

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



AVALIAÇÃO DE RISCO QUÍMICO EM CENTROS DE ATENDIMENTO MÉDICO
VETERINÁRIO: APLICAÇÃO A ALGUNS ANESTÉSICOS VOLÁTEIS

CATHERINE ELISA MOUTEIRA FERNANDES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

ORIENTADORA:

Doutora Berta Maria Fernandes Ferreira São
Braz

COORIENTADOR

Doutor Carlo Giovanni Vaudano

2021

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



AVALIAÇÃO DE RISCO QUÍMICO EM CENTROS DE ATENDIMENTO MÉDICO
VETERINÁRIO: APLICAÇÃO A ALGUNS ANESTÉSICOS VOLÁTEIS

CATHERINE ELISA MOUTEIRA FERNANDES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutor José Manuel Chéu Limão Oliveira

ORIENTADORA:

Doutora Berta Maria Fernandes Ferreira São
Braz

VOGAIS:

Doutora Anabela de Sousa Santos da Silva

Moreira

Doutora Berta Maria Fernandes Ferreira São

Braz

COORIENTADOR:

Doutor Carlo Giovanni Vaudano

DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA TESE OU DISSERTAÇÃO

Nome: Catherine Elisa Mouteira Fernandes

**Título da Tese ou
Dissertação:** Avaliação de risco químico em Centros de Atendimento Médico Veterinário: aplicação a alguns anestésicos voláteis

Ano de conclusão: 2020

**Designação do curso de
Mestrado ou de
Doutoramento:** Dissertação de mestrado integrado em medicina veterinária

Área científica em que melhor se enquadra:

- X Clínica** Produção Animal e Segurança Alimentar
 Morfologia e Função Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

1. Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
2. Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 1 de junho de 2020

Catherine Elisa Mouteira Fernandes

Assinatura:

Agradecimentos

A realização deste curso foi o percurso mais difícil da minha vida e muitos são os que contribuíram para que fosse possível concretizar o meu sonho.

Iniciei esta caminhada com a minha filha recém-nascida a quem devo toda a minha coragem. Por ela, eu nunca desisti!

Dedico a tese ao meu marido. Agradeço-lhe por permanecer todos os dias ao meu lado, com o seu amor e apoio, por nunca me deixar desistir, por me secar as lágrimas e fazer-me rir. Por fazer seu o meu sonho e pelos abraços incansáveis que me deu.

À minha irmã gémea, a minha metade e o meu tudo, agradeço-lhe por ser a minha melhor amiga.

Ao meu pai, agradeço por ser o que sou, pelo apoio e amor incondicional em todos os momentos.

Agradeço ao meu irmão por estar sempre ao meu lado.

À minha mãe, agradeço por todo o seu amor.

À minha avó, agradeço-lhe por ter-me transmitido tudo o que sei e por ter tido a oportunidade de crescer feliz ao seu lado. Ela, que era o amor da minha vida, agora é o meu anjo da guarda.

Agradeço a todos os amigos que me encheram o coração e nunca me deixaram sozinha e aos que sempre estiveram do meu lado, eles sabem!

Um obrigado a todos os colegas que me apoiaram neste caminho universitário!

Às grandes amigas, Daniela e Raquel, por terem sido o meu grande apoio ao longo destes anos, sem elas teria sido muito mais difícil, um obrigado não chega.

Ao Dr. Rodrigo Bom, por toda a ajuda incansável que me deu e por ser uma pessoa maravilhosa.

Ao Dr. Carlo Vaudano, porque sem ele este percurso não teria sido possível, pelo seu apoio incondicional, pelos ensinamentos, pela sua ajuda, amizade e compreensão ao longo destes anos.

Agradeço a todos os meus colegas de trabalho, por tantos anos de amizade, aos abraços e sorrisos que deram. À Mara Lopes devo-lhe para sempre um obrigado por todos os sacrifícios que fez por mim, pelo carinho, ajuda e paciência.

À professora Berta São Braz, uma das melhores pessoas que conheci, agradeço pelo carinho em todos os maus momentos, a amizade, as longas conversas e pelos sorrisos nos bons momentos.

Resumo:**Avaliação de risco químico em centros de atendimento médico veterinário: aplicação a alguns anestésicos voláteis**

Nos Centros de Atendimento Médico Veterinário (CAMV), médicos veterinários, enfermeiros veterinários e auxiliares técnicos de veterinária podem estar sujeitos a uma exposição a compostos anestésicos voláteis e aos seus resíduos. Esta exposição pode ocorrer em vários cenários nomeadamente os respeitantes à manipulação e manutenção do vaporizador, do circuito anestésico, bem como dos sistemas de ventilação e de extração de gases anestésicos, sendo as fugas do anestésico considerada como um dos principais perigos de exposição. A exposição a resíduos anestésicos exalados pelos animais pode ocorrer durante e no pós-cirúrgico, sendo, neste caso, os enfermeiros veterinários os profissionais mais expostos a resíduos de gases anestésicos.

Esta exposição pode causar efeitos adversos na saúde daqueles profissionais, estando relacionados com a concentração de anestésico, frequência, duração e intensidade da exposição. Os efeitos adversos na saúde humana podem manifestar-se de forma aguda (irritação cutânea, ocular e respiratória, fadiga, náusea e cefaleias) ou de forma crónica (hepatotoxicidade, nefrotoxicidade, abortos espontâneos, alterações genéticas e aparecimento de neoplasias malignas).

De forma a minimizar o risco de ocorrência de efeitos deletérios na saúde dos profissionais, deve proceder-se à avaliação do risco químico por exposição a compostos anestésicos inalatórios e implementar um plano de gestão de risco nos CAMVs. A avaliação de risco permite identificar o perigo, os trabalhadores expostos e os cenários de exposição, de forma a gerir o risco e apresentar medidas corretivas e preventivas, que permite anular ou diminuir esse mesmo risco de exposição. As medidas corretivas incluem, em especial, a correção de anomalias e defeitos no equipamento anestésico e as medidas preventivas passam pela realização de listas de verificação, a utilização de equipamentos de proteção individual e de adaptadores de segurança para o enchimento do vaporizador e principalmente a utilização de sistema de eliminação de resíduos de anestésicos e ventilação adequada e efetiva dos espaços.

Assim, o plano de gestão efetuado e proposto neste documento, poderá ser considerado como um ponto de partida para um aumento de zelo profissional e para a implementação de medidas de segurança.

Palavras chave: Centros de atendimento médico veterinário; Gases anestésicos; Avaliação de risco; Gestão de risco; Efeitos adversos na saúde;

Abstract:

Chemical risk assessment in veterinary medical care centers: application to some volatile anesthetics

At the Veterinary Medical Assistance Centers (VAMC), veterinary doctors, veterinary nurses and veterinary technical assistants may be subject to exposure to volatile anesthetic compounds and their residues. This exposure can occur in several scenarios, namely those concerning the handling and maintenance of the vaporizer, the anesthetic circuit, as well as ventilation systems and the extraction of anesthetic gases, with the escape of the anesthetic being considered one of the main exposure hazards. Exposure to anesthetic residues exhaled by animals may occur during and after surgery, in which case veterinary nurses are the professionals most exposed to anesthetic gas residues.

This exposure may cause adverse effects on the health of those professionals, that are related to the anesthetic concentration, frequency, duration and intensity of exposure. The adverse effects on human health may manifest acutely (skin, eye and respiratory irritation, fatigue, nausea and headaches) or chronically (hepatotoxicity, nephrotoxicity, miscarriages, genetic alterations and appearance of malignant neoplasias).

In order to minimize the risk of deleterious effects on the professional's health, the chemical risk of exposure to inhaled anesthetic compounds should be assessed and a risk management plan should be implemented for VAMs. The risk assessment allows the identification of the hazard, exposed workers and exposure scenarios, in order to manage the risk and determine corrective and preventive measures, which can cancel or reduce this same risk of exposure. The corrective measures include, more specifically, correction of anomalies and defects in the anesthetic equipment and the preventive measures include the realization of checklists, the use of individual protection equipment and safety adapters for the filling of the vaporizer and especially the use of anesthetic waste disposal system and adequate and effective ventilation of the spaces.

Thus, the management plan made and proposed in this document can be considered as a starting point for an increase in professional zeal and for the implementation of safety measures.

Key words: Veterinary medical centers; Anesthetic gases; Risk assessment; Risk management; Adverse health effects;

Índice

1.	Descrição das atividades realizadas em estágio.....	1
2.	Introdução	1
3.	Contexto geral da anestesia por inalação.....	3
4.	Avaliação de risco.....	4
4.1.	Identificação do perigo	5
4.1.1.	Características dos anestésicos inalatórios.....	5
4.1.1.1.	Halotano	5
4.1.1.2.	Desflurano	6
4.1.1.3.	Enflurano	6
4.1.1.4.	Isoflurano.....	7
4.1.1.5.	Metoxiflurano.....	7
4.1.1.6.	Sevoflurano	7
4.1.1.7.	Óxido nitroso	8
4.1.2.	Toxicidade dos compostos anestésicos inalatórios.....	9
4.1.2.1.	Carcinogenicidade	11
4.1.2.2.	Mutagenicidade.....	12
4.1.2.3.	Toxicidade reprodutiva	12
4.2.	Substâncias produzidas durante procedimentos anestésicos	14
4.3.	Avaliação dose/resposta	15
4.3.1.	Limites de exposição ocupacional.....	16
4.4.	Avaliação da exposição	17
4.4.1.	Frequência, duração e ritmo da exposição.....	18
4.4.2.	Identificação dos trabalhadores expostos.....	18
4.4.3.	Vias de exposição.....	19
4.4.4.	Magnitude do risco	19
4.5.	Caracterização do perigo toxicológico e do risco ocupacional	21
5.	Gestão de risco	25
5.1.	Monitorização de concentrações de gases anestésicos no ar.....	26
5.2.	Medidas de inspeção e manutenção.....	27
5.3.	Medicina no trabalho.....	27
5.4.	Equipamentos de proteção individual e coletiva.....	28
6.	Medidas preventivas.....	29
7.	Comunicação do risco	29
7.1.	Revisão das medidas preventivas adotadas no sistema de gestão.....	30
8.	Desenvolvimento experimental.....	30
8.1.	Introdução	31
8.2.	Elaboração de um plano de gestão de risco.....	31
8.3.	Avaliação de risco.....	32
8.4.	Caracterização de risco.....	33
8.5.	Magnitude do risco.....	37
8.6.	Medidas corretivas aplicadas	38
8.7.	Medidas preventivas	38
8.7.1.	Medidas preventivas relativas ao sistema de exaustão e ventilação.....	38

8.7.2. Medidas preventivas para o enchimento do vaporizador.....	40
8.7.3. Medidas preventivas antes de iniciar procedimentos cirúrgicos.....	41
8.8. Comunicação de risco	43
8.9. Discussão.....	46
8.10. Conclusão.....	48
Referências bibliografia	49
Anexos.....	57

Índice de figuras

Figura 1 - Sistema tradicional não específico Pour-Fill.....	58
Figura 2 - Dispositivo adaptador Key-Index, tipo Funnel-Fill.....	58
Figura 3 - Sistema Quick-Fill com adaptador Easy-Fill.....	59
Figura 4 - Dispositivo adaptador AntiSpil, tipo Funnel-Fill.....	59
Figura 5 – Sistema Key-index, tipo Quick-Fill.....	60
Figura 6 - Dispositivo adaptador Easy-Fill, tipo Quick-Fill para sevoflurano.....	60
Figura 7 - Aparelho de medição da concentração de gases anestésicos atmosféricos.....	62

Índice de ilustrações

Ilustração 1 - Sistema tradicional não específico Pour-Fill.....	57
Ilustração 2 - Sistema Key-Index tipo Funnel-Fill	57
Ilustração 3 - Classificação de sistemas anestésicos Mapleson.....	68
Ilustração 4 - Sistema respiratório circular.....	68

Índice de tabelas

Tabela 1 - Propriedades físico-químicas dos anestésicos inalatórios	8
Tabela 2 - Categorias de toxicidade.....	10
Tabela 3 - Efeitos na saúde humana causados pela exposição a anestésicos inalatórios.....	12
Tabela 4 - Limites de exposição ocupacional.....	17
Tabela 5 - Gravidade de lesão	19
Tabela 6 - Graus de probabilidade de ocorrência de lesão ou dano	20
Tabela 7 - Estimativa da magnitude do risco.....	20
Tabela 8 - Intervenção em função da valorização do risco.....	21
Tabela 9 - Identificação de perigo e cenários de exposição a compostos anestésicos inalatórios	23
Tabela 10 - Lista de verificação: identificação do risco de exposição a gases anestésicos.....	35
Tabela 11 - Lista de verificação dos sistemas de eliminação de gases anestésicos.....	40
Tabela 12 - Medidas preventivas para enchimento do vaporizador.....	41
Tabela 13 - Lista de verificação antes de iniciar procedimentos cirúrgicos	42
Tabela 14 - Lista de verificação geral: identificação de risco e medidas corretivas e preventivas	44
Tabela 15 - Equipamentos de avaliação de concentração de gases anestésicos.....	61
Tabela 16 – Pictogramas de perigo	62
Tabela 17 - Primeiros socorros em caso de acidente com compostos anestésicos voláteis....	69

Lista de abreviaturas

ACGIH	Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (do inglês <i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>)
ACT	Autoridade para as Condições de Trabalho
APL	Válvula Ajustável Limitadora de Pressão (do inglês <i>Adjustable Pressure Limiting</i>)
ASA	Sociedade Americana de Anestesiologistas (do inglês <i>American Society of Anesthesiologist</i>)
CAM	Concentração Alveolar Mínima
CAMVs	Centro de Atendimento Médico Veterinário
CCOHS	Centro Canadano de Saúde e Segurança Ocupacional (do inglês <i>Canadian Center for Occupational Health and Safety</i>)
CIAV	Centro de Informação Antivenenos
DFG	Fundação Alemã de Investigação (do alemão <i>Deutsche Forschungsgemeinschaft</i>)
DGS	Direção Geral de Saúde
DL50	Dose Letal
CL50	Concentração Letal
ECHA	Agência Europeia de Produtos Químicos (do inglês <i>European Chemicals Agency</i>)
EIGA	Associação Europeia de Gases Industriais (do inglês <i>European Industrial Gases Association</i>)
EMA	Agência Europeia do Medicamento (do inglês <i>European Medicines Agency</i>)
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EU-OSHA	Agência Europeia da Segurança e Saúde no Trabalho (do inglês <i>European Agency for Safety and Health at Work</i>)
ILO	Organização Internacional do Trabalho (do inglês <i>International Labour Organization</i>)
INCHEM	Informação internacional de Segurança Química (do inglês <i>Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information</i>)
INRS	Instituto Nacional de Investigação e Segurança de França (do francês <i>Institut National de Recherche et de Sécurité</i>)
INSA	Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge
LOEL	Nível mais baixo para obtenção de um efeito observável (do inglês <i>Lowest Observed Effect Level</i>)
MAK	Concentração Máxima no local de trabalho (do alemão <i>Maximale Arbeitsplatz-Konzentration</i>)

MS	Ministério da Saúde
MSC	Ministério da Saúde e Consumo (do espanhol <i>Ministerio de la Sanidade e Consumo</i>)
NCBI	Centro Nacional de Informação Biotecnológica (do inglês <i>National Center for Biotechnology Information</i>)
NIEHS	Instituto Nacional de Ciências da Saúde Ambiental (do inglês <i>National Institute of Environmental Health Sciences</i>)
NIOSH	Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (do inglês <i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>)
NOEL	Nível Sem Efeitos Adversos Observáveis (do inglês <i>No Observed Effect Level</i>)
OEL	Limite de Exposição Ocupacional (do inglês <i>Occupational Exposure Limit</i>)
OSHA	Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (do inglês <i>Occupational Safety & Health Administration</i>)
PEL	Limite de Exposição Permitido (do inglês <i>Permissible Exposure Limit</i>)
REL	Limite de Exposição Recomendado (do inglês <i>Recommended Exposure Limit</i>)
SBA	Sociedade Brasileira de Anestesiologia
SPA	Sociedade Portuguesa de Anestesiologia
TLV	Valor Limite (do inglês <i>Threshold Limit Value</i>)
VIC	Vaporizador dentro do circuito anestésico (do inglês <i>Vaporizer Inside Circuit</i>)
VOC	Vaporizador fora do circuito anestésico (do inglês <i>Vaporizer Outside Circuit</i>)
WFSA	Federação Mundial das Sociedades de Anestesiologistas (do inglês <i>World Federation of Societies of Anesthesiologists</i>)
WHO	Organização Mundial de Saúde (do inglês <i>World Health Organization</i>)

1. Descrição das atividades realizadas em estágio

O estágio curricular decorreu no Hospital Veterinário de Oeiras, no período de 20 de janeiro de 2020 a 4 de maio de 2020, com a carga horária de 568 horas, na área de clínica de animais de companhia.

Ao longo deste período a autora estagiou em diversos serviços, como a Cirurgia, Internamento, Imagiologia, Cardiologia, Oftalmologia e Medicina Interna.

No serviço de Cirurgia, participou na preparação do paciente para cirurgia, na monitorização anestésica e auxílio do médico veterinário durante os procedimentos cirúrgicos.

Após a cirurgia procedeu à monitorização do paciente no recobro, participou na limpeza, esterilização e acondicionamento do material de cirurgia e realizou pensos (simples e Robert Jones).

No serviço de Internamento monitorizou os pacientes, auxiliou na realização de exames complementares de diagnóstico, na preparação e administração de fármacos assim como na preparação e controlo de fluidoterapia.

No serviço de Imagiologia procedeu ao auxílio do médico veterinário na realização e interpretação de radiografias e ecografias.

No serviço de Cardiologia, assistiu a consultas e procedeu ao auxílio do médico veterinário na realização de exames complementares de diagnóstico (eletrocardiografias e ecocardiografias).

No serviço de Oftalmologia assistiu a exames neuro-oftalmológicos, exames biomicroscópicos e exames de fundo do olho com oftalmoscópio e procedeu à realização de exames complementares, como teste de fluoresceína, teste de Schirmer e medição da pressão intraocular.

No serviço de Medicina Interna assistiu a consultas, onde foi possível a elaboração da anamnese, exame físico, plano de diagnóstico, administrou soro subcutâneo, realizou a limpeza de feridas e limpeza de canal auditivo externo, medição de glicémia, exames complementares de diagnóstico, preparação e administração de fármacos e plano terapêutico a instituir.

O estágio consolidou conhecimentos essenciais, adquiridos ao longo do curso de medicina veterinária e permitiu a sua aplicação prática na clínica de animais de companhia.

2. Introdução

A escolha do tema “avaliação de risco químico em centros de atendimento médico veterinário: aplicação a alguns anestésicos voláteis” deve-se ao fato de ser uma área pouco abordada em Medicina Veterinária, mas essencial na segurança ocupacional e na saúde dos funcionários que trabalham no bloco operatório e sala de recobro.

Esta dissertação pretende avaliar o risco da exposição a compostos anestésicos voláteis e os seus resíduos pelos profissionais de medicina veterinária. A parte prática desta dissertação tem então como objetivo estabelecer um plano de gestão de risco relativo à exposição a gases anestésicos que possa ser aplicado em salas de cirurgia dos CAMVs, procurando contribuir para um incremento das condições de segurança e melhoria da saúde

Os profissionais de medicina veterinária estão expostos a inúmeros medicamentos e a manipulação dos mesmos pode ter risco para a sua saúde sendo recomendado estabelecer medidas de segurança que proporcionem a sua proteção (*National Institute for Occupational Safety and Health* [NIOSH] 2010).

Os resíduos de gases anestésicos são pequenas quantidades de gases anestésicos que saem do equipamento de anestesia e acessórios do mesmo, para o ar da sala de cirurgia ou de recobro e pela respiração dos animais que foram submetidos a anestesia (NIOSH 2019).

A segurança do profissional deverá ter como objetivo a inexistência de risco ou lesões inaceitáveis, tratando-se por conseguinte da obtenção de condições que permitam minimizar, tanto quanto possível, a probabilidade de ocorrência de lesões (Comissão Europeia 2015).

O conhecimento acerca do risco inerente à exposição direta a compostos anestésicos voláteis e a identificação dos procedimentos, dos fatores de risco e das formas de exposição dos trabalhadores a esses compostos, pode permitir o planeamento e aplicação de um plano de gestão de risco, no sentido de implementar as medidas necessárias para minimizar a exposição accidental.

A informação específica para a área médico veterinária é reduzida e pouco explícita sendo na sua grande parte referente a medicina humana.

Os trabalhadores do bloco operatório, tais como médicos veterinários, enfermeiros veterinários e auxiliares técnicos de veterinária, estão sujeitos maioritariamente a uma exposição crónica a gases anestésicos em baixas concentrações (Guedes 2011; Perdigoto 2012).

Um estudo concluiu que os resíduos de gases anestésicos no ar ambiente dos blocos operatórios estão relacionados com doenças ocupacionais (Lucio et al. 2018), sendo estas definidas como quaisquer afeções causadas pela exposição a perigos ocupacionais e as manifestações dessa exposição ocorrerem imediatamente ou após longos períodos de tempo (*Center for Occupational Health and Safety* [CCOHS] 2017).

Assim deve-se identificar o risco da exposição a gases anestésicos, prevenir e controlar essa exposição, com a implementação de medidas de gestão do risco. Faz parte desta avaliação a monitorização da exposição no local de trabalho, assim como o acesso a toda a informação de segurança respetiva (Steffey et al. 2007).

3. Contexto geral da anestesia por inalação

A anestesia geral volátil é considerada uma intoxicação reversível e controlada do sistema nervoso central no animal (Seymour e Gleed 2001) e dependente da dose (Steffey et al. 2007) administrada por via inalatória com suporte de oxigénio (NIOSH 2007a).

A utilização de anestésicos voláteis permitiu que a cirurgia nos animais pudesse ser efetuada de forma mais segura em procedimentos mais demorados pelo facto de serem metabolicamente inertes ou de baixo metabolismo (Seymour e Gleed 2001) e pela possibilidade de controlar o plano anestésico, alterar a intensidade da anestesia e proporcionar uma rápida recuperação.

Este tipo de anestesia implica a passagem de um gás ou vapor anestésico através de um equipamento de anestesia volátil para o aparelho respiratório do animal (Seymour e Gleed 2001), o que permite uma anestesia precisa e segura para o paciente (Natalini 2001).

Por regra os anestésicos inalatórios são utilizados com outros fármacos, dependendo do regime anestésico veterinário utilizado, uma vez que a administração concomitante de medicamentos com ação sedativa ou analgésica pode reduzir a quantidade de anestésico inalatório necessário para a indução e manutenção da anestesia.

Os anestésicos voláteis são essencialmente compostos anestésicos de manutenção que se sucedem à indução anestésica por via intravenosa ou intramuscular de medicamentos utilizados para pré-medicação, indução e analgesia (Longnecker e Cheung 2005).

Na prática clínica a anestesia geral pode ser conseguida pelo uso de compostos anestésicos injetáveis e/ou voláteis, sendo ambos muito utilizados. Contudo as características dos anestésicos voláteis durante os procedimentos anestésicos permitem uma maior margem de segurança, e a possibilidade de reversão do plano anestésico, apenas pela diminuição da percentagem de gases libertados pelo vaporizador (Garcia 2005). Os compostos anestésicos voláteis utilizados na prática médico-veterinária em procedimentos cirúrgicos e/ou para que seja possível a contenção e manipulação dos animais, causam um conjunto de eventos reversíveis, tais como redução da atividade elétrica do sistema nervoso central com redução da transmissão nervosa, analgesia, hipnose, narcolepsia, e amnésia (Jones 2016).

As características dos anestésicos inalatórios conferem-lhes propriedades diferentes que assim interferem na escolha de anestésico mais adequado (Steffey et al. 2007). Em cirurgia veterinária os utilizados com mais frequência são o halotano, o sevoflurano e o isoflurano (Woodward 2013), sendo este último o composto anestésico de eleição (Grimm and Lamont 2007).

Os anestésicos voláteis são comercializados na forma líquida, sendo o oxigénio imprescindível para que ocorra a vaporização do anestésico e assim permita a transformação para gás e, determinado pela pressão do vapor, sendo este a pressão exercida por um vapor com o líquido que lhe deu origem, ambos em equilíbrio termodinâmico, ser administrado ao paciente (Garcia 2005). O oxigénio, armazenado a alta pressão em recipientes apropriados

como as botijas de vários volumes (figura 2), é conduzido ao circuito anestésico após a passagem por um redutor de pressão e pelo fluxómetro que controla a quantidade de oxigénio que entra no circuito anestésico (Seymour e Gleed 2001). Os concentradores de oxigénio podem ser uma alternativa pois têm capacidade de concentrar o oxigénio do ar ambiente da sala conduzindo-o para o aparelho de anestesia.

Os compostos anestésicos halogenados podem ser administrados em conjunto com diversos fármacos comumente utilizados em regimes anestésicos para a analgesia, pré-medicação e indução anestésica (Longnecker et al. 2005).

Em comparação com os anestésicos injetáveis endovenosos pode referir-se que o tempo de indução dos compostos anestésicos voláteis é mais lento (Garcia 2005).

4. Avaliação de Risco

A avaliação de risco na vertente da saúde ocupacional e toxicológica, o perigo é definido como a capacidade de uma substância causar um efeito adverso e o risco é referido como a probabilidade de ocorrer um efeito nocivo no organismo derivado da exposição a um agente químico (Oga et al. 2003).

A avaliação de risco pode ser abordada com diferentes metodologias, no entanto em toxicologia é composta por quatro etapas básicas: identificação do perigo; avaliação dose-resposta; avaliação da exposição e caracterização do risco.

O processo de avaliação de risco pretende estabelecer a probabilidade da ocorrência do efeito tóxico como consequência da exposição a gases anestésicos inalatórios. Após a avaliação de risco deve-se proceder à gestão de risco, comunicação de risco e monitorização do mesmo.

“O empregador deve avaliar os riscos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos profissionais expostos a agentes químicos e que dessa exposição possa resultar lesão na saúde dos mesmos” (DL n.º 24/2012).

No contexto de exposição a compostos químicos, deve ser aplicado o conceito “ALARA - *As Low as Reasonably Achievable*”, a exposição deve ser reduzida ou eliminada, para que o tempo e dose de exposição, sejam tão baixos quanto razoavelmente possível (Schrenk 2018).

A avaliação da exposição aos compostos anestésicos voláteis numa perspetiva ocupacional, deve ser baseada na organização e condições de trabalho, no tempo de duração da exposição, no tipo de composto anestésico, nas técnicas anestésicas utilizadas, na dimensão da sala de cirurgia e de recobro, no número de cirurgias diárias e de trabalhadores expostos, bem como o número de animais em recuperação anestésica e no tipo de ventilação (CE 2012).

4.1. Identificação do perigo

Na avaliação de risco devemos primariamente identificar o perigo de forma a obter e avaliar as informações relacionadas às propriedades tóxicas inerentes a cada composto anestésico (Freitas 2002) e avaliar se apresenta capacidade de causar efeitos deletérios à saúde (Oga et al. 2003).

Os anestésicos inalatórios estão divididos em anestésicos inorgânicos (óxido nitroso) e orgânicos. Por sua vez os orgânicos dividem-se em hidrocarbonetos (halotano) e em éteres halogenados (metoxiflurano, desflurano, enflurano, sevoflurano e isoflurano) (Seymour e Gleed 2001).

4.1.1. Características dos anestésicos inalatórios

As características físicas como a solubilidade dos gases, sendo esta referida como a quantidade total de soluto (gás) dissolvido num solvente (líquido) em equilíbrio (Steffey et al. 2007) e o gradiente de pressão nos alvéolos e no plasma, influenciam a distribuição do anestésico no organismo durante a anestesia geral nos animais (Stoelting 1999). A velocidade a que o anestésico se distribui nos tecidos depende do coeficiente de solubilidade. Este refere-se ao tempo necessário para atingir o equilíbrio entre concentração do anestésico nos alvéolos e a concentração de anestésico inspirado (Preckel e Bolten 2005; Garcia 2005).

Segundo Stoelting (1999) os tempos de indução e recuperação são rápidos quando um gás anestésico tem um baixo coeficiente de solubilidade e desta forma vai saturar os tecidos rapidamente e o sangue lentamente, o que torna a recuperação anestésica rápida. Ao invés se um composto anestésico volátil tiver um alto coeficiente solubilidade vai saturar o sangue de forma rápida e os tecidos de forma lenta, e conseqüente uma indução e uma recuperação demorada.

A concentração do anestésico num certo volume de gás é refletido na pressão do vapor (capacidade de evaporação de um gás) a uma determinada temperatura, o acréscimo da temperatura causa um aumento do número de moléculas que passam da fase líquida para a fase gasosa provocando um aumento da pressão do vapor (Steffey et al. 2007). Este é regulado pelo vaporizador no aparelho de anestesia, que deve ser adequado às propriedades físico-químicas dos compostos anestésicos (Preckel e Bolten 2005) referidos na tabela nº 1.

A exposição a um agente químico com capacidade de causar lesão no organismo depende de vários fatores, nomeadamente as características físico químicas da substância (Oga et al. 2003).

4.1.1.1. Halotano

O halotano (2-bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoroetano¹ ou 1-bromo-1-cloro-2,2,2-trifluoroetano) é um anestésico líquido altamente volátil, incolor, límpido (Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information [INCHEM] 2003), orgânico da categoria dos

organofluorados (Anders 2005) com odor característico agradável e adocicado (*National Center for Biotechnology Information* [NCBI] 2020), é incombustível, não inflamável nem explosivo (Anders 2005; NIOSH 2007b), no entanto, pode emitir gases irritantes e fumos tóxicos se contactar com fogo.

Considera-se perigoso o fato de o vapor de halotano ser mais pesado que o ar, este pode sofrer decomposição quando exposto à luz. Em contato com o fogo pode haver libertação de gases corrosivos e tóxicos como fluoreto, brometo e cloreto de hidrogénio (INCHEM 2003).

Aproximadamente 60-80% do halotano é absorvido e eliminado, no ar expirado sem sofrer metabolização, no entanto pequenas quantidades são eliminadas durante dias ou semanas através da pele (MSC 2001). Cerca de 20% do halotano inalado é metabolizado no fígado pelos citocromos P450 2E1 e 2A6. Na presença de O₂ formam-se pequenas quantidades de flúor, cloro, bromo e ácido trifluoroacético. É administrado por via inalatória (Anders 2005; ECHA 2020), permite uma rápida indução e recuperação anestésica, causa perda reversível de consciência, depressão da função cerebral e da sensibilidade (NCBI 2020). O seu uso em medicina veterinária tem diminuído uma vez que existe no mercado alternativas mais seguras (Woodward 2013).

4.1.1.2. Desflurano

O desflurano (2-(difluorometoxi)-1,1,1,2-tetrafluoroetano) caracteriza-se por ser um líquido incolor, pertencente à classe de compostos orgânicos organofluorados, que contém uma ligação química entre um átomo de carbono e um átomo de flúor (Human Metabolome Database [HMDB] 2020).

Se estiver em contato com o fogo ou com superfícies quentes podem produzir-se gases corrosivos, principalmente fluoreto de hidrogénio (INCHEM 2002a).

O coeficiente de solubilidade do desflurano (0,45) é considerado baixo, permitindo assim uma rápida indução anestésica e rápida recuperação assim que é interrompida a sua administração (Stoelting 1999). O fato de ser um composto fluorado, faz com que a pressão de vapor seja maior do que para outros compostos, mas diminui a sua potência em cerca de cinco vezes em relação ao isoflurano.

4.1.1.3. Enflurano

O enflurano, (2-cloro-1-(difluorometoxi)-1,1,2-trifluoroetano) é um éter fluorado, estável, líquido, incolor e de odor característico doce e suave (INCHEM 2002b; Alwardt, Redford e Larson 2005).

O vapor do enflurano é mais pesado do que ar, podendo causar deficiência de O₂ em espaços reduzidos (INCHEM 2002b).

. Em situações de sobreaquecimento o enflurano sofre decomposição e ocorre produção de fluoreto de hidrogénio e cloreto de hidrogénio em fumos tóxicos. Pode ser corrosivo em certos materiais como plástico e borracha (INCHEM 2002b).

A sua utilização em Portugal foi revogada em 2020 (Infarmed 2020).

4.1.1.4. Isoflurano

O isoflurano (éter 1-cloro-2,2,2-trifluoroetil difluorometílico) é um hidrocarboneto halogenado utilizado para indução e manutenção de anestesia geral. É um líquido estável, incolor, de odor pungente semelhante ao do éter, não inflamável e não explosivo, relativamente livre de efeitos colaterais significativos.

Em contacto com superfícies quentes ou com fogo, o isoflurano produz gases altamente tóxicos e corrosivos, libertando fluoreto de hidrogénio, cloreto de hidrogénio e fosfato de hidrogénio (INCHEM 2002c).

Sendo um composto anestésico líquido inalatório, é rapidamente absorvido e distribuído através da corrente sanguínea (INCHEM 2002c).

4.1.1.5. Metoxiflurano

O metoxiflurano (2,2-dicloro-1,1-difluoro-1-metoxietano), é um éter fluorado líquido (Seymour e Gleed, 2001) incolor de odor frutado (EMA 2020) e pertencente ao grupo dos compostos orgânicos.

É combustível, sofrendo decomposição pelo fogo com produção de cloreto de hidrogénio e fluoreto de hidrogénio (*International Labour Organization* [ILO] 2008).

Trata-se de um anestésico inalatório não narcótico com propriedades analgésicas que era utilizado para indução e manutenção de anestesia e para tratamento de dor aguda (EMA 2020). Contudo o metoxiflurano já não está disponível no mercado (Steffey et al. 2007).

4.1.1.6. Sevoflurano

O sevoflurano (1,1,1,3,3,3 -hexafluoro-2- fluorometoxi-propano) é um composto anestésico halogenado, comumente utilizado para indução e manutenção anestésica (EMA 2003), também considerado como um anestésico com propriedades analgésicas.

É um líquido incolor de odor agradável (Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge [INSA] 2014; CE 2015) e não inflamável (INCHEM 2002d; EMA 2003).

A evaporação rápida de sevoflurano a 20° C em espaços reduzidos pode resultar na contaminação da sala.

O modo de ação do sevoflurano inclui depressão da atividade cerebral, através do aumento da ação do inibidor ácido gama-aminobutírico (GABA) causando a perda de consciência em animais e humanos (EMA 2018).

Apenas cerca de 3% do sevoflurano inalado é metabolizado e essencialmente sob a forma de hexafluoroisopropanol.

Em contacto com superfícies quentes ou fogo ocorre decomposição, o que produz vapores corrosivos (fluoreto de hidrogénio e cloreto de hidrogénio) prejudiciais à saúde (INCHEM 2002d).

4.1.1.7. Óxido nitroso

O óxido nitroso é um gás inorgânico, inodoro (Woodward 2013) natural e incolor usualmente utilizado em medicina odontológica, sendo conhecido como o gás hilariante ou “gás do riso” (NCL 2020b). É um gás comprimido liquefeito, não inflamável e suporta combustão em temperaturas elevadas (NIOSH 2007b).

Segundo *European Industrial Gases Association* [EIGA] (2018) o óxido nitroso não é tóxico, no entanto quando inalado é inebriante e narcótico. É considerado como anestésico dissociativo, analgésico (Woodward 2013) e depressor cerebral.

Devido ao coeficiente de solubilidade ser muito baixo no sangue, a indução é rápida e atinge o equilíbrio muito rapidamente, sendo considerado um anestésico inalatório fraco e pouco potente, pode necessário a administração de grandes volumes (NIOSH 2019).

Pode ser administrado isolado ou com outros compostos anestésicos. Se a inalação ocorrer sem oxigénio, este age como um asfixiante simples.

Tabela 1 - Propriedades físico-químicas dos anestésicos inalatórios

		Halotano	Enflurano	Desflurano	Isoflurano	Metoxiflurano	Óxido nitroso	Sevoflurano
Tipo de anestésico		Hidro carboneto	Éter	Éter	Éter	Éter	Gás inorgânico	Éter
Peso molecular		197.4	184.5	168.03	184.5	164	44	187
Densidade		1.86	1.52	1.44	1.50	1.42	1.23	1.1
Pressão do vapor	20°C	244.1	171.8	88.53	239.5	22.8	51.3	21
	22°C	265.6	188.6	-	261.8	25.5	-	-
	24°C	288.3	206.6	-	285.8	28.4	-	193
*Cs		2.5	2	5.95	1.5	15	0.47	0.68

Características e propriedades físico-químicas de alguns anestésicos voláteis. Adaptado de Seymour e Gleed (2001); INCHEM; OSHA *Cs-coeficiente de solubilidade no sangue.

4.1.2. Toxicidade dos compostos anestésicos

O efeito tóxico final depende de vários fatores tais como a concentração do composto anestésico (sendo que quanto maior a concentração, maior será a rapidez e intensidade dos efeitos secundários), o tempo de exposição (refere-se ao período de contato do composto tóxico com o organismo), o índice respiratório do indivíduo (representa a quantidade de ar inalado durante um dia de trabalho), a sensibilidade ao composto (esta varia entre os indivíduos) e da periculosidade (sendo este o potencial tóxico da substância) (National Institute of Environmental Health Sciences [NIEHS] 2019).

A exposição ocupacional a compostos químicos pode ocasionar dois processos: causar acumulação de substância no organismo ou ocorrer acumulação do efeito. Estas reações podem ser imediatas, por curtos períodos ou vários anos após a exposição (Oga et al. 2003)

Os compostos químicos podem ser eliminados (sem sofrer transformação pelo organismo), serem biotransformados (mas com efeitos adversos tais como imunotoxicidade, citotoxicidade, mutagenicidade e carcinogenicidade) ou serem excretados (sob forma de metabolitos hidrossolúveis, radicais livres ou associados a elementos celulares pelas vias renal, respiratória ou através da bÍlis, saliva, suor, unhas, pêlos ou fezes) (Oga et al. 2003).

A eliminação pela via pulmonar é responsável pela excreção de gases e vapores. Parte dos compostos anestésicos voláteis é excretada através dos pulmões de forma inalterada (Seymour e Gleed 2001), por exemplo a concentração de halotano exalada é de cerca de 90% e a de isoflurano cerca de 98% (Garcia 2005).

Segundo a classificação da Direção Geral de Saúde (2018), os compostos anestésicos halogenados enquadram-se na categoria de líquidos muito voláteis a menos de 50°C, sendo caracterizados como tóxicos, nocivos, irritantes e sensibilizantes, pelo que são classificados na categoria de toxicidade grave ou muito grave (tabela nº2).

O desflurano é muito estável e cerca de 0,02% é metabolizado em ácido trifluoroacético (European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare [EDMQ] 2018), sendo excretado na urina com concentrações mensuráveis de trifluoroacetato (Natalini 2001; Direção Geral de saúde [DGS] 2018).

Segundo a *European Medicines Agency* [EMA] (2018) a metabolização do isoflurano é reduzida pois cerca de 0,2% é metabolizado pelo fígado e 95% é exalado inalterado. Os principais metabolitos potencialmente perigosos, resultantes da metabolização do isoflurano pelo citocromo P450, são o fluoreto (ião fluor) e o ácido trifluoroacético.

O halotano é um composto instável, necessita de ter na sua composição um conservante (Timol) na concentração de 0.01% (Seymour e Gleed 2001) que permite a sua estabilização e armazenamento (Garcia 2005). Embora este composto não afete o organismo nem o processo anestésico, pode acumular-se no vaporizador causando corrosão e

degradação de algumas peças de borracha, plástico ou metal. Sendo assim, o equipamento de anestesia necessita de uma revisão periódica (Garcia 2005, NCBI 2020).

A exposição ocupacional acidental ao halotano gera muita preocupação pelo fato de ter a capacidade de permanecer no ar ambiente da sala de cirurgia (Woodward 2013). O risco de inalação em salas de cirurgia que carecem de sistema de exaustão adequado é preocupante uma vez que o halotano a temperaturas de cerca de 20°C pode contaminar o ar ambiente muito rapidamente (INCHEM 2003).

Tabela 2 - Categorias de toxicidade

Caraterísticas Toxicidade	Líquido volátil (>100°C) Sólido denso	Líquido volátil (50°C -100°C) Sólido polvoroso liofilizado	Líquido muito volátil (<50°C) Aerossóis / gases	Comburentes Corrosivas Explosivas Inflamáveis
Sem classificação	Ligeira	Pouco grave	Pouco grave	Grave
Nociva/ irritante/ Sensibilizante	Pouco grave	Pouco grave	Grave	Grave
Tóxica/Corrosiva	Pouco grave	Muito grave	Muito grave	Muito grave
Muito tóxica	Grave	Muito grave	Muito grave	Muito grave

Categorias de toxicidade mediante a volatilidade do agente químico. Adaptado de Ministério da Saúde (2010).

Os efeitos resultantes da exposição a compostos halogenados são dose-dependente.

O halotano e enflurano diminuem a pressão arterial de uma forma mais notória que os restantes compostos anestésicos halogenados. Neste aspeto os mais seguros são o desflurano, isoflurano e sevoflurano, pois são melhor tolerados pelo sistema cardiovascular. O isoflurano é o que menos deprime a resposta do organismo à hipoxia, embora no geral todos os compostos anestésicos halogenados causem depressão da respiração, sendo o enflurano o anestésico mais potente (Ponsonnard et al. 2014).

Alguns dos anestésicos halogenados apresentam toxicidade hepática e renal devido aos compostos resultantes da sua metabolização ou derivados da degradação no absorvente de dióxido de carbono (Reichle e Conzen 2003). Os efeitos renais não foram descritos em situações de exposição ao sevoflurano, uma vez que este apresenta baixa solubilidade sanguínea e é eliminado de forma rápida pela via pulmonar (Ministério de la Sanidade e Consumo [MSC] 2001).

Alguns dos efeitos após a exposição a concentrações elevadas de vapores de compostos anestésicos são fadiga, irritabilidade, sonolência, náusea, alteração da coordenação motora, hepatotoxicidade e nefrotoxicidade (NIOSH 2007b) assim como ocorrência de cefaleias (ASA 1999; MSC 2001) e rápida exaustão física (ASA 1999).

Segundo Xelegati e Robazzi (2006), existe uma variedade de perigos para os profissionais de saúde, diretamente relacionados com compostos anestésicos voláteis, responsáveis por intoxicações agudas, problemas dermatológicos e neoplasias. Referem ainda que a frequência de ocorrência de abortos espontâneos, bem como infertilidade e

defeitos congênitos, foi significativamente mais elevada em profissionais mulheres do bloco operatórios do que em mulheres doutras áreas clínicas diferentes.

4.1.2.1. Carcinogenicidade

A carcinogenicidade refere-se ao processo de transformação de células normais em células malignas e baseia-se na capacidade de compostos químicos causarem cancro em animais e no homem (Schrenk 2018).

Existem três fases de transformação durante a carcinogénese, começando na fase de iniciação (na qual ocorre mutação das células com capacidade de replicação) seguindo-se a fase de promoção (em que as células sofrem várias mutações e adquirem aspeto de massa) terminando na fase de progressão (onde as células adquirem capacidade de destruir, invadir e metastizar os tecidos) (Modiano e Breen 2007).

A carcinogénese ocorre em diferentes etapas podendo os compostos químicos ser considerados promotores de tumores, quando aceleram ou facilitam as etapas iniciais da carcinogénese nas células como apoptose e morte celular, ou definidos como progressores de tumores, quando aumentam a conversão e crescimento de estágios posteriores na carcinogénese (Schrenk 2018).

O período de latência, período que ocorre desde a exposição até ao aparecimento de sintomas (*National Cancer Institute* 2020), varia nos diferentes tipos de tumor, sendo maioritariamente mais longo para tumores sólidos (cerca de 25 a 50 anos) comparativamente com tumores hematológicos (cerca de 4 a 5 anos) (DGS 2018).

O cancro é considerado (...) uma doença de génese multiprofissional com uma história natural complexa e reconhece-se que estes e outros constrangimentos têm conduzido à “invisibilidade do cancro profissional” e a um verdadeiro “silêncio epidemiológico” (DGS 2018).

No estabelecimento de causalidade de uma doença cancerígena profissional, deve-se considerar a influência de fatores externos ambientais, sociais e comportamentais, além dos fatores mais diretos, como o tipo e tempo de exposição, o período de latência, as características individuais e a idade do trabalhador durante a exposição (DGS 2018).

Estima-se que entre 2% a 8% das neoplasias malignas sejam devido aos carcinogénios ocupacionais (Mark et al. 2015).

Num estudo efetuado na Universidade de Washington, em 2016, concluiu-se que 7 % das substâncias carcinogénicas responsáveis por cancro do pulmão na população em geral eram carcinogénios ocupacionais.

Considera-se que o cancro de origem profissional é evitável, sendo fundamental a proteção dos trabalhadores. Estes têm o direito de se salvaguardar dos perigos ocupacionais e de exigir medidas de segurança (DGS 2018).

4.1.2.2. Mutagenicidade

Estudos sobre os efeitos mutagênicos ou teratogênicos causados pela exposição a perigos ocupacionais são pouco específicos, inconclusivos e controversos (Santos e Gregório 2016), não sendo suficientes para determinar com exatidão o potencial carcinogênico de uma substância química (Oga et al. 2003).

Quando a exposição de profissionais a gases anestésicos ou resíduos dos mesmos é prolongada e acima dos valores recomendados, eles são capazes de provocar lesões (dano oxidativo no ADN, aumento da frequência de micronúcleos e trocas de cromátídeos) no material genético (Lucio et al. 2018). No entanto essas alterações podem desaparecer ao fim de 2 meses de afastamento da sala de cirurgia (Nilsson et al. 2005).

Outros estudos com animais mostram efeitos teratogênicos e a morte de embriões, porém observados apenas quando expostos a concentrações muito elevadas de sevoflurano (3000-6000 ppm) (OSHA 2000). O metoxiflurano é considerado mutagênico em células germinativas e suspeito de causar defeitos genéticos no feto (ECHA 2020).

4.1.2.3. Toxicidade reprodutiva

A exposição de mulheres grávidas, puérperas ou lactantes, a compostos químicos, deve ser proibida ou condicionada (ACT 2016a), segundo a DGS (2018) certas substâncias químicas apresentam propriedades intrínsecas específicas capazes de causar lesões nos fetos, desta forma é importante realçar a advertência de perigo às mulheres grávidas.

Dependendo da integridade do sistema reprodutivo, as mulheres expostas podem sofrer efeitos adversos como alterações na fertilidade, alterações na gametogênese, anomalias estruturais e alterações de crescimento nos fetos, morte do feto e partos prematuros.

Segundo a NIOSH (2019), existe uma relação entre gases anestésicos e abortos espontâneos, no entanto ocorreram mais em instalações desprovidas de sistemas de ventilação e eliminação de resíduos anestésicos. Não se sabe ao certo qual a concentração de gás anestésico necessária para causar um aborto, ou as causas concretas desse acontecimento em profissionais na área médico-veterinária, sendo por isso necessário avaliar todos os fatores externos e profissionais que possam afetar uma gestação (NIOSH 2019).

Os efeitos na saúde causados pela exposição ocupacional a agentes anestésicos inalatórios são descritos na tabela nº 3.

Tabela 3- Efeitos na saúde humana causados pela exposição a anestésicos inalatórios

Composto anestésico	Via de exposição	Efeitos na saúde humana
Halotano	Via inalatória	Irritação do sistema respiratório (NIOSH 2007b, ECHA 2019).
	Via Ocular	Irritação e dor ocular (NIOSH 2007b, ECHA 2019), vermelhidão ocular (ECHA 2019).
	Via cutânea	Pele seca, ressequida e feridas (INCHEM 2003), eczema de contacto alérgico (NIOSH 2007b).
	Sistema nervoso	Confusão, sonolência, tontura, náusea, capacidade audiovisual reduzida, em situações mais graves podem causar inconsciência (INCHEM 2003).
	Toxicidade reprodutiva	Anomalias congénitas e partos prematuros (Woodward 2013; ECHA 2019).
Desflurano	Via inalatória	Taquiarritmia, dor de cabeça forte, tonturas, irritação do trato respiratório (INCHEM 2002a), tosse, hipersialia e laringoespasma (Natalini 2001).
	Via Ocular	Irritação ocular (WHO 2000) vermelhidão, dor (INCHEM 2002a)
	Via cutânea	Pele seca, ressequida e feridas (INCHEM 2002a).
	Sistema Nervoso	Irritabilidade, resposta anormal a estímulos, distúrbios de ansiedade e fadiga (HMDB 2020), náuseas, vertigens e perda de coordenação (EDQM 2017), inconsciência (INCHEM 2002a).
Enflurano	Via inalatória	Irritação respiratória, tosse, fraqueza, dor de garganta (INCHEM 2002b).
	Via ocular	Dor ocular (INCHEM 2002b), irritante para os olhos.
	Via cutânea	Pele seca, vermelhidão, irritaçãoa pele (INCHEM 2002b).
	Sistema nervoso	Inconsciência (INCHEM 2002b).
Isoflurano	Via inalatória	Irritação e depressão (EMA 2016; INCHEM 2002c), dor de garganta, sonolência, tosse, tontura, dor de cabeça (EMA 2016; INCHEM 2002c) e asma brônquica (NIOSH 2007b).
	Via ocular	Irritante para os olhos (WHO 2000) vermelhidão e dor (INCHEM 2002a).
	Via cutânea	Irritação da pele, vermelhidão e pele seca (INCHEM 2002c).
	Sistema nervoso	Inconsciência (Longnecker et al. 2005).

Composto anestésico	Via de exposição	Efeitos na saúde humana
Metoxiflurano	Via inalatória	Ansiedade, dor de cabeça, tonturas e sonolência, convulsões, depressão respiratória, tosse, hipoxia e asfixia, euforia e alteração da coordenação motora (INCHEM 2006)
	Via ocular	Irritação ocular, vermelhidão (INCHEM 2006).
	Via cutânea	Irritação cutânea (INCHEM 2006).
	Sistema nervoso	Depressão do sistema nervoso central, convulsões (NCBI 2020a)
Sevoflurano	Via inalatória	Irritação da via respiratória (INSA 2014), diminuição da frequência respiratória e dificuldade respiratória (EMA 2018).
	Via ocular	Pouco irritante (EMA 2003).
	Via cutânea	Pele seca e vermelhidão da pele (INCHEM 2002d).
	Cardiovasculares	Diminuição da pressão arterial, taquipneia (EMA 2018) e aumento de fluor no plasma sanguíneo (MSC 2001).
	Sistema nervoso	Dor de cabeça, náuseas, arrepios, excitação (EMA 2018) tontura, sonolência e inconsciência (INCHEM 2002d).
Óxido nitroso	Via inalatória	Dificuldade respiratória (dispneia), sonolência, dor de cabeça, em casos mais graves pode ocorrer asfixia (NIOSH 2019), irritação e inflamação da garganta e nariz (MSC 2001).
	Via ocular	Queimaduras por congelamento (NIOSH 2007b).
	Via cutânea	Queimaduras por congelamento (NIOSH 2007b).
	Via digestiva	Congelamento bucal (MSC 2001).
	Toxicidade reprodutiva	Diminuição da fertilidade e abortos espontâneos (Woodward 2013).
	Sistema nervoso alterações	Neuropatia, mieloneuropatia, fraqueza, incoordenação, amnésia (Woodward 2013), aplasia medular, depressão da resposta imunitária, alterações de percepção e alterações motoras (MSC 2001).

4.2. Substâncias produzidas durante procedimentos anestésicos

Quando os agentes anestésicos voláteis sofrem degradação pelos absorventes de dióxido de carbono (em maior ou menor grau) geram monóxido de carbono que percorre o circuito respiratório de anestesia (Coppens et al. 2006). A produção deste composto tóxico gera uma situação de risco para os profissionais e para os animais.

A absorção de dióxido de carbono por absorventes apropriados, possibilita a conservação de compostos anestésicos voláteis e evita a re-inalação de dióxido de carbono, pelo que a sua presença na sala de cirurgia é minimizada (Dosch e Tharp 2016).

Vários fatores podem interferir com a concentração de monóxido de carbono presente nas salas de cirurgia, tais como: o tipo de agente volátil (Fang et al. 1995), a taxa de administração (Dosch e Tharp 2016), a concentração anestésica utilizada, produção de dióxido de carbono pelo paciente, tipo e composição química do absorvente (Fang et al. 1995), a temperatura e a humidade da sala (Coppens et al. 2006).

Os compostos anestésicos produzem concentrações diferentes de monóxido de carbono, sendo o desflurano o que produz as concentrações mais altas (Stoelting 1999), seguidos do enflurano e isoflurano. O halotano e sevoflurano produzem menores quantidades de monóxido de carbono (Fang et al. 1995; Stoelting 1999; Natalini 2001; Dosch e Tharp 2016).

A reação dos anestésicos halogenados com os componentes dos absorventes convencionais produzem hidróxido de sódio e o hidróxido de potássio. No entanto os absorventes mais modernos, como a Cal sodada de grau médio (Spherasorb™; Amsorb®) substituíram os hidróxidos fortes por hidróxido de cálcio ou lítio, que permitem uma redução significativa de produção de monóxido de carbono para aproximadamente um décimo da quantidade de monóxido de carbono produzida pelos absorventes convencionais (Sodalyme® e Baralyme®) (Coppens et al. 2006). Os absorventes convencionais possuem indicadores de carbonato de sódio que possibilita visualizar uma alteração de cor nos grânulos (figura 5). Os grânulos frescos podem ser brancos ou corados de verde e quando saturados devido à alteração do pH, a sua cor altera-se para violeta (Dosch e Tharp 2016). No entanto pode existir uma variedade de cores diferentes de absorventes de dióxido de carbono.

O absorvente deve ser renovado periodicamente, para que não ocorra a acumulação de monóxido de carbono nos circuitos de respiração (Fang et al. 1995).

De acordo com a Sociedade Portuguesa de Anestesiologia (SPA) (2018), antes de cada procedimento anestésico, deve-se verificar a quantidade e coloração de absorvente e devem ser adotadas medidas de prevenção. Estas passam por mudar periodicamente o absorvente, reoxigenar o absorvente antes da administração de anestésico e utilizar fluxos baixos de anestesia (Fang et al. 1995).

4.3. Avaliação dose/resposta

A avaliação dose/resposta é referida como a relação entre as características da exposição e o efeito tóxico no organismo (Oga et al. 2003). O efeito tóxico no organismo é proporcional à dose, regra geral à medida que aumenta a concentração de gases anestésicos no meio ocupacional, aumenta a probabilidade de ocorrer lesão (Freitas 2002), no entanto

importa referir que a dose de exposição pode não corresponder á quantidade absorvida pelo organismo (Oga et al. 2003).

A frequência de exposição depende de vários fatores como a função desempenhada pelo profissional, o horário, a casuística e tipo de CAMV.

A avaliação dose/resposta é expressa por uma curva Gaussiana, obtida por métodos estatísticos de forma a calcular a dose letal (DL50) ou a concentração letal (CL50), ou seja, a dose mínima necessária para causar efeitos deletérios à saúde em 50 % da amostra populacional.

Os valores limite obtidos não podem ser considerados valores absolutos, mas sim como valores utilizados para o estabelecimento de padrões de regulamentação. São referidos como a dose mínima para obtenção de um efeito observável (LOEL- Lowest Observed Effect Level) ou a dose mínima sem que se observe efeitos tóxicos (NOEL- No Observed Effect Level) (Oga et al. 2003).

4.3.1. Limites de exposição ocupacional

De forma de minimizar os riscos para a saúde dos profissionais devido à exposição a gases anestésicos e/ou aos seus resíduos deve-se respeitar os valores limites de exposição ocupacional (OEL - *Occupational Exposure Limit*) (Lucio et al. 2018).

Os valores limites de exposição ocupacional são estabelecidos segundo as propriedades químicas da substância, dados toxicológicos, estudos epidemiológicos e estudos experimentais efetuados em animais (CCOHS 2017). Estes valores são definidos nos termos das Diretivas 2004/37/CE e 98/24/CE, da Comissão Europeia, responsáveis pela avaliação de produtos químicos de forma a estabelecer os OEL em concordância com a Agência Europeia de Produtos Químicos (*European Chemicals Agency* [ECHA] 2020). Contudo outras instituições também os estabelecem utilizando diferentes terminologias. Assim a Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) [ACGIH] refere os OEL como limites de exposição no local de trabalho (*TLV - Threshold Limit Value*). O Instituto Nacional de Segurança e Saúde do Trabalho dos EUA (*National Institute for Occupational Safety and Health*) [NIOSH] refere o termo limites de exposição permitidos (*PEL's-Permissible Exposure Limit*) ou limites de exposição recomendados (*REL - Recommended Exposure Limits*). O Instituto Nacional de Investigação e Segurança de França (*Institut National de Recherche et de Sécurité*) [INRS] e a Fundação Alemã de Investigação (*Deutsche Forschungsgemeinschaft*) [DFG] utilizam a terminologia de Concentração máxima no local de trabalho (*MAK – Maximale Arbeitsplatz-konzentration*)” (DGS 2018; ECHA 2020).

Os OEL estabelecidos são valores recomendados, com o intuito de minimizar a exposição dos trabalhadores a compostos químicos com propriedades deletérias para a saúde dos profissionais (CCOHS 2017). No caso das substâncias inalatórias um OEL será a

concentração máxima de uma substância no ar, a que os profissionais podem ser expostos durante um período de 60 minutos, sem que cause lesões à sua saúde (CCOHS 2017; ECHA 2020). Os OEL são geralmente expressos em miligramas por metro cúbico (mg/m³) de ar, qu e podem ser convertidos em partes por milhão (ppm) para gases e vapores (ECHA 2020).

Tabela 4 – Limites de exposição ocupacional

Limites de exposição ocupacional	ACGIH TLV	NIOSH REL	OSHA OEL	INRS MAK	NIOSH/OSHA * em mistura
Halotano	< 50 ppm	< 2ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	< 0,5 ppm
Enflurano	-	< 2 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	< 0,5 ppm
Desflurano	-	< 2 ppm	< 2 ppm	-	< 0,5 ppm
Metoxiflurano	-	< 2 ppm	< 2 ppm	-	< 0,5 ppm
Óxido nitroso	< 50 ppm em mistura	< 25 ppm	< 25 ppm	-	< 0,5 ppm
Isoflurano	< 75 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	-	< 0,5 ppm
Sevoflurano	-	< 2 ppm	< 2 ppm	-	< 0,5 ppm

*Anestésicos halogenados se combinados com óxido nitroso não podem exceder os 0,5 ppm.

Segundo a NIOSH (2019) e a OSHA (2000) é recomenda o valor inferior a 2 partes por milhão (ppm) como limite de exposição ocupacional para anestésicos voláteis halogenados quando utilizado de forma isolada ou inferior a 0,5 partes por milhão (< 0,5 ppm) se associado ao óxido nitroso. Este último, no entanto, se utilizado isoladamente, não poderá exceder uma concentração média de 25 ppm (OSHA 2000) referidos na tabela nº4.

A determinação da concentração de anestésicos voláteis no ar ambiente depende das quantidades e da concentração, do anestésico libertado e da quantidade de ar fresco na sala.

4.4. Avaliação da exposição

O termo “exposição” é definido em termos ocupacionais, como sendo o contato de um ou mais agentes, químicos, biológicos ou físicos, com o homem ao longo do tempo (*World Health Organization* [WHO] 2000) e, segundo o Decreto-Lei n.º 24/2012, entende-se por agente químico qualquer elemento ou composto químico, em qualquer forma de apresentação, único ou em mistura, no seu estado natural, processado ou como resíduo, produzido de forma intencional ou não intencional..

Nos CAMVs, alguns dos principais compostos químicos que apresentam um risco elevado são o formaldeído, os fármacos antineoplásicos e os gases anestésicos (Roza et al. 2010). Os resíduos de gases anestésicos podem estar presentes no ar ambiente das salas de cirurgia e salas de recobro pós-cirúrgico (NIOSH 2007a).

A avaliação da exposição baseia-se na determinação da frequência e duração da exposição, da identificação dos trabalhadores expostos e da identificação das vias de exposição de forma a estimar da magnitude de risco (Freitas 2002).

No que respeita à segurança e saúde no trabalho pode-se referir que o risco de exposição é determinado pelas concentrações duma substância no ambiente/atmosfera do local de trabalho e que podem ser obtidas principalmente através de medições do ar ambiente e com base nas estimativas de exposição ocupacional aproximadas e nos valores limite de exposição permitidos (CE 2012).

4.4.1. Frequência, duração e ritmo de exposição

A classificação da exposição depende do tempo de duração, frequência e ritmo da exposição. Assim pode ser única ou múltipla, aguda (ocorrem repetições de curta duração, num curto espaço de tempo, durante dias) ou crónica (ocorrem repetições de duração mais longa, durante meses ou anos) (Direção Geral de Saúde [DGS] 2018). A frequência de exposição é avaliada como contínua, intermitente, cíclica, aleatória ou rara e, mediante o cenário de exposição, este pode ser ocupacional ou não ocupacional (WHO 2000).

A maioria das situações de risco ocupacional sucede devido às exposições a substâncias perigosas por períodos prolongados de forma continuada ou intermitente em baixas concentrações, no entanto os efeitos na saúde são avaliados com uma dose média durante um longo período, normalmente anos, uma vez que as doenças ou afeções são avaliadas a longo prazo, como ocorre nas doenças oncológicas (WHO 2000; DGS 2018).

A probabilidade de exposição a gases e resíduos anestésicos na sala de cirurgia varia de acordo com as diversas localizações e responsabilidades dos profissionais do bloco operatório (Prüss-Ustün et al. 2011).

4.4.2. Identificação dos trabalhadores expostos

Os profissionais dos CAMVs correm riscos de desenvolver doenças profissionais por estarem potencialmente expostos (OSHA 2000), desde os médicos veterinários, enfermeiros veterinários e auxiliares técnicos de veterinária, aos funcionários administrativos e responsáveis pela limpeza.

Os estudos acerca de compostos anestésicos voláteis e efeitos adversos, concentram-se maioritariamente em profissionais cuja atividade é desempenhada em salas de cirurgia ou consultórios dentários, uma vez que estes são os dois grupos ocupacionais mais expostos a gases anestésicos durante a atividade profissional (OSHA 2000; MSC 2001).

Na identificação dos trabalhadores expostos a estes compostos anestésicos, deve-se dar especial atenção aos jovens, idosos, imunodeprimidos, doentes crónicos, com deficiência e trabalhadoras em período reprodutivo (grávidas, puérperas ou lactantes), assim como aos trabalhadores com pouca ou nenhuma formação (estudantes e voluntários) (MS 2018).

A exposição dos profissionais depende da função que desempenham, do horário efetuado (rotativo/fixo), sujeitos direta ou indiretamente à exposição a compostos anestésicos (tais como enfermeiros em sala de recobro ou internamento) (Prüss-Ustün et al. 2011).

4.4.3. Vias de exposição

As vias de exposição a compostos químicos são variadas e incluem a oral, a cutânea e a inalatória, entre outras.

A exposição oral é rara e ocorre por ingestão.

A exposição cutânea ocorre quando há contacto entre o organismo do indivíduo e o agente químico (DGS 2018), ou na manipulação do frasco que contém o líquido anestésico durante a abertura, fecho, quebra acidental do frasco ou principalmente durante o enchimento do vaporizador.

A intoxicação por via cutânea depende das características físico-químicas do composto químico tais como o peso molecular, o grau de ionização e a solubilidade. A cada 10°C de aumento de temperatura no local de composto, há simultaneamente um aumento de 1,4 a 3 vezes a velocidade de penetração do agente na pele e/ou mucosas, no entanto o tempo de duração do contacto com o composto tem o mesmo grau de importância (DGS 2018).

A exposição por inalação é particularmente importante pelo fato de ocorrer exposição antes, durante e após procedimentos cirúrgicos e é considerada como a principal via de exposição a compostos anestésicos voláteis. É de referir que o sistema respiratório é muito vascularizado e permeável, possibilitando uma rápida e eficiente absorção de um agente químico (DGS 2018). Para a via inalatória, a exposição é expressa em função da concentração de gases anestésicos no ar ambiente (EMA 2010).

4.4.4. Magnitude do risco

A estimativa da magnitude do risco é uma forma de calcular a gravidade de exposição ao perigo. Através do cruzamento de informação obtido pela gravidade da lesão (tabela nº5) e a probabilidade de ocorrência de lesão (tabela nº6), podemos estimar de forma aproximada se o perigo a que os profissionais estão expostos é ligeiro, pouco grave, moderado, bastante grave ou muito grave. Esta ferramenta pode ser adaptada a todas as classes profissionais de um CAMV para determinar o nível de risco a que estão sujeitas.

Tabela 5 - Gravidade de lesão.

Gravidade de lesão	
Ligeira	Incidentes, pequenas lesões não relevantes. Sem necessidade de cuidados médicos.
Pouco grave	Lesões superficiais, irritações oculares ou dérmicas, dores de cabeça, desconforto, pequenos cortes, queimaduras, contusão e incapacidades menores. Com necessidade de cuidados médicos, até 3 dias de baixa médica.
Grave	Lesões múltiplas, intoxicações, queimaduras. Com necessidade de cuidados médicos, até um mês de baixa médica.
Muito grave	Lesões irreversíveis, queimaduras, cancro, doenças crónicas, invalidez permanente (parcial ou total) e morte. Com necessidade de cuidados médicos e baixa médica.

Adaptado do Ministério da Saúde (2010).

De acordo com a NIOSH (2007a) existem casos em que a probabilidade de exposição a resíduos anestésicos pelos profissionais de medicina veterinária aumenta, maioritariamente durante procedimentos cirúrgicos em salas de cirurgia ou de recobro, sem extração de gases anestésicos através de sistema de ventilação e exaustão, ar condicionado ou ventilação natural. É previsível que as concentrações de gases anestésicos nas salas de cirurgia sem sistemas de exaustão sejam mais elevadas no inverno, pelo fato de os sistemas de ventilação serem menos utilizados (CE 2012).

Tabela 6 - Graus de probabilidade de ocorrência de lesão

Probabilidade de ocorrência de lesão		
Pouco provável	Prevê-se que ocorra muito raramente.	Menos que 1 vez ao ano.
Provável	Prevê-se que ocorra raramente.	Entre 1 a 4 vezes por ano.
Bastante provável	Prevê-se que ocorra em algumas ocasiões.	Entre 5 a 12 vezes por ano.
Muito provável	Prevê-se que ocorra sempre ou quase sempre.	Mais de 1 vez por semana.

Adaptado do Ministério da Saúde (2010).

A probabilidade de exposição está relacionado com as técnicas anestésicas utilizadas, com as práticas incorretas na manipulação de compostos anestésicos, monitorização de anestesia e devido a alterações nos equipamentos (tabela nº 6) (OSHA 2000; Seymour e Gleed 2001).

Tabela 7 - Estimativa da magnitude do risco

Magnitude de risco		Gravidade da lesão			
		Ligeira	Pouco grave	Grave	Muito grave
Probabilidade de ocorrência	Pouco provável	Ligeiro	Ligeiro	Pouco grave	Moderado
	Provável	Ligeiro	Moderado	Moderado	Bastante grave
	Bastante provável	Pouco grave	Moderado	Bastante grave	Muito grave
	Muito provável	Moderado	Bastante grave	Muito grave	Muito grave

Adaptado de Ministério da Saúde (2010).

A magnitude de risco é baseada no cruzamento da informação obtida na tabela nº5, gravidade de lesão, com a informação da tabela nº6, probabilidade de ocorrência de lesão, de modo a obter a magnitude de risco (tabela nº7).

Esta informação indica-nos o nível de risco a que os trabalhadores estão expostos. Através da informação obtida, segue-se a orientação da tabela nº8, Intervenção em função da valorização do risco de forma a perceber qual a necessidade de resolução do risco (MS 2010).

Tabela 8 - Intervenção em função da valorização do risco

Risco	Ação	Prioridade de intervenção
Ligeiro	Não requer medidas específicas.	Monitorização habitual efetuada pelo CAMV
Pouco grave	Ações preventivas corretas. Efetuar verificações periódicas para manter o nível de eficácia.	Justifica-se quando necessária implementação de medidas corretivas.
Moderado	Deve-se melhorar o plano de gestão e efetuar listas de verificação.	Justifica-se aplicação de medidas corretivas e preventivas
Bastante grave	Os procedimentos cirúrgicos não devem ser iniciados até que o risco seja reduzido ou eliminado. Eliminar o perigo. Aplicar fundamentos de comunicação de risco (formação dos trabalhadores).	Requer intervenção imediata para reduzir o risco com aplicação de medidas corretivas e preventivas.
Muito grave	Os procedimentos cirúrgicos não devem ser iniciados até que o risco seja reduzido ou eliminado.	Requer intervenção imediata Aplicação de medidas corretivas e preventivas. Risco elevado.

Adaptado de Ministério da Saúde (2010).

4.5. Caracterização do perigo toxicológico e do risco ocupacional

A caracterização do perigo é uma das etapas de avaliação de risco, sendo esta essencialmente a descrição dos perigos, das condições e processos de trabalho abrangidos nas atividades desempenhadas pelos profissionais (ACT 2016a) e refere-se à determinação das adversidades potencialmente negativas à saúde (MS 2010) e deve ser considerado juntamente com os cenários de exposição (Oga et al. 2003).

É importante a correta identificação do perigo relativo à exposição crónica, muitas vezes ignoradas e desvalorizadas, pelo que se deve perceber em que situações há uma frequente exposição a gases anestésicos pelos profissionais (Roza et al. 2010).

Deve-se caracterizar o perigo através de uma avaliação de todas as fases desempenhadas nos procedimentos anestésicos assim como uma inspeção exaustiva dos equipamentos anestésicos, sistemas de exaustão e ventilação.

Nesta fase da avaliação procede-se à identificação e caracterização das tarefas que conduzem ao contacto com o composto químico, antes, durante e depois da administração de gases anestésicos (tabela 9).

Nas salas de cirurgia e nas salas de recobro, assim como nas salas onde se manipulam compostos anestésicos, os profissionais podem estar expostos a vapores de compostos voláteis potentes e a gases anestésicos residuais (tabela nº9) (OSHA 2000).

A exposição também ocorre em situações em que os equipamentos apresentam anomalias ou deficiências, estão em más condições, com falta de manutenção ou apresentam falhas nos tubos, válvulas e conexões do equipamento anestésico (NIOSH 2007a), alterações do circuito respiratório ou devido às técnicas anestésicas utilizadas (OSHA 2000).

O acesso à via aérea do animal é feito utilizando um tubo endotraqueal que tem geralmente na sua extremidade um balão (*Cuff*) que quando insuflado reduz o risco de contaminação da sala pelos gases expirados. Existem vários tipos de tubos endotraqueais e de máscaras capazes de efetivar a passagem de gases anestésicos para o sistema respiratório do paciente. Estes devem estar adaptados à morfologia das diferentes raças (Guedes 2011).

A máscara tem, inevitavelmente, um espaço morto que permite a passagem de gases anestésicos para o ar ambiente da sala de cirurgia. O risco aumenta em raças braquicéfalas e em gatos. As induções anestésicas com anestésicos voláteis são realizadas com um incremento da concentração anestésica no animal até atingir o plano adequado. Esta é uma situação onde ocorre risco acrescido de exposição a gases anestésicos (OSHA 2000).

Os tamanhos de máscaras de anestesia para os pequenos animais e para os novos animais de companhia devem ser adaptados às diferentes conformações de focinho e tamanho dos animais. Desta forma uma escolha equívoca leva a máscaras mal-adaptadas, podendo ocorrer fuga de gases anestésicos (OSHA 2000; Oliveira 2009; CE 2012) e o mesmo sucede durante as conexões e as desconexões do tubo endotraqueal (Oliveira 2009).

As câmaras de oxigénio, transportadoras, jaulas de contenção adaptadas ou câmaras de indução anestésica apropriadas, são uteis para fornecer oxigénio ou induzir a anestesia a animais pequenos, nas situações em que os animais não toleram a manipulação, por questões patológicas ou por agressividade. Estas devem ter um tubo de escape para resíduos de gases anestésicos, no entanto os vapores formados na câmara saem inevitavelmente para o ar ambiente assim que se abre a câmara (Seymour e Gleed 2001).

Não colocar caixas, jaulas de contenção ou transportadoras após a utilização para indução anestésica de animais exóticos ou pediátricos, fora das salas de cirurgia (NIOSH 2007a), para assim minimizar a exposição doutros funcionários e de outras áreas clínicas.

Devem também ser utilizadas câmaras de indução anestésica apropriadas para animais exóticos e evitar recipientes modificados (ex: caixas, transportadoras) (NIOSH 2019 b).

Tabela 9 - Identificação de perigo e cenários de exposição a compostos anestésicos inalatórios

Identificação de cenários de exposição a agentes anestésicos voláteis		
Cenário de exposição	Perigo de exposição	Via de exposição
Antes de procedimentos cirúrgicos		
Armazenamento dos frascos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quebra dos frascos. 	Inalatória Cutânea
Enchimento do vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quebra dos frascos. ▪ Enchimento exagerado. ▪ Tempo prolongado de enchimento. ▪ Enchimento por sistema aberto <i>Pour-Fill</i> (sem acessório <i>Key-Index</i>). 	Inalatória Cutânea
Manipulação do absorvente de CO₂ e do canister	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canister em más condições. ▪ Absorvente de CO₂ saturado. ▪ Pouca quantidade de absorvente de CO₂. ▪ Defeitos nas válvulas de extração. 	Inalatória
Durante os procedimentos cirúrgicos		
Técnica anestésica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anestesia de alto fluxo. ▪ Abertura precoce da válvula de fluxo (antes da intubação ou da colocação da máscara). ▪ Fecho tardio da válvula de fluxo (após retirar tubo endotraqueal /máscara). ▪ Utilização de tubos endotraqueais sem <i>cuff</i> (pediátricos ou para animais muito pequenos). ▪ Não enchimento do <i>cuff</i> após intubação. ▪ Seleção inadequada do tamanho do tubo endotraqueal ou máscara. ▪ Utilização de tubos com defeitos (fissura, rasgões ou cortes no <i>cuff</i>). ▪ Aumento de fluxo anestésico repentino para alterar o plano anestésico. ▪ Utilização de transportadoras para anestésias animais. 	Inalatória
Após os procedimentos cirúrgicos		
Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pode ocorrer abertura acidental da tampa do vaporizador. ▪ Exposição a gases anestésicos residuais. 	Inalatória Cutânea

Após os procedimentos cirúrgicos (continuação)		
Salas de recobro Internamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salas de recobro sem sistemas de eliminação de gases anestésicos ▪ Defeitos e falhas nos sistemas de ventilação ▪ Exposição a resíduos de gases anestésicos exalados pelos animais no pós-operatório 	Inalatória
Antes, durante e após os procedimentos cirúrgicos		
Equipamento anestésico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Defeitos no equipamento: válvulas de pressão, válvulas de segurança, conexões internas e externas do equipamento. ▪ Equipamento desatualizado. ▪ Equipamento em mau estado de conservação. 	Inalatória
Circuito respiratório do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Defeitos nas conexões do equipamento. ▪ Falhas nas conexões dos acessórios do circuito respiratório (do tubo endotraqueal, do sistema respiratório, balão, tubos de plástico). ▪ Equipamento desatualizado. ▪ Equipamento em mau estado de conservação. ▪ Falta de manutenção. 	Inalatória
Acessórios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Defeitos nas máscaras e tubos endotraqueais. ▪ Defeitos nos conectores de plástico. ▪ Defeitos nos balões. 	Inalatória
Vaporizador	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vaporizador em mau estado de conservação. ▪ Falta de manutenção. ▪ Falha mecânica. ▪ Defeitos nos conectores e anéis de ajuste. ▪ Defeito na tampa do vaporizador (mal coaptada). ▪ Defeitos ou falhas nas válvulas (válvula de Purga, válvula de pressão). 	Inalatória Cutânea
Sistema de exaustão e ventilação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desatualizados ou em mau estado. ▪ Grelhas de extração com defeito ou obstruídas nos sistemas de exaustão. ▪ Alteração de pressão positiva de ar na sala de cirurgia. ▪ Falta de inspeção e manutenção do equipamento de exaustão. ▪ Oclusão no sistema de exaustão de gases. ▪ Falhas nas válvulas (válvulas de expiração e inspiração, válvulas de APL, válvulas de pressão). 	Inalatória

Adaptado de Boiano and Steege 1990; ASA 1999; OSHA 2000; NIOSH 2007a; Guedes 2011; CE 2012 Garcia 2005; Seymour e Gleed 2001.

A exposição nas salas de recobro também ocorre quando os pacientes anestesiados exalam quantidades variadas de resíduos de gases anestésicos para o meio ambiente, no

entanto a quantidade desses resíduos depende do composto anestésico, da duração da anestesia e da fisiologia/fisiopatologia do paciente (OSHA 2000).

Em procedimentos odontológicos, devido à maior proximidade entre o médico veterinário e o animal, ocorre maior exposição aos gases anestésicos (NIOSH 2007a).

Na prática médico-veterinária existe uma preocupação crescente com o stress causado aos gatos durante a contenção e manipulações, conduzindo este fato à utilização de jaulas de contenção para indução da anestesia ou sedação em gatos e em novos animais de companhia (Garcia 2005). Num estudo, efetuado pela NIOSH (2019), num hospital veterinário, foram analisadas as concentrações de resíduos de gases anestésicos em várias zonas e comprovou-se que os locais onde as concentrações de isoflurano eram mais altas são na proximidade da boca do animal antes, durante e após a cirurgia e na zona de saída do sistema de exaustão e eliminação de resíduos de gases anestésicos no exterior do hospital veterinário.

Nesse mesmo estudo, foram entrevistados 17 funcionários do bloco operatório e apenas 7 (41%) relataram receber formação acerca dos perigos ocupacionais da exposição a gases anestésicos e sobre os potenciais efeitos para a saúde.

Pode-se aferir que a desconexão dos circuitos de gás sem reduzir o seu fluxo, leva a níveis de exposição elevados no ar da sala de cirurgia, assim como quando é desconectado o tubo endotraqueal sem desligar a válvula de fluxo anestésico (CE 2012).

O enchimento do vaporizador, é uma das tarefas que coloca em risco a saúde dos profissionais com a contaminação do ar ambiente nas salas de cirurgia. É de realçar que um mililitro de composto anestésico líquido pode formar duzentos mililitros de vapor anestésico (Oliveira 2009).

5. Gestão do risco

A gestão do risco baseia-se na aplicação uma estratégia de forma a aplicar as medidas e soluções eficazes e viáveis que possam tornar o risco de exposição nulo ou aceitável (dentro dos valores limites de exposição) (MS 2010).

A revisão das medidas de gestão adotadas permite perceber se há necessidade de alterar protocolos, melhorar medidas preventivas, reavaliar periodicamente e garantir a eficácia das medidas de controlo (Perea et al. 2018).

Os profissionais devem assim adquirir conhecimento específico acerca do risco inerente à exposição e manipulação de compostos anestésicos, assim como as variáveis que possam influenciar essa exposição.

A eliminação, redução e monitorização da exposição a compostos químicos são medidas que permitem garantir que não ocorrerão lesões para a saúde dos profissionais (CCOHS 2017).

O empregador deve implementar medidas de prevenção que correspondam ao resultado das avaliações de risco, de modo a obter níveis eficazes de segurança e da proteção da saúde do trabalhador (DL-102/2009) de modo a que os profissionais reconheçam o risco precocemente, dessa forma as condições de trabalho serão melhoradas (Guedes 2011) devendo ser um objetivo importante para toda a equipa profissional (DGS 2018), sendo possível diminuir a exposição ocupacional a compostos anestésicos voláteis se forem adotadas medidas preventivas adequadas, nomeadamente a aquisição de dispositivos de eliminação de resíduos do ar, assim como fomentar a formação dos profissionais e garantir a capacidade do desempenho das suas funções (Byhahn, H.J. Wilke, et al. 2001).

Mediante os resultados da avaliação de risco e da obtenção da magnitude de risco devem ser adotadas medidas que minimizem a exposição dos profissionais à exposição a gases anestésicos, através de medidas corretivas e preventivas.

5.1. Monitorização de concentrações de gases anestésicos no ar

A monitorização frequente das concentrações residuais dos gases anestésicos nas salas de cirurgia e de recobro, de forma a obter os valores da exposição ocupacional é um dos passos importantes na gestão do risco em medicina veterinária.

Para determinar as concentrações ambientais de compostos anestésicos voláteis devem ser colhidas amostras na zona do nariz e boca do trabalhador e na área de trabalho, com equipamentos destinados a esse efeito.

A *Thermo Electron Corporation* (2018) efetuou um estudo com profissionais sujeitos à exposição a gases anestésicos, utilizando um analisador de gases portáteis que deteta até 100 ppm, por espectrofotometria de infravermelho. A amostra contava com 60.000 trabalhadores do bloco operatório na área da saúde humana, com 50.000 médicos veterinários e com 250.000 trabalhadores da área de odontologia. Os resultados obtidos concluíram que foram ultrapassados os valores limite de exposição. Os efeitos adversos observados foram o aumento de anomalias congénitas e abortos espontâneos. Ocorreu um aumento de 1,3 a 2 vezes no aparecimento de leucemia e linfoma em mulheres, doença renal e hepática, relativamente a outros profissionais.

Varughese e Bacher (2020) referem que foram realizadas 45 leituras da concentração de sevoflorano na sala de cirurgia, com um analisador de ar ambiente portátil MIRIAN SaphiRe 205 XL, durante o enchimento do vaporizador com acessórios de segurança fechados, e obtiveram-se valores abaixo dos níveis recomendados (< 2 ppm) pelo NIOSH.

As concentrações de compostos anestésicos voláteis deveriam ser avaliadas periodicamente nas zonas de maior risco (perto do focinho do animal e zonas próximas do equipamento) de forma a obter informação acerca da eficácia dos sistemas de ventilação, sistemas de exaustão e equipamento de anestesia, nomeadamente a ausência de fugas no sistema anestésico (*Thermo Electron Corporation* 2018).

5.2. Medidas de inspeção e manutenção

Segundo a OSHA (2000) as medidas de inspeção devem ser efetuadas de forma regular e devem ser registadas num documento próprio, datadas e identificado o nome da pessoa responsável.

Assim a avaliação do equipamento de anestesia, do equipamento de exaustão e ventilação deve ser realizada diariamente antes dos procedimentos cirúrgicos.

Como medida de prevenção é aconselhado que a manutenção do equipamento de anestesia seja feita mensalmente, ou sempre que necessário, devendo incluir uma inspeção com realização de testes, limpeza e lubrificação e se necessário devem ser ajustados ou substituídos componentes e acessórios. Deve ser realizada uma avaliação técnica especializada semestralmente por profissionais credenciados. Todas as peças gastas ou danificadas devem ser reparadas ou substituídas.

5.3. Medicina no trabalho

De forma a zelar pela saúde dos trabalhadores é importante manter uma vigilância regular, através da medicina do trabalho, no entanto os funcionários devem estar atentos a alterações fisiológicas e a possíveis efeitos adversos a curto ou longo prazo (Perea et al. 2018).

A realização de exames médicos e análises sanguíneas pode ser uma forma de prevenir o desenvolvimento de doenças ocupacionais ou detetar de forma precoce o aparecimento das mesmas.

Segundo a NIOSH (2007b) deve existir um registo de todas as amostras de ar recolhidas perto da zona respiratória de cada trabalhador, assim como devem ser efetuadas análises sanguíneas hepáticas e renais. Também devem ser recolhidas amostras de ar, em várias zonas da sala de cirurgia, durante procedimentos que envolvam a manipulação de compostos anestésicos (NIOSH 2007b).

O controlo biológico está inserido na medicina do trabalho como medida de avaliação de forma a estimar a exposição dos trabalhadores a compostos químicos.

Esta vigilância biológica proporciona uma avaliação global da saúde dos trabalhadores, relativamente ao seu posto de trabalho, através da colheita de amostras de sangue, urina e ar expirado dos funcionários, para efetuar a medição da substância ou dos seus metabolitos, após a exposição a compostos anestésicos voláteis e antever a ação dos mesmos no organismo (MSC 2001). Sempre que possível, deve ser recolhida informação acerca do histórico médico dos trabalhadores (NIOSH 2007b).

5.4. Equipamentos de proteção individual e coletiva

Entende-se por equipamento de proteção individual (EPI) qualquer dispositivo ou meio que se destine a ser envergado ou manuseado por uma pessoa com vista à sua proteção contra perigos suscetíveis de ameaçar a sua saúde e segurança.

A seleção de roupas de proteção e de luvas deve ser feita em função do produto químico a ser manipulado, devendo por isso ser avaliada a capacidade de penetração, degradação e permeabilidade dos equipamentos de segurança (OSHA 2000).

O equipamento de proteção coletiva (EPC) deve ser prioritário relativamente à utilização de EPI (CE 2012).

Os chuveiros, lava olhos, sistemas de ventilação e exaustão são alguns dos EPC recomendados no caso de derrames e exposição respiratória a compostos anestésicos voláteis.

Existe uma variedade de EPI, como óculos, luvas, roupas de proteção química, protetores faciais, batas e respiradores, devendo estes últimos ser adequados ao nível de contaminação exposta.

Todos os EPI devem ter a marcação CE, uma vez que esta deriva da política da União Europeia que define os requisitos básicos em matéria de saúde e segurança ocupacional (ACT 2016b).

As medidas referenciadas pela *European Directorate for the Quality of Medicines & Healthcare* [EDQMH] (2018) baseadas no regulamento DL n.º 1907/2006/CE, indicam que para que a proteção das mãos seja efetiva, é necessário o uso de luvas de proteção resistentes aos produtos químicos [EN 374] (ACT 2016b).

A proteção ocular é conseguida com o uso de óculos de segurança (DIN EN 166).

Deve-se utilizar roupa de proteção química (DIN EN 13034) para proteção do corpo e da pele.

A proteção respiratória deve ser considerada como uma das medidas de gestão mais importantes a aplicar, uma vez que é a via de exposição mais comum nos compostos anestésicos voláteis.

Durante a manipulação de um produto líquido tóxico devem ser aplicadas medidas de proteção respiratória e cutânea, a utilização de máscaras com filtro de proteção contra aerossóis, pós ou vapores (P3. DIN EN 140 & 149) (DGS 2018; EDQMH 2018).

Segundo a *International Labour Organization* [ILO] (2008) é recomendado o uso de sistemas de ventilação e exaustão do ar e o uso de EPI adequados.

Durante a manipulação do óxido nítrico deve ser considerada a utilização de equipamento de proteção individual adequada (NIOSH 2018) tais como luvas isolantes de frio e roupas adequadas para evitar ocorrência de lesões criogénicas e queimaduras na pele (Air Liquide 2014).

A utilização dos equipamentos de proteção individual como a proteção da face através de óculos e máscaras e a proteção das mãos através de luvas descartáveis. é uma medida fácil de estabelecer e de baixo custo (NIOSH 2019a).

Os trabalhadores devem ser informados acerca dos riscos associados à não utilização ou incorreta utilização do EPI e dos riscos que estes visam proteger.

6. Medidas preventivas

É possível adotar um conjunto de medidas preventivas adaptadas e baseadas em diretrizes e recomendações da *Occupational Safety & Health Administration* (2000), *National Institute for Occupational Safety and Health* (2007b), Autoridade para as Condições de Trabalho (2016a), Comissão Europeia (2012) e pelo Departamento de Saúde Pública do Ministério da Saúde (2010).

1ª Medida - a eliminação do risco, considera-se como uma medida de prevenção primária e pressupõem o controlo da incidência de acidentes e doenças profissionais.

2ª Medida - remover o perigo antes de afetar a saúde dos trabalhadores, ou seja, combater o perigo na origem. Esta é uma medida caracterizada como sendo mais eficaz do que as medidas de proteção individual.

3ª Medida - a adaptação dos horários de trabalho (redução de horas de trabalho em salas de cirurgia) para reduzir os efeitos negativos na saúde dos trabalhadores.

4ª Medida - reduzir o tempo de exposição ao perigo, deve-se aplicar um conjunto de procedimentos e técnicas anestésicas mais seguras, de forma a minimizar o risco e prevenir a exposição desnecessária a gases anestésicos e usar apenas, de forma prudente, as doses estritamente necessárias à sedação, indução ou manutenção anestésicas.

5ª Medida - redução do número de trabalhadores expostos ao perigo. Sempre que possível devem permanecer na sala de cirurgia apenas os funcionários indispensáveis ao serviço

6ª Medida - substituição do perigo por outro com menor periculosidade ou isento de risco e avaliar os perigos que não possam ser evitados. Em medicina veterinária não é possível eliminar os compostos anestésicos, portanto uma solução alternativa seria a utilização mais frequente de compostos anestésicos intravenosos, sempre que não implique risco para o animal.

7ª Medida – Implementação de medidas de proteção individual e coletiva.

7. Comunicação do risco

O processo de comunicação de risco é uma ferramenta de estratégia de trabalho que permite a transmissão de informação durante a avaliação de risco, nomeadamente num plano de gestão de risco ocupacional. Permite troca de informações entre os membros da equipa

como a divulgação de situações de perigo, riscos a que os trabalhadores estão expostos e orientações adotadas (Freitas 2002).

Os trabalhadores devem ter acesso às fichas de segurança (EU-OSHA 2014) e à informação adequada sobre cada equipamento de proteção individual, deve também

ser assegurada a formação dos trabalhadores acerca da utilização e manutenção dos EPI (DL n.º 348/93), da necessidade da sua utilização para determinada tarefa (ACT 2016c), assim como o esclarecimento acerca dos riscos que estes visam proteger .

As medidas de gestão administrativas são baseadas em medidas de segurança educacional e informativa, sendo de extrema importância na prevenção de acidentes ocupacionais (ACT 2016b; MS 2010). Algumas das medidas administrativas são as seguintes:

Deve identificar-se todos os produtos anestésicos nas zonas de armazenamento, com informação química, rotulagem específica e pictogramas de perigo visíveis (NIOSH 2007b);

As fichas de segurança devem estar atualizadas, apresentar informação acerca de perigos e propriedades do produto e devem contemplar a informação indicada na rotulagem dos produtos (CE 2012);

Os trabalhadores deverão ter acesso a todas as fichas de segurança (CE 2012; NIOSH 2007b) devendo ter formação específica para que possam compreender a informação disponível (ACT 2016b; MS 2010), estas devem estar afixadas em locais de fácil visualização (NIOSH 2007b).

A instrução dada aos trabalhadores deve ser adequada às funções desempenhadas (ACT 2016b; CE 2012), estes devem estar capacitados e treinados para manipular o equipamento de anestesia e respetivos acessórios de forma apropriada (Boiano and Steege 1990; OSHA 2000; NIOSH 2007a; Perea et al. 2018). Do mesmo modo deve ser fundamentada a necessidade da utilização do EPI adequado a determinada tarefa (ACT 2016c).

7.1. Revisão das medidas preventivas adotadas no sistema de gestão

Segundo a Comissão Europeia (2012) é necessário efetuar a revisão periódica das medidas adotadas no processo de gestão de risco, com a finalidade de verificar se as medidas de prevenção estão a ser executadas de forma correta na prática diária, e se estão a ser efetuadas as medidas corretivas propostas.

8. Desenvolvimento experimental

8.1. Introdução

A implementação de um processo de avaliação e gestão de risco deve ser adequado às características individuais de cada trabalhador e às condições de trabalho a que está sujeito, promovendo a eficácia da vigilância da saúde do mesmo (DGS 2018).

O Ministério da Saúde (2010) e a Autoridade para as Condições de Trabalho (2016) referem que a gestão do risco profissional é um processo que visa a proteção dos funcionários prevenindo a ocorrência de doenças profissionais e acidentes de trabalho através da redução ou eliminação de fatores de risco no local de trabalho.

No entanto, sabe-se que a implementação de um processo de avaliação e gestão de risco pode ser demorada pelo que, enquanto não estão reunidas todas as condições e os requisitos, deve ser considerado o seguimento de medidas administrativas e de segurança já existentes, tal como a utilização de equipamentos de proteção individual adequados a cada função (NIOSH 2019a).

Segundo o Departamento de Saúde Pública do Ministério da Saúde (2010), num processo de avaliação de risco é necessário recolher informação e observar as condições de trabalho a que os trabalhadores estão expostos, nomeadamente análise de informação acerca de procedimentos e normas de trabalho, diplomas legais exigidos para cada atividade, registo acerca de acidentes de trabalho, fichas de dados de segurança sobre produtos utilizados, medidas de segurança estipuladas e manuais de instrução dos equipamentos.

A monitorização ambiental das salas de cirurgia torna-se fundamental para a avaliação da eficácia das medidas de controlo aplicadas (DGS 2018).

A parte prática desta dissertação pretende estabelecer um plano de gestão de risco relativo à exposição a gases anestésicos que possa ser aplicado em salas de cirurgia dos CAMVs, procurando contribuir para um incremento das condições de segurança e melhoria da saúde.

8.2. Elaboração de um plano de gestão de risco

O desenvolvimento experimental foi efetuado num Hospital veterinário, com objetivo de realizar uma avaliação do risco relativo à exposição ocupacional a compostos anestésicos voláteis dos funcionários e a implementação de um plano de gestão de risco.

Verificou-se que não era realizada uma avaliação de risco na sala de cirurgia pelo facto de não existir um protocolo específico para o efeito.

Devido à exposição e à possibilidade de ocorrer acidentes ocupacionais em Medicina Veterinária, considerando a especificidade das atividades e o facto destas poderem causar lesões na saúde dos profissionais, considera-se necessário elaborar planos de prevenção e gestão de risco (Brose e Assis 2017).

A primeira fase é relativa à identificação do perigo, para a identificação dos perigos existentes foi necessário realizar uma lista de verificação de forma a organizar os cenários de exposição e situações de risco na sala de cirurgia.

8.3. Avaliação de risco

No processo de avaliação de risco são identificados os riscos, perigos e a exposição, assim como os efeitos adversos na saúde dos trabalhadores consequentes dessa exposição (Oga et al. 2003)

A avaliação de risco foi iniciada com a identificação do perigo, sendo este a exposição ao anestésico volátil isoflurano e os seus resíduos, segundo a *National Institute for Occupational Safety and Health* o valor limite de exposição permitido é inferior a 2 ppm.

Durante a identificação dos perigos deve ser avaliada a probabilidade de ocorrência de lesão. Uma vez que estes profissionais desempenham várias funções na sala de cirurgia, nomeadamente enchimento do vaporizador, considera-se que a frequência dessa exposição, a probabilidade de exposição nos três trabalhadores identificados, foi classificada como muito provável, ou seja, prevê-se que ocorra sempre ou quase sempre, mais de uma vez por semana.

No processo de avaliação da exposição foram identificados os trabalhadores potencialmente expostos, sendo estes 2 enfermeiros veterinários e 1 médico veterinário que desempenham funções específicas maioritariamente nas salas de cirurgia, recobro e internamento, o que faz com que a exposição a gases anestésicos possa ser mais elevada nestes profissionais.

Segundo a Sociedade Brasileira de Anestesiologia, as concentrações de gases anestésicos são frequentemente mais altas na área do anestesologista (SBA 2013).

A classificação da exposição foi caracterizada mediante diretrizes da Organização Mundial de Saúde (2000) e a Direção Geral de Saúde (2018) considerada exposição ocupacional, como múltipla uma vez que ocorre várias vezes ao longo do dia e a frequência de exposição considerada como exposição de ritmo contínuo e de longa duração considerada por ser referente à maior parte das horas de trabalho efetuada pelos 3 profissionais.

A via de exposição a que os profissionais estão mais expostos são a via inalatória e a via cutânea.

Segundo Prüss-Ustün et al. (2011) a probabilidade de exposição a gases e resíduos anestésicos na sala de cirurgia depende das funções desempenhadas e da proximidade dos funcionários ao animal ou ao equipamento de anestesia, dessa forma é relevante referir as funções dos 3 funcionários mais expostos no hospital veterinário em análise.

Estes profissionais desempenham funções de médico veterinário cirurgião e os enfermeiros veterinários desempenham funções de auxiliares de cirurgia, auxílio na anestesia e desempenham funções no pós-operatório dos animais, estando sujeitos à exposição a gases anestésicos durante o enchimento do vaporizador, procedimentos cirúrgicos e no recobro, já o médico veterinário sinalizado está exposto a gases anestésicos e os seus resíduos na sala de cirurgia durante procedimentos cirúrgicos.

Estudos publicados pela NIOSH (2019) referem que ocorre superexposição ao isoflurano em situações pós-cirúrgicas, nas salas de cuidados intensivos, nas salas de recobro ou nos internamentos, uma vez que o gás inalado pelo animal durante o procedimento anestésico continua a ser expirado na recuperação anestésica durante 5 a 8 horas após finalizada a anestesia. O mesmo estudo conclui que exposição a resíduos anestésicos aumenta na classe de enfermagem veterinária pelo fato de estes profissionais estarem muito próximos do focinho do animal no recobro, durante a avaliação de alerta na fase de recuperação anestésica.

8.4. Caraterização do risco

A caraterização do risco foi adaptada através de uma lista de verificação elaborada com base em linhas orientadoras internacionais.

Durante os procedimentos cirúrgicos pode ocorrer fuga de gases anestésicos para o ar ambiente da sala de cirurgia. Os cenários de exposição mais prováveis são devido a:

1) Técnica anestésica

- a)** utilização de anestesia de alto fluxo, quando o fluxo total de gás fornecido pelo equipamento anestésico excede o fluxo inspiratório máximo do animal pode causar fuga de gás anestésico (Boiano and Steege 1990);
- b)** abertura precoce das válvulas de fluxo (iniciar o fluxo de gás anestésico antes da colocação da máscara ou da intubação) (Boiano and Steege 1990);
- c)** falha no encerramento da válvula de fluxo (Boiano and Steege 1990; ASA 1999; OSHA 2000);
- d)** tamanho incorreto da máscara leva a que estas fiquem mal ajustadas (OSHA 2000; NIOSH 2007a; Guedes 2011; CE 2012) ocorrendo fuga de gases anestésicos para o espaço circundante e o uso de tubos endotraqueais de tamanho incorreto ou com *cuff* vazio, permite que na expiração do animal os resíduos anestésicos circundem o tubo e contaminem a sala de cirurgia (OSHA 2000; NIOSH 2007a);
- e)** falha na conexão ao conector em Y e/ou aos tubos de borracha do circuito respiratório (OSHA 2000, NIOSH 2007a; CE 2012), conector mal adaptado ao tubo endotraqueal ou à máscara (NIOSH 2007a) levam á exposição acidental a gases anestésicos;
- f)** realização de um aumento de fluxo forçado e imediato de gás anestésico em situações em que o paciente necessita de anestésico rapidamente (ASA 1999);
- g)** utilização de caixas transportadoras ou jaulas de contenção para realização da indução anestésica (Garcia 2005), o anestésico volátil existente nas camaras de indução anestésica sai obrigatoriamente para o ar da sala na abertura da tampa.

2) Equipamento de anestesia

- a)** os defeitos no equipamento e acessórios (OSHA 2000; ASA 1999), rasgões, cortes ou fissuras nos balões ou nas conexões correspondentes, nos foles dos ventiladores, nas

válvulas de pressão, nas válvulas de segurança, nas mangueiras e/ou nos tubos de borracha ou de plástico e nas conexões correspondentes (OSHA 2000), devido a tempo de utilização, defeitos de origem, borrachas pouco firmes pode levar a fuga de gases anestésicos;

- b)** existência de defeito no manómetro e fluxómetro (Seymour e Gleed 2001);
- c)** a falta de manutenção leva a que o equipamento possa estar deteriorado (NIOSH 2007 b);
- d)** o equipamento em mau estado de conservação ou desatualizado (Boiano and Steege 1990);
- e)** o sistema de vácuo desajustado no aparelho de anestesia (ASA 1999);
- f)** falhas mecânicas como má coaptação dos tubos, falta de anéis de ajuste, encaixes mal ajustados ou desalinhados.

3) Vaporizador

- a)** vaporizadores desatualizados ou em mau estado (Seymour e Gleed 2001);
- b)** defeitos nas conexões e anéis de ajuste (Seymour e Gleed 2001);
- c)** defeitos na tampa (causa má coaptação e fuga de gás) (ASA 1999);
- d)** falta de manutenção (limpeza e calibração) (Seymour e Gleed 2001);
- e)** falhas mecânicas (ASA 1999);
- f)** tempo de enchimento do vaporizador prolongado (NIOSH 2007b);
- g)** acessórios inadequados ou enchimento por sistema Pour Fill (Boiano and Steege 1990);
- h)** sistema de exaustão desligado durante o enchimento dos vaporizadores
- j)** enchimento do vaporizador sem EPI adequados.

4) Canister

- a)** canister em más condições (OSHA 2000);
- b)** falta de manutenção e inspeção do equipamento;
- c)** falhas mecânicas do equipamento;
- d)** defeitos, fissuras ou quebras no recipiente do canister;
- e)** absorvente de CO₂ saturado;
- f)** quantidades inadequadas de absorvente (ASA 1999);
- g)** absorvente com utilização prolongada e com tempo prolongado no recipiente, pode voltar à cor original mesmo que esteja saturado.

5) Sistemas de eliminação de gases anestésicos

- a)** inexistência do sistema de exaustão (NIOSH 2007b);
- b)** falta de inspeção e manutenção do equipamento de exaustão (Boiano and Steege 1990; ASA 1999);
- c)** grelhas de extração com defeito;
- d)** grelhas obstruídas nos sistemas de exaustão, oclusão no sistema de exaustão de gases (ASA 1999);

- e) alteração de pressão positiva de ar na sala de cirurgia ou caudal atmosférico da sala de cirurgia incorreto (Volquind, Bagatini, Monteiro, Londero e Benvenuti 2013);
- f) falhas nas válvulas (válvulas de libertação de pressão, válvulas correspondentes aos sistemas de respiração do equipamento de anestesia) (Seymour e Gleed 2001);
- g) defeitos nos sistemas de ventilação ou extração (NIOSH 2007b);
- h) falha elétrica dos equipamentos de ventilação ou extração (NIOSH 2007b);
- i) extrator perto do sistema de ventilação (NIOSH 2007b);
- j) sistemas de ventilação não devem estar perto de zonas de passagem (NIOSH 2007b).

Tabela 10 - Lista de verificação: identificação do risco de exposição a gases anestésicos

Lista de verificação geral		
Nome da empresa:		
Morada:		
Tlm:	Tlf:	Email:
Responsável pela verificação:		Data: / /
1. Técnica Anestésica	Sim	Não
a) A colocação do tubo endotraqueal ou máscara ocorre depois da abertura da válvula de fluxo anestésico;		x
b) ocorre erros na seleção dos tubos endotraqueais e máscaras durante a indução anestésica com gases anestésicos halogenados;		x
c) a máscara ou tubo endotraqueal são retirados após o fecho da válvula de fluxo;	x	
d) o enchimento do <i>cuff</i> do tubo endotraqueal ocorre depois da abertura da válvula de fluxo anestésico;		x
e) ocorre correta conexão com tubos dos circuitos respiratórios;	x	
f) realiza-se com frequência aumento de fluxo de gás anestésico durante os procedimentos cirurgicos;		x
g) utiliza-se transportadoras ou jaulas para indução anestésica;		x
h) utiliza-se câmaras específicas de indução anestésica;	x	
i) utiliza botija de O ₂ ;	x	
j) utiliza concentrador de O ₂ ;	x	
k) durante a intubação do animal os profissionais presentes na sala tem máscara;		x
2. Sistemas de exaustão e ventilação		
a) a sala de cirurgia tem sistema de exaustão;	x	
b) a sala de cirurgia tem janelas;		x
c) a sala de cirurgia tem ar condicionado;	x	
d) a sala de recobro tem sistema de exaustão;		x
e) a sala de recobro tem sistema de ventilação (ar condicionado, janelas);	x	
f) a saída de gases anestésicos da sala de cirurgia é através de um tubo diretamente para o exterior;		x
g) a saída de gases anestésicos da sala é através de um tubo diretamente para sistema de exaustão;	x	

3. Enchimento do vaporizador		
a) o vaporizador está em bom estado;	x	
b) foi efetuada manutenção recentemente;	x	
c) é efetuado com qualquer pessoa na sala;	x	
d) é efetuado com número mínimo de trabalhadores;	x	
e) é efetuado com sistema de ventilação e exaustão ligado;	x	
f) é efetuado sem sistema de ventilação ou exaustão;		x
g) é efetuado com luvas e máscara;		x
h) é efetuado por mais que um trabalhador;	x	
i) é efetuado por pessoas com conhecimento do equipamento anestésico;	x	
j) é efetuado com adaptadores acessórios de segurança <i>Key-index</i> tipo <i>Quick-Fill</i> ou <i>Funnel-Fill</i> ;		x
k) ocorre derramamento de líquido durante o enchimento do vaporizador;		x
l) o enchimento do vaporizador é efetuado durante procedimentos cirúrgicos;		x
m) o enchimento do vaporizador é efetuado antes dos procedimentos cirúrgicos no início do dia;	x	
n) efetuado pelo sistema tradicional não específico <i>Pour-Fill</i> ;	x	
4. Absorvente de CO₂		
a) o canister tem absorvente suficiente;	x	
b) a coloração do absorvente está correta (branco);	x	
c) o absorvente está saturado (Lilás);		x
d) existe absorvente disponível para troca, se necessário;	x	
e) o canister está em boas condições;	x	
f) o canister está corretamente fechado;	x	
g) a troca de absorvente é realizada com regularidade;	x	
5. Equipamento de cirurgia		
a) foram detetadas falhas no equipamento durante procedimentos cirúrgicos na indução ou manutenção anestésica;		x
b) detetou-se falhas na válvula expiratória;		x
c) detetou-se falhas na válvula inspiratória;		x
d) detetou-se falhas nas conexões nos tubos do sistema respiratório;		x
e) detetou-se falhas nas conexões nos balões respiratórios;		x
f) detetou-se falhas na válvula de pressão de fluxo anestésico;		x
g) detetou-se falhas na válvula de segurança do cilindro de O ₂ ;		x
h) detetou-se falhas no equipamento sem identificação da causa;		x
i) detetou-se defeitos, fissuras ou rasgões nos tubos do circuito respiratório;		x
j) detetou-se falhas no rotâmetro ou fluxómetro;		x
k) o equipamento está em mau estado de conservação ou desatualizado;		x
l) realizou-se manutenção recentemente;		x
m) detetou-se defeitos, rasgões, cortes ou fissuras nos acessórios respiratórios (máscaras ou tubos endotraqueais);		x
n) detetou-se defeitos, rasgões, cortes ou fissuras no balão de reserva.		x

Após a identificação do perigo pelos possíveis cenários de exposição, foi possível elaborar uma lista de verificação de risco (tabela nº 10) de modo a identificar as situações que poderiam expor os trabalhadores a compostos anestésicos voláteis.

No decorrer desta avaliação identificaram-se três situações de perigo que podem conduzir ao risco de exposição a compostos anestésicos voláteis (referidos na tabela nº10 a cinzento).

- 1) o enchimento do vaporizador é efetuado sem a utilização de EPI (luvas e máscara) (ponto 3g);
- 2) o enchimento do vaporizador é efetuado pelo sistema tradicional não específico Pour-Fill sem a utilização de acessórios de segurança (Key-Index) (ponto 3j);
- 3) identificou-se ainda uma falha no tubo respiratório suplente, o qual apresentava uma fissura na zona de conexão ao equipamento anestésico classificando o equipamento como defeituoso (ponto 5i).

A verificação pré-cirúrgica do funcionamento do equipamento de anestesia, utilização de máscaras mais adaptadas ao focinho do animal e tubos endotraqueais mais adequados e com *cuff* insuflado, podem reduzir o tempo de exposição a compostos anestésicos durante os procedimentos médicos (OSHA 2000).

8.5. Magnitude do risco

Os efeitos na saúde devido a exposição a gases anestésicos voláteis são regra geral considerados ligeiras, ocorrem pequenos incidentes, pequenas lesões não relevantes e sem necessidade de cuidados médicos, ou pouco graves, uma vez que causam lesões superficiais, irritações oculares ou dérmicas, dores de cabeça, desconforto, pequenos cortes, queimaduras, contusão e incapacidades menores (MS 2010), esta avaliação aplica-se ao hospital veterinário em estudo. A probabilidade de ocorrência de lesões foi considerada muito provável, uma vez que ocorre mais que uma vez por semana (MS 2010).

Pelo cruzamento das classificações da gravidade de lesão e probabilidade de ocorrência de lesão referidas, temos a indicação da estimativa de risco ou nível de risco. Este é classificado como moderado a bastante grave. Dessa forma, quando o nível de risco é considerado moderado, deve-se melhorar o plano de gestão e efetuar listas de verificação e aplicar medidas corretivas e preventivas, no entanto se o risco for considerado bastante grave deve-se interromper os procedimentos cirúrgicos até que o risco seja reduzido ou eliminado e é considerado imprescindível a intervenção imediata para reduzir o risco com aplicação de medidas corretivas e preventivas.

Os níveis de classificação de risco podem ser divididos em:

- a) conforme ou aceitável - é caracterizado por situações onde não se verificam anomalias, deficiências e sem identificação de fatores de risco prováveis;

b) não conforme ou inaceitável - corresponde a situações em que foram evidenciados fatores de risco, anomalias e deficiências.

Os perigos identificados no hospital veterinário em avaliação, são de resolução imediata e desta forma é possível atingir um nível de risco nulo, considerando os níveis de classificação de níveis de risco ou magnitude de risco este é considerado aceitável.

8.6. Medidas corretivas aplicadas

Foram aplicadas as medidas corretivas adequadas de forma a diminuir os riscos já referidos. Foram resolvidas as situações de risco assinaladas, procedeu-se à substituição do tubo de plástico suplente do sistema respiratório, procedeu-se à compra e aplicação do adaptador de segurança para o enchimento do vaporizador sistema Key-Index *Funnel-Fill* e enchimento do vaporizador com isoflurano passou a ser efetuado com EPIs adequados. Desta forma foi minimizada a exposição inalatória e cutânea. Contudo não foi efetuada nenhuma medição de concentrações anestésicas no ar ambiental.

8.7. Medidas preventivas

As medidas preventivas baseiam-se em minimizar o risco tanto quanto possível. Sendo essencial para identificação de novas situações de risco através de listas de verificação e para manter a avaliação de risco num nível aceitável. As medidas preventivas implementadas num plano de gestão de risco devem assegurar a segurança na saúde dos trabalhadores e prevenir o aparecimento de novas situações de perigo.

8.7.1. Medidas preventivas relativas ao sistema de exaustão e ventilação

Os sistemas de exaustão e ventilação devem conduzir os resíduos anestésicos para o exterior de forma a que não ocorra reentrada dos gases anestésicos (NIOSH 2007b) e devem estar afastados de zonas de passagem.

Assim as salas de cirurgia devem estar munidas de sistemas de ventilação e/ou de exaustão para eliminação de resíduos anestésicos. Deve ser utilizado um sistema que faça a extração rápida do ar contaminado e o substitua por ar puro (CE 2012). Os sistemas de ventilação, devem garantir que ocorram aproximadamente 15 trocas de ar por hora nas salas de cirurgia.

A sala de recobro deve também ter ventilação adequada de forma a prevenir a acumulação de resíduos anestésicos expirados pelo animal no ar atmosférico (OSHA 2000).

Neste caso devem ser garantidas 6 trocas de ar por hora (NIOSH 2019b).

As salas de cirurgia devem estar sob pressão positiva relativamente às restantes áreas dos CAMVs, porém este sistema não invalida a utilização de sistemas de exaustão ativo (Volquind et al. 2013).

As salas de cirurgia e de recobro devem estar providas de sistemas de ventilação passivo (direcionado para um tubo para o exterior, para um filtro, ar condicionado ou janelas), sistemas de ventilação ativo (sistemas de sucção ou bomba com renovações de ar), e os sistemas de exaustão que funcionam através de bombas potentes para eliminar os gases anestésicos residuais através de sucção rápida, que não foram captados pelos sistemas de ventilação (NIOSH 2019b).

Os sistemas passivo de eliminação de gases anestésicos baseiam-se no movimento do gás no sistema de respiração, pelo esforço expiratório do animal e pela pressão exercida pelo balão de reserva, e é conduzido ao exterior por um tubo colocado na parede da sala de cirurgia ou direcionado para um filtro (Seymour e Gleed 2001).

Considera-se que um sistema de ventilação ativo é mais eficaz do que os sistemas passivos para a eliminação de gases anestésicos residuais (NIOSH 2019a). Nestes sistemas de extração o gás movimentam-se por pressão negativa através de sistema de sucção ou de uma bomba de vácuo para o exterior das instalações.

Quando se deteta o odor de compostos anestésicos é porque há concentrações muito elevadas no ar ambiente, como se verifica no caso do halotano. Este, quando detetado pelo olfato dos profissionais, significa que está no ar em concentrações 125 vezes superior ao limite de exposição recomendado pela NIOSH (OSHA 2000).

Nas salas cirúrgicas sem sistema de ventilação a concentração de óxido nitroso (N_2O) é de aproximadamente de 1000-3000 ppm, no entanto nas salas providas de um sistemas de ventilação com ar condicionado a concentração reduz para cerca de 200 a 500 ppm e nas salas com um sistema de exaustão adequado seria ainda possível reduzir para apenas 15 a 35 ppm (Burm 2003).

Considera-se ainda boa prática a utilização de filtros de carvão e equipamentos de exaustão, para minimizar as descargas de resíduos anestésicos para o ar ambiente (SPA 2018). Em caso de derrame do composto anestésico líquido, além do sistema de sucção de gases anestésicos, pode-se utilizar alternativamente um material absorvente inerte adequado para a limpeza ou areia adequada para absorção (OSHA 2000; ILO 2008 b).

Apenas os funcionários devidamente treinados, e com formação adequada, devem responder às situações de ocorrência de derrames de compostos anestésicos na sua forma líquida, sendo o método de sucção rápida do ar o processo ideal para remoção dos gases anestésicos decorrentes da sua evaporação na sala de cirurgia (OSHA 2000).

É essencial executar planos de manutenção e de inspeção dos equipamentos de eliminação de gases de forma periódica (SPA 2018), dessa forma precedeu-se à elaboração de uma lista de verificação do sistema de eliminação de gases (tabela nº11) como medida preventiva a ser aplicada nas salas de cirurgia e salas de recobro.

Tabela 11 - Lista de verificação dos sistemas de eliminação de gases anestésicos

Lista de verificação do sistema de exaustão e ventilação	
a)	As grelhas de extração devem estar desimpedidas (sem objetos que possam bloquear a passagem de ar e extração de resíduos) (Volquind et al. 2013).
b)	Verificar a parte elétrica do sistema de exaustão e ventilação.
c)	Manter o caudal atmosférico da sala de cirurgia dentro dos valores recomendados, de cerca de 15 renovações por hora (SPA 2018).
d)	Verificar se as conexões entre o sistema anestésico e o sistema de exaustão estão bem colocadas (SPA 2018).
e)	Verificar o funcionamento do sistema mecânico de pressão da válvula do sistema de exaustão (SPA 2018).
f)	Analisar o modelo de exaustão utilizado de forma a efetuar uma manutenção e inspeção adequada (SPA 2018).
g)	Os sistemas de eliminação de resíduos anestésicos devem estar afastados de zonas de passagem (SPA 2018).
h)	Avaliar se o ar condicionado funciona corretamente (SPA 2018).
i)	Avaliar se as janelas (caso existam) estão desimpedidas e se abrem corretamente (SPA 2018).
j)	No caso do uso de filtros, devem ser pesados e, no caso de ultrapassar o peso máximo permitido, devem ser substituídos (SPA 2018).

Braz et al. (2017) comparou a exposição ao isoflurano e sevoflurano, em salas de cirurgia com e sem sistema de exaustão, verificou-se que a exposição a ambos os anestésicos excedeu o limite recomendado pela NIOSH, embora em menor gravidade nas salas de cirurgia com sistema de exaustão. Vários estudos de investigação provaram que nas salas de cirurgia de medicina humana, munidas de sistemas de eliminação de resíduos de gases anestésicos e ventilação adequados, a probabilidade de que os limites de exposição ocupacional sejam excedidos é reduzida. No entanto em salas de recobro, unidades de cuidados intensivos e salas de preparação para cirurgias, desprovidas de sistemas de exaustão de resíduos anestésicos ou de ventilação, continua a ser uma preocupação (Byhahn et al. 2001).

8.7.2. Medidas preventivas para o enchimento do vaporizador

Independentemente do esforço para minimizar as fugas de gás anestésico com implementação de práticas de precaução, o enchimento do vaporizador de forma incorreta é uma das principais formas de contaminação do ar ambiente que aumenta o risco para a saúde dos trabalhadores. Os vaporizadores devem estar equipados com acessórios de segurança indicados pelo fabricante de forma a garantir a segurança do trabalhador. O sistema de

enchimento de vaporizador fechado, com adaptadores de segurança, reduz o risco decorrente da exposição a resíduos anestésicos (Varughese e Bacher 2019).

A adoção de medidas preventivas durante o enchimento do vaporizador pode reduzir o risco de exposição a gases anestésicos (NIOSH 2007a), algumas medidas preventivas estão referidas na tabela nº12.

Tabela 12 - Medidas preventivas para enchimento do vaporizador

Medidas preventivas para enchimento do vaporizador
a) Inspeccionar visualmente o vaporizador e verificar ausência de fugas (SPA 2018).
b) Utilização de equipamento de proteção individual adequado na manipulação do composto anestésico (Perea et al. 2018).
c) Efetuar o enchimento do vaporizador com mínimo de pessoas presentes na sala (NIOSH 2007a).
d) O enchimento do vaporizador só deve ser efetuado sob um sistema de eliminação de gases, antes ou depois do procedimento anestésico (NIOSH 2007a).
e) Verificar se cada vaporizador está cheio e se está devidamente encerrado (NIOSH 2007a).
f) Efetuar o enchimento do vaporizador com acessórios de segurança (<i>Key-index®</i> : <i>Quick-Fill®</i> ou <i>Funnel-Fill®</i>) (Oliveira 2009).

8.7.3. Medidas preventivas antes de iniciar procedimentos cirúrgicos

Os procedimentos diários de verificação do equipamento anestésico devem ser registados em documento próprio para o efeito, o qual deve ser datado e assinado pelo responsável pela verificação.

A realização da lista de verificação de risco antes de iniciar procedimentos cirúrgicos foi adaptada de diretrizes da NIOSH (2007b), SBA (2018), Seymour e Gleed (2011) e SPA (2018) descritas na tabela nº13.

A utilização de uma lista de verificação para realizar a avaliação do aparelho de anestesia deverá ser obrigatória e deve ser efetuada uma vez por dia, no início do dia e imediatamente antes de se iniciar qualquer procedimento anestésico (SPA 2018).

Estes documentos devem ser arquivados para que em qualquer caso de ocorrência de um evento negativo na saúde dos profissionais ou deteção de anomalia no equipamento e deteção de fuga, possa ser consultado a fim de ser detetado o seu início e rastrear os possíveis lesados.

Tabela 13 - Lista de verificação de risco antes de iniciar procedimentos cirúrgicos

Lista de verificação de risco antes de iniciar procedimentos cirúrgicos	
<i>Data:</i> / /	<i>Responsável:</i>
1. Inspeccionar visualmente os equipamentos.	
2. Verificar se os cabos elétricos do aparelho de anestesia estão ligados á eletricidade.	
3. Verificar a quantidade de O ₂ existente na botija.	
4. Abrir a válvula de O ₂ lentamente e confirmar se o manómetro funciona, voltar a fechar.	
5. Teste o fluxómetro verifique o funcionamento dos flutuadores e o bom estado dos tubos de fluxo.	
6. Confirmar manómetros e fluxómetros estão a marcar zero.	
7. Confirmar se a botija de O ₂ ou o concentrador de O ₂ estão bem coaptados ao equipamento de anestesia.	
8. Verificar se o concentrador de O ₂ funciona corretamente.	
9. Inspeccionar conexões do equipamento anestésico e sistema respiratório procurar defeitos e falhas nas conexões, estas podem estar soltas ou mal ajustadas.	
10. Inspeccionar o canister (quantidade e coloração de absorvente).	
11. Verificar de a tampa do canister se encontra bem fechada.	
12. Inspeccionar o nível de líquido anestésico no vaporizador.	
13. Verificar se as válvulas de fluxo funcionam corretamente.	
14. Verificar se as válvulas inspiratória e expiratória funcionam corretamente.	
15. Inspeccionar tubos de plásticos correspondentes ao sistema respiratório-procurar fissuras, rasgões ou cortes, verificação de eventuais fugas e defeitos. Substituir se necessário.	
16. Inspeccionar balões respiratórios, procurar fissuras, rasgões ou cortes.	
17. Inspeccionar os tubos endotraqueais, procurar fissuras ou rasgões nos cuffs, deve encher os cuffs e ver se insuflam corretamente.	
18. Inspeccionar se as máscaras e tubos endotraqueais são adequados ao tamanho dos animais.	
19. Inspeccionar se as camaras de indução anestésica se encontram em boas condições, procurar quebras ou fissuras.	
20. Assegurar que os pontos de saída de gás para exterior da sala de cirurgia estão bem coaptados.	
21. Inspeccionar se os sistemas de ventilação e extração funcionam corretamente.	
22. Assegurar uma boa ligação entre o sistema de exaustão e as válvulas APL (pop-off).	
23. Inspeccionar conexões “Y”, “90º” ou “T”, procurar quebras ou fissuras no plástico.	
24. Verificar tubos do circuito respiratório, procurar rasgões, fissuras, cortes ou torções.	

Devido a vários modelos de equipamentos anestésicos, sistemas de exaustão e ventilação e devido à sua complexidade, é importante que haja formação dos profissionais.

No entanto, pode ser necessário que a verificação do equipamento de anestesia seja

efetuada periodicamente por um técnico especializado, para que a manutenção e funcionamento dos equipamentos sejam os mais adequados (SPA 2018).

Se a lista de verificação acusar qualquer tipo de irregularidade, o equipamento não deve ser utilizado. Neste caso, fazer a correção necessária ou providencie a assistência técnica especializada.

8.8. Comunicação de risco

Neste âmbito foi proposta a realização de uma sessão de esclarecimento sobre a gestão de risco inerente à exposição a compostos anestésicos voláteis, tendo sido realizada para 9 membros da equipa do Hospital Veterinário.

A sessão foi efetuada pela enfermeira veterinária responsável pelo plano de gestão de risco e englobou informação sobre saúde e segurança ocupacional, assim como práticas de trabalho baseadas em procedimentos padrões dum plano de gestão de risco.

Foi abordada informação acerca dos perigos resultantes da exposição e manipulação de compostos anestésicos e os seus resíduos, informação acerca de primeiros socorros e medidas de controlo (preventivas e corretivas) como as medidas de inspeção e manutenção do equipamento anestésico e a correta utilização de EPI.

Foi aconselhada a implementação de uma estratégia educacional continua e atualizada.

A informação acerca do risco de exposição, específico do isoflurano e respetivas medidas preventivas passaram a estar afixados em zonas com fácil visualização na sala de cirurgia.

Procedeu-se à realização diária de uma lista de verificação de forma a minimizar a possibilidade de ocorrência de exposição ao risco, efetuada pelo enfermeiro veterinário antes do início dos procedimentos cirúrgicos diários.

Foi possível criar diretrizes baseadas em outras já existentes de forma explícita e resumida dos cenários de exposição a agentes anestésicos inalatórios, assim como as medidas corretivas e preventivas correspondentes, de forma a facilitar os profissionais a compreender as situações de risco e as formas de prevenção possíveis de ser adotadas no CAMV (tabela 15).

Tabela 14 - Lista de verificação geral: identificação de risco e medidas corretivas e preventivas

Identificação	Medidas preventivas	Medidas corretivas
Equipamento anestésicos e acessórios		
1. Inspeção visual do equipamento de anestesia		
2. Verificar todas as válvulas, conexões e acessórios correspondentes		
<p>Verificar válvulas de pressão:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de pressão do O₂. - Válvula APL 	<p>a) Avaliar a presença de fugas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pode usar uma solução de sabão para verificar se há bolhas em conectores de alta pressão - pode usar um analisador de gás infravermelho portátil (ex:MIRAN®); <p>b) Inspeccionar se há defeitos ou falhas no rotâmetro ou fluxómetros do equipamento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Corrigir a causa da fuga; - Se detetar falhas ou defeitos nas válvulas do equipamento anestésico deve contactar o fabricante ou um técnico especializado.
<p>Verificar as válvulas do equipamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Válvulas inspiratória - Válvula expiratória - Válvula de Bypass 	<ul style="list-style-type: none"> a) Verificar ajustes das válvulas; b) Verificar o funcionamento interno das válvulas inspiratória e expiratória através da tampa transparente; c) Verificar se as válvulas estão imobilizadas, com má coaptação, desalinhadas ou com defeito. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se houver defeitos ou falhas no funcionamento das válvulas ou válvulas com defeitos deve-se corrigir a causa; - Contactar o fabricante ou um técnico especializado.
<p>Verificar as conexões e adaptadores correspondentes ao circuito respiratório do equipamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adaptador intermediário "T" - Adaptador intermediário "90°" - Adaptador intermediário "Y" - Conectores acessórios - Balões respiratórios - Tubos de plástico do sistema respiratório 	<ul style="list-style-type: none"> a) Inspeccionar se existem defeitos, furos, cortes, quebras ou fissuras nos adaptadores ou conectores; b) Inspeccionar se ocorre má coaptação aos tubos endotraqueais ou às máscaras; c) Verificar se existem defeitos, fissuras, cortes ou furos nos adaptadores ou conectores; d) Verificar se os encaixes estão bem ajustados; e) Verificar se existe rasgões ou cortes nos balões respiratórios; f) Verificar se existe rasgões ou cortes no <i>cuff</i> dos tubos endotraqueais; g) Verificar se existe furos, rasgões ou cortes nos tubos de plástico do sistema respiratório. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se houver adaptadores com defeito deve substituir. -Se os conectores estiverem gastos, velhos ou desatualizados, devem ser substituídos. - Se detetar falhas ou defeitos nas válvulas do equipamento anestésico deve contactar o fabricante ou um técnico especializado.

Identificação	Medidas Preventivas	Medidas corretivas
3. Verificar o vaporizador		
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar se tem ferrugem ou se está encontra em mau estado de conservação. - Verificar a tampa de rosca do vaporizador. - Verificar o indicador do nível de líquido do agente anestésico. - Verificar o botão do rotâmetro. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Pode estar desatualizado ou em mau estado, devido a falhas na inspeção ou na manutenção; b) Verificar se existe fuga de anestésico; c) Verificar se tem quebras ou fissuras; d) A rosca do vaporizador pode estar mal ajustada, desalinhada, em mau estado, os defeitos na tampa causam má coaptação e fuga de gás anestésico; e) Verificar se a quantidade de líquido anestésico colocado corresponde á realidade da sua utilização, pode haver quebra ou fissuras da camara interna do vaporizador; f) Se houver defeito no “botão” ou rosca de fornecimento de agente anestésico pode ocorrer fugas devido a falso encerramento ou quantidades desajustadas de anestésico. 	<ul style="list-style-type: none"> - A rosca do vaporizador deve ser substituída; - Efetuar inspeção e manutenção mais breve possível se estiver em mau estado, com quebras ou fissuras; - Substituir a tampa ou rosca do vaporizador; - Substituir “botão” de fornecimento de agente anestésico; - Se o recipiente ou vedações do mesmo se encontrarem com defeitos, devem ser substituídos; - Se detetar falhas ou defeitos nas válvulas do equipamento anestésico deve contactar o fabricante ou um técnico especializado.
4. Verificar o canister		
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar o recipiente do canister; - Verificar se a qualidade e as condições da cal soldada estão adequadas. - Verificar a montagem e o perfeito fechamento do canister. <p>Verificar a correta e firme ligação de todos os tubos e conexões.</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) Inspeccione se há quebra ou fissuras no recipiente; b) Verificar se as guarnições estão livres de resíduos de cal sodada; c) Verificar se as vedações de silicone no interior do recipiente se encontram em bom estado; d) Verificar se a peneira central do canister não está com os orifícios obstruídos; e) Inspeccionar o absorvente (coloração, aspeto, quantidade); f) Inspeccionar se existe fuga do absorvente. g) O encerramento incorreto do canister, pode causar fugas de gás anestésico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se existe falha ou defeitos nos encaixes correspondentes deve-se contactar o fabricante; - Se necessário substituir; - Contactar o fabricante ou os técnicos especializados.

Identificação	Medidas preventivas	Medidas corretivas
5. Sistema de ventilação e exaustão		
<ul style="list-style-type: none"> - Verifique se os sistemas de exaustão e ventilação se encontram em bom estado de conservação. - Verifique se a circulação do ar não se encontra comprometida. - Verificar a ligação elétrica dos sistemas de ventilação e exaustão. - Verificar as conexões entre o sistema de exaustão e ventilação - Inspeccionar as grelhas de extração dos sistemas de exaustão. - Inspeccionar se as janelas se encontram desimpedidas (caso existam). 	<ul style="list-style-type: none"> a) Pode estar desatualizado ou em mau estado, devido a falhas na inspeção ou na manutenção; b) Verifique se o sistema de exaustão e ventilação funcionam corretamente; c) Verificar se a passagem do ar está desobstruída; d) Verificar que o sistema de ventilação não se encontra em zonas de passagem; e) Verifique se o sistema de exaustão não se encontra próximo da abertura do sistema de ventilação; f) Deve-se ligar e desligar os sistemas de ventilação e exaustão para verificar a ligação elétrica; g) Inspeccionar se as conexões do sistema de ventilação e exaustão. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se os sistemas de ventilação e exaustão se encontrarem com defeito devem ser substituídos; - Pode testar o funcionamento do sistema de exaustão com fumo. - Se as aberturas de exaustão estiverem próximas das aberturas de suprimento de ar, mude a localização; - Se conexões do sistema de ventilação e exaustão estiverem com defeitos devem ser substituídos; - Manter as grelhas de extração desimpedidas; - Desimpeça a abertura das janelas - Se detetar falhas ou defeitos nas válvulas do equipamento anestésico deve contactar o fabricante ou um técnico especializado.

8.9. Discussão

Cerca de 32 milhões de trabalhadores estão expostos a substâncias químicas, sendo o cancro a primeira causa de morte relacionada com saúde ocupacional na União Europeia, onde morrem cerca de 10 pessoas por hora devido a tumores malignos causados pela exposição a substâncias químicas (DGS 2018).

Por falta de dados adequados à classificação enquanto indutores de neoplasias e devido à falta de estudos experimentais acerca da ação de doses baixas, o óxido nitroso, o halotano, o enflurano e o isoflurano não são classificados como carcinogénicos nos humanos.

No entanto, experiências *in vitro* comprovam que o isoflurano pode aumentar o crescimento e migração das células cancerígenas (EU-OSHA 2014), foi provada a carcinogenicidade do halotano em animais, não sendo no entanto classificado como cancerígeno humano (European Agency for Safety and Health at Work [EU-OSHA] 2014).

Relativamente aos valores limite de exposição, Varughese e Bacher (2019) realizaram um estudo para avaliar se os valores de sevoflurano ultrapassavam os valores recomendados (baseados nos valores limites de exposição) quando usado um sistema de enchimento de vaporizador com adaptadores de segurança e concluíram que a concentração de sevoflurano ambiental perto do nariz e da boca dos profissionais, estava abaixo dos OLE recomendados.

Segundo a (NIOSH 2007b) a exposição acima dos limites de exposição recomendados não é identificada no olfato humano, o que significa que se for identificado o odor do halotano é porque a concentração do agente anestésico no ar ambiente da sala de cirurgia está muito acima dos níveis máximos recomendados (concentrações acima de 125 ppm são detetáveis pelo olfato).

Compostos como halotano e isoflurano evaporam-se com facilidade conseguindo alcançar 30% de concentração no ar ambiente. Um estudo efetuado em amostras de ar exalado, antes, durante e após a cirurgia, mostrou que nas cirurgias onde se utilizou o isoflurano, ocorreram concentrações de 0,27 a 0,56 ppm nos médicos veterinários e de 0,28 a 4,40 ppm nos enfermeiros veterinários, 60 minutos após o término da cirurgia. Os resultados mostraram variações na concentração de isoflurano no ar da sala, que foram de 2,6 ppm antes da cirurgia, de 2 a 5 ppm durante o procedimento cirúrgico e após a cirurgia ocorreram variações de 5 a 70 ppm (NIOSH 2019).

Sabe-se que procedimentos rotineiros efetuados de forma incorreta podem proporcionar situações de perigo de exposição a gases anestésicos, dessa forma sempre que possível deve-se recorrer à intubação endotraqueal para administração anestésica volátil e verificar se todos os equipamentos e acessórios estão devidamente ajustados antes de abrir a válvula de fluxo (CE 2012). O tubo endotraqueal deve ser adaptado ao tamanho do animal e de preferência com *cuff* (Volquind et al. 2013).

Deve ser evitada, quando possível, a aproximação à cabeça do animal antes, durante e depois da cirurgia (NIOSH 2019a), evitar a utilização de máscara para indução ou manutenção da anestesia geral e se se recorrer ao seu uso, estas devem estar bem ajustadas (Volquind et al. 2013, CE 2012).

As salas de cirurgia e de recobro, devem ter pressão positiva de ar, sistema de extração, ventilação e/ou ar condicionado (NIOSH 2007a). Caso não exista, deve ser instalado um sistema de limpeza do ar para remover os gases anestésicos residuais da sala de cirurgia.

Alguns autores referem que o uso exclusivo de fármacos anestésicos por via intravenosa, como substituição de gases anestésicos, será uma medida capaz de eliminar a exposição ocupacional, minimizar a poluição ambiental e possíveis de ser adotadas nos CAMVs (Byhahn et al. 2001).

As listas de verificação possibilitam uma redução da exposição aos gases anestésicos, têm como objetivo a criação de linhas de orientação de modo a que todos os funcionários possam individualmente executar os tópicos referidos na lista, adaptados ao próprio

equipamento e recursos (SPA 2018) de cada CAMV. Os médicos veterinários e os enfermeiros veterinários, devem estar familiarizados com estes procedimentos.

8.10. Conclusão

Os medicamentos tóxicos são os que produzem efeitos nefastos à saúde, mesmo em doses reduzidas (NIOSH 2004), por isso a exposição aos mesmos deve ser evitada ou deve manter-se o risco de exposição ocupacional o mais baixo possível (CCOHS 2017).

Apesar das limitações, a avaliação de riscos é uma importante ferramenta para tomada de decisão de forma a tornar-se uma ferramenta efetiva para a vigilância na saúde dos profissionais (Freitas 2002).

A elaboração deste plano de gestão permitiu à estudante perceber a diferença existente entre a realidade da capacidade de gestão de medicina veterinária e medicina humana, sendo as linhas orientadoras existentes acerca da exposição a compostos anestésicos voláteis na sua grande maioria relativas à medicina humana. Mostra que a preocupação da saúde ocupacional em medicina veterinária relativa à exposição a gases anestésicos é diminuta e desvalorizada.

Conhecer bem o equipamento de anestesia e o seu correto funcionamento, são fatores importantes, uma vez que o seu uso de forma inapropriada ou a presença de anomalias no mesmo pode pôr em risco a saúde dos animais e dos profissionais (Seymour e Gleed 2001; OSHA 2000).

Uma das medidas preventivas mais importantes a ser adotadas nos CAMVs, e que permite uma redução de 75 % na concentração de gases anestésicos voláteis nas salas de cirurgia, é o uso de um bom sistema de ventilação e de exaustão de resíduos (Perea et al. 2018).

O modo de enchimento efetuado sem acessórios de segurança, denominado de sistema de enchimento tradicional não específico (*Pour-Fill*), está associado a maior derramamento de compostos anestésicos voláteis líquidos (Oliveira 2009).

A utilização de adaptadores de segurança durante o enchimento do vaporizador reduz o risco de exposição a gases anestésicos, uma vez que diminui em 60 % a exposição a gases anestésicos (Varughese e Bacher 2020).

Se existe risco de exposição devido à falta de condições de segurança, devem ser adotadas medidas corretivas para salvaguardar a saúde dos trabalhadores (ACT 2016a), corrigir as anomalias e incrementar medidas de segurança como os equipamentos de proteção individual e coletiva, assim como a utilização de adaptadores de segurança para o enchimento do vaporizador são estratégias que permitem minimizar o risco de exposição.

O plano de gestão efetuado poderá ser considerado como um ponto de partida para um aumento de zelo profissional e para a implementação de medidas de segurança.

9. Referências bibliográficas

Air Liquid Brasil. 2014. Óxido Nitroso líquido refrigerado: ficha de informação de segurança de produtos químicos. [Internet]. Brasil: Air Liquid Brasil Ltda; [acedido 2020 Abr4]. https://www.airliquidehealthcare.com.br/sites/alh_br/files/23003_óxido_nitroso_liquido_refrigerado10024-97-2.pdf.

Alexandre N, Costa M, Mascarenhas R. 2008. Anestesia volátil e monitorização anestésica [Internet]. Évora: Universidade de Évora; [acedido 2020 Fev 10]. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/4779/1/sebentadeanesthesiologia%5B1%5D.pdf>

Alwardt, C.M. Redford, D. Larson.D.F. (2005). J Extra Corpor Technol. General Anesthesia in Cardiac Surgery: A Review of Drugs and Practices. Junho de 2005; 37 (2): 227–235

Anders MW. 2005. Formation and toxicity of anesthetic degradation products. Annu Rev Pharmacol Toxicol. [acedido 2020 Mai 5]; 45:147–76. doi:10.1146/annurev.pharmtox.45.120403.095847.

[ASA] American society of anesthesiologist. 1999. Waste anesthetic gases. Island: ASA Committe on occupational health of operating room personal. P.28

[ACT] Autoridade para as condições do trabalho. 2016a. Guia geral para o controlo da exposição a agentes químicos. [Internet]. Lisboa: Autoridade para as condições de trabalho; [acedido 2020 Mar 4]. http://www1.ipq.pt/PT/Normalizacao/FerramentasPME/Documents/Guia_Quimicos_Web.pdf

[ACT] Autoridade para as condições do trabalho. 2016b. Guia de seleção de luvas de Proteção: Riscos químicos. [Internet]. Lisboa: Autoridade para as condições de trabalho; [acedido 2020 Mar 3]. http://www1.ipq.pt/PT/Normalizacao/FerramentasPME/Documents/Guia_Luvas_Web.pdf

[ACT] Autoridade para as condições do trabalho. 2016c. Seleção de Equipamentos de proteção individual (EPI) [Internet]. Lisboa: Autoridade para as condições de trabalho; [acedido 2020 Fev 3]. http://www1.ipq.pt/PT/Normalizacao/FerramentasPME/Documents/Guia_EPI_Web.pdf.

Boiano JM, Steege AL. 1990. Health effects associated with exposure to anaesthetic gases in Ontario Hospital personnel. Br J ind Med; [acedido 2020 Fev 2]; 47:490–497.doi:10.1136 / oem.47.7.490.

Braz LG, Braz JRC, Cavalcante GAS, Souza KM, Lucio LMC, Braz MG. 2017. Comparação de resíduos de gases anestésicos em salas de cirurgia com ou sem sistema de exaustão em um hospital universitário brasileiro. Rev Bra De Anes. [acedido 2020 Jan 4]. (5): 516-520. doi: 10.1016 / j.bjan.2017.02.001.

Brose, MM, Assis SCM. 2017. Work accidents in a University Hospital: a prevalence study. Con Ci [Internet]. [acedido 2020 Jan 16]; 12(2):13–21. doi:10.24862/ccco.v12i2.518

Burm AGL. 2003. Occupational hazards of inhalational anaesthetics. Best Pract Res Clin Anaesthesiol. [acedido 2020 Fev 9]; 17:147–161. <https://doi.org/10.1053/bean.2003.0271>

Byhahn C, Wilke HJ, Westphal K. 2001. Occupational Exposure to Volatile Anaesthetics: Epidemiology and approaches to reducing the problem. CNS Drugs. [acedido 2020 Jan 4]; 15(3):197–215. doi:10.2165/00023210-200115030-00004.

[CCOHS] Canadian Center for Occupational Health and Safety. 2017. Occupational Exposure Limits. [Internet]. Canada: COOHS [acedido 2020 Jan 15]. https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/occ_hygiene/occ_exposure_limits.html

[CIAV] Centro de Informação Anti-veneno: Primeiros socorros. [Internet]. 2017. Lisboa: Instituto Nacional de Emergência Médica; [acedido 2020 Abr 3]. <https://www.inem.pt/category/servicos/centro-de-informacao-antivenenos/>.

Comissão Europeia. 2012. Minimising chemical risk to workers health and safety through substitution. [Internet] Luxemburgo: Publications Office of the European Union. Pratical Guidance: Direção Geral do Emprego dos Assuntos Sociais e Inclusão; [acedido 2020 Jan 8] p. 310. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c94c5caf-fca6-498e-8dff-f75c6e20147f>

Comissão Europeia. 2015. Proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores da agricultura, da pecuária, da horticultura e da silvicultura. [Internet]. Luxemburgo: Serviço das publicações da União Europeia; [acedido 2020 Jan 22]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a582a0df-60d3-4258-b4ff-b610f232118f/language-pt/format-PDF>.

Coppens MJ, Versichelen LFM, Rolly G, Mortier EP, Struys MMRF. 2006. The mechanisms of carbon monoxide production by inhalational agents. *Anaesthesia*. [acedido 2020 Mar 19]; 61(5):462–468. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2006.04536.x>

Decreto-Lei n.º 24/2012 de 6 de fevereiro. Diário da República N.º 24/2012- Série I. Ministério da Economia e do Emprego. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 102/2009 de 10 de setembro. Diário da República n.º 176/2009 - Série I Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho. Lisboa.

Decreto-Lei n.º 348/93 de 24 de março. Diário da República n.º. 70/1993 - Série I-B. Ministério das Finanças e do Emprego e da Segurança Social. Lisboa.

Directiva 98/24/CE do Conselho de 7 de abril de 1998. Comissão Europeia. Decreto-Lei n.º 290/2001, de 16 de novembro. Diário da República. Lisboa.

Directiva 2004/37/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Abril de 2004. Decreto-Lei n.º 35/2020 de 13 de julho. Diário da República. Lisboa

Diretiva 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Dezembro de 2006. Decreto-Lei n.º 293/2009 de 13 de outubro. Diário da República. Lisboa

[DGS] Direção Geral de Saúde. 2006. Organização de Serviços de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde. Lisboa: Direção-Geral da Saúde; [acedido 2019 Nov 3]. <https://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/organizacao-de-servicos-de-seguranca-higiene-e-saude-no-trabalho-em-servicos-de-saude-pdf.aspx>

[DGS] Direção Geral da Saúde. 2018. Vigilância da saúde dos trabalhadores expostos a agentes químicos cancerígenos, mutagénicos ou tóxicos para a reprodução. Guia Técnico n.º 2 [Internet]. Lisboa: Programa Nacional de Saúde Ocupacional DGS [acedido 2020 Mar 4]. <https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/referenciais-tecnicos-e-normativos/guias-tecnicos/guia-tecnico-n-2-pdf1.aspx>

Dosch MP, Tharp D. 2016. The Anesthesia Gas Machine. [Internet]. Detroit: University of Detroit Mercy; [acedido 2020 Mai 5]. <https://healthprofessions.udmercy.edu/academics/na/agm/02.htm>

[EU-OSHA] European Agency for Safety and Health at Work. 2014. Exposição a agentes cancerígenos e cancro de origem profissional: uma análise dos métodos de avaliação.

[Internet]. Luxemburgo: Serviço de publicações da União Europeia; [acedido 2020 Mai 3]. <https://osha.europa.eu/en/file/72493/>

[ECHA] European Chemicals Agency. 2019. Substance Information-halothane [Internet]. Finlândia: Agency EC; [acedido 2020 Mar 28]. <https://www.echa.europa.eu/web/guest/substance-information/-/substanceinfo/100.005.270>.

[ECHA] European Chemicals Agency. 2020. Occupational exposure limits. [Internet]. Finlândia: Agency EC; [acedido 2020 Fev 2]. <https://echa.europa.eu/oel>.

[EDMQ] European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare. 2018. Ficha dados de segurança Desflurano. [Internet]. França: Council of Europe. [acedido 2020 Fev 8]. https://sds.edqm.eu/pdf/SDS/EDQM_201600259_1.0_SDS_PT.pdf?ref=1528810403

[EIGA] European Industrial Gases Association. 2018. Safety training leaflet 04, Nitrous oxide. [Internet]. Bruxelas: EIGA's publications; [acedido 2019 Dez 15] <https://www.eiga.eu/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=3483&token=60b4e7462ed171fc04095c9ff4362626b354e412>

[EMA] European Medicines Agency 2003. Sevoflurane scientific Discussion CVMP/208/03. [Internet]. Amesterdão: Medicines EA. [acedido 2020 Mar 23]. https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-discussion/sevoflo-epar-scientific-discussion_en.pdf

[EMA] European Medicines Agency. 2010. Guideline on user safety for pharmaceutical veterinary medicinal products. [Internet]. London (UK): EMA; [acedido 2020 Jan 8]. 1–21. http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Scientific_guideline/2010/03/WC500077971.pdf.

[EMA] European Medicines Agency. 2018. SevoFlo CVMP/92087/2007. [Internet]. Amesterdão: Medicines EA. [acedido 2020 Jun 8]; <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/veterinary/EPAR/sevoflo> [EMA] European Medicines

[EMA] European Medicines Agency. 2020. Methoxyflurane. [Internet]. Amesterdão: Medicines EA. [acedido 2020 Jun 8]. <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/paediatric-investigation-plans/emea-000334-pip01-08-m08>

Fang ZX, Eger EI, Laster MJ, Chortkoff BS, Kandel L, Lonescu P. 1995. Carbon Monoxide Production from Degradation of Desflurane, Enflurane, Isoflurane, Halothane, and Sevoflurane by Soda Lime and Baralyme Registered Trademark. *Anesthesia and Analgesia*. [acedido 2020 Abr 1]; 80(6):1187–1193. <http://journals.lww.com/00000539-199506000-00021>.

Freitas, M, C. 2002. Avaliação de risco e vigilância ambiental. Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana/ENSP/FIOCRUZ. [acedido 2002 Dez 25]; 11(2) :12. <http://scielo.iec.gov.br/pdf/iesus/v11n4/v11n4a05.pdf>

Garcia F. 2005. 1o Curso Esteve de Anestesia en perros y gatos: agentes anestésicos em pequenos animales. Barcelona: Laboratório Dr. Esteve, S.A.

Grimm KA, Lamont LA. 2007. Clinical Pharmacology. Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia. Ames, Iowa. Publishing B. p. 3–36.

Guedes A. 2011. Riscos profissionais em anestesiologia. *Rev Med Minas gerais*. [acedido 2020 Mar 5]; 21:41–49. <http://rmmg.org/artigo/detalhes/877>

[HMDB] Human Metabolome Database. 2020. Showing metabocard for Desflurane: HMDB0015320. [Internet]. Canadá:HMDB; [acedido 2020 Abr 3]. <https://hmdb.ca/metabolites/HMDB0015320%0A%0A>.

[ILO] International Labour Organization. 2008. International Chemical Safety Cards ICSC:1636 Metoxyflurane [Internet]. ILO; [acedido 2020 Abr 8]. https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=1636&p_version=2

[ILO] International Labour Organization. 2017. International Chemical Safety Cards ICSC:0277 Halothane [Internet]. ILO; [acedido 2020 Abr 9]. https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=0277&p_version=2

Infarmed. 2020. Folheto informativo Enfluran. [internet]. Infomed base de dados de medicamentos de uso humano; [acedido 2020 Fev 8]. <https://extranet.infarmed.pt/INFOMED-fo/detalhes-medicamento.xhtml>

[INSA] Instituto Nacional Doutor Ricardo Jorge. 2014. Exposição profissional a sevoflurano em ambiente hospitalar. Lisboa: Departamento de Saúde Ambiental. [acedido 2020 Abr 9]; 7(5):25–27. http://repositorio.insa.pt/retrieve/6676/observacoes_7_2014_artigo7.pdf

[INCHEM] Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information. 2002a. Showcard Desflurane ICSC1437. [Internet]. INCHEM, [acedido 2020 Abr 30]. <http://niosh/www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics1437.htm>.

[INCHEM] Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information. 2002b. Showcard Enflurane ICSC0887. [Internet]. INCHEM; [acedido 2020 Abr 30]. https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_version=2&p_card_id=0887.

[INCHEM] Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information. 2002c. Showcard Isoflurane ICSC1435. [Internet]. INCHEM; [acedido 2020 Abr 30]. https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_version=2&p_card_id=1435.

[INCHEM] Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information. 2006. Showcard Metoxiflurane ICSC1636. [Internet]. INCHEM; [acedido 2021 Jan 08]. https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_card_id=1636&p_version=2&p_lang=es

[INCHEM] Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information. 2002d. Showcard Sevoflurane ICSC1436. [Internet]. INCHEM; [acedido 2020 Abr 30]. <http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics1436.htm%0A%0A>.

[INCHEM] Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information. 2003. Showcard Halothane ICSC0277. [Internet]. INCHEM; [acedido 2020 Mar 28]. https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_version=2&p_card_id=0277%0A%0A.

Jones RS. 2016. Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia. Londres: British Veterinary Animal Veterinary Association.

Kontrolab. 2018. Máquina de anestesia veterinária: manual do usuário. Itália: Kontrolab Life Science; [acedido 2020 Jun 21]. <https://desego.com/wp-content/uploads/2018/08/Manual-maquina-de-anestesia-inhalada-AN5.pdf>.

Longnecker DE, Cheung AT. Pharmacology of inalational anesthetics. Princípios e Prática de Anestesiologia. 2ª ed. St. Louis: Mosby; 1998: 1123.

Lucio LMC, Braz MG, Junior N, Reinaldo J, Braz C, Braz LG. 2018. Occupational hazards, DNA damage, and oxidative stress on exposure to waste anesthetic gases. *Brazilian J Anesthesiol.* [acedido 2020 Jan 8]; 68(1):33–41. doi:10.1016/j.bjan.2017.05.001.

Machado, H. 2013. *Manual de Anestesiologia*. Lisboa: Lidel Edições técnicas, Lda

Mark P, Sally H, Lesley R, Debra S. The Proportion of Cancer Attributable to Occupational. 2015. US: *Ann Epidemiol.* [acedido 2020 Jan 26]; 25(3):188–92. doi:10.1016/j.annepidem.2014.11.009.

[MSC] Ministério Sanidad e Consumo. 2001. *Agentes Anestésicos Inhalatorios. Protocolo vigilância de uso de gases anestésicos.* [Internet]. Madrid: Comisión de saúde pública.

[MS] Ministério da Saúde. 2010. *Gestão dos Riscos Profissionais em Estabelecimentos de Saúde Nº1.* [Internet]. Lisboa: Departamento de Saúde Pública; [acedido 2020 Abr 22]. <https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/documentos-diversos/gestao-dos-riscos-profissionais-nos-estabelecimentos-de-saude-pdf.aspx>

Modiano JF, Breen M. 2007. *The Etiology of Cancer. Small Animal Clinical Oncology.* 4ª ed. Missouri: Saunders

Natalini CC. 2001. Sevoflurane, Desflurane, and Xenon new inhaled Anesthetic in Veterinary. *Ciência Rural St Maria.*[acedido 2020 Jan 15]; 31(1):177–183. <https://www.scielo.br/pdf/cr/v31n1/a29v31n1.pdf>

[NCL] National Cancer Institute. 2020b. Óxido Nitroso C73617. [Internet]. NCL; [acedido 2020 Abr 3]. https://ncit.nci.nih.gov/ncitbrowser/ConceptReport.jsp?dictionary=NCI_Thesaurus&version=2.0.05d&ns=ncit&code=C73617&key=861484826&b=1&n=null

[NCBI] National Center for Biotechnology Information. 2020. PubChem Database: Nitrous oxide CID=948. [Internet]. NCBI; [acedido 2020 Abr 3]. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/948>

[NBCI] National Center for Biotechnology Information. 2020a. PubChem Database: Metoxiflurano CID=4116. [Internet]. NCBI; [acedido 2021 Jan 3]. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Methoxyflurane#datasheet=LCSS>

[NIEHS] National Institute of Environmental Health Sciences. 2019. Toxicology. [Internet]. EUA: NIEHS. [acedido 2020 Mar 8]. em:<https://www.niehs.nih.gov/health/topics/science/toxicology/index.cfm>

[NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. 2004. Preventing occupational exposures to antineoplastic and other hazardous drugs in health care settings. [Internet]. Cincinnati: NIOSH Publications; [acedido 2020 Dez 20]. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2004-165/default.html>.

[NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. 2007a. Waste anesthetic gases : occupational hazards in hospitals. [Internet]. Cincinnati: NIOSH Publications; [acedido 2020 Jan 9]. (151):1–16. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-151/>.

[NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. 2007b. Niosh pocket guide to chemical hazards. [Internet]. Cincinnati: NIOSH Publications; [acedido 2020 Jan 8] p. 424. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2005-149/pdfs/2005-149.pdf>

[NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. 2010. Safe Handling of Hazardous Drugs for Veterinary Health Care Workers. [Internet]. Cincinnati: NIOSH Publications; [acedido 2020 Jan 8]. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/wp-solutions/2010-150/default.html>

[NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. 2018. First aid procedures, [Internet]. Cincinnati: NIOSH Publications; [acedido 2020 Abr 2]. <https://www.cdc.gov/niosh/npg/firstaid.html>.

[NIOSH] National Institute for Occupational Safety and Health. 2019. Evaluation of Waste Anesthetic Gas Exposure and Miscarriages at a Veterinary Hospital. Cincinnati: Department of Health and Human Services; [acedido 2020 Mar 23]. p. 38. <https://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2017-0077-3336.pdf>

Nilsson R, Bjordal C, Andersson M, Bjordal J, Nyberg A, Welin B, Wilman A. 2005. Health risks and occupational exposure to volatile anaesthetics: a review with a systematic approach. *J Clin Nurs*. [acedido 2020 Abr 5]; 14:173–186. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2005.01168.x>.

[OSHA] Occupational Safety and Health Administration. 2000. Anesthetic Gases: Guidelines for Workplace Exposures. [internet]. Washington: United States Department of labour; [atualizado 2000; acedido 2019 Dez 10]. <https://www.osha.gov/dts/osta/anestheticgases/>

Oga S, Camargo MMA, Batistuzzo JAO. 2003. Fundamentos de toxicologia. 3º ed. São Paulo: Atheneu Editor.

Oliveira C. 2009. Occupational exposure to anesthetic gases residue. *Rev Bras Anesthesiol*. [acedido 2020 Mai 4]; 59(1):110–124. doi:10.1590/S0034-70942009000100014.

Perdigoto PAB 2012. Riscos no bloco operatório: realidades que podem influenciar a gestão. [dissertação de mestrado] Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.

Perea E, Talambas S, Nunes R, Rosa P, Carvalho J, Fonnegra J, Porovska O, Infante J, Manzano MJ. 2018. Exposição Ocupacional a Gases Anestésicos no Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Central. *Rev Port Saúde Ocup*. [acedido 2020 Abr 18]; 6:1–12. doi:10.31252/RPSO.22.09.2018.

Ponsonnard S, Cros J, Nathan N. 2014. Anestésicos halogenados. Elsevier Masson, Anestesia-Reanimación. [acedido 2020 Fev 3]; 40(4):1–23. doi:10.1016/S1280-4703(14)68945-3.

Preckel B, Bolten J. 2005. Pharmacology of modern volatile anaesthetics. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. [acedido 2020 Fev 20]; 19(3):331–348. doi:10.1016/j.bpa.2005.01.003.

Prüss-Ustün A, Vickers C, Haefliger P, Bertolini R. 2011. Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. *Environ Health*. [acedido 2020 Abr 12]; 10:9. doi:<https://doi.org/10.1186/1476-069X-10-9>.

Reichle FM, Conzen PF. 2003. Halogenated inhalational anaesthetics. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. [acedido 2020 Abr 4]; 17(1):29–46. doi:10.1053/bean.2002.0265.

Regulamento (CE) n.º 1907/2006, de 18 de dezembro de 2006. Jornal Oficial da União Europeia L 396/1. Comissão Europeia Bruxelas

Roza MR, Costa MAF, Costa MFB, Filho JBG, Oliveira A. 2010. Biossegurança aplicada aos serviços de odontologia veterinária. *Medvep*. [acedido 2020 Mai 18]; 8(25):285–290. [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/medvep-revista-cientifica-de-medicina-veterinaria/-8-\(2010\)-25/bioseseguranca-aplicada-aos-servicos-de-odontologia-veterinaria/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/medvep-revista-cientifica-de-medicina-veterinaria/-8-(2010)-25/bioseseguranca-aplicada-aos-servicos-de-odontologia-veterinaria/)

Santos M, Gregório H. 2016. Saúde ocupacional aplicada aos profissionais associados a atividades Veterinárias (auxiliares, enfermeiros e médicos). [acedido 2020 Mai 20]; 1:143-147. doi:10.31252/RPSO.11.02.2016/2

Sharn inc Anesthesia 2020. [Internet]. Anesthesia Machine Essentials. Boston [acedido 2020 jun 4]. <https://www.sharn.com/o2-monitoring/p/DragerFillVaporizerFillerAdapters/>

Schrenk D. 2018. What is the meaning of 'A compound is carcinogenic?'. [Internet]. *Rep Toxicol Elsevier*. [acedido 2020 Mai 1]; 5: 504–511. doi: 10.1016 / j.toxrep.2018.04.002

Seymour C, Gleed R. 2001. *Manual of Small Animal Anesthesia and Analgesia*. Monsó JMT, Membrive MEL, Tradutor; British Small Animal Veterinary Association, Editor. Barcelona: Ediciones S. p.423.

[SBA] Sociedade Brasileira de Anestesiologia. 2013. Bem-estar ocupacional em anestesiologia. Brasília: Editor Gastão F. Duval Neto. [acedido 2020 Mai 1]; p.476. <http://portal.cfm.org.br/images/stories/biblioteca/bem%20estar%20em%20anestesiologia.pdf>

[SPA] Sociedade Portuguesa de Anestesiologia. 2018. Recomendações para verificação do equipamento anestésico. Lisboa: Secção qualidade e segurança; [acedido 2020 Abr 29]. 7. http://www.spanestesiologia.pt/ficheiros/Recomendacoes_Equipamento_Anestesico.pdf.

Steffey EP, Mama KR, Lumb V. 2007. *Lumb & Jones veterinary anesthesia and analgesia*. 4.a ed. (US) Ames Iowa: Blackwell Publishing.

Stoelting R. 1999. *Farmacologia e fisiologia na prática anestésica*. 3.a ed. Filadélfia: Raven L.

ThermoFisher 2020. [Internet]. Analisadores ambientais portáteis MIRAN SappHRe. [acedido 2020 mai 8]. <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/205B-SL?SID=srch-hj-205B-SL#/205B-SL?SID=srch-hj-205B-SL>

Varughese S, Bacher H. 2019. Validation of Waste Anaesthetic Gas Exposure Limits When Using a Closed Vaporizer Filling System: A Laboratory-Based Study. *Adv Ter*. 37: 450-456.

Volquind D, Bagatini A, Monteiro GMC, Londero JR, Benvenuti GD. 2013. Riscos e Doenças Ocupacionais Relacionados ao Exercício da Anestesiologia. *Rev Bra De Anes*. [acedido 2021 Jan 4]. 63(2):227-232. <https://www.scielo.br/pdf/rba/v63n2/v63n2a13.pdf>

Woodward KN. 2013. *Toxicological effects of veterinary medicinal products in humans*. 1.a ed. Royal society of chemistry. Cambridge: RSC Publishing.

[WFSA] World Federation of Societies of Anesthesiologists. 2016. Basic Science Sistemas de Respiração em Anestesia. [acedido 2019 Dez 5]; p.6. <https://tutoriaisdeanestesia.paginas.ufsc.br/files/2016/10/333-Sistemas-de-Respira%C3%A7%C3%A3o-em-Anestesia.pdf>

[WHO] World Health Organization. 2014. Initial clinical management of patients exposed to chemical weapons. Interim guidance report. Geneva: WHO Press; [acedido 2020 Jan 13].

https://www.who.int/environmental_health_emergencies/deliberate_events/interim_guidance_en.pdf?ua=1

[WHO] World Health Organization. 2000. Human exposure assessment. Geneva: International programme on chemical Safety; [accedido 2019 Jan 20]. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc214.htm>.

Xelegati R, Robazzi MLCC, Marziale MHP, Haas VJ. 2006. Chemical occupational risks identified by nurses in a hospital environment. *Rev Latino-am Enfermagem*. 14(2):214-9.

Anexo 1 - Sistemas de métodos de transferência de agentes anestésicos líquidos para o vaporizador do equipamento anestésico

A técnica utilizada sem recurso a adaptadores designa-se de sistema tradicional não específico, tipo *Pour-Fill*, baseia-se em colocar diretamente o líquido anestésico no local próprio para enchimento do vaporizador. Este fato pode causar derrames do líquido anestésico e dissipação dos seus vapores na sala de cirurgia.

O enchimento do reservatório do vaporizador com compostos anestésicos líquidos pode ser efetuada com ou sem adaptadores específicos para cada tipo de anestésico e modelo do vaporizador.

Os adaptadores são classificados por cores e modelos mediante o composto anestésico em causa.

Pela semelhança com o tipo de encaixe de uma chave e fechadura eles são denominados *Key-index*. Podem ser do tipo *Quick-Fill* (encaixe rápido) ou *Funnel-Fill* (com mangueira).

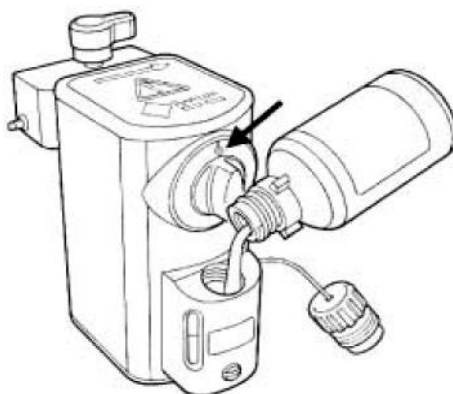


Ilustração 1 - Sistema tradicional não específico *Pour-Fill*

Fonte: Penlon Ltd Abingdon UK citado por oliveira 2009

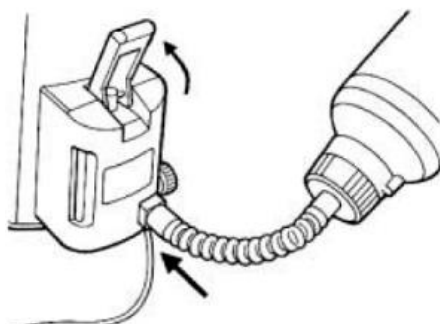


Ilustração 2 - Sistema *Key-Index*, tipo *Funnel-Fill*

Fonte: Penlon Ltd, Abingdon UK citado por Oliveira 2009



Figura 1 - Sistema tradicional não específico *Pour-Fill*
 Fonte: Kontrolab (2018).

Sistema de enchimento do vaporizador segundo o sistema tradicional não específico *Pour-Fill* pode ser realizado:

- a) desenroscar com precaução a tampa de rosca;
- b) verter o líquido anestésico na porta de entrada do vaporizador;
- c) visualizar o nível de anestésico inserido até ao nível recomendado;
- d) fechar a garrafa e o vaporizador;
- e) efetuar este procedimento com luvas, máscara e óculos;
- f) o sistema de eliminação de gases deve estar ligado.



Figura 2 - Dispositivo adaptador Key-index, tipo Funnel-Fill
 Fonte: Sharn Inc Anesthesia.



Figura 3 - Sistema *Quick-Fill* com adaptador *Easy-Fill*
 Fonte: Kontrolab (2018)

Sistema de enchimento do vaporizador *Quick-Fill* com adaptador *Easy-Fill* pode ser realizado:

- a) abrir a tampa de rosca do vaporizador com precaução;
- b) colocar o adaptador na garrafa de anestésico (isoflurano cor roxa);
- c) colocar a garrafa com o adaptador nas ranhuras indicadas no vaporizador;
- d) visualizar o nível de anestésico inserido até ao nível recomendado;
- e) fechar a garrafa e o vaporizador;
- f) efetuar este procedimento com luvas, máscara e óculos;
- g) o sistema de eliminação de gases deve estar ligado.



Figura 4- Dispositivo adaptador *AntiSpil* tipo *Funnel-Fill*
 Fonte: Sharn inc Anesthesia.



Figura 5 - Sistema *Key-index*, tipo *Quick-Fill* para Sevoflurano.
Fonte: Clínica Veterinária de Sintra



Figura 6 - Dispositivo adaptador *Easy-Fill*, tipo *Quick-Fill*
Fonte: Sharn Inc Anesthesia.

Anexo 2 - Monitorização ambiental

O aparelho MIRAN® deteta gases anestésicos através da utilização de tubos colorimétricos, estes são tubos de vidro herméticamente selados com substâncias reativas colorimétricas depositadas no tubo (fitas de papel, grãos de sílica gel, alumina ativada). Estes são componentes químicos específicos reagem quantitativamente quando exposto a um determinado gás ou vapor. Se for detetada a presença de gás anestésico, o reagente presente no tubo muda de cor. Esta mancha de cor, o tamanho e a intensidade da mesma depende da concentração da substância no volume de ar da amostra. E posteriormente é relacionada com uma escala impressa no corpo do tubo, determinando a concentração de gás (% volume ou mg/m³) (ACT 2016 a; *Thermo Electron Corporation* 2020).

Tabela 15 - Equipamentos de avaliação de concentração de gases anestésicos atmosféricos

Equipamentos de avaliação de concentrações de gases anestésicos atmosféricos	
MIRAN® SapphRe-1	“Utilizado para medições específicas para um tipo de gás anestésico”.
MIRAN® SapphRe-5	“Utilizado para deteção de mais de 5 gases anestésicos em simultâneo”.
MIRAN® SapphRe-30	“Executa medição e exibição de múltiplos componentes, até 30 gases. Permite calibração de cada um deles sem interferências de outros componentes químicos medidos em simultâneo”.
MIRAN® SapphRe-100	“Executa medição de mais de 30 gases em simultâneo, numa variedade de 100 gases possíveis”.

Este é um exemplo, dentro de outras possibilidades, de um aparelho utilizado para a medição de gases anestésicos voláteis nas salas de cirurgia e de recobro.








Figura 7 - Aparelho de medição de concentração de gases anestésicos MIRAN® SapphRe
Fonte: Thermo Electron Corporatio.


Anexo 3 - Pictogramas de perigo

Um pictograma de perigo é uma imagem existente num rótulo, que contém o símbolo de aviso e cores específicas e destinam-se a transmitir informação sobre os efeitos nocivos que uma determinada substância ou mistura possa ter na saúde e no ambiente.

Tabela 16 - Pictogramas de perigo

 <p>GHS08</p>	<p>Significado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Perigo para a saúde; - Sensibilização respiratória; - Toxicidade para órgãos-alvo específicos; - Mutagénico; - Carcinogénico; - Tóxico para a reprodução;
	<p>Recomendações de prudência</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Não respirar as poeiras, fumos, gases, névoas, vapores ou aerossóis; - Lavar cuidadosamente as mãos após manuseamento; - Não comer, beber ou fumar durante a utilização deste produto; - Armazenar em local fechado à chave. <p>- Usar EPI adequados: Luvas de proteção resistentes aos produtos químicos (EN 374); Óculos de segurança (DIN EN 166); Utilizar roupa de proteção química (DIN EN 13034); Use aparelhos respiratórios quando exposto a vapores/pós/aerossóis: máscara anti-poeiras com filtro P3 (DIN EN 140/149);</p> <p>Em caso acidente contacte imediatamente o CIAV e assistência médica.</p>
	<p>Efeitos na saúde</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tóxica para órgãos específicos; - Afeta a fertilidade; - Perigos de aspiração; - Pode ser fatal ou nociva por ingestão ou penetração nas vias respiratórias.
 <p>GHS04</p>	<p>Significado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gás pressurizado; - Gás sob pressão; - Risco de explosão sob a ação do calor; - Gás refrigerado; - Gases dissolvidos.
	<p>Recomendações de prudência</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Manter ao abrigo da luz solar <p>- Usar EPI adequados: Luvas de proteção resistentes aos produtos químicos (EN 374); Óculos de segurança (DIN EN 16);</p>

 GHS04 (continuação)	Recomendações de prudência	<p>Utilizar roupa de proteção química (DIN EN 13034); Use aparelhos respiratórios quando exposto a vapores/pós/aerossóis: máscara anti-poeiras com filtro P3 (DIN EN 140/149);</p> <p>Em caso acidente contacte imediatamente o CIAV e assistência médica.</p>
	Efeitos na saúde	<p>- Pode provocar queimaduras ou lesões criogénicas.</p>
 GHS02	Significado	<ul style="list-style-type: none"> - Gases inflamáveis; - Substâncias e misturas suscetíveis de auto-aquecimento; - Emitem gases inflamáveis; - Substâncias auto-reativas.
	Recomendações de prudência	<ul style="list-style-type: none"> - Não pulverizar sobre chama aberta ou outra fonte de ignição; - Manter afastado do calor/faísca/chama aberta/superfícies quentes; - Não fumar; - Manter o recipiente bem fechado; - Conservar em ambiente fresco; - Manter ao abrigo da luz solar. <p>- Usar EPI adequados: Luvas de proteção resistentes aos produtos químicos (EN 374); Óculos de segurança (DIN EN 166); Utilizar roupa de proteção química (DIN EN 13034); Use aparelhos respiratórios quando exposto a vapores/pós/aerossóis: máscara anti-poeiras com filtro P3 (DIN EN 140/149).</p> <p>Em caso de acidente consulte imediatamente o CIAV e assistência médica.</p>
	Efeitos na saúde	<p>- Pode provocar queimaduras.</p>
 GHS07	Significado	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicidade aguda (via oral, cutânea, inalatória); - Nocivo por ingestão; - Nocivo em contacto com a pele; - Nocivo por inalação; - Prejudica a saúde pública e o ambiente.
	Recomendações de prudência	<p>- Evitar respirar as poeiras, fumos, gases, névoas, vapores ou aerossóis;</p>

 GHS07 (continuação)	Recomendações de prudência	<p>- Não comer, beber ou fumar durante a utilização deste produto;</p> <p>- Usar EPI adequados: Luvas de proteção resistentes aos produtos químicos (EN 374); Óculos de segurança (DIN EN 166); Utilizar roupa de proteção química (DIN EN 13034); Use aparelhos respiratórios quando exposto a vapores/pós/aerossóis: máscara anti-poeiras com filtro P3 (DIN EN 140/149).</p> <p>Em caso acidente contacte imediatamente o CIAV e assistência médica.</p>
	Efeitos na saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Irritação das vias respiratórias; - Efeitos narcóticos; - Sonolência, vertigens, reação alérgica cutânea, irritação ocular grave, irritação cutânea.

Anexo 4 - Componentes do equipamento de anestesia

A função do equipamento de anestesia em medicina veterinária é fornecer gases anestésicos, O₂ e eliminar CO₂.

Os equipamentos anestésicos incluem componentes comuns, como a válvula APL, o balão reservatório, os tubos do circuito respiratório, o canister, o vaporizador, os acessórios respiratórios e respectivas conexões (WHO 2014; *World Federation of Societies of Anesthesiologists* [WFSA] 2016). É ainda de referir a válvula de fluxo, as válvulas unidirecionais, a fonte de O₂, o fluxómetro, rotâmetro e um sistema de extração ou de filtros.

A válvula APL- *Adjustable Pressure Limiting* (válvula ajustável limitadora de pressão) (também designadas como válvula *pop-off* ou válvula de alívio da pressão) abre quando a pressão está acima da previamente escolhida, permite a saída de gases evitando uma sobrepressão no sistema, quando é encerrada permite fazer ventilação intermitente do animal por pressão positiva. Deve ser ligada ao tubo de extração de gases, para encaminhar os resíduos anestésicos para o exterior da sala de cirurgia, ou a filtros à base de carvão adequado ao equipamento (Alexandre et al. 2008). É considerada como uma válvula de segurança e de evacuação de gases anestésicos do circuito anestésico para o ambiente (Oliveira 2009).

A passagem da mistura de gases do equipamento de anestesia para o animal é conseguida através de tubos do circuito anestésico conectados ao tubo endotraqueal ou à máscaras e (Alexandre et al. 2008).

As reações dos compostos anestésicos com os componentes dos absorventes convencionais produzem hidróxido de sódio e o hidróxido de potássio. No entanto os absorventes mais modernos substituíram os hidróxidos fortes por hidróxido de cálcio ou lítio, que permitem uma redução significativa de produção de CO para aproximadamente um décimo da quantidade de CO produzida pelos absorventes convencionais (Coppens et al. 2006). Os canisteres devem ser preenchidos com 50% de espaço livre e 50% de absorvente (Seymour e Gleed 2001).

A válvula de fluxo de O₂ (válvula de Purga ou Bypass), é utilizada em emergências quando há necessidade de administrar quantidades elevadas de O₂, permitindo ao paciente receber O₂ sem passar pelo vaporizador.

Pode ainda ser utilizada como medida preventiva para diminuir a contaminação do ar na sala, efetuando um aumento de fluxo de O₂ sem anestésico no circuito respiratório antes do paciente ser desconectado no tubo endotraqueal (Seymour e Gleed 2001).

As válvulas unidirecionais permitem que o fluxo do vaporizador seja direcionado para o animal através da inspiração e direcionam-nos para o canister (absorvedor de CO₂) durante a expiração (OSHA 2000). Devem assegurar a menor resistência possível à passagem dos gases.

O O_2 pode ser administrado através de botijas de O_2 ou através de concentradores de O_2 .

Os cilindros de O_2 têm acoplado um manómetro, que indica a pressão a que o gás está na botija e um redutor de pressão. A este conjunto denomina-se mano-redutor.

O debitómetro devem apresentar colunas específicas adequadas ao gás utilizado, pelo fato de existirem diferentes viscosidades de gás. Os mais utilizados são do tipo rotâmetro, que permite regular o débito de gás fornecido.

O vaporizador pode estar localizado no sistema de administração de O_2 (VOC-Vaporizer outside circuit) ou intercalado com o circuito de anestesia (VIC-Vaporizer inside circuit).

O agente anestésico é colocado no vaporizador sob a forma líquida, e com uma pressão e temperatura adequadas passa à forma de vapor.

O O_2 entra no vaporizador e divide-se em duas correntes: uma passa diretamente para o circuito anestésico (by-pass) e a outra passa pela câmara do vaporizador. Geralmente funcionam com débitos de O_2 entre 0,5 l/min e 8 l/min

No vaporizador ocorre a mistura dos gases com cerca de 30% de concentração a uma temperatura de 20°C. As duas correntes referidas vão juntar-se à saída do vaporizador.

A concentração anestésica é definida através do ajustamento da patilha do vaporizador, esta define a proporção de gás que vai passar no vaporizador e no fluxo principal (by-pass), entrando assim para o circuito anestésico com a válvula de fluxo aberta.

Cada vaporizador é específico para um agente anestésico e deve estar devidamente calibrado.

O fluxómetro controla de forma precisa a quantidade de fluxo de gás de O_2 até à saída de gás comum, no equipamento anestésico, que é fornecido ao paciente, é constituído por uma escala no tubo de fluxo e de uma peça cónica flutuadora muito leve que indica a quantidade administrada em L/min (Seymour e Gleed 2001). Os aparelhos mais modernos têm fluxómetros digitais (WFSA 2016).

Os gases anestésicos residuais devem ser encaminhados para o exterior da sala de cirurgia, através de um sistema de extração ou conduzidos para filtros específicos.

O Canister captura o CO_2 expirado e requer que o absorvente seja trocado sempre que ocorra a sua saturação e perda de eficácia (Seymour e Gleed 2001). Podem ser constituídos por várias bases fortes como o hidróxido de cálcio, o hidróxido de sódio, o hidróxido de potássio e hidróxido de lítio, ou à base de carvão ativado, utilizados sob a forma de grânulos.

Anexo 5 – Sistemas do circuito respiratório do equipamento de anestesia

De forma a assegurar as concentrações desejadas de O₂ e de gás anestésico, assim como prevenir o aparecimento de fugas de gás anestésico, é importante que os profissionais tenham conhecimento acerca do funcionamento do equipamento de anestesia.

Conforme o circuito efetuado pelos gases respiratórios, eles podem ser classificados em circuitos com e sem re-inalação.

1) Circuito sem re-inalação ou circuito aberto.

Nos sistemas sem re-inalação não há reciclagem de ar expirado e exige alto fluxo de O₂ sendo mais aconselhado para animais pequenos (< 7kg).

Estes são circuitos abertos, que podem dividir-se em circuitos com balão respiratório (com fluxo contínuo de gás) ou circuitos com utilização de balão respiratório do tipo Ambu (que permite ventilação com ar ambiente, controlada por uma válvula de entrada de ar) (WFSA 2016).

2) Circuito com re-inalação

Os circuitos de re-inalação exigem menor fluxo de gás, este é capturado na expiração novamente para o circuito.

Dos circuitos com re-inalação fazem parte os sistemas semiabertos e semi-fechados e fechados, com ou sem a presença de um canister com absorvente de CO₂.

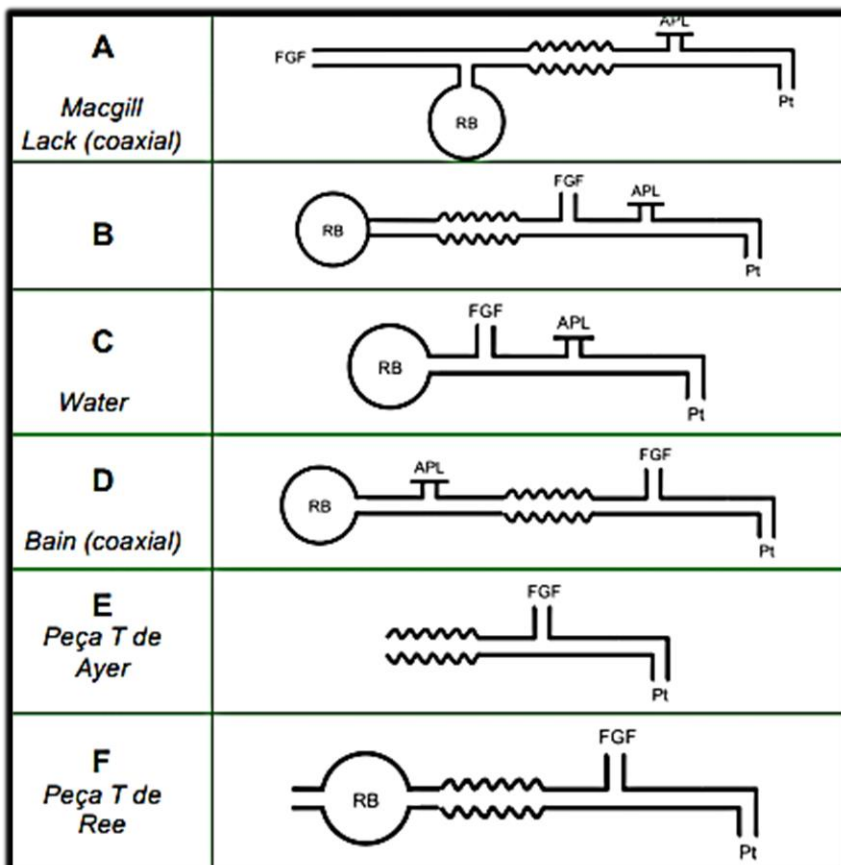
a) O circuito semi-aberto é utilizado para uma re-inalação parcial. O fluxo de gás fresco deve ser duas a três vezes superior ao volume administrado por minuto para que o volume expiratório possa ser expulso do circuito antes da inspiração seguinte.

b) No circuito semifechado o fluxo de gases frescos é mais elevado que o fluxo de gases absorvidos, o paciente reinala uma porção do ar expirado e este é expelido do sistema na forma sob a forma de gás excedente. Existem vários tipos de sistemas respiratórios Mapleson, alguns destes sistemas não utilizam a válvula APL, o que causa contaminação do ar da sala pelo fato de o ar residual é enviado diretamente para o ar ambiente.

c) No circuito fechado ocorre reciclagem do ar expirado e o fluxo de gases frescos é igual ao dos gases absorvidos pelo paciente, permitem utilizar fluxos mais baixos de agentes anestésicos, mantêm o fluxo de gás de forma unidirecional e precisa devido às válvulas unidirecionais (Seymour e Gleed 2001).

Os sistemas circulares podem ser semi-fechados (válvula APL aberta) ou fechados (válvula APL fechada).

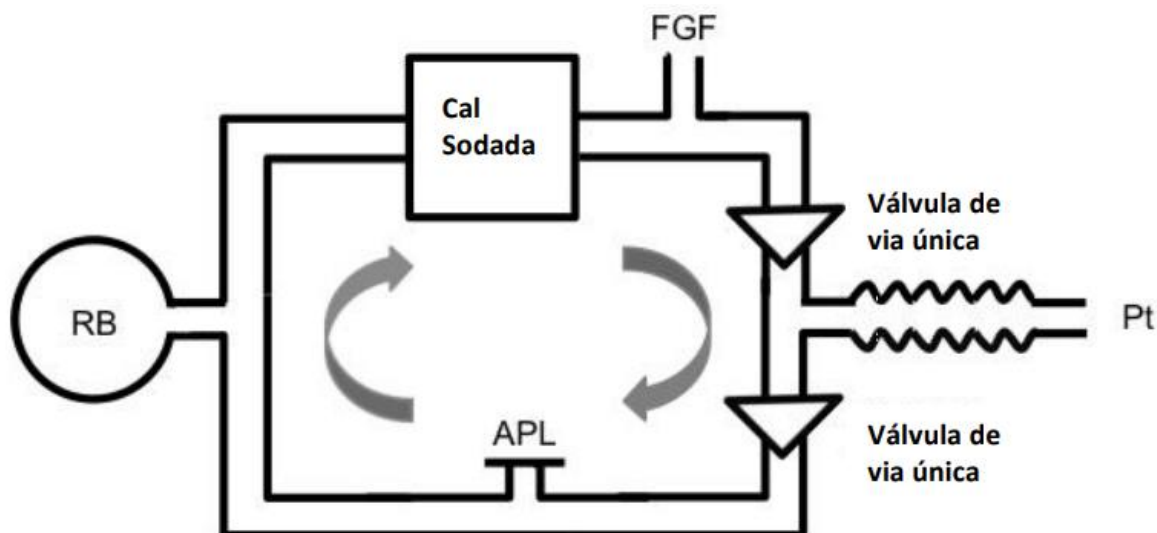
Ilustração 3 - Classificação de sistemas anestésicos Mapleson.



FGF- Fluxo gás fresco; RB- Balão reservatório; Pt-paciente; APL- Válvula Ajustável Limitadora de Pressão.

Fonte: WFSAHQ (2016)

Ilustração 4 - Sistema respiratório circular



FGF- Fluxo gás fresco; RB- Balão reservatório; Pt-paciente; APL- Válvula Ajustável Limitadora de Pressão.

Fonte: WFSAHQ (2016)

Anexo 6 - Primeiros socorros: como agir em caso de acidente ocupacional com compostos anestésicos inalatórios

Os CAMVs devem estar preparados para emergências e terem capacidade de responder no caso de acidentes ocupacionais causados, nomeadamente, por compostos anestésicos voláteis (OSHA 2000). Deve-se contatar o CIAV e contactar o serviço de emergência médica.

Tabela 17 – Primeiros socorros

Primeiros socorros em caso de acidente com compostos anestésicos
1. Contacto dos olhos com anestésicos voláteis na forma líquida ou vaporizada
Pode ocorrer irritação, vermelhidão e dor ocular (ILO 2017; ECHA 2019).
Deve-se: a) verificar se a pessoa tem lentes de contato e retirar-las caso existam, pois estas podem servir como acumulador do agente químico (NIOSH 2018); b) lavar os olhos abundantemente com água ou soro durante 15-30 minutos; c) lavar as pálpebras, afastadas (superior e inferior) e não aplicar quaisquer produtos (CIAV 2017).
2. Contato da pele ou absorção cutânea com o agente anestésico
Pode ocorrer sinais de irritação, rugosidade e pele seca (ILO 2017).
Deve-se: a) se o produto químico líquido penetrar na roupa, retirar as roupas contaminadas (CIAV 2017; ILO 2017; NIOSH 2018); b) retirar o excesso com água corrente e sabão (NIOSH 2018) e continuar a lavar cuidadosamente com água corrente durante 15 minutos (CIAV 2017); c) se a irritação persistir após a lavagem, consultar um médico (NIOSH 2018).
3. Contato das vias aéreas com agentes anestésicos voláteis na forma vaporizada
Pode causar aparecimento de tosse, falta de ar, sensação de queimadura no trato respiratório superior, confusão, sonolência, náuseas, tonturas e inconsciência (ILO 2017).
Deve-se: a) retirar o intoxicado do ambiente contaminado, de preferência para o ar livre (CIAV 2017); b) a pessoa afetada deve ser exposta a ar fresco e respirar fundo ((ILO 2017; NIOSH 2018); c) se ocorrer paragem respiratória, faça respiração artificial até restabelecer a respiração autónoma, caso contrário mantenha a ventilação assistida até à chegada da entidade médica competente (NIOSH 2018); d) a pessoa afetada deve ser mantida quente e em repouso (NIOSH 2018).
4. Ingestão de anestésicos voláteis na forma líquida
Pode causar irritação do trato gastrointestinal (ILO 2017).
Deve-se: a) não induzir o vômito; b) enxaguar a boca c) se a pessoa afetada mantiver a consciência, sem alterações neurológicas, deve-se dar um copo de água; d) se a vítima estiver em convulsão ou inconsciente não se deve administrar nada, verificar se as vias aéreas estão desobstruídas e deitá-la de lado com a cabeça mais baixa do que o corpo (ILO 2017).