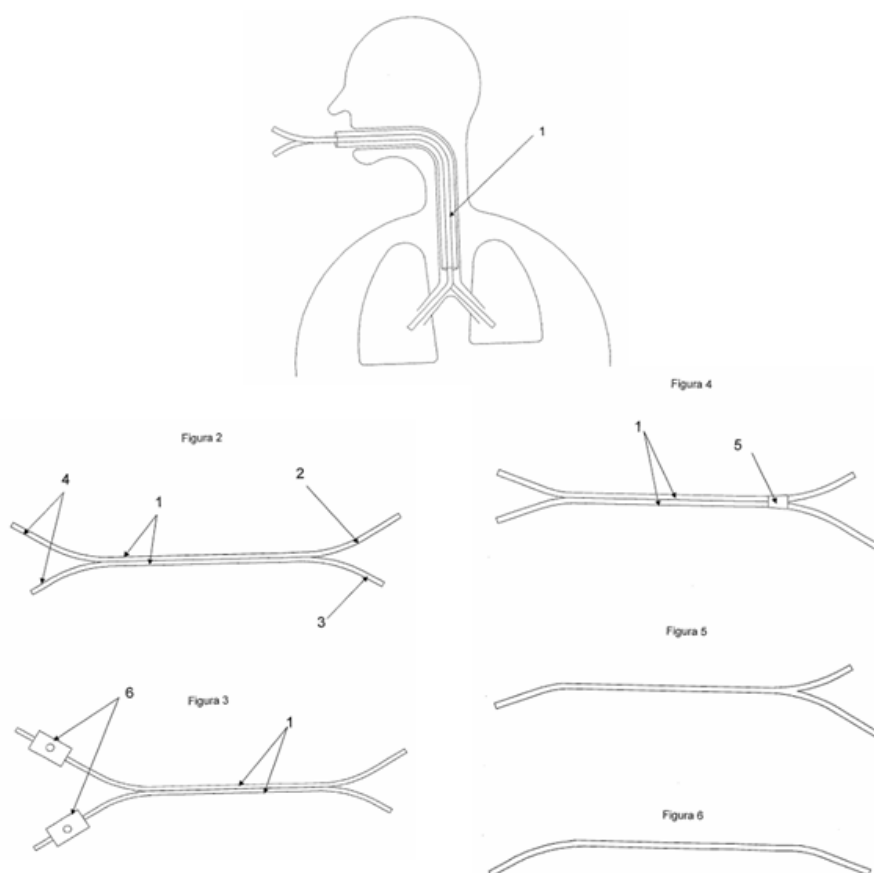
5. DESENVOLVIMENTO DA PATENTE

Devido a pouca efetividade e aspectos adversos da aspiração de vias aéreas através das sondas convencionais foi desenvolvido sob patente sob registro no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) de número PI 0903266-5 C8 chamado “Método E Sonda De Aspiração Endobronquial De Secreções” que consiste numa cânula endotraqueal sob forma de uma sonda projetada para aspiração simultânea de ambos os brônquios-fonte (INPI, 2025; Pinotti et al., 2025).

A imagem da sonda de aspiração endobonquial com duplo lúmen desenvolvida pode ser vista na **Figura 1**.

Esta invenção propõe um método para aspiração de secreções provenientes do trato respiratório inferior, tendo como pontos anatômicos de referência, os brônquios-fontes direito e esquerdo. Diante disso, a pressão negativa aplicada dá-se ao nível endobronquial, com o objetivo de aumentar a eficiência do procedimento de aspiração em regiões que as sondas convencionais atuais apenas conseguem alcançar as porções traqueal e carinal da via aérea (Campos, 2010; INPI, 2015; Pinotti, 2025).

Figura 1. (1) Vista simplificada das vias aéreas humana com tubo endotraqueal e a sonda para aspiração endobronquial inserida até os brônquios principais direito e esquerdo; (2) Corpo da sonda composto por dois tubos com extremidades confeccionadas em formato de Y e com comprimentos diferentes; (3) Dois tubos com extremidades confeccionadas em formato de Y e com uma válvula de sucção/conector de vácuo para cada tubo na sua extremidade proximal.



Fonte: Campos (2010)

A nova sonda para aspiração possui geometria que possibilita o posicionamento adequado da sua extremidade dentro dos brônquios principais direito e esquerdo, além de permitir uma aspiração seletiva para cada brônquio-fonte, possibilitando definir se a aspiração será realizada unilateral ou bilateralmente à critério do profissional (Pinotti et al., 2011).

Parte do racional envolvida neste dispositivo de inovação tecnológica parte de que grande parte do volume de secreção pulmonar permanece alojado em brônquios principais onde a secreção não consegue ser carregada para as vias aéreas centrais ou para o próprio lúmen do tubo endotraqueal e, também onde as sondas de aspiração convencionais não conseguem alcançar (Blakeman et al., 2022; Pinotti et al., 2025).

6. APLICABILIDADE CLÍNICA

O procedimento técnico se assemelha com a técnica da aspiração das vias aéreas convencionais estabelecida na literatura, entretanto diferencia-se por apresentar um formato de bifurcação em Y que direciona a sonda para os dois pulmões, com a opção de acionar apenas uma ou ambas (Pinotti et al., 2025; INPI, 2025).



Outra aplicação clínica é a de permitir a alteração da profundidade da inserção da sonda que ultrapassa a carina e atinge brônquios fontes específicas. Os métodos convencionais, a aplicação da pressão negativa promove a perda de volume pulmonar e promove atelectasia quanto não há o controle do nível de pressão ajustada, como também pela perda de volume pulmonar que compromete tanto o pulmão doente que precisa da intervenção quanto o pulmão saudável devido a incapacidade dos métodos convencionais de selecionar um bronquio-fonte, o que pode promover complicações adversas como as já relatadas anteriormente (Campos, 2010; UFPE, 2025).

A melhoria na higiene brônquica, proporcionada pela nova sonda de aspiração endobronquial promove a remoção mais eficiente das secreções, previne piora ventilatória e da oxigenação, previne pneumonias e infecções que podem impactar no aumento da permanência hospitalar entre outros desfechos adversos comparada aos instrumentos convencionais de sistema aberto e fechado de aspiração (Blakeman et al., 2022).

A invenção de Pinotti et al (2019) cuja data de concessão patente ocorreu em 2019 fomentada na tese de Campos et al. (2010) desenvolvida na Universidade Federal de Minas Gerais, resultou em uma sonda de aspiração endobronquial inovadora, capaz de direcionar seletivamente a inserção da sonda para brônquios-fonte específicos no trato respiratório inferior (INPI, 2025). Os testes iniciais, realizados em modelos suínos, demonstraram que o colapso pulmonar foi significativamente influenciado tanto pelo nível de inserção da sonda quanto pela magnitude da pressão negativa aplicada.

7. PERSPECTIVAS FUTURAS E DESAFIOS TECNOLÓGICOS

Nossos resultados posicionam a tecnologia como um dispositivo promissor, que necessita ser explorado em modelos translacionais e validado em seres humanos em diferentes cenários. Entretanto, a transferência dessa inovação para o mercado ainda enfrenta barreiras regulatórias. Soma-se a isso a deficiência, ainda presente na formação universitária, em relação ao domínio dos processos de regularização e normatização de novas tecnologias, apesar dos esforços para fomentar spin-offs e fortalecer iniciativas de estímulo a Complexos Empreendedores de Inovação em Saúde.

Na região Nordeste, e particularmente em Pernambuco, há uma carência significativa de laboratórios de metrologia e calibração avançados e certificados pelo INMETRO para aceleração das certificações, essenciais para a avaliação de dispositivos médicos e equipamentos de saúde. A maior concentração desses centros no Sudeste do país impõe desafios e custos adicionais ao processo de certificação e inserção dessas tecnologias no mercado (UFPE, 2011).

Durante a pandemia de COVID-19, a patente foi reconhecida pela sua relevância ao ser premiada como Patente do Ano em 2020 pela Associação Brasileira da Propriedade Intelectual (ABPI), na categoria de inovações voltadas à Covid-19 (UFPE, 2011). O mérito deve-se à sua capacidade de otimizar a eficiência da aspiração, reduzindo a exposição dos profissionais de saúde aos aerossóis e diminuindo o risco de contaminação ambiental em um contexto crítico de disseminação viral em uma pandemia mundial.

A experiência evidencia que, para a consolidação de tecnologias emergentes, parcerias estratégicas com empresas e hospitais são fundamentais para viabilizar testes, aprimorar a aplicabilidade e avançar nas etapas de validação. Ainda assim, o percurso até a efetiva inserção da patente no mercado é desafiador, diante de aspectos regulatórios, e elevados custos de certificação. Esses aspectos reforçam a necessidade de políticas de incentivo regionalizadas, para atendimento específico a estes aspectos, que aproximem inovação, mercado e sociedade.



8. CONCLUSÃO

A aspiração seletiva das vias aéreas surge como alternativa promissora às técnicas convencionais, permitindo maior eficiência e segurança na remoção de secreções brônquicas e redução de complicações. Embora os resultados iniciais em modelos experimentais sejam encorajadores, a validação clínica e a superação de barreiras regulatórias e de certificação ainda são necessárias.

ACKNOWLEDGMENT

Ao Laboratório de Bioengenharia (LABBIO) da UFMG, ao Laboratorio de Investigações Médicas de Pneumologia Experimental (LIM-09) da Faculdade de Medicina da USP, CNPq 303988/2025-8, FACEPE FACEPE APQ-1020-4.08/25, UFPE PROPG PRO-Equipamentos e PROPESQI-PARQUETEC ACADEMIA, UEI-LINDEF, CAPES 001.

REFERÊNCIAS

Blakeman, T. C. et al. AARC Clinical Practice Guidelines: Artificial Airway Suctioning. **Respiratory Care**, v. 67, n. 2, p. 258–271, fev. 2022.

Evers, J. M. et al. Care of the Patient With an Artificial Airway. **Dimensions of Critical Care Nursing**, v. 43, n. 4, p. 202, ago. 2024.

CAMPOS, S. L. **Influência da pressão negativa e do nível de inserção da sonda na aspiração do trato respiratório inferior sobre a impedância elétrica pulmonar, mecânica respiratória e variáveis clínicas.** Tese—[s.l.] UFMG, 30 mar. 2010.

INPI. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. Disponível em: <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=810358&SearchParameter=PI0903266-5%20%20%20%20%20%20%20&Resumo=&Titulo=>>>. Acesso em: 23 ago. 2025.

Pinotti, M. et al. **METHOD AND DEVICE FOR ENDOBRONCHIAL ASPIRATION OF SECRETIONS.** Minas Gerais, 1 jan. 2011. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/f4/cf/30/35b09688f18e3a/WO2011022802A1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2025

Professora de Fisioterapia da UFPE vence Prêmio Patente do Ano - Notícias - UFPE. Disponível em: <https://www.ufpe.br/ascom/noticias/-/asset_publisher/O3Odar12gQTr/content/professora-de-fisioterapia-da-ufpe-vence-premio-patente-do-ano/40615>. Acesso em: 22 ago. 2025.