

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

Leticia Ramos da Silva



RIO DE JANEIRO

2025

Leticia Ramos da Silva

ANÁLISE DE MERCADO DE GASES MEDICINAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Orientadora: Suzana Borschiver

Rio de Janeiro

2025

CIP - Catalogação na Publicação

Ramos da Silva, Leticia
Análise de Mercado de Gases Medicinais
Leticia Ramos da Silva. -- Rio de Janeiro, 2025.
65f.

Orientadora: Suzana Borschiver.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de

1. Análise de Mercado. 2. Gases Medicinais. 3.
Oxigênio Medicinal. I. Borschiver, Suzana, orient.
II. Título.

Leticia Ramos da Silva

ANÁLISE DE MERCADO DE GASES MEDICINAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Engenheiro
Químico.

Aprovado em 14 de fevereiro de 2025.

Suzana Borschiver, D.Sc, EQ/UFRJ

Armando Lucas Cherem da Cunha, D.Sc

Antonio Felipe Zaccur de Figueiredo, M.Sc

Rio de Janeiro
2025

*Dedico este trabalho aos meus pais que tanto sonharam e se dedicaram para me ver
Engenheira.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Janice, e ao meu pai, Tito, por terem sonhado com a minha existência e me amado incondicionalmente. Sou o que sou graças a vocês.

Agradeço a minha avó, Maria, por ter cuidado tanto de mim e por ter sempre lutado para que nossa família pudesse ter uma vida melhor.

Agradeço ao meu marido, Alessandro, por ser meu parceiro e por todo o apoio e incentivo. Sem você os últimos anos da minha graduação teriam sido infinitamente mais difíceis. Obrigada por não ter me deixado desistir.

Agradeço à minha sogra, Eni, por ter me acolhido como uma filha.

Agradeço às minhas irmãs Andreza, Iara e Priscila por terem estado ao meu lado por todos esses anos e me mostrado o verdadeiro significado da palavra “amizade”.

Agradeço ao Diretório Acadêmico da Escola de Química – DAEQ UFRJ, pelo papel que teve na minha formação, não apenas como profissional, mas como cidadã. Foi uma honra ter sido presidenta dessa entidade.

Agradeço a minha orientadora, Suzana Borschiver, por todo o apoio para a concretização desse trabalho.

“A vida é o que acontece enquanto estamos ocupados fazendo outros planos.”

(John Lennon)

RESUMO

RAMOS, Leticia; **ANÁLISE DE MERCADO DE GASES MEDICINAIS**. Rio de Janeiro, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

A análise do mercado de gases medicinais evidencia a importância desses insumos para o setor de saúde, incluindo hospitais, clínicas e atendimento domiciliar. Regulados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e classificados como medicamentos, esses gases desempenham papel essencial no tratamento de diversas condições médicas. Este estudo investiga aspectos históricos, regulamentação, métodos de produção e aplicações dos principais gases medicinais, como oxigênio, nitrogênio e dióxido de carbono. O mercado de gases vem apresentando tendência de crescimento, impulsionado pelo envelhecimento populacional, que causa aumento da demanda por oxigenoterapia e atendimento domiciliar, além dos avanços tecnológicos na produção e distribuição. Com foco nas dinâmicas competitivas e nas particularidades dos *players* atuantes no setor, o trabalho apresenta uma segmentação de mercado em clusters, categorizando empresas com base em suas características operacionais e abrangência de mercado. Barreiras de entrada significativas, como alto custo operacional, alto dispêndio de capital e a necessidade de certificações junto à ANVISA, dificultam a competitividade de novos players. Assim, os resultados mostram um setor altamente concentrado, liderado por grandes empresas a nível nacional, tais quais White Martins, Air Liquide, Messer, Air Products e IBG, e um cenário competitivo onde empresas menores atuam com participação secundária em mercados regionais, em especial nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste. A análise de patentes evidencia um cenário nacional no qual apenas as empresas líderes investem em inovação tecnológica no segmento de gases medicinais, mostrando tendência de que o mercado se mantenha concentrado. O número de patentes concedidas à empresa francesa Air Liquide pode indicar que o *market share* do mercado de gases medicinais difere do mercado de gases como um todo. Em nível global, os resultados mostram tendências semelhantes, o que indica que o mercado internacional exerce forte influência no mercado brasileiro.

Palavras-chave: gases medicinais; oxigênio; mercado de gases

ABSTRACT

RAMOS, Leticia; **ANÁLISE DE MERCADO DE GASES MEDICINAIS**. Rio de Janeiro, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

The analysis of the medical gases market highlights the importance of these supplies for the healthcare sector, including hospitals, clinics, and homecare. Regulated by the National Health Surveillance Agency (ANVISA) and classified as medications, these gases play an essential role in the treatment of various medical conditions. This study investigates historical aspects, regulations, production methods, and applications of the main medical gases, such as oxygen, nitrogen, and carbon dioxide. The medical gases market has shown a growth trend, driven by population aging, which increases the demand for oxygen therapy and homecare, as well as technological advancements in production and distribution. Focusing on competitive dynamics and the specificities of the players in the sector, the study presents a market segmentation into clusters, categorizing companies based on their operational characteristics and market reach. Significant entry barriers, such as high operational costs, substantial capital expenditure, and the need for ANVISA certifications, hinder the competitiveness of new players. Thus, the results reveal a highly concentrated sector, led by large national companies such as White Martins, Air Liquide, Messer, Air Products, and IBG, and a competitive landscape where smaller companies operate with secondary participation in regional markets, especially in the North, Northeast, and Southeast regions. The patent analysis reveals a national scenario in which only the leading companies invest in technological innovation in the medical gases segment, indicating a trend of market concentration. The number of patents granted to the French company Air Liquide may suggest that the market share of the medical gases market differs from the overall gases market. Globally, the results show similar trends, indicating that the international market strongly influences the Brazilian market.

Keywords: medical gases; oxygen; gas market.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Equipamentos criogênicos e cold box Fonte: SANTOS, 2018.....	22
Figura 2 - Diagrama de fluxo de planta de separação de gases do ar Fonte: ZHU, 2010	23
Figura 3 - Paciente em uso de oxigênio Fonte: Morsch, 2022	24
Figura 4 - Nitrogênio líquido sendo utilizado no congelamento de óvulos Fonte: G1, 2023	25
Figura 5 - Argônio utilizado na crioablação Fonte: Setor Saúde, 2021.....	26
Figura 6 - Esquema de laparoscopia, procedimento no qual o CO2 é aplicado Fonte: AYUB, 2016.....	27
Figura 7 - Recarga de hélio líquido em equipamento de ressonância magnética Fonte: Air Products.....	28
Figura 8 - Utilização de Óxido Nitroso em consultório odontológico Fonte: Odontoinfant, 2025	29
Figura 9 - Utilização de óxido nítrico em paciente neonatal Fonte: Interfísio, 2025 ...	29
Figura 10 - Carreta criogênica da empresa White Martins Fonte: CLUBE DO MOTORISTA, 2024.....	30
Figura 11 - Filling Station de cilindros da empresa White Martins Fonte: GGN, 2021	31
Figura 12 – Esquema de cilindro de gás de alta pressão Fonte: ABNT	32
Figura 13 - Cilindros de Oxigênio Medicinal Fonte: White Martins	33
Figura 14 - Identificação por cores dos principais gases medicinais Fonte: CITY GAS, 2025	33
Figura 15 - Esquema de VPSA Fonte: GLOWACKI, 2003	34
Figura 16 - Paciente em tratamento homecare Fonte: Prefeitura Municipal de Birigui, 2019	36
Figura 17 - Marlet Share estimado do mercado de gases. Fonte: adaptado de Delorme, 2019	38
Figura 18 - Capital Social dos principais players do mercado de gases Fonte: Elaboração própria.....	39
Figura 19 - Segmentação de players em clusters. Fonte: Elaboração própria.	41
Figura 20 - Número de players total por região Fonte: Elaboração Própria.....	41

Figura 21 - Capital Social (em milhares R\$) das empresas do Grupo B Fonte: Elaboração Própria	44
Figura 22 - Porte dos players do grupo B Fonte: Elaboração Própria	44
Figura 23 - Distribuição regional dos players do grupo B Fonte: Elaboração Própria.	45
Figura 24 - Porte dos players do grupo C Fonte: Elaboração Própria	46
Figura 25 - Distribuição regional dos players do grupo C Fonte: Elaboração própria.	47
Figura 26 - Distribuição regional dos players do grupo D Fonte: Elaboração Própria	48
Figura 27 - Porte dos players do grupo D Fonte: Elaboração Própria.....	48
Figura 28 - Evolução de patentes no mercado de gases Fonte: Elaboração Própria	49
Figura 29 - Evolução de patentes no mercado de gases relacionadas ao segmento medicinal Fonte: Elaboração Própria	49
Figura 30 - Evolução de patentes no mercado de gases relacionadas à produção de gases	50
Figura 31 - Vendas por segmento Fonte: Adaptado de Delorme, 2019	50
Figura 32 - Patentes relacionadas ao segmento medicinal em toda série histórica por player Fonte: Elaboração Própria	52
Figura 33 - Patentes relacionadas ao segmento medicinal nos últimos 10 anos por player Fonte: Elaboração Própria	52
Figura 34 - Evolução das patentes - Cenário Global Fonte: Elaboração Própria	53
Figura 35 - Evolução das patentes por empresa - Cenário Global Fonte: Elaboração Própria	53
Figura 36 - Patentes Série Histórica - Cenário Global Fonte: Elaboração Própria.....	54
Figura 37 - Patentes Série Histórica - Cenário Global Fonte: Elaboração Própria.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aplicações de Gases Medicinais Fonte: ANVISA, 2020	20
Tabela 2 – Critério para segmentação em grupos Fonte: Elaboração própria	40
Tabela 3 - Lista de Subsidiárias Fonte: Elaboração Própria.....	42
Tabela 4 - Total de patentes no INPI por player e segmento Fonte: Elaboração própria	51
Tabela 5 - Total de patentes no INPI por player e segmento nos últimos 10 anos Fonte: Elaboração Própria	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFE	Autorização de Funcionamento
AGA	<i>AB Svenska Gasaccumulator</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BOC	British Oxygen Company
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CAC	Coluna de argônio cru
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CE	Ceará
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas
IBG	Indústria Brasileira de Gases
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
HPC	Coluna de alta pressão
LPC	Coluna de baixa pressão
MS	Mato Grosso do Sul
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODB	Oxigênio do Brasil LTDA
OMS	Organização Mundial da Saúde

PIB	Produto Interno Bruto
PB	Paraíba
PSA	<i>Pressure Swing Adsorption</i>
USPTO	United States Patent and Trademark Office
UTI	Unidade de Tratamento Intensivo
VPSA	<i>Vacuum Pressure Swing Adsorption</i>

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Motivação.....	17
1.2. Objetivo.....	17
2. PANORAMA GERAL.....	18
2.1. Histórico do Mercado de Gases	18
2.2. Aspectos regulatórios	19
3. PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS	20
3.1.1. Oxigênio (O ₂)	23
3.1.2. Nitrogênio (N ₂).....	24
3.1.3. Ar Medicinal	25
3.1.4. Argônio (Ar).....	26
3.2. Outros gases	26
3.2.1. Dióxido de Carbono (CO ₂).....	26
3.2.2. Hélio (He).....	27
3.2.3. Óxido Nitroso (N ₂ O)	28
3.2.4. Óxido Nítrico (NO)	29
4. SEGMENTAÇÃO.....	29
4.1. Por tipo de fornecimento	30
4.1.1. Líquido (<i>Bulk</i>)	30
4.1.2. Cilindros (<i>Packaged</i>).....	30
4.1.3. Sistemas Concentradores de Oxigênio (PSA e VPSA)	33
4.2. Por tipo de cliente.....	34
4.2.1. Hospitalar	34
4.2.2. <i>Homecare</i>	35
5. METODOLOGIA	36
5.2. Segmentação dos players	36
5.3. Busca de patentes	36
5.3.1. Cenário Nacional.....	37
5.3.2. Cenário Global	37
6. ANÁLISE DE MERCADO	37
6.1. Segmentação de <i>players</i>	40
6.1.1. Grupo A.....	41
6.1.1.1. White Martins.....	42

6.1.1.2. Air Liquide	42
6.1.1.3. Messer	43
6.1.1.4. Air Products	43
6.1.1.5. IBG.....	43
6.1.2. Grupo B.....	43
6.1.3. Grupo C.....	46
6.1.4. Grupo D.....	47
6.2. Análise de patentes.....	48
6.2.1. Cenário Nacional.....	48
6.2.2. Cenário Global	52
7. CONCLUSÃO	55
7.1. Continuidade da Pesquisa.....	56
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

Os gases medicinais são substâncias que se apresentam na forma gasosa, como gás liquefeito ou como líquido criogênico utilizados no tratamento ou prevenção de enfermidades e na modificação de funções fisiológicas de pacientes em hospitais, clínicas ou no atendimento domiciliar. Por serem considerados medicamentos são regulados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (ANVISA, 2020).

O mercado de gases medicinais a nível global faturou cerca de de 14,8 bilhões de dólares em 2023, com previsão de atingir a marca de 25,552 bilhões de dólares em 2030, com taxa anual composta de 8,1% no período de 2024 a 2030. A América Latina corresponde a 6,9% do mercado global, com faturamento estimado de 1,015 bilhão de dólares em 2023 e previsão de atingir 1,775 bilhão de dólares em 2030. O aumento da prevalência de doenças respiratórias crônicas demanda volume cada vez maior de oxigênio e ar medicinal assim como de diversas misturas de gases utilizadas no tratamento de pacientes, impulsionando o crescimento do mercado. Além disso, o crescimento da população geriátrica e a maior demanda por atendimento domiciliar tem contribuído indiretamente para o desenvolvimento do segmento (GRAND VIEW RESEARCH, 2024).

1.1 MOTIVAÇÃO

Os gases medicinais são produtos de suporte à vida, imprescindíveis para o funcionamento de hospitais, clínicas e na atenção domiciliar, sendo utilizadas no tratamento de diversas doenças. Durante a pandemia de COVID-19, essa importância se tornou ainda mais evidente para a sociedade, visto à alta demanda de oxigênio para pacientes em necessidade de ventilação mecânica.

Tendo em vista que os gases medicinais ocupam posição essencial na saúde pública e o fato do mercado ser altamente concentrado, é interessante entender as características das empresas atuantes no setor, as dinâmicas que as assemelham e/ou diferenciam, além das tendências do mercado.

1.2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é estudar o segmento medicinal do mercado de gases industriais, analisando as principais características dos *players* do setor. Para este fim, será

realizada uma segmentação em *clusters* retratando como se agrupam as empresas com características semelhantes e identificando como se comportam no mercado.

2 PANORAMA GERAL

2.1 HISTÓRICO DO MERCADO DE GASES

O desenvolvimento da tecnologia de separação do oxigênio presente no ar remonta ao ano de 1902, quando Carl Von Linde, na Alemanha, concebeu um método inovador para esse processo (ALMQVIST, 2003). Nesse mesmo período, na França, foi fundada a Air Liquide, empresa pioneira na produção de gases industriais no país, a partir da liquefação do ar. No Brasil, o marco do início do setor de gases industriais foi a fundação da White Martins, em 1912, sendo a primeira companhia a instalar uma planta de produção de oxigênio, localizada no bairro de São Cristóvão, no Rio de Janeiro. Já em 1913, a empresa inaugurou uma segunda unidade industrial em Jundiaí, no estado de São Paulo. Três anos mais tarde, em 1915, a sueca *AB Svenska Gasaccumulator* (AGA) iniciou suas operações, também no Rio de Janeiro (BORSCHIVER, 2012).

A White Martins expandiu suas atividades ao mercado hospitalar em 1920, fornecendo oxigênio medicinal. Posteriormente, em 1945, a Air Liquide estabeleceu sua primeira filial no Brasil sob a denominação de Oxigênio do Brasil LTDA (ODB). No início da década de 1950, a White Martins avançou no segmento hospitalar, implementando sistemas centralizados para o fornecimento de oxigênio em 1951. Em 1958, introduziu a utilização de equipamentos criogênicos para a distribuição de gases em fase líquida (BORSCHIVER, 2012).

Em 1973, a Air Products deu início às suas operações no mercado brasileiro. Com o passar dos anos, o setor passou por significativas mudanças estruturais, destacando-se, em 1992, a aquisição de 57% das ações da White Martins pela Praxair, tornando-se a maior acionista da companhia. Nesse mesmo ano, surgiu a Indústria Brasileira de Gases (IBG), a única empresa com capital totalmente nacional no segmento. Em 1995, a ODB passou a operar sob o nome de Air Liquide S.A., inaugurando a unidade “Ar Puro Medicinal” e entrando no mercado *Homecare*, com fornecimento de oxigênio líquido para pacientes domiciliares (BORSCHIVER, 2012).

A década de 1990 também foi marcada por uma maior concentração no setor, com a Praxair adquirindo 95% das ações da White Martins em 1996 e assumindo o controle da

operação mundial da Liquid Carbonic, produtora de dióxido de carbono. (BORSCHIVER, 2012). A consolidação de grandes grupos internacionais continuou com a aquisição da AGA pela Linde em 2001 e, em 2006, com a aquisição da British Oxygen Company (BOC) pela mesma Linde, tornando-se a maior empresa de gases industriais do mundo (DELORME, 2018). No ano 2000, a White Martins ampliou suas atividades ao mercado de assistência domiciliar. Em 2005, a White Martins diversificou suas atividades no setor de saúde, passando a atuar também em serviços, como tratamento de resíduos hospitalares e lavanderia hospitalar, além de expandir sua presença no mercado de *Homecare* (MUSEU DA PESSOA, 2012). No ano de 2018, ocorreu a fusão entre a Linde e a Praxair, resultando na formação de um dos maiores conglomerados de gases industriais do mundo. (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA, 2018)

2.2 ASPECTOS REGULATÓRIOS

A utilização de gases medicinais data do século XVIII, quando na década de 70 deste século, foi aplicado o gás carbônico no tratamento da diarreia. Posteriormente, o oxigênio passou a ser utilizado no tratamento de doenças respiratórias, sendo até o hoje o gás mais utilizado no segmento hospitalar. (MUSEU DA PESSOA, 2012)

Os gases medicinais ficaram à margem de regulamentação estatal até o início do século XXI, quando passaram a ser regulados pela ANVISA. O atraso pode ser explicado pela falta de informações gerais a respeito das aplicações e riscos associados, além da falsa percepção de que os gases do ar não podem trazer riscos à saúde humana. A “medicalização dos gases medicinais” – como ficou conhecido o início da regulação – foi motivado pela garantia de qualidade e eficácia, além da segurança dos usuários. (COSTA, 2022)

Conforme definição da ANVISA, os gases medicinais “são medicamentos na forma de gás, gás liquefeito ou líquido criogênico isolados ou associados entre si e administrados em humanos para fins de diagnóstico médico, tratamento ou prevenção de doenças e para restauração, correção ou modificação de funções fisiológicas” (ANVISA, 2020).

A classificação dos gases utilizados no segmento medicinal como medicamentos depende de sua aplicação. São considerados medicamentos os gases medicinais destinados ao uso terapêutico direto, como ar sintético, dióxido de carbono, nitrogênio (quando empregado em misturas respiratórias), oxigênio, óxido nitroso, óxido nítrico, hélio (quando utilizado em terapias inalatórias) e xenônio (ANVISA, 2024).

Por outro lado, há gases de aplicação médica que não são classificados pelo órgão como medicamentos, entre os quais se incluem argônio, hexafluoreto de enxofre, perfluopropano, hélio (quando empregado no insuflamento de balão intra-aórtico ou no resfriamento de equipamentos de ressonância magnética), óxido de etileno e nitrogênio (quando utilizado como propulsor em equipamentos pneumáticos, criogenia e crioterapia) (ANVISA, 2024). A tabela 1 resume as principais aplicações de cada gás medicinal.

Gás	Aplicação
Oxigênio	Componente no fluxo de gás para a inalação de outros medicamentos; Suporte ventilatório em procedimentos de ventilação mecânica; Inalação ou preenchimento da câmara monopaciente na oxigenoterapia hiperbárica
Nitrogênio	Componente em misturas de gases para terapia respiratória; Propulsão de máquinas rotativas pneumáticas; Criogenia; Crioterapia
Ar Sintético	Substituto do ar atmosférico; Propelente para nebulização de outros medicamentos; Componente no fluxo de gás em procedimentos anestésicos inalatórios; Enchimento em câmaras hiperbáricas multipacientes e na ventilação mecânica
Dióxido de Carbono	Insuflamento de cavidades corporais em procedimentos clínicos; Prevenção e tratamento da hipocapnia causada por hiperventilação
Óxido Nitroso	Coadjuvante da anestesia geral inalatória em associação com oxigênio e com outros agentes anestésicos; Sedação ou analgesia em pequenos procedimentos cirúrgicos ou de diagnóstico e no tratamento odontológico
Óxido Nítrico	Tratamento da hipertensão pulmonar em recém-nascidos
Hélio	Componente em misturas de gases para terapia respiratória; Coadjuvante na desobstrução das vias aéreas superiores e inferiores para redução do esforço respiratório; Veículo para a inalação de outros medicamentos; Insuflamento de balão intraaórtico; Resfriamento em aparelhos de ressonância magnética
Argônio	Bisturi elétrico; Coagulação de plasma; Crioablação
Óxido de etileno	Esterilização de materiais
Hexafluoreto de enxofre	Tratamento cirúrgico do descolamento de retina
Perfluopropano	Tratamento cirúrgico do descolamento de retina
Xenônio	Anestésico

Tabela 1 - Aplicações de Gases Medicinais
Fonte: ANVISA, 2020

Os gases medicinais são regulamentados pela ANVISA e todas as empresas atuantes em qualquer etapa do processo de fabricação, separação ou compressão devem possuir certificado de Boas Práticas de Fabricação (BPF), além de possuir Autorização de Funcionamento (AFE) (ANVISA, 2011) (ANVISA, 2022) (ANVISA, 2024).

3 PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS

3.1 GASES DO AR

A separação dos gases atmosféricos pode ser realizada através da destilação criogênica do ar, obtendo como principais produtos nitrogênio, oxigênio e argônio, ou a partir de peneiras moleculares no processo denominado *Pressure Swing Adsorption* (PSA), obtendo como produtos nitrogênio ou oxigênio. (AZAMBUJA, 2017). O ar atmosférico seco a nível do mar possui composição de 78,09% de nitrogênio, 20,95% de oxigênio, 0,93% de argônio e frações na ordem de partes por milhão de dióxido de carbono, monóxido de carbono, neônio, hélio, metano, acetileno, kriptônio, óxido nítrico, hidrogênio, ozônio e xenônio. A separação dos gases do ar, apesar de ser um processo que tem como base uma matéria-prima ilimitada e gratuita, possui alto custo operacional por conta do alto dispêndio de energia elétrica (TAKARADA, 2018).

A destilação criogênica dos gases atmosféricos consiste no processo de separação dos diferentes componentes do ar conforme suas diferenças de volatilidade em uma coluna de múltiplos estágios. Os pontos de ebulição do nitrogênio, oxigênio e argônio são, respectivamente, -196 °C, -183 °C e -186 °C, o que viabiliza a separação através da destilação (DALPIAZ, 2010).

A primeira etapa do processo de separação criogênica é a compressão do gás atmosférico seguida de pré-purificação para remoção de umidade, CO₂ e hidrocarbonetos. Em seguida, o ar é expandido e liquefeito para que possa ser separado em três colunas de destilação integradas energeticamente, dentro de uma grande caixa denominada “*cold box*” (figura 1). Por se tratar de temperaturas extremamente baixas, as colunas possuem paredes duplas, as quais são isoladas termicamente através da aplicação de vácuo e utilização do material isolante perlita, minimizando as trocas térmicas por convecção e condução, respectivamente. A corrente liquefeita é dividida entre as colunas de baixa pressão ou *low pressure column* (LPC) e alta pressão ou *high pressure column* (HPC). A Coluna de Argônio Cru (CAC) é alimentada por uma corrente retirada lateralmente da coluna LPC, tendo como produto de topo o argônio cru e sua corrente de fundo é recirculada e retorna para a coluna LPC no mesmo ponto da sua retirada lateral. Na coluna LPC, é obtido nitrogênio gasoso como produto de topo e oxigênio líquido como produto de fundo. Na HPC, o produto de topo é o nitrogênio líquido, o qual é utilizado como vazão de refluxo da coluna LPC, e o produto de fundo é uma corrente líquida rica em O₂, o qual é dividido em duas correntes: uma é utilizada para troca térmica para condensação do

argônio no topo da CAC e a outra é direcionada a LPC para continuação da destilação (DALPIAZ, 2010).

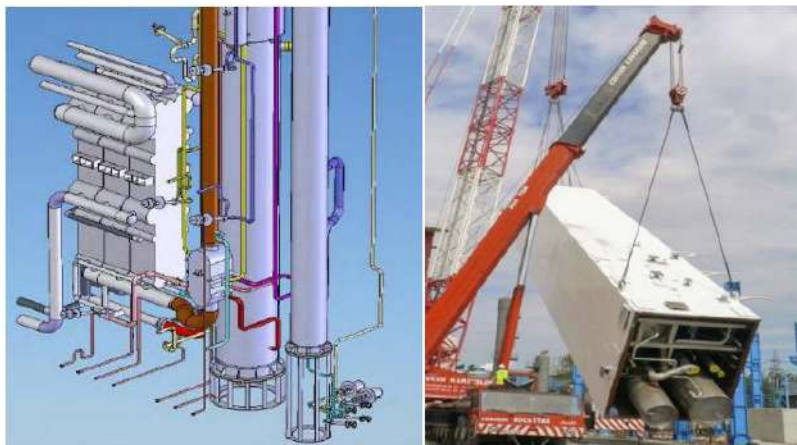


Figura 1 - Equipamentos criogênicos e *cold box*
Fonte: SANTOS, 2018

Em síntese, os produtos finais obtidos são oxigênio vapor (retirado do condensador-refervedor localizado entre a LPC e HPC), oxigênio líquido com pureza de 99,5% (retirado do fundo da LPC), nitrogênio gasoso (retirado do topo da LPC), nitrogênio líquido com pureza de 99,998% (retirado do condensador-refervedor localizado entre a LPC e HPC) e argônio cru (retirado do topo da coluna CAC), que é purificado posteriormente apresentando pureza de 99,998% (DALPIAZ, 2010). A figura 2 mostra o esquema de uma planta de destilação criogênica.

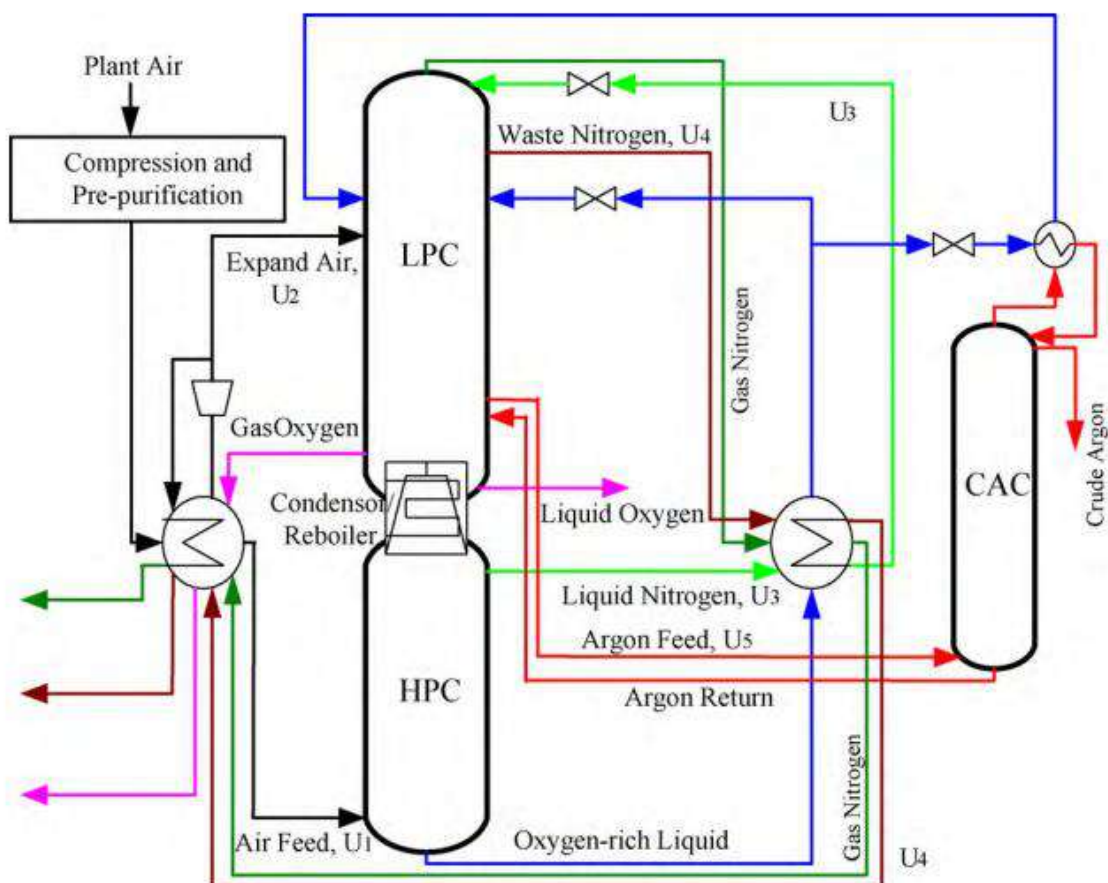


Figura 2 - Diagrama de fluxo de planta de separação de gases do ar
Fonte: ZHU, 2010

3.1.1 Oxigênio (O₂)

O oxigênio foi descoberto em 1774 por Joseph Priestley e batizado em 1777 por Antoine Laurent Lavoisier. Em temperatura ambiente e pressão atmosférica, é apresentado na forma de gás incolor, inodoro, insípido e pouco solúvel em água (MESSER, 2024).

O oxigênio (O₂) pode ser fornecido industrialmente em diferentes modalidades: *On Site*, gasodutos, líquidos (granel) e *packaged*, sendo apenas as duas últimas aplicáveis ao segmento medicinal. Na indústria, suas principais aplicações são na siderurgia/metalurgia, automotiva e de transporte, químicos, energia, farmacêutica e biotecnologia, refino, papel e celulose, tratamento de água e efluentes e metal-mecânica (WHITE MARTINS, 2024). O oxigênio medicinal pode ser fornecido na forma líquida através de carretas, sendo armazenado em tanques criogênicos estacionários e disponibilizado na forma gasosa através de vaporizadores

atmosféricos, assim como através de cilindros, comprimidos sob alta pressão (AIR LIQUIDE, 2024).

O oxigênio medicinal é usado para tratamento de hipóxia, condição na qual o paciente sofre com redução da concentração de O_2 no sangue, como é o caso da pneumonia, que estima-se ter causado a morte de 2,38 milhões de pessoas em todo o mundo no ano de 2016. A integração entre o correto diagnóstico de hipóxia aliado à confiabilidade no fornecimento de oxigênio é fundamental na prevenção de óbitos. Estudos demonstram que um sistema de saúde com correta aplicação do oxigênio medicinal pode reduzir a mortalidade infantil causada por pneumonia em até 35%. Entretanto, todo o processo desde a produção do oxigênio até a sua aplicação na oxigenoterapia, passando pela distribuição do produto, equipamentos adequados e treinamento da equipe de saúde e usuários é repleto de desafios, especialmente em estabelecimento providos de menos recursos (WHO, 2019).

O oxigênio é considerado como um medicamento essencial pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e é utilizado como componente no fluxo de gás para a inalação de outros medicamentos, no suporte ventilatório em procedimentos de ventilação mecânica e na inalação ou preenchimento da câmara monopaciente na oxigenoterapia hiperbárica (WHO, 2019) (ANVISA, 2024).



Figura 3 - Paciente em uso de oxigênio
Fonte: Morsch, 2022

3.1.2 Nitrogênio (N_2)

O nitrogênio foi descoberto por Daniel Rutherford, no ano de 1772, e batizado por Antoine Lavoisier em 1790, sendo o sétimo elemento mais abundante na Via Láctea e constituinte dos aminoácidos, essencial para todos os organismos vivos (MESSER, 2024).

O nitrogênio (N_2), assim como o oxigênio, pode ser transportado no estado líquido ou gasoso por meio de cilindros, tanques ou gasodutos, sendo apenas os dois primeiros aplicáveis ao segmento medicinal. O nitrogênio industrial é utilizado na indústria alimentícia, aeronáutica, automotiva, química, fabricação de vidros e componentes eletrônicos. No segmento medicinal, é aplicado no estado líquido na crio-dermatologia e criopreservação de tecidos e células, devido ao seu baixíssimo ponto de ebulição ($-196^\circ C$). Na fase gasosa, é usado como componente de misturas gasosas inaladas e no funcionamento de equipamentos pneumáticos (AIR LIQUIDE, 2024).



Figura 4 - Nitrogênio líquido sendo utilizado no congelamento de óvulos
Fonte: G1, 2023

3.1.3 Ar Medicinal

O ar medicinal é uma mistura de oxigênio e nitrogênio simulando as condições atmosféricas, na proporção aproximada de 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio, podendo ser ar medicinal sintético – quando produzido através da mistura de nitrogênio e oxigênio puro – ou ar medicinal comprimido – quando produzido através da compressão do ar ambiente. O produto é fornecido através de cilindros e é aplicado na ventilação mecânica, anestesia,

ressuscitação e nebulização como veículo para administração de outros medicamentos (AIR LIQUIDE, 2024) (ATLASCOPCO, 2024).

3.1.4 Argônio (Ar)

O argônio foi descoberto em 1785 por Henry Cavendish e batizado em 1894 por William Ramsay e Lord Rayleigh, sendo o gás nobre mais abundante na terra, constituindo 0,93% da composição atmosférica. O argônio e misturas gasosas contendo argônio apresentam aplicação majoritariamente industrial sendo usado na soldagem, siderurgia, metalurgia, indústria automotiva, fabricação de eletrônicos e indústria alimentícia, podendo ser fornecido na forma de cilindros, tanques ou gasodutos (MESSER, 2024).

No segmento medicinal, o argônio é usado na crioablação (figura 5), coagulação com plasma e cirurgia a laser, aplicações nas quais o mesmo não é considerado um medicamento (ANVISA, 2024).



Figura 5 - Argônio utilizado na crioablação
Fonte: Setor Saúde, 2021

3.2 OUTROS GASES

3.2.1 Dióxido de Carbono (CO₂)

O dióxido de carbono foi descoberto no século XVII por Jean-Baptiste Van Helmont, sendo um gás incolor com percentual de 0,03% na atmosfera terrestre, sendo fundamental para a vida na Terra. O CO₂ faz parte do Ciclo do Carbono, sendo produzido por seres vivos no processo de respiração e consumido pelos mesmos no processo de fotossíntese (MESSER, 2024).

O CO₂ possui diversas aplicações industriais, como na indústria alimentícia, aeronáutica, automotiva, química e na fabricação de eletrônicos. No segmento medicinal, o gás é usado na

laparoscopia, colonoscopia e crio-dermatologia, além da conservação de cultura de células (IBG, 2024) (MESSER, 2024).

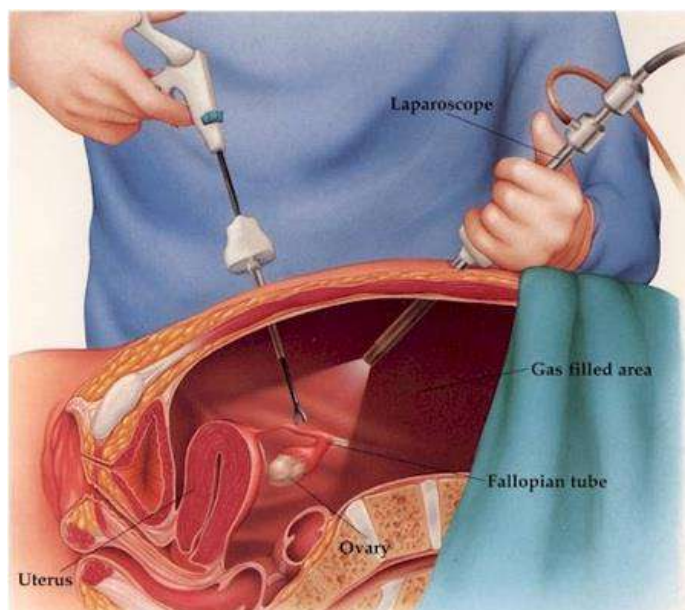


Figura 6 - Esquema de laparoscopia, procedimento no qual o CO₂ é aplicado
Fonte: AYUB, 2016

3.2.2 Hélio (He)

O hélio é o segundo elemento químico de maior abundância no universo, se apresentando na forma monoatômica e sendo um gás incolor, inerte e com a menor temperatura de ebulição dentre todos os elementos químicos. O hélio foi descoberto em 1868, paralelamente, por Pierre Jansen e Norman Lockyer, durante a observação de um eclipse solar, e batizado por Edward Frankland em homenagem ao Sol (MESSER, 2024).

O hélio é utilizado industrialmente no enchimento de balões meteorológicos e para eventos, em cromatografia gasosa e no resfriamento de ímas de equipamentos de ressonância magnética em laboratórios, na fabricação de fibras ópticas e de componentes eletrônicos, em processos de soldagem – puro ou em misturas com argônio – e na pressurização de tubulações de satélites e foguetes (MESSER, 2024).

No segmento medicinal, é usado na forma líquida no resfriamento de equipamentos de ressonância magnética, aplicação na qual não é considerado um medicamento (ANVISA, 2024). É também utilizado como componente em misturas inalatórias com o oxigênio, onde substituindo o nitrogênio presente no ar atmosférico, é capaz de auxiliar no tratamento de pacientes com resistência ao fluxo aéreo devido à sua menor densidade, cenário no qual é

classificado como medicamento, pois entra em contato direto com o paciente (HASHEMIAN, 2014).



Figura 7 - Recarga de hélio líquido em equipamento de ressonância magnética
Fonte: Air Products

3.2.3 Óxido Nitroso (N_2O)

O óxido nitroso (N_2O), também conhecido como gás hilariante, é uma substância que em temperatura ambiente se apresenta na forma gasosa, é incolor, possui aroma e sabor levemente doces, oxidante e não-inflamável. O óxido nitroso foi sintetizado pela primeira vez por Joseph Priestley em 1772. O gás é produzido através da decomposição térmica do nitrato de amônia, gerando óxido nitroso e água e é aplicado industrialmente como comburente em equipamentos de espectrofotometria de absorção atômica, na fabricação de eletrônicos e semicondutores e na indústria alimentícia na fabricação de chantilly (MESSER, 2024) (LINDE, 2024).

No segmento medicinal, o óxido nitroso apresenta grande destaque, sendo comercializado na forma de cilindros e utilizado como anestésico em procedimentos odontológicos (figura 8) e de curta duração, como analgésico em emergências hospitalares, como ansiolítico na pediatria e, em alguns países, no alívio das dores do parto (IBG, 2024).



Figura 8 - Utilização de Óxido Nitroso em consultório odontológico
Fonte: Odontoinfant, 2025

3.2.4 Óxido Nítrico (NO)

O óxido nítrico se apresenta na forma de gás em temperatura ambiente, é incolor, inodoro, oxidante, corrosivo e tóxico. É produzido industrialmente através da oxidação catalítica da amônia, como produto intermediário no processo de Ostwald (RUAN, 2022).

No segmento medicinal, o óxido nítrico é utilizado diluído em nitrogênio em concentração na magnitude de partes por milhão (ppm). Nessa concentração, o gás atua como vasodilatador pulmonar sendo aplicado em casos de hipertensão pulmonar, principalmente em cirurgia cardíaca e em Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) neonatal (figura 9). (AIR LIQUIDE, 2024).



Figura 9 - Utilização de óxido nítrico em paciente neonatal
Fonte: Interfisio, 2025

4 SEGMENTAÇÃO

4.1 POR TIPO DE FORNECIMENTO

4.1.1 LÍQUIDO (*BULK*)

O fornecimento de produto na fase líquida é indicado no caso de clientes com alto consumo, pois na forma líquida os gases ocupam um espaço significativamente menor do que na forma gasosa. Nessa modalidade, o produto é transportado em carretas criogênicas e armazenado em tanque estacionário localizado no cliente. No segmento medicinal, onde o produto é utilizado na fase gasosa, é necessária a instalação de vaporizadores atmosféricos (LINDE, 2024). A confiabilidade das entregas e o planejamento logístico são essenciais nessa forma de fornecimento (DELORME, 2019).



Figura 10 - Carreta criogênica da empresa White Martins
Fonte: CLUBE DO MOTORISTA, 2024

4.1.2 CILINDROS (*PACKAGED*)

O fornecimento de gases medicinais na modalidade *Packaged* é aplicado nos casos em que há um baixo volume de consumo, que podem ocorrer na forma de cilindros contendo gases liquefeitos, não-liquefeitos e dissolvidos ou recipientes criogênicos contendo o produto em baixas temperaturas na fase líquida (AIR LIQUIDE, 2024).



Figura 11 - Filling Station de cilindros da empresa White Martins
Fonte: GGN, 2021

Os cilindros são dispositivos pressurizados integrados por base, corpo e calota, contendo válvula que deve ser protegida por um capacete, conforme figura 12. (ABNT, 2004). Por conta de serem submetidos a pressões de até 450 bar, os mesmos precisam ser construídos com material de alta resistência, como aço ou alumínio. Com relação ao tamanho, podem ter uma ampla variedade de capacidades, desde menos de 1 litro até 50 litros, a depender do gás e da aplicação. No que diz respeito à segurança, os cilindros possuem válvula que garantem armazenamento adequado e fornecimento controlado do gás, além de possuírem rosca que só permitem que reguladores em conformidade com as normas de segurança sejam conectados (WHITE MARTINS, 2025).

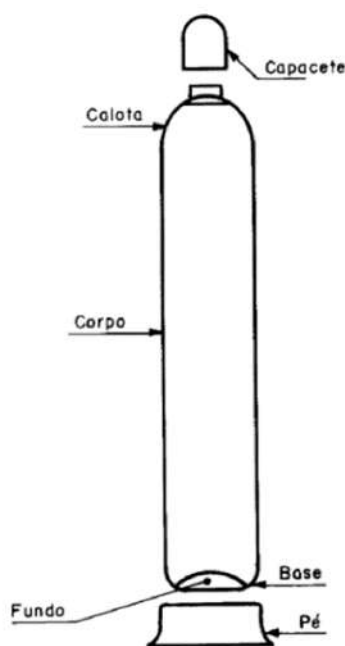


Figura 12 – Esquema de cilindro de gás de alta pressão
Fonte: ABNT

Os cilindros são identificados por cor de acordo com o produto acondicionado e devem conter em sua calota identificação do gás, características, riscos e recomendações de segurança, concentração mínima, símbolo de risco do produto, número conforme portaria nº 204 do Ministério dos Transportes e quantidade líquida de produto em m^3 – para gases que permanecem no estado gasoso em temperatura ambiente – ou kg – para aqueles que ao serem comprimidos se encontram em equilíbrio líquido-gás. O mesmo gás pode apresentar aplicações medicinais e industriais como é o caso do oxigênio. A diferenciação entre ambos é feita através do atendimento de diferentes critérios de pureza e qualidade, podendo ser diferenciados pela cor do cilindro. Os cilindros de oxigênio medicinal são verdes (figura 13), os de ar sintético medicinal são cinza com faixa central verde, os de ar comprimido medicinal são azul com faixa central bege, os de óxido nitroso são azul escuro com faixa central bege, os de nitrogênio são cinza com faixa central bege e dióxido de carbono são cor de alumínio com faixa central bege, conforme figura 14 (ABNT, 2004).



Figura 13 - Cilindros de Oxigênio Medicinal
Fonte: White Martins

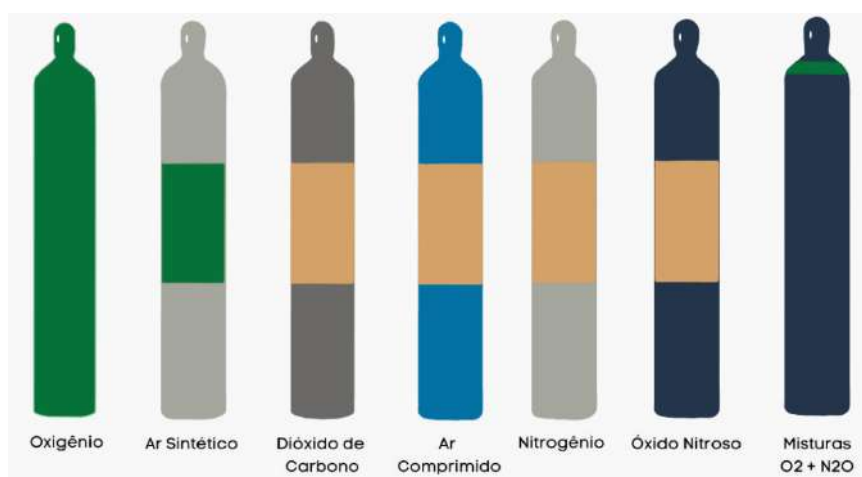


Figura 14 - Identificação por cores dos principais gases medicinais
Fonte: CITY GAS, 2025

4.1.3 SISTEMAS CONCENTRADORES DE OXIGÊNIO (PSA E VPSA)

O fornecimento de oxigênio pode ser realizado através da instalação de uma usina produtora localizada no cliente final, capaz de concentrar o O_2 do ar através do processo de adsorção por alternância da pressão – *pressure swing adsorption* (PSA). A separação ocorre utilizando como matéria-prima ar comprimido filtrado e seco, o qual passa por uma peneira molecular de zeólita capaz de adsorver as moléculas presentes de monóxido de carbono, dióxido de carbono e nitrogênio. Por fim, é gerado como produto final oxigênio com pureza de 95,6%

e contaminantes de 4,3% de argônio e traços de nitrogênio conforme a eficiência do processo de separação (AGUIAR, 2023).

Uma variante desse processo é a adsorção por alternância da pressão e vácuo – *Vacuum Pressure Swing Adsorption* (VPSA) – no qual não há necessidade da corrente de entrada ser comprimida e há aplicação de vácuo para regeneração da zeólita. As usinas VPSA (figura 15) apresentam maior eficiência de separação e permitem um volume maior de produção (AGUIAR, 2023).

Conforme especificado nas Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 13587, as PSAs e VPSAs para suprimento de hospitais devem apresentar concentração mínima de oxigênio de 90% e é necessário a implantação de sistema de suprimento secundário e de reserva, composto por duas baterias de cilindros de alta pressão, garantindo confiabilidade do abastecimento (ABNT, 2017).

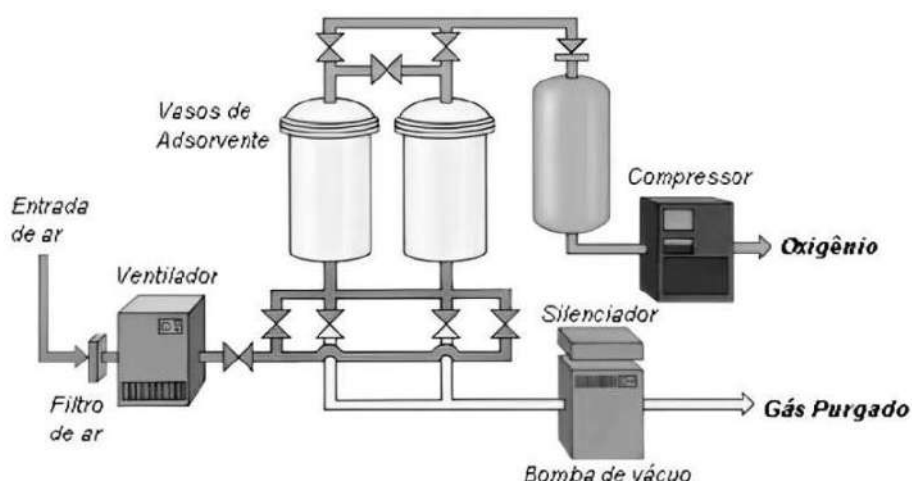


Figura 15 - Esquema de VPSA
Fonte: GLOWACKI, 2003

4.2 POR TIPO DE CLIENTE

4.2.1 HOSPITALAR

É estimado que em 2021 o Brasil possuía 8.870 estabelecimentos hospitalares contando com 490.397 leitos (CONASS, 2022). Em 2022, os números revelam que existiam no país 4.466 hospitais privados com 263.793 leitos, de um total de 427.047 leitos. Dentre estes hospitais privados, a maioria dos leitos se concentra na região sudeste e sul, e os estados de São Paulo,

Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e Rio de Janeiro possuem, respectivamente, o maior número de leitos (FBH-CNSaúde, 2022).

Os gastos com saúde no Brasil em 2021 representaram 372,3 bilhões de reais, ou 9,7% do Produto Interno Bruto (PIB), sendo 4% gastos do governo e 5,7% gastos das famílias brasileiras. A média do percentual do PIB destinada a despesas com saúde em países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é 7,4% e o Brasil compromete parcela menor do seu PIB do que países como Colômbia e Chile (AGÊNCIA BRASIL, 2024).

As empresas do segmento de gases medicinais atendem o setor hospitalar não apenas com gases, mas com equipamentos e serviços relacionados ao consumo de seus gases, como a comercialização de ventiladores mecânicos, monitores de óxido nítrico e terapia de alto fluxo (MESSER, 2020) (ANAHP, 2021) (AIR LIQUIDE, 2024).

4.2.2 HOMECARE

O atendimento domiciliar, também denominado *Homecare*, é uma prática difundida em países da Europa e América do Norte, na qual é oferecido ao paciente, quando possível, a possibilidade de ser atendido com mais conforto fora do ambiente hospitalar, abrangendo internação, atendimento ou monitoramento no lar (figura 16). Em 2019, o setor movimentou cerca de 10,6 bilhões de reais, um crescimento de 22,8% em comparação com 2018 (IBRAESP, 2021). Em 2022, o setor movimentou 12,3 bilhões de reais, saltando de 300 mil atendimentos em 2019 para 346 mil (CNN BRASIL, 2023). O setor já mostrava crescimento no Brasil, especialmente por conta do envelhecimento da população e foi impulsionado pela pandemia de COVID-19. A diversificação de serviços ofertados, desenvolvimento tecnológico e aumento da capilaridade estão entre as estratégias das empresas para lograrem manter o crescimento no período pós-pandêmico (VALOR ECONÔMICO, 2023).

As empresas de gases atuam no setor com soluções nas linhas de oxigenoterapia (com concentradores e cilindros de oxigênio), apneia do sono com equipamento de pressão positiva contínua nas vias aéreas ou *continuous positive airway pressure* (CPAP), máscaras nasais, oronasais e intranasais e ventilação mecânica (VITALAIRE, 2025).



Figura 16 - Paciente em tratamento *homecare*
 Fonte: Prefeitura Municipal de Birigui, 2019

5 METODOLOGIA

5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PLAYERS

A identificação dos *players* a serem analisados foi feita através da ferramenta de busca no site da ANVISA, na seção “Empresas e fiscalização de produtos”, consultando as opções “Certificados de Boas Práticas” e “Funcionamento de Empresas” utilizando como filtro a opção “Gases Medicinais”. Os resultados encontrados foram consolidados em planilha no Excel.

5.2 SEGMENTAÇÃO DOS PLAYERS

Os *players* foram segmentados de acordo com seu porte conforme a Receita Federal e as atividades exercidas pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Quando disponível, foram também consultados os sites das próprias empresas para informações mais detalhadas. Em seguida, os *players* foram classificados e separados em 4 grupos conforme suas características.

5.3 BUSCA DE PATENTES

5.3.1 CENÁRIO NACIONAL

A base de dados do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) foi utilizada para realizar a prospecção de patentes depositadas no Brasil pelas empresas identificadas anteriormente no item 5.1. Com esse intuito, foi realizada pesquisa avançada buscando por

nome e/ou CNPJ cada *player* individualmente. Os resultados encontrados foram consolidados e posteriormente classificados como patentes relacionadas a gases medicinais, gases industriais ou processos.

5.3.2 CENÁRIO GLOBAL

A prospecção das patentes depositadas nos Estados Unidos foi feito através da ferramenta *Patent Public Search* da USPTO (*United States Patent and Trademark Office*). Foi utilizada a pesquisa avançada buscando por palavra-chave “*medical gas*” e os resultados encontrados foram consolidados em planilha no Excel, onde foram filtradas como depositantes todas as empresas do setor de gases.

6 ANÁLISE DE MERCADO

Os gases medicinais poderiam ser considerados *commodities*, tendo em vista que possuem características como produtos padronizados, tecnologias desenvolvidas, concentração de mercado dominado por poucos e grandes *players*. Entretanto, os *players* atuam de forma a diferenciar-se dos concorrentes através do desenvolvimento de novas aplicações, oferecendo equipamentos e serviços. Ademais, o mercado de gases apresenta fornecimento por contrato, menor peso no custo do comprador, matérias-prima estáveis, crescimento estável e firme e alto retorno de capital, características fundamentalmente diversas de um mercado comoditizado (BORSCHIVER, 2012).

O setor apresenta fortes barreiras de entrada devido às economias de escala e por ser uma indústria de capital extensivo. As plantas criogênicas para separação de gases do ar – oxigênio, nitrogênio e argônio - e a produção de outros gases – como dióxido de carbono – possuem larga escala e produzem grande quantidade de produto. O funcionamento das plantas demanda uma alta quantidade de energia elétrica e a escala influencia na negociação do preço com as concessionárias, permitindo redução no principal custo de produção. A construção e operação de novas unidades de produção demandam grandes investimentos com equipamentos, tanques, cilindros, carretas e outros veículos, entre outros, dificultando a entrada de novos *players*. (DELORME, 2019).

A rivalidade entre os concorrentes é demonstrada na alta concentração do mercado, com apenas 5 *players* dominando cerca de 96% do *market share* (DELORME, 2019). Por conta do processo de fusão da Linde com a Praxair foi determinado pelo Conselho Administrativo de

Defesa Econômica (CADE) que, para evitar questões concorrenciais por conta da grande fatia de mercado já controlada pela White Martins, seria necessário o desinvestimento de diversos negócios da Linde no Brasil (CADE, 2018). A partir de março de 2019, a operação da Linde passou a ser comandada pela alemã Messer, a qual passou a disputar a vice-liderança do mercado com a francesa Air Liquide (TERRA, 2019) (VALOR ECONÔMICO, 2019).

Entre as estratégias apontadas pela Air Liquide e IBG para lidarem com a entrada de um novo *player* no mercado estão o atendimento das necessidades do cliente, otimização dos serviços prestados e reforço dos diferenciais competitivos. É válido ressaltar a importância do mercado *homecare* na estratégia de crescimento de mercado, tendo a Air Liquide ampliado sua atuação nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Ceará, Bahia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. (QUÍMICA E DERIVADOS, 2019).

A figura 17 mostra o *market share* estimado para 2024 dos atuais *players* no mercado total de gases industriais e a figura 18 o capital social dos principais *players*. A fatia de mercado de cada empresa foi baseada em informações anteriores à fusão da Linde com a Praxair e assumindo que a Messer ocupou o espaço reservado anteriormente à Linde. O fato das empresas não divulgarem resultado financeiro por segmento de negócio, tornou inviável, no escopo desse trabalho, a definição de percentual de *market share* de cada *player* no segmento medicinal em específico.

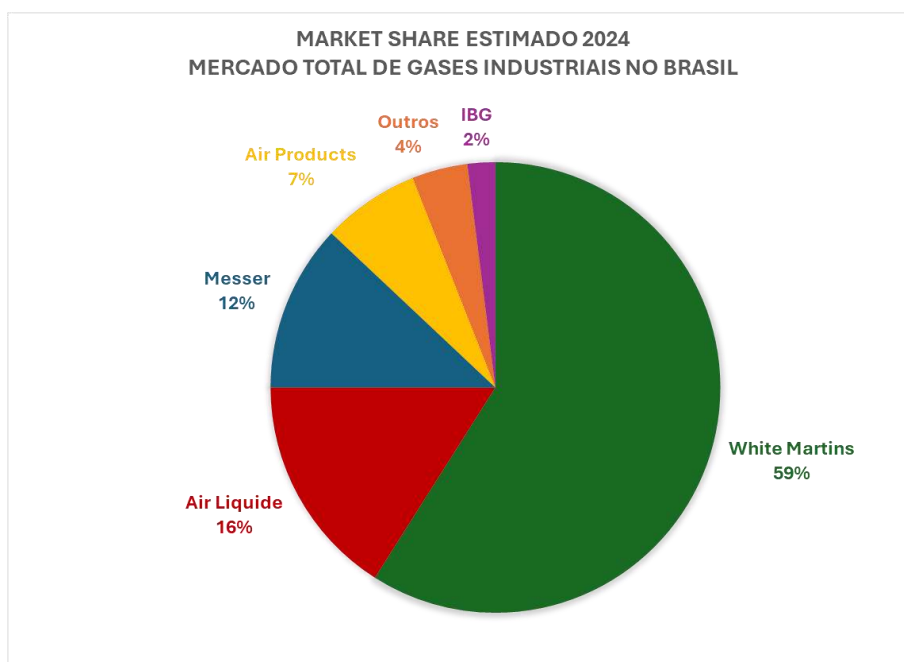


Figura 17 - Market Share estimado do mercado de gases.
Fonte: adaptado de Delorme, 2019

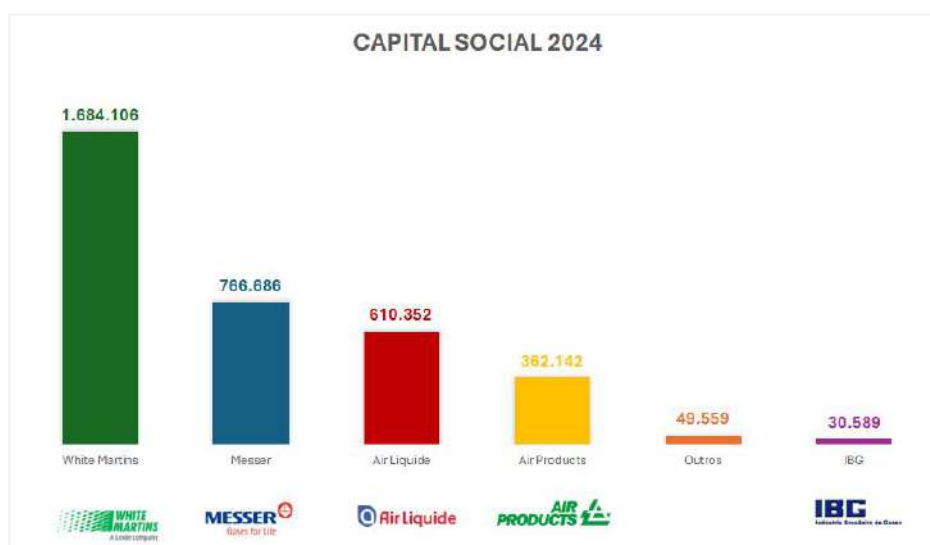


Figura 18 - Capital Social dos principais *players* do mercado de gases
Fonte: Elaboração própria

O fato da maioria dos gases medicinais – em especial o oxigênio e o ar medicinal – serem essenciais à vida torna improvável a sua substituição por produto similar, não sendo a ameaça de substituição relevante ao setor (WHO, 2019). O óxido nitroso, utilizado para analgesia e sedação consciente, pode ser substituído em alguns cenários pela anestesia geral. O uso do N₂O tem como principais vantagens a sua flexibilidade por ser possível sua ministração gradual, ter efeito com início e término rápidos e risco menor de morbidade e mortalidade por não haver perda de consciência do paciente, além de possuir menor custo. No entanto, o gás pode causar efeitos colaterais como náusea e vômito. No caso da anestesia geral, a técnica permite procedimentos mais extensos e assegura o tamponamento orofaríngeo durante todo o período de efeito, porém tem alto custo, está associada a quadro de delirium pós-operatório e maiores taxas de morbidade e mortalidade (TASSO, 2022).

O crescimento e concentração do segmento de saúde apresenta uma possível ameaça quanto ao poder de negociação dos fornecedores. A Rede D'Or, maior empresa de saúde da América Latina, possui 11 mil leitos próprios e 10,5 milhões de atendimentos por ano. (REDE D'OR, 2025). O grupo registrou de 46,5 bilhões de reais de receita líquida em 2023 e apenas no 3º trimestre de 2024, obteve lucro de 1,15 bilhão de reais e faturamento de 13,02 bilhões de reais, um crescimento de 10% com relação ao mesmo período de 2023 e anunciou que irá investir 7,5 bilhões de reais até 2028 na abertura de 5,4 mil novos leitos. O grupo DASA, segunda maior companhia no setor, apresentou 14,2 bilhões de receita líquida em 2023, um

aumento de 8% com relação a 2022, enquanto o grupo Fleury registrou crescimento de 45% no período com faturamento de 6,4 bilhões (VALOR ECONÔMICO, 2024).

6.1 SEGMENTAÇÃO DE *PLAYERS*

A definição de *clusters* de mercado é feita usualmente de acordo com a similaridade dos produtos e serviços transacionáveis ofertados por diferentes competidores. Outra forma de agrupamento é através da identificação de bens transacionáveis complementares ofertados por determinados *players*, uma vez que existe a tendência, tanto de indivíduos quanto de empresas de adquirir bens complementares de um mesmo fornecedor em casos onde não haja claro ganho em adquirir de outro fornecedor (AYRES, 1985).

Através da definição anteriormente apresentada, poderia ser agrupado todo o segmento de empresas que comercializam gases medicinais e equipamentos e serviços relacionados ao consumo desses gases em um mesmo *cluster*. Foram identificados 87 *players* no mercado de gases medicinais, entre empresas consolidadas no mercado que atuam em toda a cadeia produtiva, desde plantas de separação de gases do ar até o varejo, a empresas que atuam apenas como revendedoras (ANVISA, 2024) (ECONODATA, 2024). Para uma análise mais pormenorizada das especificidades do mercado os *players* foram segmentados em 4 diferentes grupos de acordo com as suas principais características conforme tabela 2.

Grupo	Critério
A	Grandes <i>Players</i>
B	Possui operação de líquido granel e envase <i>packaged</i>
C	Possui envase <i>packaged</i> sem operação de líquido
D	Revendas

Tabela 2 – Critério para segmentação em grupos

Fonte: Elaboração própria

De acordo com os critérios apresentados, foram classificados 5 *players* no grupo A, 8 *players* no grupo B, 44 *players* no grupo C e 20 *players* no grupo D, conforme figura 19. As particularidades de cada grupo serão detalhas *a posteriori*.

No escopo desse trabalho foram considerados apenas os *players* que possuem Autorização de Funcionamento (AFE) e/ou certificado de Boas Práticas de Fabricação (BPF) junto a ANVISA.

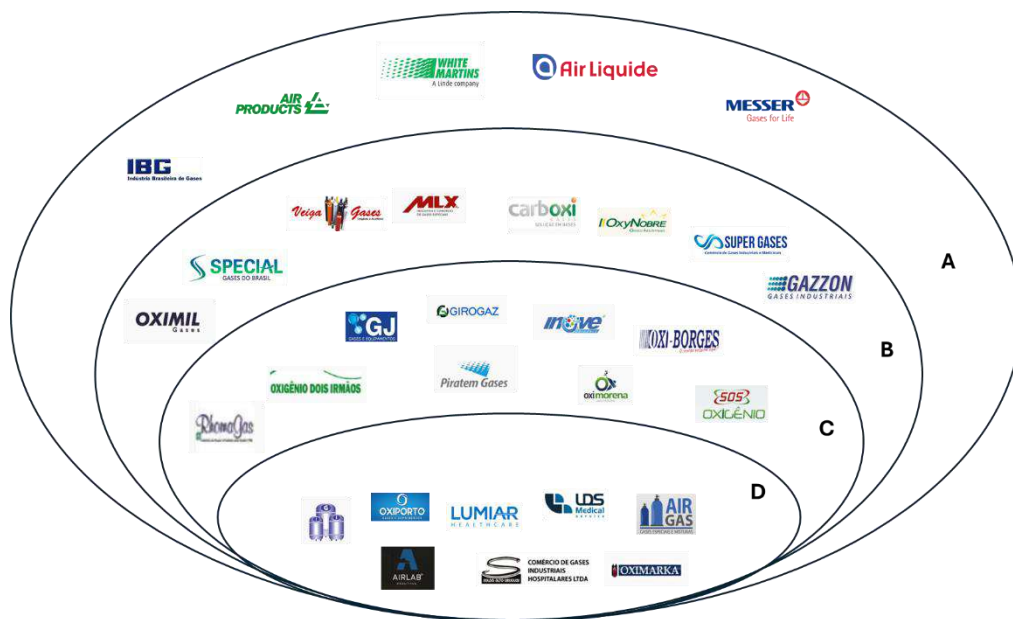


Figura 19 - Segmentação de *players* em *clusters*.
Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao número de *players* por região, é possível identificar que há uma maior concentração na região Sudeste, seguida de Norte e Nordeste, e menor número de empresas localizadas na região Sul e Centro-Oeste (figura 20).

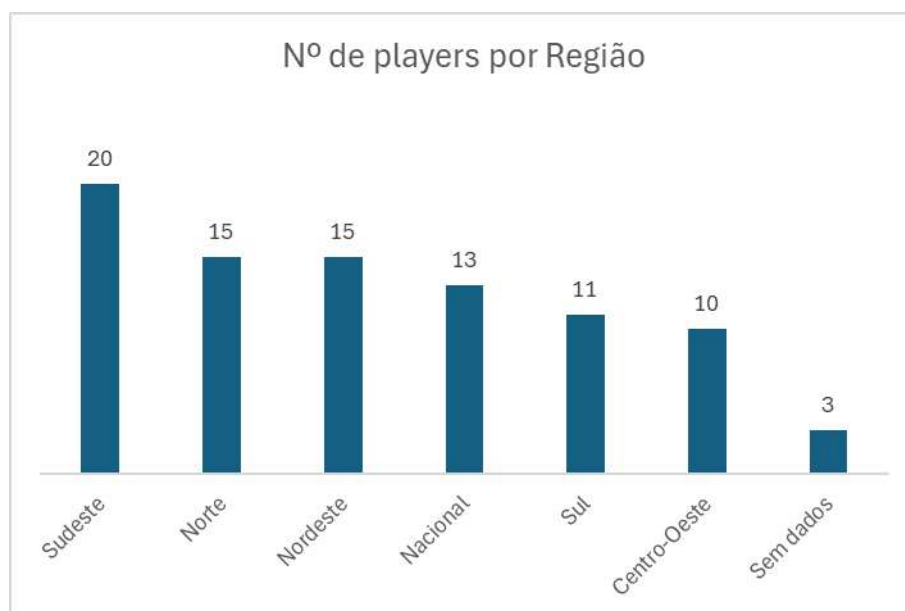


Figura 20 - Número de *players* total por região
Fonte: Elaboração Própria

6.1.1 Grupo A

No grupo A foram incluídos os *players* consolidados no mercado, responsáveis pela maior parte do *market share*: White Martins, Air Liquide, Messer, Air Products e IBG, assim como suas subsidiárias, mostradas na tabela 3. Estima-se que, juntas, essas empresas controlam 96% do mercado de gases industriais e medicinais, mostrando o quão concentrado é o segmento de gases. (DELORME, 2019). Em termos de capital social declarado no Brasil, as empresas possuem juntas 3,45 bilhões de reais de valor de mercado. (ECONODATA, 2024).

Subsidiária	Empresa
OXICAP INDUSTRIA DE GASES LTDA	Air Liquide
IPES INDUSTRIA DE PRODUTOS E EQUIPAMENTOS DE SOLDA LTDA	White Martins
J L CARNEIRO COMERCIO ATACADISTA DE GASES - LTDA (AIR GAS)	Air Liquide
GAMA GASES ESPECIAIS LTDA	White Martins
COMERCIAL PITIA LTDA	Messer
WG COMERCIO DE GASES LTDA (OXISOLDA)	Messer

Tabela 3 - Lista de Subsidiárias
Fonte: Elaboração Própria

As empresas do grupo A possuem também como características a abrangência nacional, serem empresas de grande porte e possuem amplo portfólio de gases, equipamentos e serviços para o atendimento dos clientes do segmento medicinal. Todas as empresas do grupo A fornecem os principais gases medicinais nas modalidades *Packaged* e líquido.

6.1.1.1 WHITE MARTINS

Na linha de *hospital care* a White Martins apresenta em seu portfólio ventiladores mecânicos do fabricante Hamilton, equipamento de terapia de alto fluxo Vapotherm *Precision Flow Plus* e na terapia de óxido nítrico Sistema Inteligente *NoxBOX* e sistema integrado *Noxinvent*, contendo cilindro, regulador e válvula. No segmento *homecare* a empresa possui assistentes para tosse, ventiladores invasivos e não-invasivos, equipamentos utilizados na terapia do sono (CPAPs) e máscaras a serem utilizadas com estes equipamentos, além de concentradores portáteis e estacionários (SAÚDE BUSINESS, 2022) (FATOR BRASIL, 2023).

6.1.1.2 AIR LIQUIDE

A Air Liquide possui em seu catálogo, na linha de *hospital care*, ventiladores mecânicos do fabricante Monnal, monitores multiparamétricos da Nihon Kohden, monitores de óxido nítrico *eFlow-D* e aspiradores cirúrgicos *Alize* e terapia de alto fluxo da Fisher Paykel. Na

atenção domiciliar possui assistentes para tosse, terapia de alto fluxo, ventilação invasiva e não-invasiva, equipamentos para terapia do sono, máscaras para CPAPs e BIPAPs e nutrição enteral para nutrição através de sonda (VITALAIRE, 2025) (AIR LIQUIDE, 2025).

6.1.1.3 MESSER

A Messer oferece monitores de Óxido Nítrico, que analisam a concentração do próprio NO e do N₂O (dióxido de nitrogênio), podendo também analisar a saturação de metahemoglobina do paciente, além de possuir em seu portfólio carrinho com capacidade para dois cilindros garantindo terapia contínua. A empresa apresenta também a mistura Inalox para analgesia, composta de 50% de óxido nitroso e 50% de oxigênio e serviço de telemetria para monitoramento online de equipamentos de geração de ar comprimido e vácuo. (MESSER, 2025)

6.1.1.4 AIR PRODUCTS

A Air Products fornece ao mercado a terapia não-invasiva denominada de PolarFit® Care para a crioterapia de corpo inteiro, tratamento que pode aliviar dores crônicas, trazer benefícios estéticos, melhora do sono e aumento de performance esportiva (AIR PRODUCTS, 2025).

6.1.1.5 IBG

A IBG – além dos gases medicinais oxigênio, óxido nitroso, dióxido de carbono e ar medicinal – oferece também sistema modular de vácuo para hospitais e possui em sua carteira clientes medicinais como a Unimed. A empresa possui filiais em todos os estados da região sul e sudeste, além do estado de Goiânia no Centro-Oeste e Pernambuco no Nordeste, sendo assim, a única dentre os *players* do grupo A que não tem atuação na região Norte. (IBG, 2025)

6.1.2 Grupo B

No grupo B foram incluídos os *players* de menor participação no mercado, porém que possuem distribuição de líquido e envase *packaged*. Foram identificados 8 empresas nesse *cluster*: Carboxi, Oxynobre, MLX, Gazzon, Air Gas, Super Gases, Oximil Oxigenio MG, Veiga Gases e Special Gases do Brasil, conforme figura 21. O grupo apresenta empresas de pequeno e médio porte e atuação regional, detalhadas nas figuras 22 e 23 (CARBOXI, 2024)

(ECONODATA, 2024) (GAZZON, 2024) (MLX, 2024) (OXIMIL, 2024) (OXYNOBRE, 2024) (SPECIAL GASES DO BRASIL, 2024) (SUPER GASES, 2024) (VEIGA, 2024).

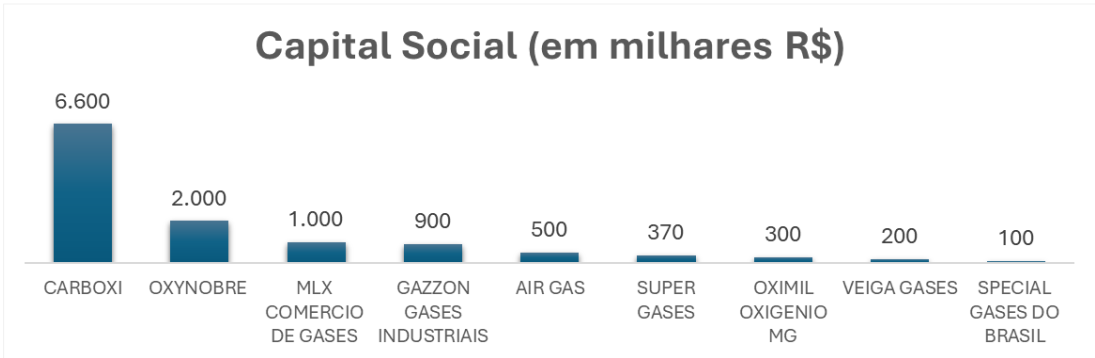


Figura 21 - Capital Social (em milhares R\$) das empresas do Grupo B
Fonte: Elaboração Própria

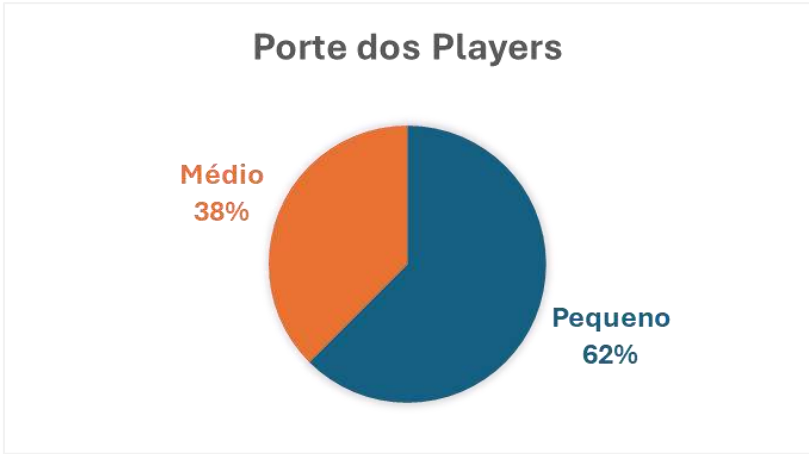


Figura 22 - Porte dos *players* do grupo B
Fonte: Elaboração Própria



Figura 23 - Distribuição regional dos *players* do grupo B
Fonte: Elaboração Própria

A empresa Carboxi, maior empresa do grupo B, foi fundada em 2011 na cidade de Manaus e atualmente atende o mercado consumidor da região Norte, em especial o polo industrial de Manaus. Possui em seu portfólio de produtos medicinais o oxigênio (*packaged* e líquido), ar respirável e dióxido de carbono, além de nitrogênio líquido (CARBOXI, 2024). A Gazzon atua também em Manaus há mais de 10 anos e comercializa como produtos medicinais o oxigênio, ar sintético e óxido nitroso, possuindo operação de líquido de oxigênio e nitrogênio (GAZZON, 2024).

A Veiga Gases, criada em 1986, tem atuação concentrada no estado da Bahia, e atua no mercado medicinal com os produtos oxigênio (*packaged* e líquido), ar comprimido (*packaged* e líquido através de misturadores), dióxido de carbono (*packaged*), hélio (*packaged*), nitrogênio (*packaged* e líquido) e óxido nitroso (líquido) (VEIGA, 2024). A Super Gases atua no estado do Ceará e comercializa oxigênio, nitrogênio, hélio, dióxido de carbono e óxido nitroso (SUPER GASES, 2024). A empresa Oxynobre fica localizada no estado de Goiás, possuindo em seu portfólio de produtos medicinais apenas o oxigênio, tendo os demais gases aplicação apenas industrial (OXYNOBRE, 2024).

A MLX é uma empresa sediada em Itaboraí – RJ, com histórico de 10 anos no mercado e comercializa oxigênio, nitrogênio, ar sintético, dióxido de carbono, óxido nítrico e óxido nitroso (MLX, 2024). A Special Gases do Brasil possui duas filiais no estado de São Paulo –

em Guarulhos e São Vicente – e atua no mercado medicinal com os gases oxigênio, ar sintético, dióxido de carbono, óxido nitroso, misturas especiais e hélio líquido (SPECIAL GASES DO BRASIL, 2024). A Oximil se localiza no estado de Minas Gerais e comercializa oxigênio, ar sintético, óxido nitroso e misturas especiais (OXIMIL, 2024).

6.1.3 Grupo C

No grupo C estão classificados os 44 *players* os quais possuem envase de cilindros e comercialização de gases na modalidade *Packaged*, porém não possuem operação de distribuição e comercialização de gases liquefeitos a granel (*bulk*). Entre as empresas integrantes do *cluster*, 19 são de pequeno porte, 13 são de porte micro, 9 são de médio porte e não foram localizadas informações sobre 3 das empresas, conforme figura 24.

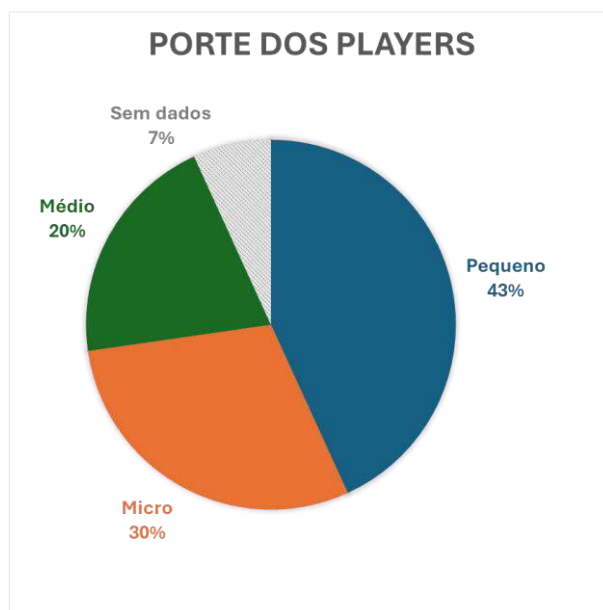


Figura 24 - Porte dos *players* do grupo C
Fonte: Elaboração Própria

O capital social somado de todas as empresas do grupo C é de 19 milhões de reais, sendo a maior delas a matogrossense Inove Oxigênio com valor de 4 milhões de reais, seguidas da Girogaz (MS), Oxiborges (PB) e Fortgas (CE), valendo 1,5 milhão de reais cada. Assim como o grupo B, as empresas do grupo C também possuem como característica a atuação regional, conforme mostra a figura 25.



Figura 25 - Distribuição regional dos *players* do grupo C
Fonte: Elaboração própria

6.1.4 Grupo D

O grupo D é formado pelos *players* que atuam apenas como revendedores de gases na modalidade *Packaged*, totalizando 20 empresas que possuem, conjuntamente, capital social de 18,5 milhões de reais. Com relação à distribuição regional, a empresa Lumiar Health é a única com abrangência nacional e os demais *players* se dividem conforme a figura 26. No que tange o porte dos *players*, o grupo apresenta 2 empresas de micro porte, 13 empresas de pequeno porte, 2 empresas de médio porte e 1 empresa de grande porte, distribuídas de acordo com a figura 27. Não foram localizadas informações quanto às empresas BHC e Airlab Analítica.

A Lumiar Health é a maior empresa do grupo D e a única empresa de grande porte e com atuação nacional (ECONODATA, 2024) (LUMIAR, 2025). Entretanto, é importante ressaltar que, apesar de comercializar cilindros de oxigênio medicinal, o seu negócio é centrado em soluções integradas para terapia respiratória, e não no mercado de gases em si (LUMIAR, 2025).



Figura 26 - Distribuição regional dos players do grupo D
Fonte: Elaboração Própria

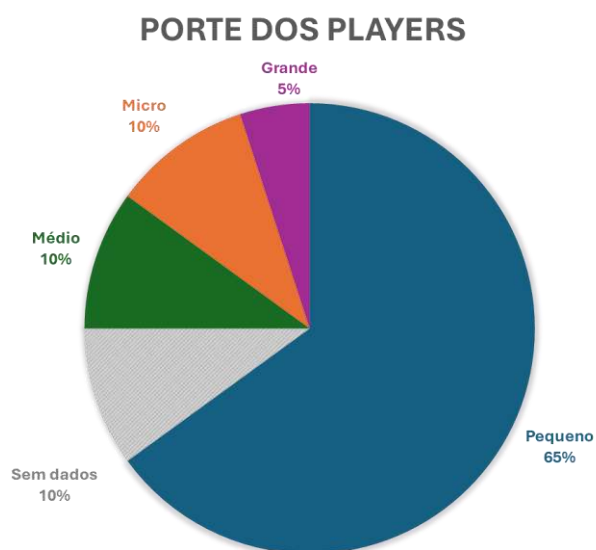


Figura 27 - Porte dos *players* do grupo D
Fonte: Elaboração Própria

6.2 ANÁLISE DE PATENTES

6.2.1 Cenário Nacional

Com o intuito de entender as tendências de mercado nacional, foi feito levantamento das patentes de todos os *players* mapeados através de busca na base do INPI (INPI, 2025). Nesse sentido, não foi localizada nenhuma patente depositada entre os integrantes dos grupos

C e D e apenas uma patente oriunda de *player* do grupo B, da empresa GUSTAVO PAVANELLI ME com o título de “Substrato Bobinado para Embrulho e Cocção de Alimentos”, a qual, além de não ter relação com o mercado de gases, teve pedido indeferido por não atender ao requisito de atividade inventiva, não apresentar clareza descritiva e não possuir clareza na reivindicação (INPI, 2023). Dessa forma, todas as patentes a serem analisadas nesse trabalho são de autoria de *players* do grupo A, fato condizente com o tamanho que o *cluster* apresenta no mercado de gases.

Foram localizadas 2760 patentes depositadas no Brasil (figura 28), dentre as quais 62 são relacionadas ao segmento medicinal (figura 29), 1039 relacionadas a processos de fabricação de gases (figura 30) e as demais relacionadas ao mercado industrial.

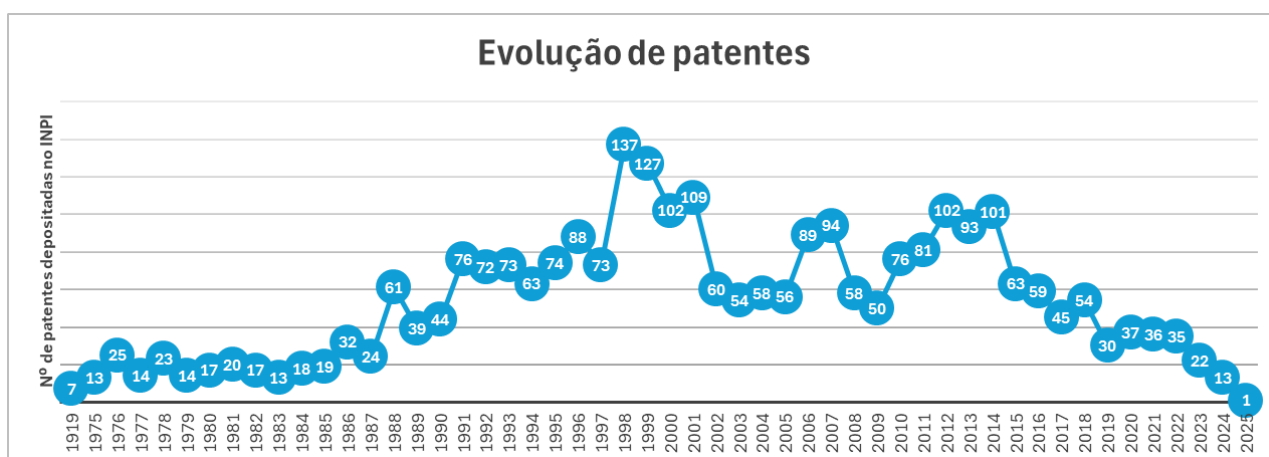


Figura 28 - Evolução de patentes no mercado de gases
Fonte: Elaboração Própria

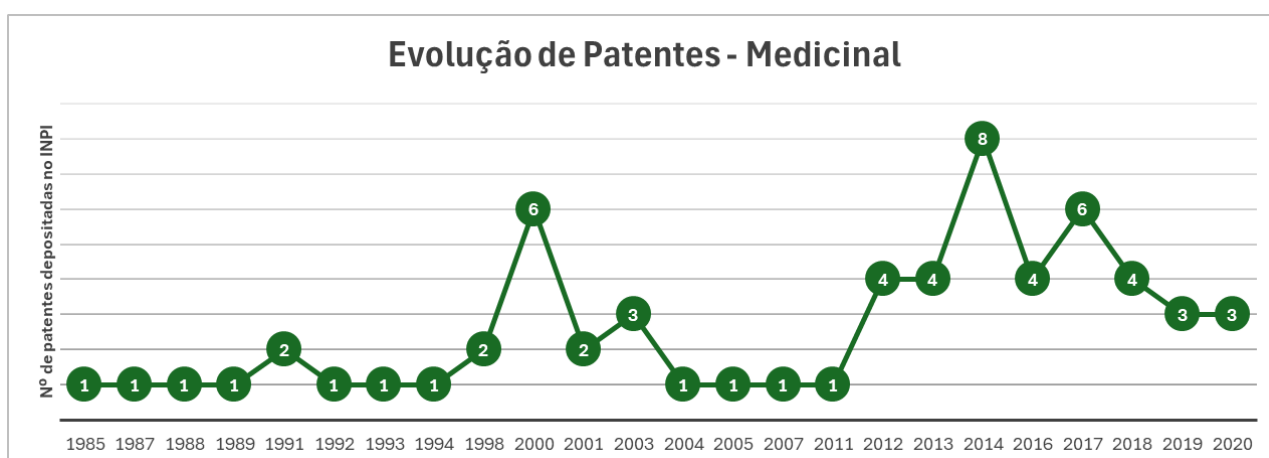


Figura 29 - Evolução de patentes no mercado de gases relacionadas ao segmento medicinal
Fonte: Elaboração Própria

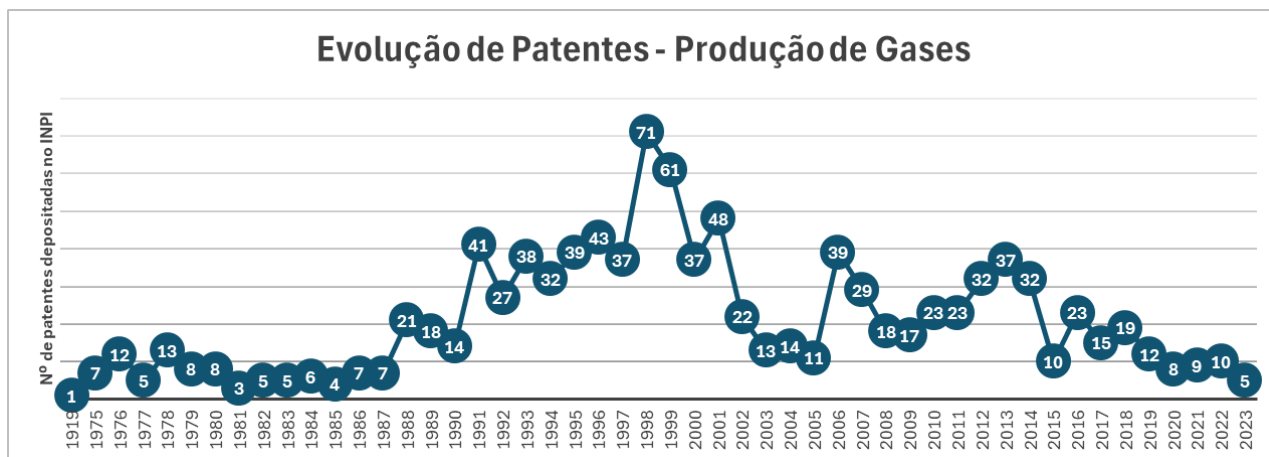


Figura 30 - Evolução de patentes no mercado de gases relacionadas à produção de gases

Fonte: Elaboração Própria

Os dados apresentados demonstram que enquanto as patentes relacionadas ao segmento industrial e ao processo de produção de gases em si apresentam pico no final dos anos 90, as patentes relacionadas ao segmento medicinal são mais numerosas a partir de 2012, indicando que o mercado pode estar inovando mais nesse segmento em período mais recente. Além disso, é notável que o mercado de gases investe mais em inovação no setor industrial do que no setor medicinal, fato condizente com o percentual que o segmento medicinal representa nas vendas totais do mercado (figura 31).



Figura 31 - Vendas por segmento
Fonte: Adaptado de Delorme, 2019

As patentes descritas são de autoria das empresas Air Products, Air Liquide, Linde, Messer, Praxair e White Martins. Tendo em vista o processo de fusão da Linde e da Praxair, ambas as empresas e a White Martins foram agrupadas para fins de análise de toda a série histórica (Tabela 4). Caso seja levado em consideração apenas as patentes dos últimos 10 anos, o cenário é apresentado na tabela 5.

<i>Player</i>	Industrial	Medicinal	Produção de gases	Sem informação	Total
Linde/Praxair/White Martins	789	13	726	7	1535
Air Liquide	358	39	189	5	591
Air Products	450	9	110	5	574
Messer	45	1	14	-	60
Total	1642	62	1039	17	2760

Tabela 4 - Total de patentes no INPI por *player* e segmento
Fonte: Elaboração própria

<i>Player</i>	Industrial	Medicinal	Produção de gases	Sem informação	Total
Linde/Praxair/White Martins	158	2	79	1	240
Air Liquide	77	24	39	2	142
Air Products	59	1	20	5	85
Messer	22	1	5		28
Total	316	28	143	8	495

Tabela 5 - Total de patentes no INPI por *player* e segmento nos últimos 10 anos
Fonte: Elaboração Própria

A Linde/Praxair/White Martins possui o maior número de patentes totais e nos segmentos industrial e produção de gases, entretanto, a Air Liquide possui número significativamente maior de patentes no segmento medicinal, levando em conta toda a série histórica ou apenas os últimos 10 anos, conforme as figuras 32 e 33.

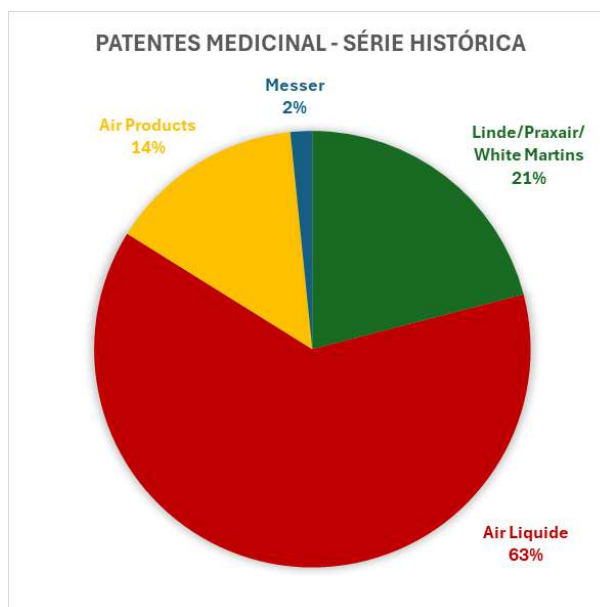


Figura 32 - Patentes relacionadas ao segmento medicinal em toda série histórica por *player*
 Fonte: Elaboração Própria

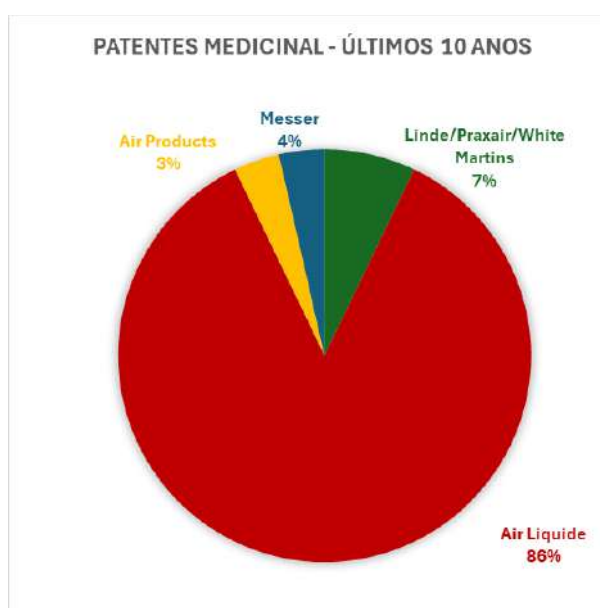


Figura 33 - Patentes relacionadas ao segmento medicinal nos últimos 10 anos por *player*
 Fonte: Elaboração Própria

6.2.2 Cenário Global

Para realização de levantamento das patentes dos players a nível global foi realizada uma prospecção utilizando a busca avançada da ferramenta *Patent Public Search* da USPTO (*United States Patent and Trademark Office*) (USPTO, 2025). A pesquisa foi realizada utilizando como palavra-chave “gás medicinal” e buscando pelas empresas Linde, Air Liquide,

Air Products, Messer e suas subsidiárias. Os dados levantados mostram que as empresas citadas, tiveram um total de 97 patentes relacionadas a gases medicinais na série histórica e 59 patentes nos últimos 10 anos, conforme evolução mostrada nas figuras 34 e 35.

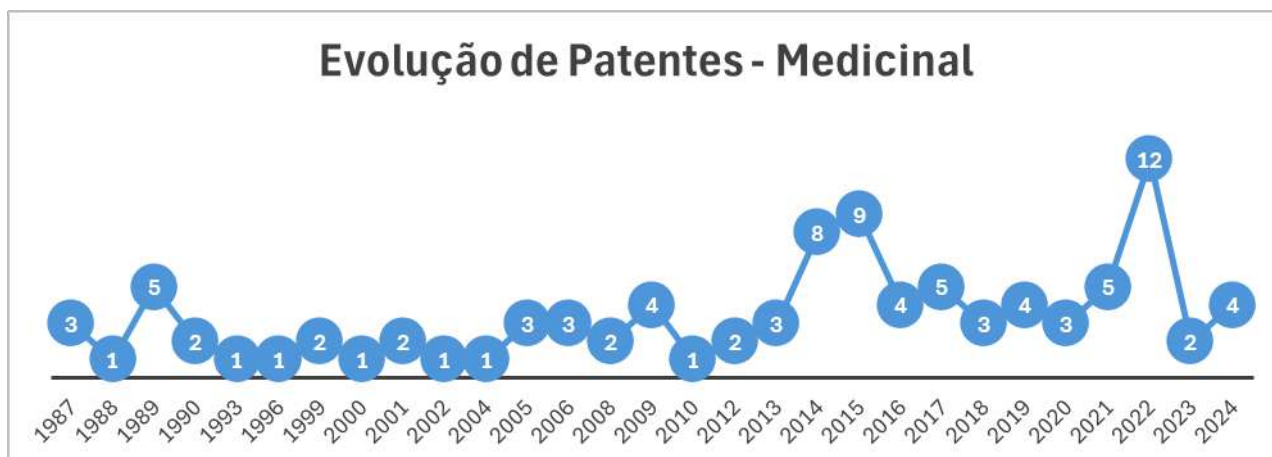


Figura 34 - Evolução das patentes - Cenário Global

Fonte: Elaboração Própria

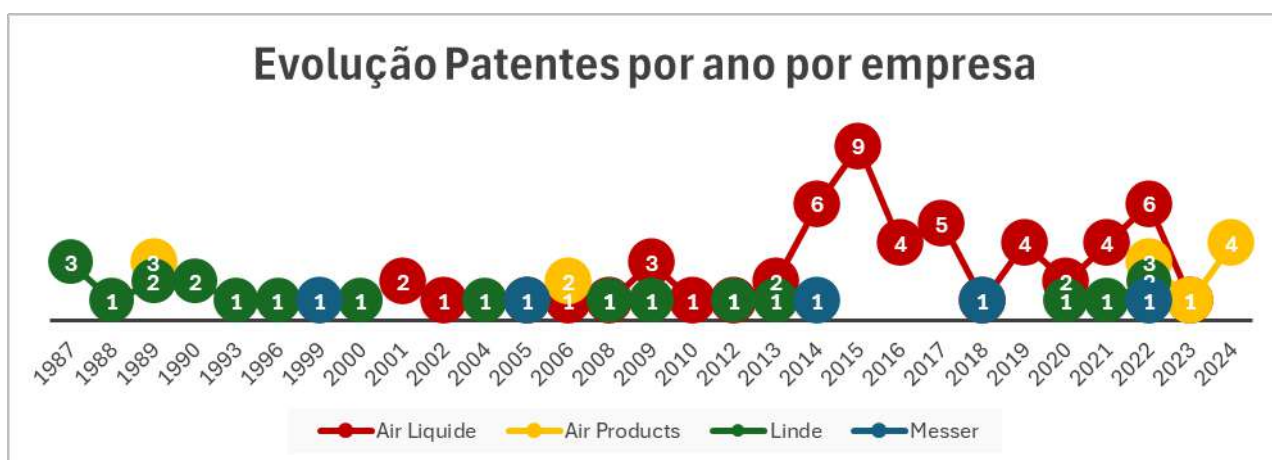


Figura 35 - Evolução das patentes por empresa - Cenário Global

Fonte: Elaboração Própria

A análise dos dados mostra que até o início dos anos 2000 a Linde era a empresa que mais investia em patentes relacionadas ao mercado medicinal, entretanto de 2012 em diante há um grande protagonismo da Air Liquide no que tange a inovação nesse segmento.

Ao analisar a distribuição de patentes por *player* na série histórica (figura 36) e nos últimos 10 anos (figura 37), identificamos que o comportamento da Messer e da Air Products permanece constante, apresentando praticamente o mesmo percentual do número total de

patentes concedidas. Entretanto, há um grande aumento da participação da Air Liquide em detrimento da diminuição da Linde.

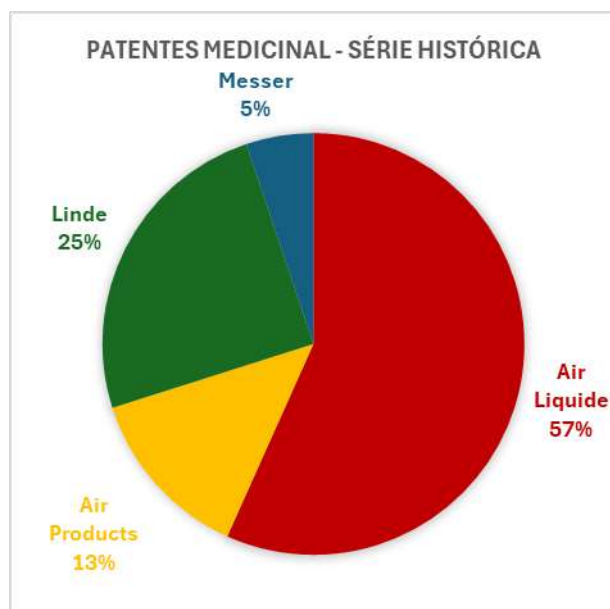


Figura 36 - Patentes Série Histórica - Cenário Global
Fonte: Elaboração Própria

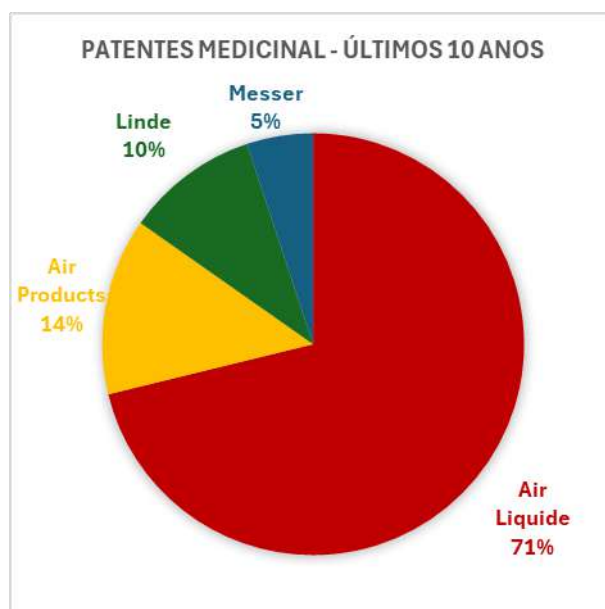


Figura 37 - Patentes Série Histórica - Cenário Global
Fonte: Elaboração Própria

7 CONCLUSÃO

O mercado de gases é altamente concentrado, com poucos *players* detendo quase a totalidade do mercado. A segmentação em *clusters* mostrou, entretanto, que há um número grande de *players* menores disputando uma fatia dos mercados regionais, em especial nas regiões Sudeste, Norte e Nordeste. É possível que tal comportamento possa ser atribuído ao tamanho da economia da região sudeste, havendo mais possíveis compradores para o mercado de gases, e às dificuldades logísticas de abastecimento das regiões norte e nordeste, abrindo espaço para a consolidação de outros *players*.

A análise de patentes depositadas pelos competidores no cenário nacional, indica uma tendência do mercado de manutenção da concentração existente com os *players* atuais, visto que as maiores empresas do segmento são justamente aquelas que mais investem em inovação. Além disso, os dados demonstram que a White Martins, líder consolidada no mercado de gases como um todo, possui o maior número de patentes no total – tanto nos últimos 10 anos quanto na série histórica – mostrando que a empresa investe em inovação há muitos anos. Entretanto, no que tange as patentes relacionadas ao segmento medicinal há uma clara vantagem da Air Liquide. O fato de não haver nenhuma patente de autoria dos *players* dos grupos B, C, D mostra que os mesmos não têm foco em inovação e sugere que a tendência do mercado é se manter concentrado com dominância de poucas empresas. Outro destaque é a ausência de patentes depositadas pela empresa IBG, menor *player* do grupo A e única empresa de capital totalmente nacional no grupo, o que pode indicar dificuldade de se tornar mais competitivo frente a *players* maiores.

No cenário internacional, apesar da Linde ser líder de mercado e possuir maior fatia do *market share*, especialmente após o processo de fusão com a Praxair, a Air Liquide se destaca com número superior de patentes. Esse dado sugere que a empresa francesa tem investido mais em inovação no setor medicinal e, como não foi possível a elaboração de *market share* específico para o segmento, pode indicar que a mesma possui posição estratégica no mercado e uma fatia do mercado medicinal superior à que apresenta no mercado de gases como um todo, tanto no cenário nacional quanto no global.

Os dados obtidos através de pesquisa na base da USPTO são semelhantes ao que foi encontrado no cenário nacional através do INPI, o que indica que as tendências do mercado internacional refletem no mercado interno.

7.1 Continuidade da Pesquisa

Em relação a continuidade dessa pesquisa, entendo que novos trabalhos seriam interessantes no sentido de se propor um *market share* específico para o mercado medicinal, tanto a nível global quanto nacional, diferenciando o mercado hospitalar e *homecare*, os quais apresentam diferentes dinâmicas de fornecimento e logística e diferenças no escopo do portfólio de produtos e serviços ofertados. Além disso, um estudo específico sobre o crescimento e consolidação de grandes *players* no mercado de saúde, como a Rede D'Or e Grupo DASA, poderá fornecer informações relevantes sobre o impacto de grandes consumidores no mercado de gases medicinais

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. **Consumo de serviços de saúde avança 10,3% após pandemia.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2024-04/consumo-de-servicos-de-saude-avanca-103> , acesso em 04 de janeiro de 2025

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Consultas.** Disponível em: <https://consultas.anvisa.gov.br/#/empresas/empresas/> , acesso em 25 de novembro de 2024

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Gases medicinais - Informações gerais.** Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/medicamentos/gases-medicinais/informacoes-gerais>, acesso em 16 de agosto de 2024

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Instrução Normativa IN Nº 129.** 2022

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Instrução Normativa IN Nº 301.** 2024

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC Nº 658.** 2022

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC Nº 870.** 2024

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC Nº 887.** 2024

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Nota Técnica Nº 34/2020/SEI/GMESP/GGMED/DIRE2/ANVISA: Enquadramento de gases medicinais como medicamento.** 2020

AGUIAR, M. B. S. **Avaliação dos Sistemas Concentradores de Oxigênio do tipo PSA.** Brasília: Universidade Federal de Brasília (UNB), 2023

AIR LIQUIDE. **Ar Sintético Medicinal.** Disponível em: <https://br.healthcare.airliquide.com/nossas-solucoes/gases-medicinais/ar-sintetico-medicinal>, acesso em 27 de agosto de 2024

AIR LIQUIDE. **Cilindros, Dewars e LCs.** Disponível em: <https://br.airliquide.com/cilindros-dewars-e-lcs>, acesso em 12 de dezembro de 2024

AIR LIQUIDE. **Criopreservação.** Disponível em: <https://br.healthcare.airliquide.com/aplicacoes-medicinais-criogenicas/especialidades/criopreservacao> , acesso em 25 de agosto de 2024

AIR LIQUIDE. **Equipamentos Médicos.** Disponível em: <https://br.healthcare.airliquide.com/nossas-solucoes/equipamentos-medicos> , acesso em 13 de janeiro de 2025

AIR LIQUIDE. **Modos de Fornecimento.** Disponível em: <https://br.airliquide.com/produtos-e-servicos/modos-de-fornecimento> , acesso em 20 de agosto de 2024

AIR LIQUIDE. **Nitrogênio Líquido: a solução para os profissionais de Dermatologia.** Disponível em: <https://br.healthcare.airliquide.com/nitrogenio-liquido-solucao-para-os-profissionais-de-dermatologia> , acesso em 25 de agosto de 2024

AIR LIQUIDE. **Óxido Nítrico Medicinal.** Disponível em: <https://br.healthcare.airliquide.com/nossas-solucoes/gases-medicinais/oxido-nitrico-medicinal> , acesso em 06 de setembro de 2024

AIR LIQUIDE. **Ventilação Pulmonar.** Disponível em: <https://br.healthcare.airliquide.com/nossas-solucoes/equipamentos-medicos/ventilacao-pulmonar> , acesso em 06 de janeiro de 2025

AIR PRODUCTS. **Crioterapia.** Disponível em: <https://www.airproducts.com.br/applications/cryotherapy> , acesso em 20 de janeiro de 2025

AIR PRODUCTS. **Recarga de Hélio em ressonância magnética (MRI).** Disponível em: <https://www.airproducts.com.br/applications/mri-filling> , acesso em 22 de janeiro de 2025

ALMQVIST, Ebbe. **History of Industrial Gases.** Nova York: Kluwer Academic/ Plenum, 2003

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12176: Cilindros para gases – Identificação do conteúdo.** 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13587: sistema concentrador de oxigênio (SCO) para uso em sistema centralizado de oxigênio medicinal.** 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE HOSPITAIS PRIVADOS – ANAHP. **White Martins apresenta benefícios da terapia de alta velocidade no tratamento de pacientes Covid-19.**

Disponível em: <https://www.anahp.com.br/noticias/uso-de-terapia-de-alta-velocidade-no-tratamento-de-pacientes-com-covid-19-pode-contribuir-para-melhores-desfechos/> , acesso em 6 de janeiro de 2025

AYRES, I. **Rationalizing Antitrust Cluster Markets.** The Yale Law Journal, Vol. 95, No. 1. New Haven: 1985

AYUB CLÍNICA MÉDICA. **O que é videolaparoscopia ?.** Disponível em: <https://ayub.med.br/o-que-e-videolaparoscopia/> , acesso em 22 de janeiro de 2025

AZAMBUJA, C. M. **Modelagem, simulação e análise de eficiência de uma planta de separação de ar.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2017

BORSCHIVER, S; OROSKI, F. **A História do Gás Industrial no Brasil.** Rio de Janeiro: NEITEC, 2012

CARBOXI GASES. Disponível em: <https://carboxigases.com/> , acesso em 15 de dezembro de 2024

CITY GAS. **Você sabe identificar os cilindros pelas cores (de acordo com as normas da ABNT)?.** Disponível em: <https://citygas.com.br/blog/voce-sabe-identificar-os-cilindros-pelas-cores-de-acordo-com-as-normas-da-abnt/> , acesso em 19 de janeiro de 2025

CNN BRASIL. **Hospitalização Domiciliar: modelo inovador revoluciona o setor de saúde.** Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/branded-content/saude/hospitalizacao-domiciliar-modelo-inovador-revoluciona-o-setor-de-saude/> , acesso em 07 de janeiro de 2025

CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. **Superintendência-Geral conclui parecer sobre a fusão entre Praxair e Linde.** Disponível em: <https://www.gov.br/cade/pt-br/assuntos/noticias/superintendencia-geral-conclui-parecer-sobre-a-fusao-entre-praxair-e-linde>, acesso em 13 de janeiro de 2025

CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE. **Premiação inédita revela os melhores hospitais públicos do Brasil.** Disponível em: <https://www.conass.org.br/ranking-inedito-revela-os-melhores-hospitais-publicos-do-brasil/> , acesso em 04 de janeiro de 2025

COSTA, G.A. **Regulação dos Gases Medicinais no Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2022.

DALPIAZ, L. M. **Análise do Fornecimento dos Produtos da Destilação Criogênica do Ar**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2010

DELORME, B. G. R. **Análise Competitiva do Mercado de Gases Industriais**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2019

ECONODATA. **Consulta de empresas por nome e CNPJ**. Disponível em: <https://www.econodata.com.br/consulta-empresa> , acesso em 26 de novembro de 2024

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HOSPITAIS, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Cenário dos Hospitais no Brasil 2021-2022**. Disponível em: <http://cnsaude.org.br/wp-content/uploads/2022/07/CNSAUDE-FBH-CENARIOS-2022.pdf> , acesso em 7 de janeiro de 2025

G1. **Vida após a morte? Bilionário diz que será congelado para reviver no futuro; entenda se técnica faz sentido e o que diz a ciência**. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2023/05/10/bilionario-diz-que-sera-congelado-para-reviver-no-futuro-entenda-se-tecnica-faz-sentido-e-o-que-diz-a-ciencia.ghtml> , acesso em 22 de janeiro de 2025

GAZZON GASES INDUSTRIAIS. Disponível em: <https://www.gazzon.com.br/index.php> , acesso em 15 de dezembro de 2024

GGN. **White Martins avisa que precisará mudar suprimento de oxigênio em São Paulo**. Disponível em: <https://jornalggn.com.br/saude/white-martins-avisa-que-precisara-mudar-suprimento-de-oxigenio-em-sao-paulo/> , acesso em 22 de janeiro de 2025

GLOWACKI, L. A. **Avaliação de efetividade de sistemas concentradores de oxigênio: Uma ferramenta em gestão de tecnologia médico-hospitalar**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2003

GRAND VIEW RESEARCH. **Global Medical Gas Market Size & Outlook, 2023-2030**. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/medical-gases-market-size/global> , acesso em 19 de dezembro de 2024

HASHEMIAN S. M. , FALLAHIAN F. **The use of heliox in critical care**. International journal of critical illness and injury science. 2014

ÍNDUSTRIA BRASILEIRA DE GASES. **Dióxido de Carbono (CO₂) - Especificações técnicas**. Disponível em: <https://www.ibg.com.br/dioxido-de-carbono.html> , acesso em 28 de agosto de 2024

ÍNDUSTRIA BRASILEIRA DE GASES. **Encontre a filial mais próxima**. Disponível em: <https://www.ibg.com.br/filiais.html> , acesso em 22 de janeiro de 2024

ÍNDUSTRIA BRASILEIRA DE GASES. **Óxido Nitroso (N₂O)**. Disponível em: <https://www.ibg.com.br/oxido-nitroso.html> , acesso em 5 de setembro de 2024

INSTITUTO BRASILEIRO DE REABILITAÇÃO E APRIMORAMENTO ESPECIALIZADO – IBRAESP. **O que é Home Care? Entenda como funciona e quais são as oportunidades do mercado de trabalho em Home Care**. Disponível em: <https://ibraesp.com.br/blog/entenda-como-funciona-e-quais-sao-as-oportunidades-do-mercado-de-trabalho-em-home-care> , acesso em 07 de janeiro de 2025

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL (INPI). **Consulta à Base de Dados do INPI**. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp> , acesso em 23 de janeiro de 2025

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL (INPI). **Parecer Técnico referente ao pedido BR102020025153-8**. Rio de Janeiro, 2023

INTERFISIO. **Administração Precoce de Óxido Nítrico como Tratamento Preventivo para Broncodisplasia Pulmonar**. Disponível em: <https://interfisio.com.br/administracao-precoce-de-oxido-nitrico-como-tratamento-preventivo-para-broncodisplasia-pulmonar/> , acesso em 22 de janeiro de 2025

LINDE. **Nitrous oxide**. Disponível em: <https://n2o-plant.com/nitrous-oxide/> , acesso em 5 de setembro de 2024

LINDE. **Supply Modes: Bulk Deliveries**. Disponível em: <https://www.linde-gas.com/what-we-offer/supply-modes/bulk-supply> , acesso em 18 de dezembro de 2024

LUMIAR HEALTHCARE. **Sobre nós**. Disponível em: <https://portal.lumiarsaude.com.br/sobre-nos/> , acesso em 22 de janeiro de 2025

LUMIAR HEALTHCARE. **Unidades**. Disponível em: <https://portal.lumiarsaude.com.br/unidades/> , acesso em 22 de janeiro de 2025

MESSER GASES BRASIL. **Argônio**. Disponível em: <https://www.messer-br.com/produtos/nitrogenio/> , acesso em 22 de agosto de 2024

MESSER GASES BRASIL. **Dióxido de Carbono**. Disponível em: <https://www.messer-br.com/produtos/dioxido-de-carbono/> , acesso em 28 de agosto de 2024

MESSER GASES BRASIL. **Hélio**. Disponível em: <https://www.messer-br.com/produtos/helio/> , acesso em 02 de setembro de 2024

MESSER GASES BRASIL. **Nitrogênio**. Disponível em: <https://www.messer-br.com/produtos/argonio/> , acesso em 21 de agosto de 2024

MESSER GASES BRASIL. **Oxigênio**. Disponível em: <https://www.messer-br.com/produtos/oxigenio/> , acesso em 20 de agosto de 2024

MESSER GASES BRASIL. **Óxido Nítrico**. Disponível em: <https://www.messer-br.com/wp-content/uploads/2020/07/Folder-Oxido-Nitrico-2020.pdf> , acesso em 06 de janeiro de 2025

MESSER GASES BRASIL. **Óxido nitroso: confira todas as aplicações e onde comprar**. Disponível em: <https://www.messer-br.com/blog/oxido-nitroso/> , acesso em 5 de setembro de 2024

MESSER GASES BRASIL. **Saúde / Healthcare**. Disponível em: <https://www.messer-br.com/solucoes/saude-healthcare/> , acesso em 20 de setembro de 2025

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA. **Tribunal do Cade aprova fusão entre Praxair e Linde**. Disponível em <https://www.gov.br/cade/pt-br/assuntos/noticias/tribunal-do-cade-aprova-fusao-entre-praxair-e-linde> , acesso em 17 de agosto de 2024

MLX – INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE GASES ESPECIAIS. Disponível em: <https://mlxgases.com.br/wp/> , acesso em 16 de dezembro de 2024

MORSCH. **Tudo sobre oxigenoterapia: tipos, indicações e protocolo médico.** Disponível em: <https://telemedicinamorsch.com.br/blog/oxigenoterapia> , acesso em 22 de janeiro de 2025

MUSEU DA PESSOA. **Um século de presença dos gases industriais no desenvolvimento do Brasil.** São Paulo, 2012

ODONTOINFANT. **Sedação Inalatória com Óxido Nítrico.** Disponível em: <https://odontoinfant.com.br/service/sedacao-inalatoria-com-oxido-nitroso/> , acesso em 22 de janeiro 2025

OXIMIL GASES. Disponível em: <https://oximil.com.br/> , acesso em 9 de dezembro de 2024

OXYNOBRE GASES INDUSTRIAIS. Disponível em: <https://oxynobre.com.br/> , acesso em 10 de dezembro de 2024

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIRIGUI. **Pacientes que usam o concentrador de oxigênio podem solicitar descontos na conta de energia.** Disponível em: http://birigui.sp.gov.br/birigui/noticias/noticias_detalhes.php?id_noticia=6219 , acesso em 22 de janeiro de 2025

QUÍMICA E DERIVADOS. **Gases Industriais: Fusão aponta reorganização do mercado.** Disponível em: <https://www.quimica.com.br/gases-industriais-fusao-aponta-reorganizacao-do-mercado/> , acesso em 12 de janeiro de 2025

REDE D'OR SÃO LUIS. **Quem somos.** Disponível em: <https://www.rededorsaoluiz.com.br/o-grupo/quem-somos> , acesso em 18 de janeiro de 2025

RUAN, C., WANG, X., WANG, C. et al. **Selective catalytic oxidation of ammonia to nitric oxide via chemical looping.** Nat Commun 13, 718. 2022

SANTOS, R. S., **Redução do consumo de energia elétrica em plantas de separação de ar com foco na atualização tecnológica.** 33º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais: São Paulo, 2018.

SPECIAL GASES DO BRASIL. Disponível em: <https://www.specialgases.com.br/nossa-historia> , acesso em 16 de dezembro de 2024

SUPER GASES – COMÉRCIO DE GASES INDUSTRIAIS E MEDICINAIS. Disponível em: <https://supergases.ind.br/> , acesso em 16 de dezembro de 2024

TAKARADA, C. S., **Análise do Processo de Separação Criogênica de Ar através do HYSYS®**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2018.

TASSO, A. C., LIMA, A. K., et al. **Sedação por óxido nitroso X anestesia geral: prós e contras. Uma revisão de literatura**. Research, Society and Development, v. 11, n. 12. Recife, 2022.

TERRA. **Messer chega às Américas após Grupo Messer e CVC concluírem aquisição, formando a maior empresa de gases com capital fechado no mundo**. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/messer-chega-as-americas-apos-grupo-messer-e-cvc-concluirem-aquisicao-formando-a-maior-empresa-de-gases-com-capital-fechado-no-mundo,9f2de276df14ad8ef50391076bfc401chfmp7b16.html> , acesso em 11 de janeiro de 2025

USPTO. **Patent Public Search**. Disponível em: <https://www.uspto.gov/patents/search/patent-public-search> , acesso em 25 de janeiro de 2025

VALOR ECONÔMICO. **Demanda alta de home care traz equilíbrio**. Disponível em: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/saude/noticia/2023/06/30/demanda-alta-de-home-care-traz-equilibrio.ghtml> , acesso em 07 de janeiro de 2025

VALOR ECONÔMICO. **Messer chega ao Brasil e vê espaço para investir mais**. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2019/03/22/messer-chega-ao-brasil-e-ve-espaco-para-investir-mais.ghtml> , acesso em 11 de janeiro de 2025

VALOR ECONÔMICO. **Os 30 maiores hospitais, laboratórios e outros serviços médicos do Brasil**. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2024/11/08/os-maiores-hospitais-laboratorios-e-outros-servicos-medicos-do-brasil.ghtml> , acesso em 18 de janeiro de 2025

VALOR ECONÔMICO. **Rede D'Or tem lucro de R\$ 1,15 bilhão no 3º tri, alta anual de 68,8%**. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2024/11/13/rede-dor-tem>

lucro-de-r-115-bilho-no-3-tri-alta-anual-de-688-pontos-percentuais.ghtml, acesso em 18 de janeiro de 2025

VALOR ECONÔMICO. **1 Rede D'Or investirá R\$ 7,5 bi até 2028 em leitos e expansão.** Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2024/09/19/rede-dor-investira-r-75-bi-ate-2028-em-leitos-e-expansao.ghtml>, acesso em 18 de janeiro de 2025

VEIGA GASES. Disponível em: <http://www.veigagases.com.br/gasesIndustriais.htm> , acesso em 17 de dezembro de 2024

VITALAIRE. **Catálogo.** Disponível em: <https://catalogo.vitalaire.com.br/#> , acesso em 07 de janeiro de 2025

WHITE MARTINS. **Fornecimento e Logística.** Disponível em <https://www.whitemartins.com.br/produtos-e-servi%C3%A7os/fornecimento-e-logistica>, acesso em 20 de agosto de 2024

WHITE MARTINS. **Suprimento de gases industriais e medicinais por meio de cilindros.** Disponível em: <https://www.whitemartins.com.br/produtos-e-servi%C3%A7os/fornecimento-e-logistica/cilindros> , acesso em 20 de janeiro de 2025

WHO-UNICEF. **Technical specifications and guidance for oxygen therapy devices.** Geneva: World Health Organization and the United Nations Children's Fund (UNICEF). 2019

ZHU, Y., LEGG, S., LAIRD, C. D., **Optimal design of cryogenic air separation columns under uncertainty.** Computers & Chemical Engineering, Volume 34, Issue 9: 2010.