



ESCOLA SUPERIOR  
DA CETESB



CETESB

**CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DA CETESB – CURSO DE PÓS - GRADUAÇÃO:  
“CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS”**

**Alexandro Welikow**

**EMERGÊNCIAS QUÍMICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO COM GASES  
MEDICINAIS**

São Paulo

2021

**Alexandro Welikow**

**EMERGÊNCIAS QUÍMICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO COM GASES  
MEDICINAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso Conformidade Ambiental com Requisitos  
Técnicos e Legais, da Escola Superior da  
CETESB, como requisito para obtenção do título  
de especialista em Conformidade Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Nobre Gouveia

São Paulo

2021



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS



AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno(a):	Alexandro Welikow	
Título do trabalho:	Emergências Químicas no Estado de São Paulo com Gases Medicinais	Turma: 2018

Avaliadores	Nota	Assinatura
Avaliador 1 Nome: Anderson Pioli	10,0	
Avaliador 2 Nome: Sandro Roberto Tomaz	10,0	
Orientadora Nome: Jorge Luiz Nobre Gouveia	10,0	
Nota final	10,0	
Aprovado em São Paulo, 19 de agosto de 2021.		

Ciência do aluno(a) nome: <i>Alexandro Welikow</i>	Assinatura  16.09.2021
---	------------------------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

Aluno(a):	Alexandro Welikow	
Título do trabalho:	Emergências Químicas no Estado de São Paulo com Gases Medicinais	Turma: 2018

Observações:

Ciência do aluno(a) nome:	<i>Alexandro Welikow</i>	Assinatura	<i>Alexandro Welikow</i>
---------------------------	--------------------------	------------	--------------------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

## DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

W475e Welikow, Alexandro  
Emergências químicas no estado de São Paulo com gases medicinais /  
Alexandro Welikow. – São Paulo, 2021.  
43 p. : il. p&b ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Nobre Gouveia.  
Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Conformidade Ambiental)  
– Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e  
Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2021.  
Disponível também em: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>.

1. Acidentes ambientais 2. Emergências químicas 3. Gases medicinais 4.  
Prevenção – acidentes 5. São Paulo (Est.). I. Gouveia, Jorge Luiz Nobre, Orient. II.  
Escola Superior da CETESB (ESC). III. Título.

CDD (21. ed. Esp.) 363.177 816 1  
628.5 816 1  
CDU (2. ed. Port.) 614.75:502.175 (815.6)  
502.175:661 (815.6)

Catologação na fonte: Sonia Teresinha Barbosa – CRB 8.3691  
Margot Terada – CRB 8.4422

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por mais essa oportunidade que compõe parte de minha caminhada neste ciclo de vida.

Agradeço também a todos que direta ou indiretamente me apoiaram nestes 2 anos de estudos, aos familiares que sempre me incentivaram e compreenderam minha ausência em alguns encontros devido às aulas; aos colegas e amizades conquistadas, pela importante troca de experiências profissionais e de vida; à Coordenação pelo suporte e atenção a todos nós durante o curso ( aulas, lanche e visitas externas); à Secretaria e apoio, por nos auxiliarem prontamente, em especial a Sônia, exemplo de dedicação e cuidado com o próximo e muitos professores, em especial o professor Jorge meu orientador, Lina por sua simplicidade e motivação as pessoas, disponibilidade, compreensão e sobretudo por compartilhar as experiências em cartografia no decorrer dos anos e a sua evolução.

Minha eterna gratidão à minha mãe Polina e meu pai Jakob (*in memória*), que representa o amor, a força e incentivo que me impulsionam constantemente para que eu faça sempre o meu melhor. E não menos importante, o meu muito obrigado, a minha esposa Selma e ao meu filho Alexandre, por toda compreensão e paciência a mim sempre dispensados; por me apoiar e motivar a minha pessoa em todos os momentos e desafios impostos pela vida.

Dedico estas linhas aos meus amigos do grupo Mario Sergio Bove, (amigo a mais de 35 anos), Marco Antônio Brito e Alessandra Lopes) pelos bons momentos que passamos e apoio que tive de vocês durante todo o curso. Obrigado a todos vocês e esta conquista é de todos nós!!!

## RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo quantificar e identificar as principais causas, locais, vítimas, frequência de ocorrência e os principais meios atingidos pelos acidentes ocorridos no estado de São Paulo com gases medicinais nos últimos 15 anos atendidos pela CETESB. O trabalho apresenta, um levantamento bibliográfico sobre as principais agências reguladoras e legislação vigente relacionada ao assunto. Também são apresentados alguns dos principais acidentes envolvendo gases medicinais no Brasil com ênfase no estado de São Paulo. O trabalho identificou 45 acidentes envolvendo gases medicinais atendidos pela CETESB. Desse total de acidentes foram contabilizadas 67 vítimas. Constatou-se uma média de mais de 3 acidentes por ano. Os dados apresentados neste trabalho podem ser utilizados como uma ferramenta para que os setores público e privado reflitam sobre suas atuais capacidades de resposta frente a estes eventos.

**Palavras-chave:** Acidentes; Emergências químicas; Gases medicinais; Prevenção.

## **ABSTRACT**

The main objective of this work is to quantify and identify the main causes, places, victims, frequency of occurrence and the main means affected by accidents that occurred in the state of São Paulo with medicinal gases in the last 15 years attended by CETESB. The work presents a bibliographical survey on the main regulatory agencies and current legislation related to the subject. Some of the main accidents involving medicinal gases in Brazil are also presented, with an emphasis on the state of São Paulo. The work identified 47 accidents involving medicinal gases attended by CETESB. From this total of accidents were accounted for 67 victims. An average of more than 3 accidents per year was found. The data presented in this work can be used as a tool for the public and private sectors to reflect on their current response capacities to these events.

**Keywords:** Accidents; Control; Medicinal gases; Prevention.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Regulamentação por RCD da ANVISA sobre gases medicinais .....	9
<b>Tabela 2</b>	Acidentes noticiados com gases medicinais em ambiente hospitalar no estado de São Paulo de 2014 a 2020.....	12
<b>Tabela 3</b>	Registros de acidentes envolvendo gases medicinais no estado de São Paulo nos últimos 15 anos segundo dados da CETESB. ....	15

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Número de ocorrências por ano ao longo dos 15 anos de estudo.....	19
<b>Figura 2</b> Causa dos acidentes envolvendo gases medicinais no estado de São Paulo de 2006 a 2020.....	19

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BPEC – Boas Práticas de Fabricação e Controle

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

EAS – Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

FISPQ – Ficha de Informação de Segurança dos Produtos Químicos

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

NBR – Norma Brasileira

PAE – Plano de Ação de Emergência

PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos de Rodovias para o Transporte de Produtos Perigosos

RCD – Reunião Colegiada da Diretoria

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS .....	3
2.1 Objetivo geral .....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
4 REFERENCIAL TEÓRICO .....	5
4.1 Principais gases utilizados em ambientes hospitalares .....	5
4.1.1 Oxigênio medicinal (O <sub>2</sub> ) .....	6
4.1.2 Óxido nitroso medicinal (N <sub>2</sub> O) .....	6
4.1.3 Nitrogênio medicinal (N <sub>2</sub> ).....	7
4.1.4 Dióxido de carbono medicinal (CO <sub>2</sub> ).....	7
4.1.5 Ar comprimido medicinal .....	7
4.1.6 Hélio .....	8
4.1.7 Vácuo clínico .....	8
4.2 Legislação vigente .....	9
4.3 Acidentes envolvendo gases medicinais no transporte e em ambientes hospitalares ocorridos no estado de São Paulo .....	12
4.3.1 Acidente em Mogi das Cruzes, São Paulo .....	13
4.3.2 Acidente em São Bernardo dos Campos, São Paulo .....	13
4.3.3 Acidente em São Paulo, SP .....	13
4.3.4 Acidente em São Paulo, SP .....	14
4.3.5 Acidente em São Sebastião, SP.....	14
4.4 Planilha dos acidentes atendidos pela CETESB.....	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5.1 Acidentes atendidos pela CETESB.....	18
5.2 Proposta para redução de acidentes envolvendo o manuseio e o transporte de gases medicinais incluindo um modelo de <i>checklist</i> . .....	21
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento na procura por serviços de saúde e internações hospitalares, potencializou as necessidades de padronização dos insumos utilizados nestes ambientes bem como em sua infraestrutura para a manutenção da vida durante a internação do ser humano neste, estas padronizações tornaram os ambientes mais seguros e eficientes.

Segundo Brasil (2002) as instituições hospitalares têm a necessidade de vários materiais e equipamentos para que haja o bom funcionamento de seus equipamentos e dos serviços prestados. Além dos insumos básicos, também se faz necessário o fornecimento adequado de insumos específicos como gases medicinais, vácuo e outros.

Os gases medicinais são utilizados em hospitais, clínicas de saúde ou outros locais de interesse à saúde, bem como em tratamentos domiciliares de pacientes. E estes devem ser distribuídos a todos os setores que deles necessitam em características desejadas e ideais para o tratamento dos pacientes, com a segurança necessária, sem danos à integridade física a todos os agentes das instituições hospitalares (LOPEZ & ABREU, 2013). Além disso, devem conservar as características químicas para que não prejudique os equipamentos nem tão pouco os pacientes, estes atributos são regulamentados em legislações específicas.

Define-se os gases medicinais como 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, 2019).

Diante do uso dos gases medicinais para promover o bem-estar e salvar vidas, o mesmo, se for utilizado de forma inadequada por desconhecimento, imprudência ou imperícia, produz acidentes que muitas vezes trazem consequências para a vida humana e/ou ao patrimônio.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1995) o manuseio e armazenagem seguros de cilindros e as intervenções seguras quanto às instalações centralizadas de gases medicinais podem ser a diferença entre a vida ou a morte de pacientes e de todo o corpo médico e terceiros. Deste modo, é nítida a

necessidade de seguir alguns cuidados básicos em relação ao manuseio, movimentação, armazenagem, separação de cilindros, abastecimento, transporte, entre outros equipamentos que acondicionam ou fornecem gases medicinais.

Devido ao cenário de pandemia instalado decorrente da COVID19, foram verificados grandes aumentos de consumo de gases medicinais em todo o território nacional. A demanda por estes insumos aumentou e teve impacto direto sobre a indústria fornecedora e rede de distribuição, levando a uma série de acontecimentos sem precedentes anteriores e que ocasionaram um aumento nos acidentes envolvendo estes insumos, conforme pesquisa realizada nos meios de comunicação e divulgadas na mídia no estado de São Paulo. Este aumento pode não ter sido nítido nos acidentes atendidos pela CETESB, visto que, a maioria deles ocorreu em ambiente hospitalar, sem a presença deste órgão. No entanto, a pandemia de COVID-19 teve impacto direto sobre a distribuição e transporte de gases medicinais.

Este trabalho tem como caráter técnico, analisar e quantificar os acidentes ocorridos com gases medicinais atendidos pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2020 e contribuir para reduzir os acidentes neste setor por meio da aplicação das normas técnicas, recomendações de manutenção e conservação que possam ser incorporados na redução de acidentes envolvendo gases medicinais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Quantificar e identificar as principais causas, locais, vítimas, frequência de ocorrência e danos causados pelos acidentes atendidos pela CETESB no estado de São Paulo com gases medicinais nos últimos 15 anos e de acidentes veiculados pela mídia nesse período (2006 a 2020).

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Fazer um levantamento bibliográfico das principais agências reguladoras do Brasil e da legislação vigente relacionada ao assunto;
- b) Realizar pesquisa em sites de notícias sobre acidentes envolvendo gases medicinais no estado de São Paulo;
- c) Realizar pesquisa dos atendimentos emergenciais atendidos pela CETESB envolvendo gases medicinais nos últimos 15 anos, bem como, as principais causas, locais, vítimas, frequência de ocorrência desses acidentes;

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi elaborado a partir da pesquisa e histórico no estado de São Paulo referente a emergências Químicas com gases Medicinais nos últimos 15 anos (01/2006 a 12/2020) com base em estatísticas e ocorrências atendidas pela CETESB e em notícias veiculadas na mídia.

A metodologia empregada para este estudo é composta por uma pesquisa bibliográfica, que de acordo com Mendonça, Rocha e Nunes (2008) “é desenvolvida a partir de material já elaborado e disponível na forma de livros, artigos científicos, periódicos, jornais etc. A pesquisa documental é a realizada em documentos conservados no interior de órgão públicos e privados de qualquer natureza, ou com pessoas: registros, anais, regulamentos, circulares, dispositivos magnéticos e eletrônicos em geral.

Os dados foram coletados a partir do Sistema de Informações sobre Emergências Químicas (SIEQ) da CETESB, no qual serão avaliadas as causas e impactos causados, devido a situação encontrada, sendo posteriormente analisados de forma técnica com base nas normas referenciadas.

Todos os dados coletados foram inseridos na planilha do *Excel* para tabulação e geração de tabelas.

Após coleta e processamento dos dados levantados, foi possível propor, estabelecer e apontar melhorias práticas no ambiente hospitalar e no transporte com manuseio de gases medicinais que podem ocasionar acidentes.

## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo, é apresentada a fundamentação teórica que promoverá sustentação ao trabalho. Primeiramente, são apresentados os principais gases utilizados em ambientes hospitalares, sua descrição, usos e características principais. Posteriormente a legislação vigente e seus principais pontos em relação aos gases medicinais. Por fim, será apresentada uma revisão acerca dos acidentes envolvendo gases medicinais no Brasil com ênfase no estado de São Paulo e divulgados em sites de notícias.

### **4.1 Principais gases utilizados em ambientes hospitalares**

O gás medicinal é um gás ou mistura de gases destinados a tratar ou prevenir doenças em humanos ou administrados a humanos para fins de diagnóstico médico ou para restaurar, corrigir ou modificar funções fisiológicas (SÃO PAULO, 2011). Os gases medicinais são gases utilizados, direta ou indiretamente aos pacientes, em ambulatórios, instituições hospitalares, consultórios odontológicos, entre outros

Sua apresentação é variada e, podem estar na forma líquida ou gasosa. Ou ainda podem ser utilizados puros ou em misturas padronizadas (LOPES & ABREU, 2013). São classificados como gases medicinais puros o oxigênio, nitrogênio, óxido nitroso e dióxido de carbono e como misturas para aplicações medicinais o ar medicinal e óxido nítrico.

A seguir, são descritas as características físicas e químicas dos gases medicinais abordados neste estudo, tais como oxigênio, óxido nitroso e ar comprimido além da especificação do sistema de vácuo para uso medicinal. Para a realização deste trabalho, foi efetuada a consulta via internet as Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) disponíveis pelos fabricantes e citados ao longo do texto.

Os gases listados a seguir, estão presentes na atmosfera e quando são direcionados para aplicações medicinais, passam por uma série de processos e tratamentos de purificação e separação entre si, para garantir a pureza e separação do ar atmosférico.

#### 4.1.1 Oxigênio medicinal (O<sub>2</sub>)

O oxigênio medicinal é um gás não inflamável, não tóxico, não corrosivo, insípido, inodoro, porém é um poderoso oxidante que causa queima vigorosa em materiais combustíveis e comburente (não queima, mas alimenta e intensifica a combustão), é altamente refrigerado na fase líquida. Constitui-se em um gás indispensável à respiração e, conseqüentemente, à vida. Sendo encontrado na atmosfera misturado a outros gases na proporção de cerca de 21% (AULER JÚNIOR, 1995; MACINTYRE, 1996).

No ambiente hospitalar têm diversas aplicações como utilização em anestésias, em casos de pneumonias, tratamento de problemas respiratórios, administração de medicamentos através de inalação ou nebulização, entre outros (BRASIL, 2002).

É fornecido na forma gasosa, em cilindros de aço, de alta pressão, até 200 Kgf/cm<sup>2</sup> (OXIGÊNIO) também na forma líquida para altos consumos (tanques criogênicos) a uma temperatura aproximada de -183° C (graus Celsius) e quando resfriado a essa temperatura passa do estado gasoso para líquido facilitando o transporte ou pode ser produzido em usinas concentradoras de oxigênio (BRASIL, 2002; MOLL et al., 2007). Segundo Brasil (2002) antes de ser inalado pelo paciente o oxigênio líquido é vaporizado, transformando-se em gás.

#### 4.1.2 Óxido nitroso medicinal (N<sub>2</sub>O)

Óxido nitroso é um gás incolor, não irritante, com odor adocicado e sabor de noz agradável e suave. É um composto inorgânico inerte, não explosivo, não inflamável, mas facilita a combustão de outras substâncias (COLLINS, 1985).

É um gás anestésico de baixa potência e solubilidade no sangue e quando administrado por via inalatória permite rápida indução e eliminação pela expiração, uma vez que não é metabolizado no organismo.

Deste modo, na medicina é utilizado em anestesia geral inalado em uma mistura com oxigênio medicinal e ar comprimido ou ainda como agente de transporte de substâncias anestésicas que pode ser utilizado para potencializar os efeitos de anestésicos inalatórios ou venosos (NOCITE, 1993), diminuindo os efeitos colaterais e a minimização do custo da anestesia possibilitando ainda a utilização de doses menores de anestésicos mais potentes (BRASIL, 2002; HOPKINS, 2005).

### **4.1.3 Nitrogênio medicinal (N<sub>2</sub>)**

O nitrogênio é um gás incolor, inodoro e insípido, não inflamável, inerte (que não reage à combustão). Devido às suas características o nitrogênio é largamente empregado nas indústrias e na medicina. Sendo um componente pouco reativo e não inflamável é utilizado sempre que se deseja uma atmosfera inerte. Na medicina é utilizado tanto na forma gasosa quanto na forma líquida. Na forma gasosa é utilizado em misturas gasosas e no funcionamento de equipamentos pneumáticos e por ser praticamente inerte não deteriora ou oxida qualquer mecanismo (WOOD, 2010).

No estado líquido é usado em procedimentos criogênicos e conservação de esperma, células embrionárias e até órgãos para transplante. Pode ser fornecido em cilindros na forma gasosa com pressão que variam entre 120 e 190 kgf/cm<sup>2</sup> ou na forma líquida à temperatura de -196°C (BRASIL, 2002).

### **4.1.4 Dióxido de carbono medicinal (CO<sub>2</sub>)**

Gás incolor, de odor levemente irritante. Pode inferir que este é um gás carbônico, utilizado em diversos níveis de pureza para diversas aplicações, mas podem ser destacados os usos para injeção de gás em cirurgias de baixa complexidade, cauterizações em dermatologia e ginecologia bem como em laboratórios para análises e pesquisas (ANVISA, 2008).

O dióxido de carbono é utilizado para insuflar o gás medicinal para cirurgias menos invasivas bem como para a estimulação respiratória durante e após a anestesia. O CO<sub>2</sub> pode ser canalizado em grandes hospitais, mas geralmente provém de um tanque (LOPES & ABREU, 2013).

### **4.1.5 Ar comprimido medicinal**

O ar comprimido medicinal é gás incolor, inodoro, seco, estéril e não inflamável. É constituído por aproximadamente 79% de nitrogênio e 21% de oxigênio, ou seja, as mesmas características do ar atmosférico.

O fornecimento de ar medicinal é essencial nos hospitais, especialmente no tratamento de doenças respiratórias. Como medicamento, o ar comprimido medicinal é administrado para absorção do organismo do paciente. Seu uso pode ser ilustrado

com a ventilação pulmonar e inalação, com o objetivo de transporte de medicamentos; tratamentos intensivos por meio de ventilação mecanizada, em detrimento a deficiência ou perda da habilidade respiratória; centros cirúrgicos, utilizando como diluidor de anestésicos (DUARTE, 2017).

Sendo os principais modelos de armazenamento e distribuição: por cilindros ou central de cilindros, tanques criogênicos junto a um dispositivo especial de mistura, e geração e distribuição por compressores. O líquido é convertido em gás através de aparelhos chamados vaporizadores, o qual passa pelo misturador e vai para a distribuição na forma gasosa (BRASIL, 2002).

O ar comprimido medicinal consiste na captação do ar atmosférico através de compressores de ar que elevam a pressão do ar atmosférico até cerca de 7 kgf/cm<sup>2</sup> para fornecimento. De maneira geral, a configuração de um sistema de fornecimento de ar medicinal comprimido é constituída de compressores, reservatórios, sistema de filtragem do ar, sistema de secagem do ar, analisadores do ar e sistema de controle (DUARTE, 2017).

#### **4.1.6 Hélio**

É classificado como um gás nobre, que não apresenta toxicidade, sendo incolor e inodoro, com densidade sete vezes menor quando comparado ao nitrogênio (PIVA, 2002; KIRKBY, 2013).

O Hélio medicinal pode ajudar o fluxo de oxigênio nas vias aéreas em pacientes com obstrução grave das vias aéreas, em situações como a obstrução das vias aéreas superiores, asma, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), bronquiolite e laringotraqueobronquite (garupa). O hélio medicinal/misturas de oxigênio torna mais fácil para o paciente o simples respirar, e como vai reduzir o trabalho de respiração, ajuda a prevenir a insuficiência respiratória (SCANLAN, 1995).

#### **4.1.7 Vácuo clínico**

Apesar do vácuo clínico estar referenciado como gás medicinal (fluido de transporte ser o ar atmosférico), este não será objeto deste estudo, devido sua obtenção ser feita através de sistema mecânico que foi projetado e construído para atender as demandas de vácuo. O vácuo clínico medicinal é usado na aspiração de

secreções dos pacientes. Essas secreções são oriundas de cirurgias, drenagens ou secreções respiratórias. O vácuo é obtido por meio de centrais de suprimento compostas por bombas, reservatórios e filtros, que formam a pressão negativa, e conduzido através de tubulações até o paciente (SANTOS, 2002).

Tem uso terapêutico, e deve ser do tipo seco, ou seja, a secreção aspirada deve ficar retido em frascos colocados junto ao paciente ou no bico de aspiração. Esses frascos devem ter uma válvula de retenção para evitar a aspiração da secreção para tubulação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1994; KARMAN, 1994).

## 4.2 Legislação vigente

O processo normativo sobre a definição, usos e especificidades dos gases medicinais foi longo e ainda passa por constantes modificações. Acerca deste conteúdo serão aqui abordados as principais legislações vigentes e o processo de regulamentação destes gases no Brasil.

As primeiras normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que tratavam dos gases medicinais, ainda vigentes, são: a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 50, de 21 de fevereiro de 2002 e a RDC nº11, de 26 de janeiro de 2006.

Em 15 de fevereiro de 2007, pela Portaria nº 100 da ANVISA, foi criado um Grupo de Trabalho de Gases Medicinais. O objetivo principal desse grupo era elaborar propostas de resoluções para registro, importação, distribuição, comercialização e boas práticas de fabricação e controle (BPEC) de gases medicinais para uso na saúde.

As principais RCDs editadas pela ANVISA e suas disposições são apresentadas na tabela 1.

**Tabela 1** Regulamentação por RCD da ANVISA sobre gases medicinais

Número da RCD	Ano	Disposição
69	2008	Dispõe sobre as boas práticas de fabricação de gases medicinais
70	2008	Dispõe sobre a notificação de gases medicinais
9	2010	Altera a RCD 69/2008 e dispõe sobre as boas práticas de fabricação dos gases medicinais
32	2011	Dispõe sobre a concessão de autorização de funcionamento para empresas fabricantes e envasadoras de gases medicinais
68	2011	Altera a RCD 70/2008 para prorrogar a notificação de gases medicinais

---

Tabela elaborada pelo autor

No entanto, a regulamentação para a produção desses produtos tem qualidade e segurança fiscalizados e normatizados pela ABNT NBR 12188 de 2013. Esta NBR tem como objetivo principal estabelecer os requisitos mínimos de qualidade dos gases, dimensionamento da vazão de projeto, alocação de equipamentos principais de fornecimento, assim como métodos e equipamentos de segurança e monitoramento para a não interrupção de fornecimento do sistema centralizado de gases medicinais consagrados.

As questões relacionadas a instalações, equipamentos e cilindros, entre outros, são normatizadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) ao regularem os pontos de recebimento e distribuição dos gases.

O armazenamento dos cilindros com gases medicinais comprimidos, deverá ser feito em um espaço coberto, segregados dos demais gases, em um espaço ventilado, proteção ao calor, piso de concreto sem desnível para permitir a movimentação, identificação das baias por tipo de gás conforme a reatividade, e deverá ter espaço para separar os cheios dos vazios, com travamento dos cilindros para evitar a queda, iluminação elétrica no local deverá obedecer as normas vigentes de instalação e dispor de iluminação de emergência no caso de troca de cilindro em horário noturno e com falta de energia elétrica.

O local / espaço deverá ter portão e o acesso restrito somente a pessoas com conhecimento, habilidade e treinamento no manuseio com cilindros.

A (NR 13), possui orientações e recomendações sobre instalações que tenham tubulações, vasos de pressão e operadores em suas unidades.

1. NBR 11.725 – Conexões e Roscas para Válvulas de cilindros para Gases Comprimidos, e alterações posteriores, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e recomendações do fabricante. (ABNT, 2008);
2. NBR 12188 – Sistemas centralizados de oxigênio, ar, óxido nitroso e vácuo para uso medicinal em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro, (ABNT, 2003);
3. NBR 12.791 – Cilindro de Aço especificado sob pressão, sem costura, para Armazenamento e Transporte de Gases a Alta Pressão (ABNT, 1996);

Todas as recomendações de segurança, quanto ao manuseio adequado de gases medicinais, devem ser verificadas nas FISPQs nos rótulos de segurança e nos símbolos de perigo disponibilizados pelos fabricantes em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 14725 - Produtos Químicos – informações sobre segurança, saúde e meio ambiente.

O transporte de gases medicinais deve obedecer às regras de transporte de produtos químicos perigosos, conforme o Decreto Federal nº 96.044/88 (BRASIL, 1988) e as resoluções da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), uma vez que os gases medicinais também são classificados como produtos perigosos e os veículos de entrega devem ser apropriados e com as devidas identificações de segurança.

Os aspectos legais para transporte rodoviário são regulados pelas seguintes normativas:

Decreto nº 96.044/88 (6 art.) (RTPP aprovado pela Res. 3.665/11, 3.762/12 e 3.886/12);

- Resolução ANTT nº 420/04, 701/04, 1.644/06;
- Resolução ANTT nº 5.232, de 14 de dezembro de 2016 Alterada pela Resolução ANTT nº 5377 de 29/06/2017;
- Resolução ANTT nº 5.848 de 25 de junho de 2019

A Resolução ANTT nº 5.848/19 retirou a obrigatoriedade do porte da Ficha de Emergência e do Envelope para Transporte. Assim, a partir de 23 de dezembro de 2019, tais documentos não serão exigidos durante o transporte rodoviário de produtos perigosos. Entretanto, importante ressaltar que segundo o art. 25 da citada Resolução em caso de emergência ou acidente, o transportador, o expedidor, o contratante, o destinatário e o fabricante dos produtos perigosos devem apresentar as informações que lhes forem solicitadas pela ANTT, pelas autoridades com circunscrição sobre a via e demais autoridades públicas envolvidas na emergência

### 4.3 Acidentes envolvendo gases medicinais no transporte e em ambientes hospitalares ocorridos no estado de São Paulo

A seguir serão apresentados alguns acidentes com gases medicinais relevantes ocorridos no estado de São Paulo a partir de informações veiculadas na mídia e nos registros de emergências químicas da CETESB.

O número de acidentes durante o manuseio de cilindros de gases comprimidos medicinais é relativamente pequeno, quando se leva em consideração o número de cilindros manuseados anualmente. Entretanto, convém não esquecer que estes acidentes podem ser violentos (explosões ou incêndios) envolvendo perdas de vidas ou danos vultosos. Pode-se comprovar, por outro lado, que a maioria destes acidentes podem ser evitados com a rígida obediência a uma série de medidas de segurança.

As instalações hospitalares, possuem quartos para o acompanhamento da recuperação dos seus pacientes durante a sua permanência. Os quartos dispõem de um sistema de alimentação e distribuição com gases medicinais ( ar comprimido, oxigênio , nitrogênio e outros) que estão montados sobre uma régua de gases acima da cabeceira da cama. Esta régua de gases, tem válvulas para a regulagem da vazão, medidor de vazão, engates rápidos que são usados com o dispositivo do aparelho de respiração no tratamento do paciente.

Devido a régua da gases possuir o gás medicinal oxigênio, este requer atenção especial, por ser oxidante e no caso de contato com substâncias orgânicas pode provocar incêndio. A régua de gases deve ser verificada com periodicidade quanto ao seu funcionamento e a vazamentos.

Nos acidentes reportados abaixo, nenhum deles ocasionaram vítimas fatais, no entanto provocaram esvaziamento de hospitais e feridos. As estatísticas acerca de acidentes em ambiente hospitalar são escassas pois, verifica-se a falta de dados oficiais sobre o assunto permite nos afirmar que os números são bem maiores que os reportados na mídia, assim como o reportado pelo Instituto Sprinkler Brasil a estimativa é de que o número noticiado e vinculado às redes sociais e mídia em geral corresponda a 3% do número total de casos.

**Tabela 2** Acidentes noticiados com gases medicinais em ambiente hospitalar no estado de São Paulo de 2014 a 2020.

Ano	Local	Consequências	Referência
-----	-------	---------------	------------

Descarga de caminhão	2014	São Paulo	Incêndio	G1, 2014
Régua de gases	2020	São Paulo	Incêndio	FOLHA, 2020
Cilindro de oxigênio	2020	São Sebastião	Princípio de Incêndio	Repórter online litoral 2020

Tabela elaborada pelo autor

#### 4.3.1 Acidente em Mogi das Cruzes, São Paulo

No dia 25 de julho de 2020 um balão de aceso atingiu as torres de uma fábrica de gases medicinais na cidade de Mogi das Cruzes, além do risco de incêndio este incidente poderia afetar a distribuição de insumos a pacientes de COVID19 da região. O empreendimento tinha brigadistas no local que foram responsáveis pela neutralização dos riscos de incêndio utilizando jatos de água, o incidente não deixou feridos (G1, 2020a)

#### 4.3.2 Acidente em São Bernardo dos Campos, São Paulo

Uma colisão ocorrida na altura do km 41, em São Bernardo do Campo, no dia 15 de setembro de 2011, na pista norte da Imigrantes, subida para São Paulo, no qual teve um saldo de 51 pessoas feridas e um óbito. A principal causa do acidente foi o nevoeiro que recaiu sobre a região e provocou o maior engavetamento na região. No trecho havia um caminhão que transportava insumo para a produção de gases medicinais (**CO<sub>2</sub> Dióxido de Carbono**) e devido a impossibilidade de remoção do conteúdo da carga do caminhão com segurança, esta foi liberada para atmosfera, atingindo o ar atmosférico (ZANCHETTA, 2011).

#### 4.3.3 Acidente em São Paulo, SP

O incêndio referenciado no noticiário no dia 25 de agosto de 2014, teve como causa, o abastecimento de um tanque com oxigênio líquido no Pronto-Socorro Municipal 21 de junho, na Freguesia do Ó, Zona Norte de São Paulo. Não foram registados feridos em decorrência do acidente.

As chamas começaram enquanto um caminhão da White Martins abastecia um depósito de oxigênio. Um motorista tentou dar partida em um carro, que explodiu. Outros quatro veículos também foram atingidos pelas chamas. As chamas não chegaram ao pronto-socorro, mas pacientes precisaram ser removidos por causa da fumaça que tomou conta do prédio. Vinte e seis pacientes foram transferidos em ambulâncias para quatro hospitais da região (G1, 2014)

#### **4.3.4 Acidente em São Paulo, SP**

Um incêndio destruiu o segundo andar do Hospital Municipal Tide Setúbal, em São Miguel Paulista, na zona leste da cidade de São Paulo, no dia 17 de setembro de 2020. Não houve registro de vítimas e o fogo foi controlado pelo Corpo de Bombeiros. Segundo relatos de funcionários do local, o fogo começou em um dos quartos da clínica médica, na régua de gases (FOLHA, 2020).

#### **4.3.5 Acidente em São Sebastião, SP**

Acidente aconteceu em unidade de saúde em São Sebastião no dia 12 de dezembro de 2020. Uma enfermeira ficou ferida e de acordo com os bombeiros, a vítima atuava no atendimento de pacientes na Unidade de Saúde do Jaraguá, na Costa Norte, quando um cilindro de oxigênio causou as chamas. O fogo no início atingiu a vítima, que foi socorrida inicialmente pelos colegas (G1, 2020b).

#### 4.4 Planilha dos acidentes atendidos pela CETESB

A CETESB disponibiliza em seu site informações detalhadas acerca dos atendimentos realizados por meio do seu sistema de informações, com base nos registros da CETESB desde 1978. O trabalho teve a pesquisa realizada nesse sistema nos últimos 15 anos (2006-2020). Foi identificado 45 acidentes envolvendo gases medicinais (Tabela 3). Os dados levantados ao longo da pesquisa trazem a data, município e local da ocorrência, causa do acidente, quantidade de produto vazado, meios atingidos e vítimas.

**Tabela 3** Registros de acidentes envolvendo gases medicinais no estado de São Paulo nos últimos 15 anos segundo dados da CETESB.

Data	Município	Causa	Produto	Quantidade Vazada	Meios Atingidos	Vítimas	Local
01/03/2006	Aguai	Tombamento	Nitrogênio líquido refrigerado	NE	NH	0	Rod.SP-340, km. 207
10/01/2007	Pariquera-açu	Tombamento	Dióxido de carbono	NE	NH	0	Rod. BR-116 km-462
29/08/2007	Barra do turvo	Tombamento	Dióxido de carbono líquido refrigerado	20000.00 Kg	AR	1	Rod. Regis Bittencourt km 565 - Sul - BR 116
21/10/2007	Mogi das cruces	Outra	Dióxido de carbono	NE	NH	0	Av. Amazonas 1100
28/10/2007	Santos	Tombamento	Nitrogênio líquido refrigerado	NE	AR	0	Rua Augusto Scaradoto, esq. C/Av.
16/01/2008	Caieiras	Incêndio	Oxigênio líquido refrigerado	23980.00 kg	AR e solo	1	Rod. dos Bandeirantes, Km 40
28/01/2008	Itapeva	Tombamento	Oxigênio comprimido	NE	AR e Solo	0	Rod. Francisco Alves Negrão km 283
25/04/2008	São Paulo	Tombamento	Dióxido de carbono líquido refrigerado	NE	AR e Solo	0	Trevo do Jaraguá, altura do Km 18 da SP-330 – Rod. Anhangüera
24/12/2008	São Paulo	Tombamento	Dióxido de carbono	NH	SOLO	0	Av. Estado, altura 9000
08/01/2009	Suzano	Abalroamento	Dióxido de carbono	NE	AR	0	Avenida Prudente de Moraes,1327
14/02/2009	Pardinho	Colisão/Choque	Dióxido de carbono	7000.00 kg	AR	0	Rod. Castelo Branco, SP 280 Km 201, sentido Oeste
30/11/2009	Guarulhos	Colisão/Choque	Oxigênio líquido refrigerado	NH	NH	2	Rod. Ayrton Senna km 24,2 sent RJ

25/01/2010	Cajati	Tombamento	Nitrogênio líquido refrigerado	20.00 t	AR	0	BR-116 – Rod. Régis Bittencourt, Km 485 - Sul
19/02/2010	São Paulo	Descarte	Oxigênio comprimido	NH	NH	0	Avenida Torres de Oliveira, 936
12/11/2010	Salto	Tombamento	Nitrogênio líquido refrigerado	NH	NH	0	Rod. Hilário Ferrari, KM 3 + 500 m - interligação SPI 97/300
04/12/2010	Tatuí	Falha Mecânica	Dióxido de carbono líquido refrigerado	NE	NH	0	SP 127, km 111
17/12/2010	Osasco	Incêndio	Oxigênio comprimido	NE	Ar	0	Rua Valter Boveri, 885
15/09/2011	São Bernardo do campo	Colisão/Choque	Dióxido de carbono líquido refrigerado	NE	NH	52	Rod. dos Imigrantes Km 41, pista norte
27/10/2011	Jarinu	Tombamento	Oxigênio líquido refrigerado	NE	Ar	1	Rod. Dom Pedro I, Km 91 + 800 metros - Norte
22/01/2012	Nazaré paulista	Falha Mecânica	Oxigênio líquido refrigerado	NE	NH	0	Rod. Dom Pedro I - km 51
17/03/2012	São Paulo	Incêndio	Oxigênio líquido refrigerado	NH	NH	0	Rod. dos Bandeirantes km 24 Norte
17/07/2012	São Paulo	Falha Mecânica	Nitrogênio líquido refrigerado	NE	NH	0	Av. Alexandre Mackenzie/Av. Presidente Altino
03/07/2012	São Paulo	Outra	Oxigênio líquido refrigerado	NE	NH	0	Ligação da Fernão Dias c/ Aricanduva
18/09/2012	Taiúva	Colisão/Choque	Nitrogênio líquido refrigerado	23000.00 l	NH	1	Rod brig. faria lima km 353 Norte
16/04/2013	Pereiras	Tombamento	Dióxido de carbono	NE	NH	0	SP-143 – Rod. Floriano de Camargo Barros - altura do Km 22
			Oxigênio comprimido	NH			
06/07/2013	Louveira	Tombamento	Nitrogênio líquido refrigerado	NH	Solo	0	Rod. Romildo Prado, km 9
18/10/2013	São Sebastião	Tombamento	Nitrogênio comprimido	NH	NH	0	SP-055 – Rod. Doutor Manoel Hyppolito do Rego, Km 137 Norte
			Óxido nitroso comprimido				
12/12/2013	Miracatu	Incêndio	Oxigênio líquido refrigerado	19960.00 M <sup>3</sup>	Ar	0	BR-116 – Rod. Régis Bittencourt, Km 404 + 600 metros Sul

13/12/2013	Americana	Colisão/Choque	Nitrogênio líquido refrigerado	NH	NH	0	SP-304 – Rod. Luiz de Queiroz, Km129 Leste
18/01/2014	Jacareí	Tombamento	Dióxido de carbono líquido refrigerado	NE	Solo	1	Estrada Municipal Abade Biagino Chief, km 5
25/02/2014	Franco da rocha	Colisão/Choque	Dióxido de carbono líquido refrigerado	23000.00 Kg	Ar	1	Rod. dos Bandeirantes, km 38
12/12/2014	São Simão	Colisão/Choque	Nitrogênio líquido refrigerado	NE	NH	0	Rod. Anhanguera - KM 279 - norte
23/02/2015	Osasco	Colisão/Choque	Nitrogênio comprimido Oxigênio comprimido	NH	NH	4	SP-330 - Rodovia Anhanguera, Km 16 + 100 metros - pista expressa Sul
27/05/2016	Jundiaí	Outra	Dióxido de carbono líquido refrigerado	NE	Ar e Solo	0	Av. da Uva, altura do nº 1555
05/06/2016	Ribeirão pires	Tombamento	Oxigênio líquido refrigerado	22000.00 kg	Ar	0	Rodoanel Mário Covas KM 92 pista interna
19/06/2016	São Paulo	Falha Mecânica	Oxigênio líquido refrigerado	NE	Ar	0	Av. Domingos de Moraes em frente ao nº 1708 sentido Jabaquara
22/05/2017	Barretos	Tombamento	Dióxido de carbono líquido refrigerado	NH	NH	0	Alça de acesso à Rod. SP 425, km 94 + 100 m
21/01/2018	Mogi das cruces	Falha Mecânica	Nitrogênio líquido refrigerado	NH	NH	0	Rod. Ayrton Senna, KM 56
13/02/2018	Aramina	Incêndio	Dióxido de carbono	NH	NH	0	Rod. Anhanguera KM 431
25/07/2018	São B. do campo	Colisão/Choque	Dióxido de carbono	NE	Ar	1	Interligação Anchieta/Imigrantes -km 3
18/09/2018	Jacupiranga	Colisão/Choque	Oxigênio comprimido	7.00 m <sup>3</sup>	Ar	0	Rod. Regis Bittencourt BR 116 km 480 Norte
07/02/2019	Franco da rocha	Tombamento	Nitrogênio líquido refrigerado	NE	Ar	1	Rod. dos Bandeirantes km 42
20/05/2019	Campinas	Tombamento	Dióxido de carbono	NH	NH	0	Rod. Bandeirantes, KM 91
21/10/2019	Guarulhos	Tombamento	Óxido nitroso comprimido	NE	NH	0	Rod. Ayrton Sena km 23 Alça de acesso da Jacu Pêssego
23/09/2020	Cubatão	Colisão/Choque	Nitrogênio líquido refrigerado	NE	Água	1	Rod. Anchieta km 50

NE: Não especificado; NH: Não Houve Fonte: CETESB. Tabela elaborada pelo autor.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

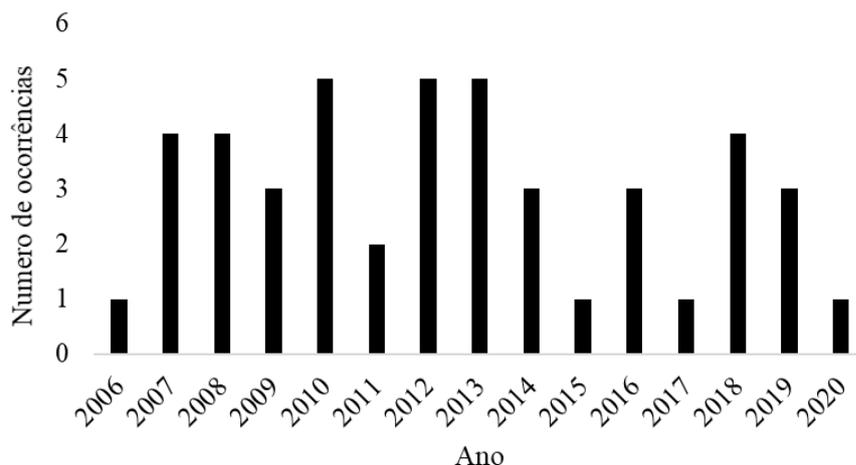
Os dados disponibilizados pela CETESB fazem referência a todos atendimentos emergenciais realizados pela Agência Ambiental Paulista no período de estudo podendo não representar todas as ocorrências no estado. Emergências químicas com gases medicinais são preocupantes, pois os gases representam riscos à segurança, à saúde da população e ao meio ambiente. A partir dos dados disponibilizados realizou-se uma triagem para a quantificação e listagem de acidentes envolvendo gases medicinais.

### **5.1 Acidentes atendidos pela CETESB**

Foram listados 45 acidentes no período e destas 68 vítimas, destas vítimas não há dados de quantas foram fatais. Um destaque especial para o acidente ocorrido na região de São Bernardo do Campo na rodovia dos Imigrantes em 2011. Destes, 1 vítima veio a óbito e os outros 51 ficaram feridos, todos envolvidos na colisão entre os veículos. Segundo a concessionária Ecovias é um dos maiores da história da via que liga a capital ao litoral de São Paulo.

Para Rodrigues (2017) a operação de transporte de produtos considerados perigosos, como os gases medicinais, oferece um grande risco, por isso deve haver treinamento baseado nas normas de segurança e acompanhamento durante a execução da operação. Além deste aspecto, deve-se considerar um plano de contingência imediato em casos de acidentes no transporte, carga e descarga dos gases.

Os anos de 2010, 2012 e 2013 foram os que mais concentraram acidentes (5), seguidos por 2007, 2008 e 2018 com 4 ocorrências cada. As ocorrências acidentais por ano são apresentadas na Figura 1.

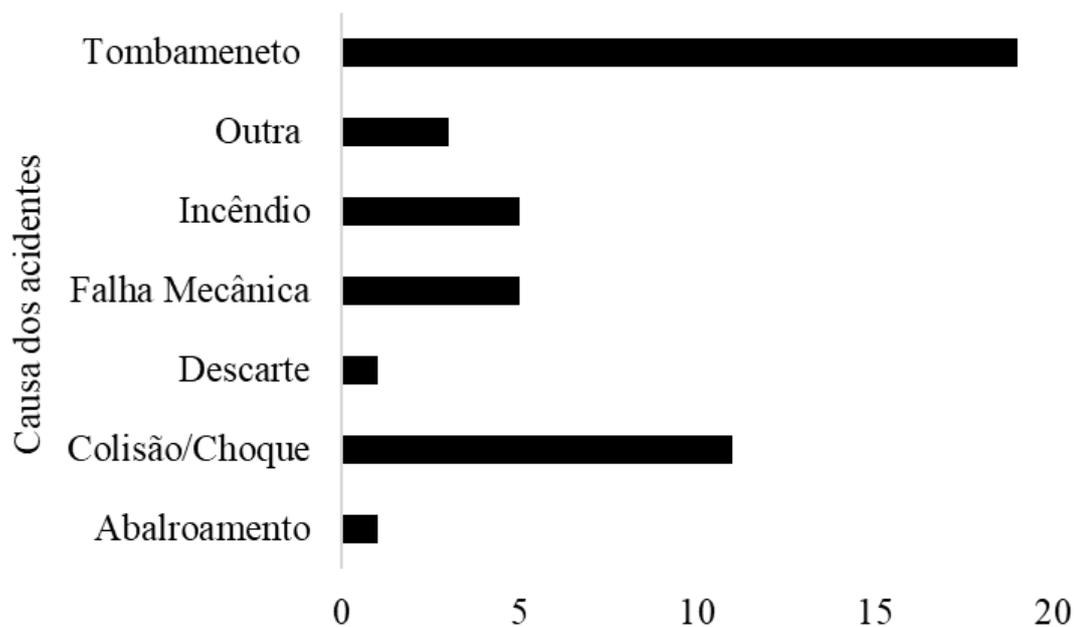


**Figura 1** Número de ocorrências por ano ao longo dos 15 anos de estudo.

Considerando a ocorrência de 45 acidentes envolvendo gases medicinais no estado de São Paulo ao longo de 15 anos (2006 – 31/12/2020), tem-se uma média de mais de 3 acidentes por ano, que é um número relativamente elevado considerando o transporte de gases medicinais.

Com relação aos meios atingidos, dos 45 acidentes estudados, 22 provocaram algum tipo de dano ambiental. Destes, 14 atingiram o ar, 4 atingiram o ar e solo, 3 atingiram o solo e 1 acidente atingiu a água.

Quanto a causa dos acidentes, foram elencadas 7 principais: tombamento, incêndio, falha mecânica, descarte, colisão/choque, abalroamento e outras, conforme Figura 2



**Figura 2.** Causa dos acidentes envolvendo gases medicinais no estado de São Paulo de 2006 a 2020.

O tombamento foi responsável por 19 acidentes, seguido por colisão/choques que foi responsável por 11 acidentes e como menores causadores de acidentes estão o descarte (1) e o abalroamento (1).

De acordo com Teixeira (2005), o erro humano, causado pelo motorista, é a principal causa dos acidentes rodoviários no Brasil. Ainda de acordo com este autor o transporte de substâncias perigosas já representa um grande perigo e aliado a este fato verifica-se ainda a presença de outros fatores que podem interferir e ocasionar acidentes, como por exemplo: as condições adversas de tempo, condições do pavimento e da via, falta de sinalização, falhas mecânicas, e ação de terceiros, dentre outras.

Diante do exposto, verifica-se que a ocorrência de um acidente rodoviário envolvendo gases medicinais no estado de São Paulo é um evento plausível e que ocorre com certa frequência, razão pela qual os órgãos públicos e os Setores responsáveis pela fabricação, transporte e uso devem estar preparados para uma eventual ação de resposta que proporcione o menor impacto à saúde e à segurança pública, bem como ao meio ambiente.

No estado de São Paulo, a CETESB tem exigido no âmbito do licenciamento ambiental de rodovias das empresas administradoras de rodovias a elaboração de um “Programa de gerenciamento de riscos de rodovias para o transporte de produtos perigosos - PGR Rodovias”, de modo que possam ser implantadas ações preventivas e corretivas aos acidentes. Para cada ponto crítico identificado, o administrador deve propor uma ação preventiva aos acidentes, bem como deve elaborar o seu Plano de Ação de Emergência- PAE para que possa realizar uma adequada resposta ao acidente (CETESB, 2017).

O risco oferecido pelos acidentes envolvendo gases medicinais pode ser diminuído por meio de atuações voltadas para a redução da frequência ou da probabilidade de ocorrência dos acidentes (caráter preventivo) ou na redução das consequências geradas pelo evento acidental (caráter corretivo) (ZOGRAFOS et al., 2000).

O conhecimento prévio acerca dos acidentes envolvendo gases medicinais, seus impactos, sua distribuição e frequência ao longo do período estudado, pode ser utilizado como uma ferramenta que permitirá que os órgãos públicos e o Setor privado reflitam sobre suas atuais capacidades de resposta frente a estes eventos em termos de danos à saúde da população decorrentes de acidentes envolvendo

este tipo de substâncias.

Dessa forma, os órgãos públicos poderão avaliar aspectos como tempo de resposta, se os procedimentos estão compatíveis com os perigos e riscos oferecidos pelos produtos à saúde humana, capacitação do seu corpo técnico, recursos materiais disponíveis para o cumprimento de suas atribuições e responsabilidades, infraestrutura hospitalar, infraestrutura para abrigar pessoas evacuadas, dentre outros. (Haddad, 2017)

## **5.2 Proposta para redução de acidentes envolvendo o manuseio e o transporte de gases medicinais incluindo um modelo de *checklist*.**

Atualmente, existe uma série de fatores que colabora para o crescimento do número de casos de acidentes envolvendo gases medicinais, principalmente frente à crise da saúde evidenciada pela pandemia, onde verifica-se sobrecarga dos equipamentos e falta de prevenção a acidentes no ambiente hospitalar.

A negligência no manuseio de gases comprimidos pode facilmente causar danos extensivos à propriedade, sérios ferimentos e mesmo a morte de pessoas (UFV, 2020). Os cilindros são equipados com uma válvula de segurança que permite o escape de pequenas quantidades de gás (REVISTA BOMBEIROS EM EMERGÊNCIA, 1996). O manuseio inadequado dos cilindros e a negligência na checagem da válvula de segurança aliados a falta de equipamentos de proteção individual (EPI) foram responsáveis por um acidente com uma enfermeira em São Sebastião em 2020, no qual a vítima sofreu lesões e ocasionou um princípio de incêndio no local.

Diante do cenário reportado pela literatura e diante dos tipos de acidentes mais comuns envolvendo os gases medicinais podemos notar que um dos problemas centrais em relação aos acidentes em ambiente hospitalar com gases é a falta de manutenção preventiva em prédios já envelhecidos. A maioria dos hospitais têm estruturas antigas. Nesses imóveis, os sistemas elétricos necessitam de modernização e adequação para receber a central de gases, por exemplo. Já em relação ao transporte, as condições da malha viária do estado aliada a cargas excessivas de trabalho e a falta de treinamento específico para o transporte de gases pode ser responsável pela maioria dos acidentes com o transporte deste tipo de gás.

Os projetos arquitetônicos hospitalares atuais levam em consideração as normas de emergência, mas visando à aprovação da estrutura perante órgãos

reguladores. Para prevenir incêndios e acidentes com gases de forma eficiente, é preciso ter um planejamento mais detalhado, que considere receber apoio de engenheiros com maior vivência de segurança.

Todos os hospitais usam gases medicinais nos quartos para tratamento de seus pacientes, para facilitar o acesso e uso foi criado painel ou régua na cabeceira das camas, este equipamento tem por objetivo manter os gases medicinais à disposição do corpo médico, de forma a atender os pacientes com rapidez e presteza (MATTOS & SOARES, 2017).

A principal consequência de falha no sistema de régua de gases são os incêndios. Um levantamento realizado pelo Instituto Sprinkler Brasil, mostrou que 45 unidades de saúde foram incendiadas entre outubro e janeiro de 2020, representando um aumento de 96% em relação ao mesmo período de 2019. São Paulo é o Estado com mais registros com 9 casos de incêndio em 2020 e destes 1 foi ocasionado por falha na régua de gases.

Matos e Soares (2017) realizando uma perícia hospital verificaram que mesmo as normas reguladoras da ABNT demandando que as régua de cabeceira ou painel, sejam instaladas em compartimentos fisicamente separados, por vedação hermética das instalações elétricas. Os compartimentos frontais devem apresentar abertura para arejamento em caso de vazamento dos gases e na maioria dos hospitais esta norma não é seguida. Sendo responsáveis por vazamentos, incêndios e explosões. Principalmente diante da crise na saúde que estamos vivendo em decorrência da pandemia, que sobrecarregam as redes hospitalares e aumentam mais ainda os riscos existentes.

Neste contexto, o uso de um plano de manutenção assume um papel importantíssimo na prevenção de acidentes a longo prazo, de forma a possibilitar uma resposta eficaz à análise de falhas nos sistemas de régua de gases (DIDELET & RODRIGUES, 2016).

Os gases medicinais, envasados em cilindros de alta pressão ou tanques criogênicos móveis, são transportados em caminhões que garantam uma boa ventilação a fim de evitar confinamentos de gases por questões de segurança, em posição vertical e bem afixados, uma vez que os recipientes dos gases, no caso de quedas, podem provocar graves acidentes (COVISA, 2021)

Os gases medicinais liquefeitos são transportados em caminhões tanques, que se constituem de duas câmaras, uma dentro da outra, isolados por vácuo e outros

revestimentos que garantem a conservação da temperatura a níveis criogênicos. Com os gases medicinais transportados dessa forma se realiza o abastecimento dos tanques criogênicos fixos instalados nos serviços de saúde (ANVISA, 2008).

Portanto, de acordo com a ANVISA (2016) os gases medicinais somente podem ser transportados em veículos devidamente apropriados. Estão relacionados a seguir alguns cuidados que devem ser obedecidos no transporte de cilindro de gases:

1. Ao manusear os cilindros, deve manter-se as mãos e as luvas isentas de óleo ou graxa;
2. Proteger os cilindros contra choques. Não os deixar cair e sofrer impactos;
3. Transportar os cilindros sempre com o dispositivo de proteção da válvula; • nunca os utilizar como roletes ou suportes de apoio, mesmo vazios;
4. Não elevar ou transportar os cilindros por meio de cabos de aço adaptados à válvula e/ou ao capacete;
5. Verificar, antecipadamente, se todas as válvulas estão completamente fechadas e se não existem vazamentos;
6. Desconectar dos cilindros todos os equipamentos (reguladores, mangueiras) antes de seu transporte;
7. Todos os cilindros devem ser adequadamente fixados nos veículos, sempre em posição vertical

O risco associado a eventos envolvendo gases medicinais é alto. Deste modo, é apresentado a seguir uma proposta de melhoria no manuseio e uso dos gases medicinais a fim de evitar ou diminuir a ocorrência de acidentes através do uso de *checklist*.

O uso da *checklist* possibilitará a criação do hábito de verificar os itens de segurança antes de iniciar as atividades. E este será preenchido de acordo com as regras de segurança do trabalho, do uso de EPI, e usado desde o momento da descarga dos gases até o seu uso efetivo no ambiente hospitalar. A equipe somente iniciará a atividade após realizar a identificação de todos os riscos, medidas de controle, e, após concluir o respectivo planejamento da atividade. Todo o ambiente hospitalar depende de recursos humanos, tecnologia e infraestrutura e, caso não haja um equilíbrio e sinergia nessas a qualidade e a efetividade estarão comprometidas (ALBORNOZ, 2000).

A aplicação de um modelo *checklist* tem por finalidade nortear as atividades a serem executadas por uma equipe, dentro de uma rotina diária em uma unidade operacional.

O modelo de checklist deve garantir a abrangência diária na verificação dos itens operacionais e inclusive os pontos críticos do respectivo processo. A sua execução deve ser feita por pessoa habilitada e treinada para identificar as condições de trabalho e suas anormalidades.

O modelo do checklist deverá ser elaborado pela equipe, preferencialmente multidisciplinar com formações e conhecimento técnico compatível ao processo em análise e sua rotina deverá ter a sequência das etapas, limites e orientações sobre procedimentos a serem adotados.

Para a unidade de saúde que opera com cilindros de gases medicinais e tanques criogênicos (armazenamento, recebimento, consumo e distribuição) o *checklist* deverá abranger:

Para a área de armazenamento e suprimento de gases medicinais

- Vistoria e checagem diária a todos os setores que dela façam uso, e estar separado por tipo de processo;
- A folha do Checklist deve ter a data, hora, local, operador que fez a leitura e observações sobre as não conformidades e ação/ações quando for detectada
- Verificar se a pressão de operação está de acordo com a especificada e se o cilindro está cheio.
- Verificar se cada cilindro está na sua baia respectiva, cheios e / ou vazios e se estes estão presos através de correntes.
- Verificar se há vazamentos entre o cilindro e o flexível que liga a tubulação, nas válvulas entre o cilindro e a tubulação.
- Verificar se as válvulas redutoras de pressão estão funcionando corretamente e se os manômetros não estão danificados.
- Verificação diária dos painéis de controle e registrar os valores na planilha respectiva no momento da leitura
- Verificar os trechos de tubulação entre os andares, observar as pressões dos gases e se as válvulas de seção e os manômetros estão em funcionamento e inclusive, quanto a existência de vazamentos.

- As réguas de gases, instaladas nos quartos, deverão ser verificadas diariamente quanto a vazamentos, trincas, conexões e se estão conectadas de forma adequada.
- Realizar a inspeção diária nos tanques criogênicos, quando a unidade for abastecida com gases liquefeitos, com visualização no perímetro ao redor do tanque, que deverá estar cercado com alambrado e portão para acesso, e observar o evaporador, válvulas, indicadores de nível, mangueira de água, e a existência de graxa ou óleo próximo ao bocal de carregamento.

É importante destacar, que a pessoa que irá operar com os cilindros de gases medicinais, deverá ser treinada para fazer a troca dos cilindros, conhecer os riscos de cada gás, a importância das roscas de conexão entre o flexível e o cilindro, estar devidamente equipada com os EPIs respectivos e isentos de óleo.

Na Substituição de cilindros de qualquer gás e tamanho, a troca deverá ser pelo mesmo tipo de gás e cilindro, e durante a troca, adotar todos os cuidados respectivos na sequência correta de desconectar e conectar novamente o flexível e prestar atenção na posição das válvulas, e verificar quanto a vazamentos após a troca.

O cilindro vazio deverá estar com a válvula fechada e direcionado para o local respectivo de guarda na posição vertical e travado na baia respectiva.

- Ao manusear os cilindros, deve manter-se as mãos e as luvas isentas de óleo ou graxa;
- Proteger os cilindros contrachoque. Não os deixar cair e sofrer impactos;
- Transportar os cilindros sempre com o dispositivo de proteção da válvula; • nunca os utilizar como roletes ou suportes de apoio, mesmo vazios;
- Não elevar ou transportar os cilindros por meio de cabos de aço adaptados à válvula e/ou ao capacete;
- Verificar, antecipadamente, se todas as válvulas estão completamente fechadas e se não existem vazamentos;
- Desconectar dos cilindros todos os equipamentos (reguladores, mangueiras) antes de seu transporte;
- Todos os cilindros devem ser adequadamente fixados, sempre em posição vertical, separados e identificados conforme o tipo de gás e separados vazios dos cheios,

- Sugiro manter na manutenção, um caderno para o registro das manutenções feitas no sistema de gases medicinais, identificando o tipo de gás, serviço realizado, data, quem executou o serviço e deverá abranger desde a troca das válvulas, reparo nas tubulações, trocas dos flexíveis, testes de estanqueidade, testes hidrostáticos e outros serviços inerentes e que garantam o funcionamento em perfeitas condições.
- Para o setor de transporte dos gases medicinais o modelo do *checklist* deverá ser feito em duas etapas, a primeira para atender ao veículo, data, hora, placa do veículo, identificação do motorista, e deverá considerar o estado do veículo, quilometragem, pneus, freios, nível de combustível, sangria do sistema pneumático de freio (diário), sinalização das placas da ONU com o tipo de risco e produto de acordo com as orientações da ANTT, estado da carroceria, cintas para amarração dos cilindros
- No detalhe do motorista, verificar se o mesmo está com a CNH dentro do prazo de validade e o exame toxicológico dentro do prazo de validade
- O segundo checklist, deverá ser feito na carga para que o embarque seja feito na quantidade da carga, e que possa garantir a entrega do gás certo na quantidade certa no destino certo de acordo com o romaneio de transporte.
- Destaco que os veículos utilizados no transporte dos gases medicinais comprimidos, são adequados e construídos para esta finalidade da mesma forma que os veículos utilizados no transporte de gases liquefeitos.
- O motorista deverá atender as exigências legais para efetuar o transporte e deverá ter em seu poder as notas fiscais da respectiva carga transportada
- As fichas de emergências, apesar não ser obrigatório, porém a empresa deverá garantir o acesso à informação.

É necessário que ocorram cuidados pertinentes ao setor e aos funcionários que manuseiam os gases para evitar possíveis danos, desta forma utilizar profissionais qualificados e treinados, além de seguir regras adequadas para cada tipo de gás medicinal, por cada um possuir sua particularidade é de suma importância para a minimização de riscos e maior segurança na utilização e manuseio dos gases.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Baseados nos registros da CETESB ao longo de 15 anos (2006-2020) verificou-se a existência de 45 acidentes envolvendo gases medicinais, e estes tiveram um total de 67 vítimas. Constatou-se uma média de mais de 3 acidentes por ano, identificou-se ainda 7 causas principais para estes acidentes sendo que em 22 destes acidentes um dos meios naturais foram atingidos (ar, solo e água). Este trabalho também revelou por meio de uma pesquisa em notícias veiculados na mídia no período de estudo (2006 a 2020) acidentes envolvendo gases medicinais.

O risco oferecido por estes acidentes pode ser diminuído por meio de ações preventivas e corretivas. Os dados apresentados estudados neste trabalho podem ser utilizados como uma ferramenta para que os órgãos públicos e do setor privado reflitam sobre suas atuais capacidades de resposta frente a estes eventos. Podendo então, avaliar se os procedimentos atuais utilizados nestes tipos de acidentes são eficazes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRE (ANTT). **Decreto 96044/1988**: Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências. Brasília, 1988.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRE (ANTT). **Resolução nº 420/2004**: aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Brasília, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRE (ANTT). **Resolução nº 5232/2016**: aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências. Brasília, 2016.

AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRE (ANTT).. **Resolução nº 5337/2017**: aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências. Brasília, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRE. **Resolução nº 1664/2006**: aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Brasília, 2006..

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRE. **Resolução nº 701/2004**: altera a Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004. Brasília, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Consulta Pública nº 135, de 02 de março de 2016**. Proposta de inclusão de capítulo na Farmacopeia Brasileira: Gases Medicinais. Rio de Janeiro, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Instrução normativa nº 38 de 22 de agosto de 2019**. Dispõe sobre Boas Práticas de Fabricação complementares a Gases Substâncias Ativas e Gases Medicinais. Rio de Janeiro, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RC 11/2006**: Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Funcionamento de Serviços que prestam Atenção Domiciliar. Rio de Janeiro, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RC 69/2008**: Dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação de Gases Medicinais. Rio de Janeiro, 2008. .

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Segurança no Ambiente Hospitalar. Brasília, 1995. 172 p. Disponível em: [https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/seguranca\\_hosp.pdf](https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/seguranca_hosp.pdf). Acesso em: 03 jun. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RC 25/2015**: Dispõe sobre a Suspensão de Prazos Relativos à Notificação de Gases Medicinais Estabelecidos na Resolução-RDC nº 68, de 16 de dezembro de 2011. Rio de Janeiro, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RC 32/2011**: Dispõe sobre os critérios técnicos para a concessão de Autorização de Funcionamento de empresas fabricantes e envasadoras de gases medicinais. Rio de Janeiro, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RC 50/2002**: Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RC 68/2011**. Dispõe sobre a concessão de autorização de funcionamento para empresas fabricantes e envasadoras de gases medicinais. Rio de Janeiro, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RC 70/2008**: Dispõe sobre a notificação de Gases Medicinais. Rio de Janeiro, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **RC 9/2010**: Altera dispositivos da RDC nº 69, de 1º de outubro de 2008, que dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação de Gases Medicinais. Rio de Janeiro, 2010.

ALBORNOZ, L. J. C. **Determinação do ciclo de vida útil de equipamentos eletromédicos**. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/78135>. Acesso em: 20 de jul. 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12791**: Cilindro de aço, sem costura, para armazenamento e transporte de gases a alta pressão – Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11725**: Conexões e roscas para válvulas de cilindros para gases. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12188**: Sistemas centralizados de oxigênio, ar, óxido nitroso e vácuo para uso medicinal em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14725**: Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 2: Sistema de classificação de perigo. Rio de Janeiro, 2019.

AULER JÚNIOR, J. O. C.; AMARAL, R. V. G. **Assistência ventilatória mecânica**. São Paulo: Atheneu, 1995. Disponível em: <https://www.estantevirtual.com.br/livros/costa-auler-junior-gomide-do...> Acesso em: 20 de jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: capacitação a distância**. Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde, Projeto REFORSUS. Brasília, DF: MS, 2002. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos\\_gerenciamento1.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/equipamentos_gerenciamento1.pdf). Acesso em: 25 jan. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE; 1994. **Portaria n. 1884**. Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/normas\\_montar\\_centro\\_.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/normas_montar_centro_.pdf). Acesso em: 20 de jul. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. 1988. Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/antigos/d96044.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d96044.htm) Acesso em: 12 jul. 2021.

CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO, TUBULAÇÕES E TANQUES METÁLICOS DE ARMAZENAMENTO. Esta Norma Regulamentadora - **NR 13** estabelece requisitos

mínimos para gestão da integridade estrutural de caldeiras a vapor, vasos de pressão, suas tubulações de interligação e tanques metálicos de armazenamento nos aspectos relacionados à instalação, inspeção, operação e manutenção, visando à segurança e à saúde dos trabalhadores.

COLLINS, V. J. **Princípios de anestesiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1985.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). (2017b). **Programa de Gerenciamento de Riscos para Administradores de Rodovias para o Transporte de Produtos Perigosos – PGR Rodovias**, 2017.

COORDENADORIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. NOTA TÉCNICA 01 DVPSIS/COVISA/2021: Diretrizes relacionadas a gases medicinais no município de São Paulo. São Paulo, 2021. 10 p. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/nota\\_tecnica\\_01\\_2021\\_DVPSIS\\_gases\\_medicinais.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/nota_tecnica_01_2021_DVPSIS_gases_medicinais.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2021.

DIDELET, F.; RODRIGUES, J. Análise de falhas e manutenção preventiva numa central de gases medicinais. **Título: TMQ, Número Especial, 2016–Técnicas Avançadas da Qualidade**, 2016. Disponível em: <https://publicacoes.rigual.org/edesp1-16-167-179>. Acesso em: 20 de jul. 2021.

DUARTE, C. S. **Análise de fornecimento de ar medicinal por meio da destilação criogênica em uma instituição hospitalar**. Trabalho de conclusão (Graduação em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

FOLHA, de São Paulo. **Incêndio atinge Hospital Municipal Tide Setúbal, na zona leste de SP**. 2020. Elaborada por Tayguara Ribeiro. Disponível em: <<https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2020/09/incendio-atinge-hospital-municipal-tide-setubal-na-zona-leste-de-sp.shtml>>. Acesso em: 30 abr. 2021.

Repórter online Litoral. **Enfermeira fica ferida após princípio de incêndio com cilindro de oxigênio. 2020b**. Disponível em: <<https://www.reporteronlinelitoral.com.br/2020/12/12/>>. Acesso em 06 set. 2021

G1. **Pronto-socorro é esvaziado após incêndio em veículos**. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2014/08/incendio-em-veiculos-forca-pronto-socorro-remover-pacientes-em-sp.html>. Acesso em: 30 abr. 2021.

G1. **Balão aceso cai em fábrica de gases medicinais e industriais em Mogi das Cruzes**. 2020a. Elaborada por Janaína Rodrigues e Patrícia Leal. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/2020/07/25/balao-aceso-cai-em-fabrica-de-gases-medicos-e-industriais-em-mogi-das-cruzes.ghtml>. Acesso em: 13 jul. 2021.

HADAD, E.; KNISS, C. T.; RUIZ, M. S.; TEIXEIRA, C. E. Capacidade de resposta dos Órgãos Públicos aos acidentes ocorridos no transporte rodoviário de produtos químicos na cidade de São Paulo. **Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares**, 2020.

HOPKINS, P. M. Óxido Nitroso: uma droga única de importância continuada em anestesia. **Best Practice and Research Clinical Anaesthesiology**, v. 19, n. 3, p. 381-389, 2005.

KARMAN, J. **Manutenção hospitalar preditiva**. São Paulo: Pini, 1994.

KIRKBY, S.; ROBERTSON, M.; EVANS, L.; PRESTON, T. J.; TOBIAS, J. D., GALANTOWICZ, M. E.; ... & HAYES, D. Helium-oxygen mixture to facilitate ventilation in patients with bronchiolitis obliterans syndrome after lung transplantation. **Respiratory care**, v. 58, n. 4, 2013.

LOPEZ, M. P.; ABREU, F. R. CENTRAL DE GASES MEDICINAIS: CORAÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO HOSPITALAR. **Caderno de Estudos Tecnológicos**, 2013.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas prediais e industriais**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos, 1996.

MATTOS, A. S.; SOARES. I. W. **Trabalho de perícia hospitalar: RISCO DE EXPLOÇÃO E INCÊNDIO EM RÉGUAS DE DISTRIBUIÇÃO GASES MEDICINAIS EM HOSPITAIS**. Foz do Iguaçu: Cobreap, 2017. 24 p..

MENDONÇA, A. F.; ROCHA, C. R. R.; NUNES, H. P.: **Trabalhos Acadêmicos: Planejamento, execução e avaliação**. Goiânia: Faculdade Alves Farias, 2008.

MOLL, J. R. Usinas concentradoras de oxigênio: custos x benefícios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ANESTESIOLOGIA (41.:1994:Tijucas, Rio de Janeiro). **Anais...** Rio de Janeiro, 1994.

MOLL, J. R.; MOLL, A. V.; GUTTMAN, A.; TORRES FILHO, I. P.; RIBEIRO, M.; ALMEIDA, C. S.; MATHIAS, L. A. D. S. T. Usinas concentradoras de oxigênio: evolução da fração inspirada de oxigênio e repercussões no paciente anestesiado em sistema com absorvedor de CO<sub>2</sub>. Estudo piloto. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, 57, 649-657, 2007.

NOCITE, J. R. Óxido Nitroso: Perspectivas para o Ano 2000. **Revista Brasileira de Anestesiologia**. Ribeirão Preto, v. 43, n. 3, p. 157-158, mai./jun., 1993.

PIVA, J. P.; MENNA BARRETO, S. S.; AMANTÉA, S.; ZELMANOVITZ, F. Uso da mistura de hélio e oxigênio no estudo da ventilação de crianças com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría**, v. 41, n. 3, p. 145-153, 2002.

REVISTA BOMBEIROS EM EMERGÊNCIA. **Requalificação de botijões de GLP**. 5. ed. São Paulo, 1996.

RODRIGUES, F. **Logística de produtos inflamáveis e gasosos liquefeitos em caminhões tanque**. 2017. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal, Londrina, 2017.

SANTOS, R. A. L. **Sistemas Centralizados de Gases e Vácuo Medicinais – Uma Abordagem para o Gerenciamento da Tecnologia Médico Hospitalar**. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

SÃO PAULO. Secretaria de Gestão Pública. **Gases Medicinais**. v.12, fev. 2021.

SCANLAN, C. L.; THALKEN, R. **Medical gas therapy**. In: Egan DF. *Fundamentals of Respiratory Care*. St. Louis: Mosby; 1995.

TEIXEIRA, M. S. **Relatório de atendimento a acidentes ambientais no transporte rodoviário de produtos perigosos de 1983 a 2004**. CETESB, 2005.

UFV (Viçosa). **CUIDADOS COM CILINDROS DE GASES SOB PRESSÃO**. 2020. ELABORADA POR BLOG SNC.

WOOD, G. A. **Gases de Uso Hospitalar**, 2010. Disponível em: <<http://www.saj.med.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

ZANCHETTA, D. Estadão. **SOB NEBLINA ENGAVETAMENTO DE 300 VEÍCULOS NA IMIGRANTES**. 2011. Disponível em: <https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,sob-neblina-engavetamento-de-300-veiculos-na-imigrantes-mata-1-e-fere-29-imp-,773263>. Acesso em: 13 jul.2021.

ZOGRAFOS, K. G.; VASILAKIS, G. M.; GIANNOULI, I. M. Methodological framework for developing decision support systems \_DSS/ for hazardous materials emergency response operations. **Journal of Hazardous Materials**, v.71, p.503–521, 2000.