

**LUIZA ALVES DE CASTRO ARAI**

**CONTAMINAÇÃO DOS APARELHOS DE ANESTESIA POR  
AGENTES PATÓGENOS**

**Palmas  
2010**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**LUÍZA ALVES DE CASTRO ARAI**

**CONTAMINAÇÃO DOS APARELHOS DE ANESTESIA POR**  
**AGENTES PATÓGENOS**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Universidade de Brasília.

Orientador:  
Prof. Dr. Ricardo Bentes de Azevedo

**PALMAS**  
**2010**

**LUÍZA ALVES DE CASTRO ARAI**

**CONTAMINAÇÃO DOS APARELHOS DE ANESTESIA POR  
AGENTES PATÓGENOS.**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Universidade de Brasília.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Ricardo Bentes de Azevedo (Presidente)  
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Valdir Filgueiras Pessoa  
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Sacha Braun Chaves  
Universidade de Brasília

*Dedico este trabalho ao esforço contínuo dos meus pais, meus mestres orientadores, que me deram mais que a vida. E também aos meus filhos e marido.*

## AGRADECIMENTOS

Com um passo, se inicia uma jornada e que, com passo a passo é terminada. Assim é o ser humano, nobre, às vezes não tão, que com, passo a passo consegue seus objetivos, porém no meio com tropeços, que com humildade, virtude e coragem sabe recomeçar e nunca desistir, enfrentando todas as dificuldades.

Agradeço a todos que ajudam em minha jornada, me levantando nos meus tropeços.

Agradeço a todas as pessoas e instituições que me ajudaram a concretizar este trabalho.

Em especial aos Dr. Valter Machado de Castro Filho e ao Dr. Paulo de Farias Barbosa.

Ao meu orientador Dr. Ricardo Bentes de Azevedo

Aos amigos de todas as horas de labuta e suor: Dr. Kleber Andraus e Dr. José Roberto Yoshihiro Tinem.

Gostaria de agradecer aos amigos da enfermagem, que mais que colegas são companheiros de toda hora.

Aos meus filhos, fonte de minha inspiração e de minha certeza de imortalidade

Emílio, meu companheiro de todos os momentos, que divide comigo todas as minhas alegrias e realizações.

E finalmente, aos meus pais e a Deus por tudo.

## RESUMO

A avaliação da contaminação dos aparelhos de anestesia foi realizada por meio de coletas de amostras para cultura, no sistema circular do aparelho de anestesia, em tubos corrugados previamente reprocessados e em outros locais dos circuitos ventilatórios não reprocessados, antes de 56 procedimentos anestésicos. Foram realizadas coletas dentro dos tubos corrugados dos ramos inspiratórios, ramos expiratórios, canister, cal sodada e frasco coletor (dreno). Estas amostras foram colhidas por meio de swab com meio Stuart, e semeadas em meio de cultura, Agar sangue, Mac Conkey e Sabouraud.

Os tubos corrugados foram submetidos à desinfecção com hipoclorito de sódio a 1%, ou com glutaraldeído a 2%, após lavagem com sabão e água não estéreis, secos com jatos de ar comprimido e armazenadas embaladas em papel grau cirúrgico.

Nos tubos corrugados reprocessados dos ramos inspiratórios e expiratórios dos aparelhos de anestesia, o nível de contaminação em alguns sítios foi de 39,3%, com presença de fungos e bactérias, em alguns casos com a presença de mais de um microorganismo, com 75% da contaminação de fungos e 25% bactérias. Foi observado o crescimento de *Candida Sp*, *Dermatofitus Sp*, *Penicillium Sp*, *Aspergillus Sp*, e *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus* e *Staphylococcus epidermidis*.

Nos resultados das culturas das amostras do canister foi observado contaminação de 25% das amostras analisadas, com o crescimento de fungos *Candida Sp*, *Penicillium Sp*, *Dermatofitus Sp*, *Aspergillus Sp* e *Fusarium Sp*.

No frasco coletor, o swab foi mergulhado no líquido contido no seu interior, e nos resultados destas culturas foram observado o crescimento de fungos e bactérias. Neste local, a contaminação foi da ordem de 45% das amostras analisadas, oriundos dos líquidos acumulados durante a anestesia. Observou-se o crescimento de *Candida Sp*, *Dermatofitus Sp*, *Staphylococcus saprophyticus* e *Acinetobacter baumonii*.

Em todos os pontos analisados, com exceção da cal sodada, houve crescimento de microorganismos, com possibilidade de haver contaminação cruzada

Palavras Chave: contaminação, infecção cruzada, infecção hospitalar.

## ABSTRACT

The assessment of contamination of the anesthesia was performed by collecting samples for culture in the circle system of anesthesia device in corrugated tubes previously reprocessed and elsewhere in the ventilator circuit not reprocessed before 56 anesthetic procedures. Collections were made inside the corrugated tubes branch inspiratory, expiratory branches, canister, lime and soda bottle collector (drain).

These corrugated tubes were subjected to disinfection with hypochlorite 1% or 2% glutaraldehyde, washed with soap and water is not sterile, dried with jets of compressed air and stored in surgical paper. These samples were collected by swab with Stuart medium and grown in culture medium, blood agar, MacConkey and Sabouraud.

Reprocessed in corrugated tubes of inspiratory and expiratory branches of the anesthesia, the level of contamination at some sites was 39.3%, with the presence of fungi and bacteria, in some cases with the presence of more than a microorganism, with 75% contamination by fungi and bacteria 25%. We observed the growth of *Candida Sp*, *Sp Dermatofitus*, *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, and *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus epidermidis*. In the culture results, of samples with contamination of the canister of 25% of samples, and the growth of fungus *Candida Sp*, *Penicillium Sp*, *Dermatofitus Sp*, *Aspergillus Sp*, *Fusarium Sp*.

In the collection bottle (drain), the sample was placed in the liquid contained inside, and the results, of these cultures was observed the growth of fungi and bacteria. On this site contamination was approximately 36% of samples with growth of fungi and bacteria, accumulated during anesthesia. We observed the growth of *Candida Sp*, *Sp Dermatofitus*, *saprophyticus Staphylococcus*, and *Acinetobacter baumonii*.

At all points tested, except the soda lime, there was growth of microorganisms, with the possibility of cross contamination.

Keywords: contamination, cross infection, hospital infection..



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Aparelho de anestesia, com os três componentes básicos .....	15
<b>Figura 2.</b> Componentes do sistema circular do aparelho de anestesia.....	17
<b>Figura 3.</b> Circuitos: tubos corrugados, peça em Y e conectores.....	28
<b>Figura 4.</b> Canister, válvulas direcionais e conectores.....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Culturas de microorganismos encontradas nas amostras dos Ramos Inspiratórios ds circuitos circulares respiratórios.....	43
<b>Tabela 2.</b> Culturas de microorganismos encontrados nas amostras dos Ramos Expiratórios dos circuitos circulares respiratórios.....	44
<b>Tabela 3.</b> Culturas de microorganismos encontrados nas amostras dos Canisters dos circuitos circulares respiratórios.....	45
<b>Tabela 4.</b> . Culturas de microorganismos encontrados nas amostras dos Frascos Coletores dos circuitos circulares respiratórios dos equipamentos da marca Intermed .....	46

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AANA- American Association of Nurse Anesthetists  
AIDS - Acquired Immunodeficiency Syndrome  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
ASA – American Society of Anesthesiology  
BF- Breathing Filters  
CDC – Centers for Disease Control  
DPOC - Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica  
EPI – Equipamento de Proteção Individual  
EUA - Estados Unidos da América  
HOC - Hospital Oswaldo Cruz  
HGP - Hospital Geral de Palmas  
NBR – Normas Brasileiras  
PRAS - Pneumonia Relacionada à Assistência à Saúde  
SAESP - Sociedade de Anestesiologia do Estado de São Paulo  
ULBRA - Universidade Luterana do Brasil  
UNIFESP - Universidade Federal do Estado de São Paulo

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 – Componentes do aparelho de anestesia e suas funções .....	15
1.1.1- Sistema Circular Respiratório .....	16
1.2- Contaminação dos aparelhos de anestesia e seu controle.....	20
1.3 - Infecção hospitalar.....	25
1.4- Normas e Rotinas para Reprocessamento.....	26
1.5 - Métodos de Esterilização e Desinfecção.....	29
1.6 - Meios de Cultura e Agentes Patógenos.....	30
1.6.1 – Descrição de Alguns Agentes Patógenos.....	32
2. OBJETIVOS.....	35
2.1 Objetivo Geral.....	36
2.2 Objetivo Específico.....	36
3. JUSTIFICATIVA.....	37
4. MATERIAL E MÉTODO.....	39
4.1 Local de estudo.....	40
4.2 Amostras.....	40
4.3 Materiais de consumo.....	41
5. RESULTADOS.....	42
5.1 Culturas Encontradas na Cal Sodada.....	43
5.2 Culturas Encontradas no Ramo Inspiratório.....	43
5.3 Culturas Encontradas no Ramo Expiratório.....	44
5.4 Culturas Encontradas no Canister.....	45
5.5 Culturas Encontradas no Frasco Coletor (dreno).....	46
6. DISCUSSÃO.....	47
6.1 Descrição do reprocessamento.....	48
6.2 Pontos falhos no reprocessamento.....	51

7. CONCLUSÃO.....	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
9. ANEXOS.....	64
9.1 Carta de solicitação de autorização de coleta de material de pesquisa.....	65
9.2 Protocolo de coleta de amostras.....	66
9.3 Carta de autorização SESAU .....	67
9.4 Carta de autorização do Comitê Ética do HOC.....	68

# *1. Introdução*

## 1.1 – Componentes do aparelho de anestesia e suas funções

A palavra "anestesia" foi escolhida e sugerida por Oliver Wendell Homes, para descrever o estado produzido ao ser humano quando vapor de éter foi ministrado pela primeira vez à paciente humana, submetida à intervenção cirúrgica. Este fato ocorreu em 16 de outubro de 1846, sendo o cirurgião J. C. Warren, do Hospital Geral de Massachussetts. O anestésico foi ministrado por William Morton<sup>1</sup>.

O aparelho de anestesia é composto de vários itens integrados entre si, com a função básica de administrar gases durante a anestesia inalatória. Geralmente consiste de sistema de condução de gases, vaporizadores, ventilador, sistema antipoluição e diferentes monitores que avaliam a função fisiológica do indivíduo anestesiado. Entre estes componentes três são básicos: a secção de fluxo contínuo, o sistema circular respiratório e o respirador<sup>2</sup>(figura 1).



**Figura 1** – Aparelho de anestesia, com os três componentes básicos: Secção de fluxo contínuo (1), respirador (2) e sistema circular respiratório (3).

A secção de fluxo contínuo é a parte do aparelho de anestesia com função de misturar gases ou vapores anestésicos a serem fornecidos a pacientes. O sistema circular respiratório é o conjunto através do qual os gases ou vapores anestésicos podem ser direcionados de forma controlada, por dispositivos em conexões com a

via aérea do paciente a ser anestesiado. Finalmente, o respirador, também conhecido como ventilador, é o aparelho com função de complementar ou fornecer a ventilação pulmonar<sup>2</sup>.

Dentre os componentes citados, o sistema circular respiratório é o mais vulnerável a contaminações por agentes patogênicos, sendo, portanto, o objeto de maior interesse neste trabalho.

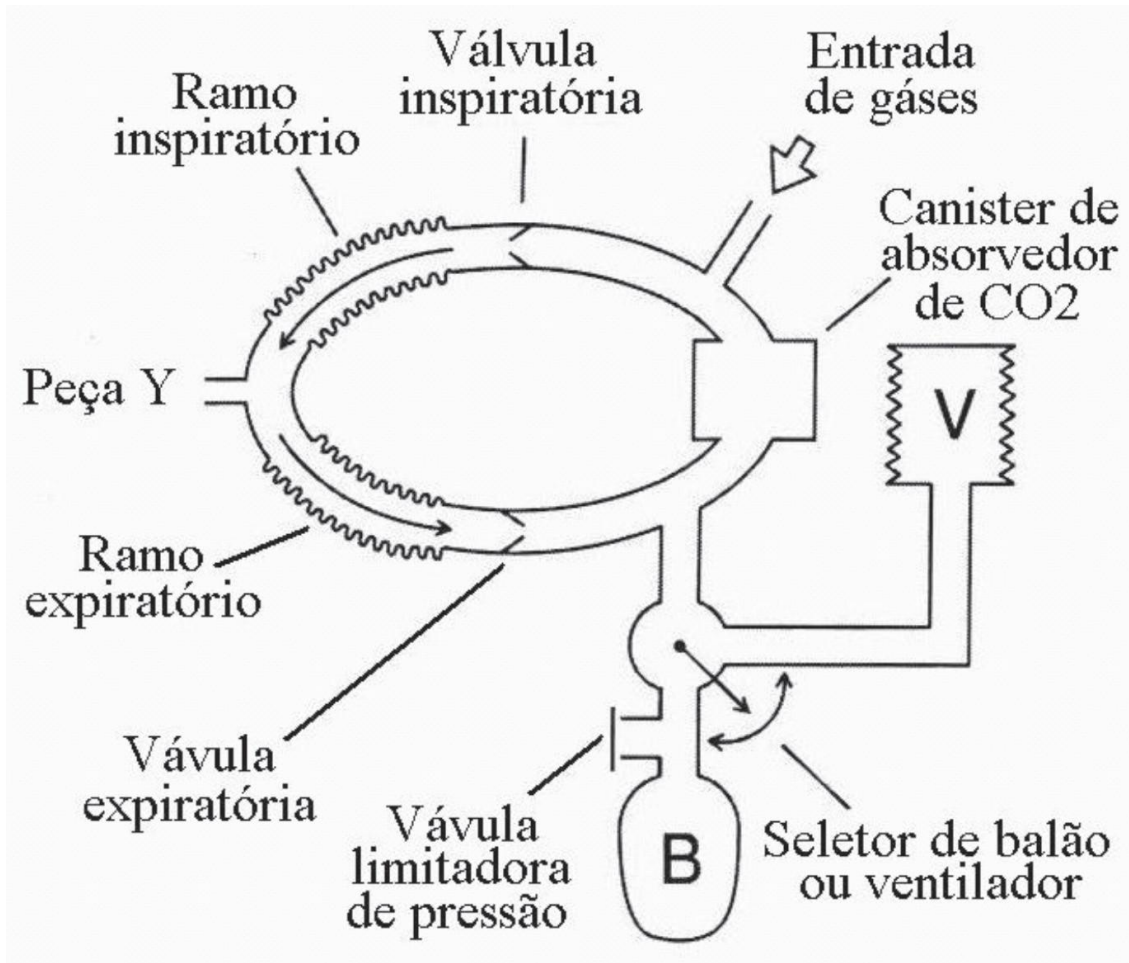
### **1.1.1 – Sistema Circular Respiratório**

Como citado anteriormente, o sistema circular respiratório controla e direciona gases ou vapores anestésicos. Dentre os sistemas respiratórios existentes, o sistema circular é o sistema mais comumente utilizado nos equipamentos de anestesia. Pela NBR10012 os sistemas circulares respiratórios são classificados nos tipos sem ou com absorvedor de CO<sub>2</sub> valvulares ou avalvulares. Alguns autores classificam funcionalmente como semi-aberto, semi-fechado ou fechado, baseado na proporção de gases frescos. Para um sistema ventilatório ser considerado fechado, a quantidade de gás fresco entrando no sistema deve ser a mesma consumida pelo indivíduo. Para que isso ocorra sem hipercarbia é fundamental o bom funcionamento do absorvedor de CO<sub>2</sub><sup>2</sup>.

O sistema circular (Figura 2) tem sete componentes: entrada de gases frescos, válvula unidirecional inspiratória e expiratória, ramo inspiratório e expiratório, conector em Y, válvula de escape de gás (“pop-off”), bolsa reservatória de gás, canister com absorvedor de CO<sub>2</sub>.

A anestesia pela técnica de sistema fechado ou semi-fechado, implica na reinalação completa das misturas anestésicas. Como os pacientes consomem o oxigênio, o gás expirado apresenta baixo teor de oxigênio, durante a expiração, devido à eliminação de dióxido de carbono, havendo acúmulo do mesmo no sistema. Portanto, devemos remover o dióxido de carbono da mistura, evitando assim a hipercarbia e acrescentar um pouco mais de oxigênio, antes da reinalação das misturas. Para equilibrar esta mistura de gases que o paciente irá reinalar, torna-se necessário remover o dióxido de carbono do sistema e para isto é utilizada a cal sodada<sup>3</sup>.





**Figura 2** - Componentes do sistema circular de um aparelho de anestesia. B = balão reservatório, V = ventilador (Adaptado de Andrews JJ, 1999).

A cal sodada faz parte da prática clínica diária do anestesiológico. É um absorvedor de dióxido de carbono no sistema respiratório do aparelho de anestesia, que permite que seja utilizado fluxo de gases frescos, além disso, permite redução do consumo de anestésico, mantém a temperatura corporal do paciente, conservar a umidade das vias aéreas e evita a poluição na sala de cirurgia<sup>4</sup>. Devido ao menor consumo de gases e de anestésicos, a cal sodada torna-se um importante aliado da unidade hospitalar, além de manter a umidade do ar inalado, evitando os efeitos deletérios de gases secos tais como ressecamento, inflamação e perda dos movimentos ciliares, fazendo com que haja redução do fluxo e causando diminuição da complacência pulmonar<sup>5</sup>.

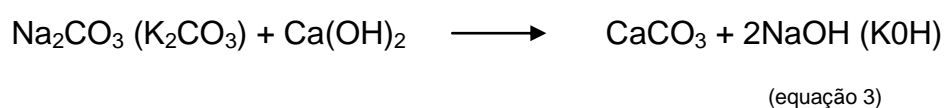
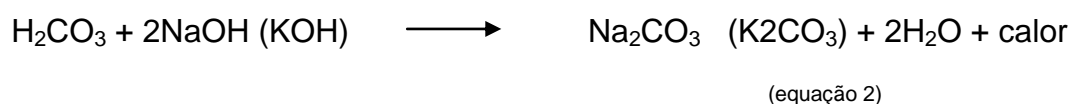
Historicamente o uso de absorvedor de dióxido de carbono em anestesia foi utilizado pela primeira vez em 1906, por um médico alemão a partir de um filtro de um equipamento salva-vidas de minas de carvão<sup>4</sup>. Dennis Jackson, em 1915, introduziu a técnica de absorção por álcalis em animais de laboratório. Na primeira

guerra mundial descobriu-se que o hidróxido de sódio, se usado sozinho na absorção, desprendia muito calor, tendo assim idealizado uma mistura de cal sodada. Em 1926, Ralph Waters divulgou o primeiro trabalho clínico que relatou o uso deste componente<sup>3</sup>. Ele utilizou um filtro com capacidade de 500 mL próximo à boca do paciente. O fluxo de gás fresco era de 500mL/min e entrava na parte superior do filtro que se ligava ao tubo traqueal ou máscara facial. Na parte inferior do filtro era colocada uma bolsa respiratória<sup>4</sup>.

Todo o circuito valvular de aparelho de anestesia com absorvedor de dióxido de carbono é composto por um ramo expiratório, canister contendo cal sodada, um ponto para entrada de gases frescos e finalmente um ramo inspiratório, o qual leva a mistura de gases novamente ao paciente.

A cal sodada consiste em 94% de hidróxido de cálcio, 5% de hidróxido de sódio, 1% de hidróxido de potássio, um marcador pH-sensível (violeta de etila ou fenolftaleína ou amarelo clayton), sílica 0,2% para tornar a cal mais consistente e uma umidade de 14 a 19%. O marcador mais utilizado é o violeta de etila que torna os grânulos da cal sodada de branca original para o azul violeta pelo acúmulo de ácido carbônico<sup>5</sup>.

A absorção de dióxido de carbono é uma reação química, essencialmente uma reação de neutralização entre um ácido e uma base. Nesta reação, o dióxido de carbono se combina com a água para formar ácido carbônico (equação 1); o ácido carbônico reage com hidróxidos para formar carbonato de sódio ou de potássio e água (reação rápida) (equação 2); o hidróxido de cálcio aceita o carbonato para formar carbonato de cálcio e hidróxido de sódio ou de potássio (reação lenta) (equação 3)<sup>5</sup>.



A absorção do dióxido de carbono pela cal sodada é uma reação química exotérmica. No sistema em circuito fechado ou semi-fechado, a água e o calor da reação contribuem para a umidificação e o aquecimento da mistura. Neste sistema em circuito, além da água da reação química, há também água proveniente da perda de líquido pela fase expiratória da respiração, que é um processo fisiológico normal. Com isto é comum o acúmulo de água no ramo expiratório do circuito respiratório, antes do recipiente da cal sodada, que é o canister. E neste canister há também água da reação química.

Cada 100g de cal sodada têm a capacidade de absorver de 10 a 20 litros de dióxido de carbono por hora. Um adulto de 60 a 70 Kg elimina aproximadamente 15 litros de dióxido de carbono por hora, que será absorvido por 70g de cal. Então 1000g de cal poderá absorver aproximadamente 14 horas de dióxido de carbono expirado, ou seja, 1Kg de cal será esgotado em 14 horas. Porém, como a reação do dióxido de carbono com a cal é reversível, uma parte considerável desta é regenerada, há um aumento de sua vida útil, além das 14 horas<sup>4</sup>.

O período em que a cal sodada é esgotada em um filtro com capacidade de 1000g é de pelo menos 14 horas, isto, considerando um sistema fechado com fluxo de gases frescos igual ao consumo de oxigênio. Quando o fluxo de gás fresco é igual ou acima do volume minuto inspiratório, a absorção de dióxido de carbono pela cal é praticamente nula, e em fluxos intermediários a absorção é também intermediária, podendo o período de exaustão da cal ser o dobro ou até maior, de acordo com o fluxo<sup>4</sup>.

Havendo a reação de reversão, a cal volta a sua cor branca, e pode tornar a ser usada por mais um tempo até nova mudança de cor. O tempo desta cal deixada em “descanso” ou “repouso” não pode ser predeterminado, devendo ser observada a mudança de cor e o aumento de temperatura do canister, que é um sinal da reação exotérmica entre dióxido de carbono e cal sodada<sup>4</sup>.

A mudança de cor não é o único parâmetro utilizado para a troca da cal. Outras variáveis descritas interferem na capacidade absorviva da cal, o que faz com que geralmente a cal que se está utilizando no aparelho de anestesia fique além das 14 horas iniciais de absorção.

Existe também um método antigo e artesanal da troca da cal sodada que consiste em se fazer quadradinhos em um papel e a cada hora de uso vai se fazendo um risco. O que acontece com este método é que ele depende que seja um

mesmo anestesiológico a utilizar o aparelho de anestesia, e a cada hora riscar o quadro. Como nem todos o preenchem, normalmente se utiliza cal com capacidade de absorção esgotada, pondo em risco o paciente<sup>6</sup>.

Com o advento da capnografia e o uso rotineiro de capnógrafos em salas de cirurgias, tornou mais simples esta troca, pois a capnografia, que quantifica o dióxido de carbono do gás expirado e a saturação do sistema de absorção, indicará a necessidade da troca do absorvente.

Embora não exista norma do Conselho Federal de Medicina referente ao assunto, considerando que o alvo de toda a atenção do médico é a saúde do ser humano, em benefício da qual deverá agir com máximo de zelo, a Comissão de Normas Técnicas da Sociedade de Anestesiologia / Sociedade Brasileira de Anestesiologia recomenda a utilização do capnógrafo durante anestesia com intubação traqueal e ventilação assistida, como forma de identificar com segurança a exaustão da capacidade de retenção do dióxido de carbono pelo absorvedor<sup>5</sup>.

## **1.2 - Contaminação dos aparelhos de anestesia e seu controle**

A cal sodada exerce potente efeito bactericida derivado do meio alcalino devido aos hidróxidos de cálcio, sódio, e potássio. Também a cal sodada exerce efeito citolítico quando há contato do microorganismo com o grânulo da cal sodada. Por outro lado, a produção de água da reação com o dióxido de carbono e o aumento de temperatura da mesma pela reação exotérmica, podem gerar um meio de cultura ideal para crescimento de germes<sup>7</sup>.

Por meio de exames bacteriológicos realizados em material colhido do interior do ramo expiratório do circuito valvular do aparelho de anestesia, após desinfecção prévia por 30min com glutaraldeído 2%, material este colhido em quatro tempos distintos e semeados em meio Sabouraud, Ágar sangue, Mac Conckey e BHI líquido, foi demonstrado crescimento bacteriano apesar da rotina de desinfecção empregada. Foi observado que o índice de contaminação aumentava com o tempo de uso do material<sup>8</sup>.

Estudos foram realizados, avaliando-se a contaminação do circuito respiratório do aparelho de anestesia, com material colhido de dentro do ramo expiratório e do ramo inspiratório do circuito ventilatório do aparelho de anestesia, previamente lavados com sabão e água não estéreis, e desinfecção com hipoclorito

de sódio 1% e secagem com jatos de ar comprimido e armazenagem sem embalagem. As amostras foram colhidas antes e após o seu uso em anestésias gerais, em sistema circular valvular, semeadas em ágar sangue e Ágar Macconkey. Houve crescimento bacteriano em todos os grupos, sendo que nas traquéias chamadas de limpas o crescimento foi da ordem de 35,5% e no grupo das traquéias utilizadas o crescimento bacteriano foi de 40%. No grupo de amostra colhida no interior do ramo inspiratório houve o crescimento de duas bactérias Gram-negativas, causadoras de infecções pulmonares, além de outras que são germes da flora saprofítica da pele humana<sup>9</sup>.

Em estudo experimental realizado sobre a toxicidade da cal sodada, esta foi amassada e triturada em um pilão, e após foi centrifugada em solução salina, retirando-se o material sobrenadante desta solução, do qual foram colhidas duas amostras, sendo uma ajustada o pH para 7,03 após adição de HCL, e outra deixada em pH de 12. Em vários tubos destas amostras foram semeadas  $2,4 \times 10^5$  colônias de *Staphilococcus aureus*,  $2,1 \times 10^3$  colônias de *Pseudomonas aeruginosa* e  $5,1 \times 10^3$  de colônias de *Micobacterium tuberculosis*. Nas soluções com pH de 7,03 todas as colônias sobreviveram por até 18 horas, nas soluções com pH de 12 as colônias de *Pseudomonas aeruginosas* sobreviveram por até 18 horas e as colônias de *Micobacterium tuberculosis* sobreviveram por até 48 horas. Isto demonstra que a cal sodada não é bactericida para nenhum dos organismos testados<sup>10</sup>.

Nos circuitos ventilatórios dos aparelhos de anestesia, em trabalho experimental com cães, foi introduzido no ramo expiratório do circuito um nebulizador com 4,9 mL de mistura contendo microorganismos como: *Staphilococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Micobacterium tuberculosis*. Esta solução foi injetada no ramo expiratório através de sistema de aerossol, e após foram colhidas amostras no ramo inspiratório do circuito respiratório. Embora 100% das bactérias tenham atravessado o canister contendo cal sodada, quando se mantinha o fluxo de gases frescos, quando era suspenso o fluxo de gases frescos por um período menor de 1 hora, coletou-se um percentual menor dos agentes pesquisados: apenas 50% para *Micobacterium tuberculosis* e 20% para os demais agentes. Quando o fluxo de gases frescos foi suspenso por mais de uma hora, nenhum microorganismo foi coletado<sup>10</sup>.

Em trabalho realizado por Leitjen e cols, em 1992, foi investigada a contaminação bacteriana do sistema circular do circuito respiratório dos aparelhos

de anestesia e um meio para a prevenção desta. Também foi analisado o efeito do gás anestésico, do fluxo de gás fresco e a interposição de um filtro. Neste caso foi simulado um sistema onde o paciente recebia altos níveis de contaminação no sistema respiratório. Altos níveis de fluxo de gases frescos foram associados ao decréscimo da contaminação do circuito respiratório. Não foi demonstrada a ação bactericida da cal sodada e do gás halotano, nem os benefícios da interposição de um filtro, na promoção da proteção da contaminação bacteriana do circuito anestésico, da proteção dos pacientes, dos trabalhadores da saúde, e do meio ambiente<sup>11</sup>.

Os agentes anestésicos inalatórios têm sido implicados no aparecimento de pneumonia pós-operatória, mas o efeito destes anestésicos no crescimento bacteriano tem resultados contraditórios. Contudo sob condição experimental, a exposição ao isoflurane não alterou o crescimento bacteriano do *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*<sup>12</sup>.

Há evidência de alguma absorção das drogas anestésicas voláteis pelo polietileno contido nas paredes dos tubos corrugados dos ramos dos circuitos respiratórios do aparelho de anestesia<sup>13</sup>.

Uma solução contendo oito tipos diferentes de microorganismos, foi colocada em uma suspensão de aerossol e introduzida no circuito ventilatório do aparelho de anestesia, e passada através da cal sodada. Foi verificado que, apesar da cal sodada exercer um potente efeito citolítico sobre organismos não esporos, o *Bacillus subtilis* permaneceu viável após 30 minutos de contato. Assim, apesar de sua baixa patogenicidade, os esporos podem ser mais resistentes ao meio alcalino da cal sodada<sup>14</sup>.

Durante a checagem pré-operatória do aparelho de anestesia da marca Ohmeda, notou-se a presença de líquido acumulado no interior do seu ramo expiratório. Este líquido foi semeado em meio para cultura, onde houve o crescimento de Gram-negativos não fermentadores, das espécies *Flavobacterium* e *Pseudomonas*<sup>15</sup>.

Na elucidação de um caso de hepatite C, em um paciente cujos sintomas foram iniciados sete semanas após ter sido submetido à anestesia geral, para cirurgia, ficou estabelecido, como causa provável da contaminação, o uso de circuitos reutilizáveis no aparelho de anestesia<sup>16,17</sup>.

Em um grupo de 520 pacientes submetidos à anestesia geral inalatória, foi avaliada a eficácia do uso de filtros bacterianos de baixa resistência de 0,22-micron na prevenção de pneumonias pós-operatórias. Não houve diferença do aparecimento de pneumonia entre o grupo que usou filtro no circuito e o que não teve filtro no circuito respiratório, assim como outros sinais de complicações pós-operatórias, tais como; febre, anormalidades no raio-x de tórax, produção de expectoração e ou alterações ao exame físico do pulmão. Estes resultados sugerem que o uso de filtros bacterianos não influencia na incidência de pneumonias no pós-operatório<sup>18</sup>.

Após nove anos de vigilância, os casos de infecções respiratórias no pós-operatório de anestesia geral, mesmo sem o uso de filtros bacterianos, foi da ordem de 0,1%. Mesmo assim, em pacientes de grupos de risco, com DPOC, idosos, fumantes, ASA-2, sugerindo que os fatores de risco são mais importantes que o papel do filtro bacteriano como medida preventiva<sup>19</sup>.

Em pesquisa para avaliar a eficácia da limpeza do equipamento de anestesia com a finalidade de se determinar a necessidade ou não de filtros bacterianos nos aparelhos de anestesia, foram avaliados três grupos de pacientes; um com sintomas de doenças do trato respiratório, outro com presença de secreções no trato respiratório e o último grupo apresentava bronquite crônica. Das 550 culturas realizadas antes e após a anestesia, houve o crescimento em apenas cinco culturas, sendo de bactérias não patogênicas, indicando que a colonização do aparelho é baixa e adequadamente controlada por limpeza apropriada e esterilização após o uso em pacientes, não justificando o uso de filtros bacterianos nos aparelhos de anestesia<sup>20</sup>.

A contaminação microbiológica de 250 tubos corrugados do aparelho de anestesia após o uso em anestesia com sistemas circulares e com redução do fluxo de gases frescos foi investigada. Os pulmões de 50 pacientes foram ventilados, sem qualquer dispositivo de filtração entre o tubo endotraqueal e a peça em Y. Um total de 51, 49 e 100 pacientes, respectivamente, receberam diferentes tipos de filtros com trocadores de calor e umidade. O sistema de tubos, sem o sistema de filtração foi contaminado por microrganismos provenientes de secreção traqueal do paciente em 13% dos casos. Em contrapartida, quando foram utilizados filtros, não houve migração de bactérias para dentro dos tubos, concluindo, portanto, que permutadores de calor e umidade, com filtros HMEF, evitam a contaminação dos

tubos corrugados do sistema circular ventilatório do aparelho de anestesia<sup>21</sup>.

Em uma investigação no Reino Unido foram distribuídos questionários entre grupos de anesthesiologistas, com a finalidade de avaliar as medidas higiênicas tomadas por estes para reduzir o potencial de transmissão de agentes infecciosos para os pacientes sob os seus cuidados, e para si próprios. Grande número de anesthesiologistas continuaram a trabalhar apesar de apresentarem sintomas de infecção de vias aéreas, gastrointestinal e herpes simples. Poucos utilizavam máscaras e luvas, e apenas 36,4% lavavam as mãos entre as anestésias. Os filtros bacterianos foram utilizados por apenas 17% destes profissionais. Os resultados deste estudo mostram que, apesar de terem conhecimento das práticas de higiene, estes profissionais deixam a desejar, pois estas normas e rotinas não fazem parte da sua prática diária<sup>22</sup>.

Existem diferentes formas de prevenção da infecção cruzada causada por contaminação do sistema ventilatório do aparelho de anestesia. A mais comum é a descontaminação ou esterilização das traquéias reutilizáveis do sistema ventilatório, ou de partes dele. O uso de dispositivos descartáveis é equivalente e não é necessário fazer a descontaminação, porém leva a um problema ambiental. Uma alternativa de baixo custo é o uso de filtros no sistema respiratório, entre o tubo traqueal e o sistema ventilatório, o que não só previne a contaminação inicial dos sistemas de tubos, assim como previne a colonização das vias aéreas dos pacientes<sup>21</sup>.

Em estudo laboratorial realizado com pulmão teste e sistema circular estéril modificado, foi colocado um filtro HME Pall junto ao conector Y entre o pulmão teste e o ramo inspiratório, quando então foi introduzido através de um sistema, em aerossol uma solução de *Micrococcus luteus*. Culturas indicaram que o filtro HME Pall, colocado nesta posição, impede completamente a transmissão de bactérias, podendo ser usado como uma barreira microbiana e ser uma alternativa eficaz para o controle de infecção<sup>23</sup>.

A contaminação bacteriana do sistema circular do circuito ventilatório do aparelho de anestesia e o papel dos filtros bacterianos em diferentes pontos deste sistema foram estudados. Quando o filtro está localizado entre o tubo traqueal e o circuito, é uma barreira. Porém, a sua ausência não eleva o nível de contaminação de qualquer parte do circuito ventilatório ou do ventilador. Além disso, o uso de filtros aumenta o intervalo de desinfecção, reduz o desgaste e os custos<sup>24</sup>.



Em estudo realizado com pacientes em ventilação mecânica prolongada durante terapia intensiva, foi analisado o filtro bacteriano Ultipor Pall Breathing System Filter (BB50T). Os resultados obtidos demonstraram que não era necessário esterilizar os sistemas de respiração, ou a descontaminação destes, e que o seu uso parece oferecer vantagens em custos, facilidade de uso e a segurança do paciente<sup>25</sup>.

A relação entre infecção pulmonar e o uso de equipamento de anestesia contaminado ainda não foi bem estabelecido. Porém, há evidências indiretas e circunstanciais de que a infecção cruzada pode ocorrer, bem como o aumento da suscetibilidade destes também. Recomenda-se a descontaminação do equipamento antes da reutilização, como forma de prevenção<sup>26</sup>.

### **1.3 - Infecção hospitalar**

A infecção hospitalar é aquela adquirida por pacientes após sua internação, é a que aparece após 48 horas de internação. O aparecimento da infecção hospitalar é uma preocupação constante dos profissionais que trabalham nos hospitais, pois aumenta os custos hospitalares e um aumento do tempo de internação<sup>33</sup>. Um dos principais tipos de infecção hospitalar é a infecção respiratória em pacientes submetidos à ventilação mecânica, seja ela em pacientes internados na unidade de tratamento intensivo ou apenas submetidos à ventilação mecânica durante a anestesia geral. A contaminação cruzada pode ocorrer em pacientes que usam o mesmo aparelho de anestesia<sup>27</sup>.

Infecções hospitalares compreendem infecções causadas principalmente por bactérias e fungos e que são adquiridas por pacientes ou mesmo profissionais da saúde no ambiente hospitalar. Assim constituem uma causa crescente de morbidade e mortalidade em hospitais de todo o mundo, com prevalência tão alta quanto 30% em determinados grupos de pacientes<sup>28</sup>.

As infecções hospitalares causadas por fungos têm-se constituído num problema crescente de saúde pública em muitos países. Por exemplo, nos Estados Unidos, a prevalência de infecções fúngicas passou de 6% em 1980 para 10,4% em 1990, segundo o Sistema Nacional de Vigilância das Infecções Hospitalares daquele país. Destas, cerca de 80% foram causadas por leveduras do gênero *Cândida*. Por outro lado, esse mesmo sistema de vigilância relatou que no período de 1989 a 1999

houve aumentos significativos nas prevalências das infecções causadas por *Cândida albicans* e *glabrata*<sup>28</sup>.

As infecções respiratórias representam uma grande parte das infecções adquiridas dentro de hospitais e estão associadas à alta morbidade e mortalidade. As infecções hospitalares constituem grave problema de saúde pública, pois estão entre as principais causas de morbidade e de mortalidade e determinam aumento no tempo de hospitalização e conseqüentemente custo adicional para o tratamento do paciente<sup>29</sup>.

Com relação à fisiopatologia das infecções respiratórias no paciente da unidade de terapia intensiva, embora as vias aéreas inferiores sejam normalmente não colonizadas, as bactérias podem causar infecção pelos seguintes meios: aspiração de microorganismos orofaríngeos, inalação de aerossóis contendo bactérias ou, menos freqüentemente, por via hematogênica. A aspiração de bactérias que colonizam as vias aéreas superiores, principalmente a orofaringe, atingindo a seguir a traquéia, é a principal via de infecção<sup>30</sup>.

#### **1.4 - Normas e Rotinas para reprocessamento do circuito respiratório do aparelho de anestesia**

No boletim informativo de tecnovigilância, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, do mês de setembro de 2004, no apêndice de segurança e equipamentos médicos hospitalares, na parte sobre acidentes em ambiente hospitalar, referente a equipamentos de anestesia e sistemas respiratórios, foi feita a análise das causas referentes à hipercapnia. O informe cita como principal causa a falha do absorvedor de dióxido de carbono, porém não citam normas de troca deste absorvedor<sup>31</sup>.

Em março de 2004, o CDC de Atlanta (EUA) publicou uma extensa revisão sobre prevenção da PRAS (Pneumonia Relacionada à Assistência à Saúde. Dentre as principais medidas de prevenção das pneumonias hospitalares, eles citam os aspectos ainda não resolvidos: dúvidas quanto à freqüência de troca do filtro hidrofóbico conectado ao AMBU, assim como da freqüência da limpeza e desinfecção de válvulas unidirecionais, a troca da “cal sodada”, ou sistemas de absorção de gás carbônico e do filtro bacteriano do ventilador<sup>32</sup>.

Atualmente, tanto o CDC (Centers for Disease Control) quanto a ASA (Sociedade Americana de Anestesiologia) recomendam que para cada anestesia

faz-se necessário a troca de um novo circuito ventilatório estéril (ou submetido a desinfecção de alto nível). Em casos comprovados ou suspeitos de tuberculose, recomendam que um filtro de respiração (BF) deve ser colocado entre o equipamento de anestesia e as vias aéreas do paciente<sup>33</sup>.

Em estudo realizado *in vivo*, para avaliar a eficácia de filtros respiratórios, foram testados três BFs, em anestesia de porcos com aerossol de cultura de *M. chelonae*. Foi demonstrado que apenas o filtro Pall BB25A impediu completamente a passagem do *M. chelonae* e protegeu o circuito de anestesia da contaminação por micobactérias. Neste estudo, os autores concluíram que os BFs com polipropileno podem não proteger totalmente o circuito da contaminação por micobactérias. Sugerindo que a capacidade de retenção de água de um BF é uma característica importante em sua capacidade de proteger o circuito da contaminação por micobactérias<sup>34</sup>.

Segundo a AANA, como regra geral, é recomendado que no processo de desinfecção do equipamento de anestesia que apenas os componentes entre a saída do gás comum e o paciente (tubos corrugados, do ramo inspiratório e ramo expiratório do circuito, peça em Y e conectores – figura 3), requerem esterilização. Todos os outros componentes, superfícies e compartimentos (válvulas inspiratórias e expiratórias, balão, APL (pop-off) da válvula e o fole) requerem desinfecção de alto nível. Ainda, segunda a AANA, é recomendado que o canister que contém a cal sodada deve ser meticulosamente esvaziado, limpo e esterilizado em um horário regular para remover a sujeira, detritos e organismos que podem causar corrosão, desgaste e contaminação cruzada. No caso da cal sodada, que é feita por diferentes fabricantes, e que quando esterilizadas são danificadas, recomenda-se que a sua troca deva seguir as orientações do fabricante<sup>35</sup>.

Pacientes com e sem colonização do trato respiratório por Gram-negativos e que se submeteram a procedimento cirúrgico foram acompanhados com o objetivo de determinar se haveria a contaminação do circuito do aparelho de anestesia. Foram colhidas amostras em vários locais do circuito após a cirurgia. Os níveis de contaminação foram ligeiramente superiores no tubo expiratório, demonstrando que a adequada higiene básica do aparelho de anestesia pode ser segura do ponto de vista de infecção cruzada<sup>36</sup>.



**Figura 3** Circuitos : tubos corrugados, peça em Y e conectores (Foto do fabricante)

No Guia de Medicina Ambulatorial e Hospitalar de Infectologia da UNIFESP (Escola Paulista de Medicina) de 2004, no capítulo de infecção hospitalar, cita que dentre as principais medidas para a prevenção das pneumonias hospitalares estão:

- a) os circuitos dos respiradores devem ser previamente esterilizados (óxido de etileno) ou submetidos à desinfecção de alto nível (glutaraldeído a 2%, pasteurização);
- b) o maquinário interno dos ventiladores não deve ser rotineiramente desinfetado ou esterilizado. Evitar que a água coletada nos circuitos dos ventiladores retorne ao umidificador ou alcance o paciente. A utilização de filtros bactericidas nos circuitos ventiladores não reduz a incidência de infecção hospitalar. Os métodos de desinfecção e esterilização reduziram o risco de transmissão de doenças pelos procedimentos cirúrgicos e não cirúrgicos.

A ANVISA recomenda que nos casos de inaloterapia e oxigenioterapia proceda-se a desinfecção de alto nível nos circuitos respiratórios com Hipoclorito de Sódio à 0,5% , com um tempo de contato de 60 minutos. Há ainda a recomendação de se fazer a troca e o reprocessamento dos circuitos do ventilador entre pacientes. No mesmo paciente trocar se visivelmente sujo. Esvaziar o condensado sempre que necessário e evitar que retorne para o paciente<sup>36</sup>.

## 1.5 – Métodos de esterilização e desinfecção

E. G. Spaulding, da Temple University, desenvolveu uma abordagem para as normas de esterilização e desinfecção, onde ele classificou os itens que precisavam ser desinfetados em três grupos, baseado no grau de risco de infecção associado ao uso destes itens: críticos, semi-críticos e não críticos. De acordo com este sistema, os itens semi-críticos são aqueles que entram em contato com a mucosa e/ou pele intactas. Os equipamentos respiratórios e os de anestesia estão neste grupo<sup>37</sup>.

Esterilização é a destruição total de todos os microorganismos, em um material ou objeto, incluindo as formas mais resistentes como os esporos bacterianos, as micobactérias, os vírus não envelopados e os fungos. A esterilização pode ser obtida com o uso de esterilizantes físicos, vapores de gases ou esterilizantes químicos<sup>37</sup>.

Desinfecção contrariamente à esterilização significa reduzir o número de organismos patogênicos em objetos ou materiais, embora os mais resistentes possam sobreviver. A desinfecção pode ser obtida por método que emprega calor (75 a 100 °C) ou através de líquidos, tais como, glutaraldeído, peróxido de hidrogênio, formaldeído, dióxido de cloro, ácido paracético, compostos de cloro, etc<sup>37</sup>.

Os principais meios de esterilização e de desinfecção dos tubos corrugados do sistema circular do aparelho de anestesia usados nos hospitais são a esterilização por autoclave e/ou a desinfecção de alto nível por cloro ativo, no caso, o hipoclorito de sódio ou glutaraldeído.

### a) - Autoclaves

As autoclaves são equipamentos que se utilizam de vapor saturado para realizarem o processo de esterilização sob pressão. O vapor saturado, ou seja, de temperatura equivalente ao ponto de ebulição da água, na pressão considerada, é o meio de esterilização mais econômico para materiais termorresistentes<sup>31</sup>.

O vapor sob pressão em um autoclave é uma forma de esterilização muito eficaz, pois a alta temperatura causa a desnaturação das proteínas microbianas. A taxa de destruição dos microorganismos durante o processo de autoclavação é rápida, mas é influenciada pela temperatura e duração da autoclavação, pelo tamanho da autoclave, pela velocidade do fluxo de vapor, pela densidade e tamanho de material e pela colocação do material na câmara.

b) - Cloro Ativo

Soluções aquosas de cloro são rapidamente bactericidas, embora o seu mecanismo de ação não seja conhecido. A atividade dos compostos de cloro também aumenta com a concentração e a temperatura. A matéria orgânica e os detergentes alcalinos podem reduzir a eficácia dos compostos de cloro. Esses compostos demonstram boa atividade germicida, embora os microrganismos formadores de esporos sejam 10 a 1000 vezes mais resistentes ao cloro do que as bactérias na forma vegetativa.

c) - Hipoclorito de Sódio

O seu uso é indicado na desinfecção de nível médio de artigos e superfícies assim como na descontaminação de superfícies. O uso deste produto é limitado pela presença de matéria orgânica, capacidade corrosiva e descolorante.

d) - Glutaraldeído

A sua atividade antimicrobiana depende de suas condições de uso, como diluição e teor de material orgânico. Concentrações abaixo de 1 a 1,5% são ineficazes para desinfecção de alto nível. Deve ser armazenado em temperatura menor que 40°C, protegido da luz, e o manuseio deve ser com EPIs. O seu uso inadequado pode levar ao aparecimento de biofilme, massa microbiana contendo material celular e extracelular aderida às superfícies dos artigos que permanecerem imersos em líquidos (inclusive sangue). Deve-se ter cuidado com a formação de bolhas que impedem o contato da solução com o artigo. As reentrâncias e tubulações devem ser preenchidas com a solução utilizando uma seringa, se for necessário. Tempo de exposição: Desinfecção de alto nível em glutaraldeído: mínimo 30 minutos, conforme recomendação do fabricante da solução. *Esterilização*: entre 8 e 10 horas, conforme recomendação do fabricante da solução<sup>31</sup>.

## 1.6 - Meios de cultura e agentes patógenos

Os meios de cultura usados no laboratório de bacteriologia clínica destinam-se à produção e ao estudo das bactérias de interesse médico. Assim, além de conterem substâncias essenciais para a reprodução dessas bactérias, são formulados para a produção de antígenos específicos, para permitir o crescimento seletivo de certos microorganismos ou para demonstrar outras propriedades

biológicas como hemólise, formação de esporos, produção de pigmentos ou de certas enzimas<sup>38</sup>.

Geralmente, o agente etiológico se apresenta em pequena quantidade na amostra a ser analisada, de modo que os meios de cultura, para isolamento, devem permitir crescimento a partir de um pequeno inóculo. Cada bactéria da amostra tem de estabelecer um microambiente ideal para a sua reprodução e crescimento, através de sua própria capacidade metabólica<sup>39</sup>.

É altamente recomendável que os meios de cultura para isolamento sejam semeados logo após a colheita de material; porém, às vezes, as culturas devem ser transportadas a lugares distantes e não podem ser imediatamente semeadas. Para isso desenvolveram-se vários meios chamados de transporte<sup>38</sup>.

As infecções fúngicas têm sido um problema crescente nos últimos anos. Não somente têm crescido as infecções por, como as infecções por fungos menos freqüentes como os filamentosos (*Aspergillus spp.*) e as leveduras (*Cryptococcus neoformans* e *Histoplasma capsulatum*). Este aumento talvez possa ser explicado pelo crescimento da população de pacientes que apresentam fatores de risco para adquirir infecções fúngicas<sup>39</sup>.

Espécies de *Candida* são colonizantes habituais do trato gastrointestinal e podem existir sob duas formas: como levedura e como micélio, sendo esta última a forma invasiva. A presença das duas formas em coexistência demonstra infecção. Considera-se que a intensa colonização, facilitada ou pelo uso de antibióticos, ou uso de bloqueadores H2 gástricos ou por imunossupressão, seja um fator que preceda a invasão pelo fungo, geralmente por translocação intestinal. Há ainda situações em que a infecção pode ser de origem exógena, ou seja, introduzida por contaminação de produtos administrados por via endovenosa ou por contaminação de cateteres pelas mãos de profissionais de saúde durante a sua manipulação, porém esta forma de aquisição é rara. A espécie mais comumente associada à infecção exógena é *C. parapsilosis*<sup>39</sup>.

Dentre as infecções fúngicas, o acometimento pulmonar é mais comum por *Aspergillus*, seja na forma crônica ou aguda, e ocorrem mais em pacientes imunossuprimidos, com neoplasias ou AIDS<sup>39</sup>.

As bactérias são relativamente simples na sua estrutura. São organismos procariontes, isto é, microrganismos unicelulares simples, desprovidos de membrana celular, mitocôndrias, e corpúsculos de Golgi ou retículo endoplasmático e se

reproduzem por divisão assexuada<sup>40</sup>. Embora a parede celular das bactérias seja complexa, existem apenas duas formas básicas: uma parede celular Gram-positiva, com uma espessa camada de peptidoglicano, e uma parede celular Gram-negativa, com uma fina camada de peptidoglicano e uma membrana externa. Ao contrário das bactérias, a estrutura celular dos fungos é mais complexa. São organismos eucariontes que contêm um núcleo bem definido, mitocôndrias, corpúsculos de Golgi e retículo endoplasmático. Os fungos podem existir em uma forma unicelular (leveduras) ou em uma forma filamentosa<sup>41</sup>.

Os estafilococos são células esféricas Gram-positivas. Alguns são membros da microbiota normal da pele e mucosas dos humanos; outros provocam supuração, formação de abscessos, várias infecções piogênicas e até mesmo septicemia fatal. Os estafilococos patogênicos freqüentemente hemolisam o sangue, coagulam o plasma e produzem uma variedade de enzimas e toxinas extracelulares. O tipo mais comum de intoxicação alimentar é causado por uma enterotoxina estafilocócica termoestável. Os estafilococos desenvolvem rapidamente resistência a numerosos agentes antimicrobianos e, portanto, constituem problemas terapêuticos difíceis.

O gênero *Staphylococcus* é constituído de pelo menos 30 espécies. As três espécies de maior importância clínica são *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus saprophyticus*

Os estafilococos são parasitas humanos ubíquos. As principais fontes de infecção consistem em lesões humanas, fomites contaminados por estas lesões, vias respiratórias e pele humana. A propagação da infecção por contato assumiu maior importância nos hospitais, onde uma grande proporção da equipe e dos pacientes abriga estafilococos resistentes a antibióticos no nariz e na pele. Embora a limpeza, a higiene e a manipulação asséptica das lesões possam controlar a propagação dos estafilococos a partir dessas lesões, existem poucos métodos disponíveis para impedir a ampla disseminação a partir dos portadores<sup>41</sup>.

Seguem-se a descrição de alguns patógenos mais freqüentes:

*Staphylococcus aureus* é uma espécie de estafilococo coagulase-positiva. É uma das espécies patogênicas mais comuns, juntamente com a *E. coli*. É a mais virulenta espécie do seu gênero. Têm forma esférica (são cocos), cerca de um micrômetro de diâmetro, e formam grupos com aspecto de cachos de uvas com cor



amarelada, devido à produção de carotenóides. Cerca de 15% dos indivíduos são portadores de *S.aureus*, na pele ou nasofaringe. A infecção é frequentemente causada por pequenos cortes na pele. Em contato com as células humanas tem função destrutiva e é adquirida através de cortes na pele, contato com doentes e por ingestão de alimentos. Essa bactéria pode provocar impetigo, foliculite, pneumonia, endocardite, osteomielite, furúnculo, meningite, infecções urinárias, intoxicação alimentar, septicemia, matando cerca de 5% dos pacientes que adquirem a doença. Possui proteína A que neutraliza os anticorpos, toxina alfa que destrói a membrana das células, toxina beta que hidrolisa os lipídios, toxina esfoliativa que provoca a esfoliação da pele, enterotoxina que ativa o sistema imunológico de forma inadequada e toxina da síndrome do choque, que ativa os linfócitos de forma desordenada. As toxinas são proteínas produzidas e secretadas ou expostas à superfícies pela bactéria cuja atividade é destrutiva para as células humanas.

*Staphylococcus epidermidis* é uma espécie comensal da pele e mucosas, responsável principalmente por infecções hospitalares, através de catéteres, sondas (material de plástico) bem como próteses devido a sua capacidade de formar biofilmes. Os biofilmes dificultam a chegada de drogas antimicrobianas e até mesmo de células fagocíticas ao foco de infecção. A espécie não produz toxinas e uma vez que faz parte da microbiota endógena humana, as infecções causadas por esta espécie são geralmente oportunistas e de origem hospitalar (nosocomiais)<sup>42</sup>.

*Staphylococcus saprophyticus* é uma bactéria que está presente na microbiota normal da pele, região periuretral e mucosas do trato genito urinário. É depois da *Escherichia coli* o agente mais comum de infecção urinária em mulheres na faixa de 20 a 40 anos. No homem sua presença torna-se mais evidente a partir dos 50 anos<sup>42</sup>.

Nos hospitais, as áreas de maior risco de infecções estafilocócicas graves são os berçários, as unidades de tratamento intensivo, o centro cirúrgico e as enfermarias de quimioterapia do câncer<sup>42</sup>.

*Acinetobacter baumannii/calcoaceticus*, bactéria Gram-negativa, a qual antigamente era considerada um patógeno oportunista de baixa virulência. Porém, atualmente vem ganhando importância clínica por estar envolvido nas infecções nosocomiais, principalmente nas unidades de queimados, em pacientes de terapia intensiva em uso de ventilação mecânica, e, principalmente, em pacientes imunocomprometidos tais com idosos e pacientes com AIDS<sup>42</sup>.

O *Fusarium spp.* é um fungo cosmopolita, compreendendo uma grande quantidade de espécies que são conhecidas por causar doenças em culturas de importância agronômica. Embora isolados, geralmente não patogênicos, pouco se conhece sobre a variabilidade genética deste grupo, ainda que estejam presentes em inúmeros locais. Em humanos pode causar infecções cutâneas, onicomicoses e ceratites. Em pacientes oncológicos, imunodeprimidos, principalmente naqueles com neoplasias hematológicas, o comprometimento sistêmico é de curso severo na maioria dos casos<sup>43,44</sup>.

## *2. Objetivos*

## **2.1 – Objetivo Geral**

Analisar a contaminação dos circuitos ventilatórios reprocessados dos aparelhos de anestesia como um todo, antes do uso em anestesia geral com ventilação assistida, em sistema circular valvular.

## **2.2 – Objetivos Específicos**

Mensurar o grau de contaminação da cal sodada, do canister e do ramo inspiratório e expiratório do circuito ventilatório do aparelho de anestesia a partir de exames de cultura em meios específicos para fungos e bactérias.

Com a coleta de amostras antes da realização das anestésias, verificar se as normas e rotinas para o reprocessamento dos circuitos ventilatórios, empregadas nos hospitais em estudo, são eficazes na descontaminação e desinfecção.

### ***3. Justificativa***

Os aparelhos de anestesia usados nos dois maiores hospitais da cidade de Palmas– TO, após os procedimentos cirúrgicos, passam por processos de desinfecção e descontaminação de acordo com as normas da ANVISA. No entanto, apenas partes do sistema circular respiratório dos aparelhos de anestesia são reprocessadas para a sua limpeza.

Como o líquido produzido pela reação de absorção do dióxido de carbono e o produzido pela expiração se acumulam em todo o sistema, e não em apenas partes deste, Justifica-se o trabalho para estabelecer a eficácia do reprocessamento ou não, e com isso sugerir novos protocolos.

## *4. Material e Métodos*

#### **4.1 – Local de Estudo**

A pesquisa foi realizada no Hospital Geral de Palmas e no Hospital Oswaldo Cruz de Palmas – TO, após aprovação pelo núcleo de estudos do Hospital Geral de Palmas e da Diretoria Geral destes hospitais e da Secretaria Estadual de Saúde.

#### **4.2 – Amostras**

Foram realizadas coletas em 56 equipamentos de anestesia de três diferentes marcas, a saber: 25 coletas no equipamento da marca Takaoka, 20 coletadas no equipamento da marca Dräger e 11 coletas no equipamento da marca Intermed.

As coletas foram realizadas no sistema circular ventilatório de cada aparelho de anestesia, o que resultou em até cinco amostras por aparelho de anestesia, dependendo da marca deste. Assim, as amostras coletadas foram: os grânulos de cal sodada (amostra 1), materiais colhidos por meio de swab nas paredes internas do canister (amostra 2), do ramo inspiratório (amostra 3), expiratório (amostra 4) do circuito ventilatório do aparelho de anestesia antes da cirurgia e por mergulho do swab no líquido acumulado dentro do frasco coletor (dreno) (amostra 5), que é resultado dos líquidos acumulados durante as anestésias no sistema circular.

Estabeleceu-se o seguinte protocolo de coleta: para a amostra 1 foram recolhidos três grânulos de cal sodada e colocados em frascos estéreis; para as amostras 2 o swab estéril foi passado, em movimentos circulares na parede interna do canister; para as amostras 3 e 4 o swab foi introduzido em ambas as extremidades e com movimentos circulares a amostra foi recolhida das paredes internas; e para a amostra 5, o swab estéril foi mergulhado diretamente no líquido acumulado dentro do dreno do equipamento, um pequeno recipiente logo após o canister, presente apenas no equipamento da marca Intermed. A coleta do material foi realizada de acordo com as normas preconizadas nos tratados de microbiologia, sendo que toda e qualquer amostra que tocava a ponta do swab acidentalmente em qualquer outra superfície que não a escolhida para a coleta, era imediatamente descartada.

As amostras totalizaram 235 que foram semeadas em meios de cultura para bactérias Gram-positiva e Gram-negativa, além de semeadas em meio de cultura para fungos, um total de 705 culturas.



Vale ressaltar que todas as amostras foram coletadas antes do procedimento anestésico e que as amostras foram colhidas independentemente de cor, sexo, idade, tipo de cirurgia, condições clínicas pré-estabelecidas e tempo cirúrgico. Em relação ao tipo de cirurgia, esta não foi pré-estabelecida, por que o nosso estudo teve por objetivo a análise da eficácia do reprocessamento do circuito fechado do aparelho de anestesia. Porém, quanto ao procedimento anestésico, estabeleceu-se que seria anestesia geral, com ventilação assistida, em pacientes com intubação orotraqueal e que seriam extubados ao final da anestesia.

### **4.3 – Materiais de consumo**

Na coleta das amostras 2, 3, 4 e 5 utilizou-se principalmente swab's estéreis contendo o meio de transporte e conservação do tipo Stuart, e ocasionalmente usou-se aqueles contendo o meio Agar Nutriente ou ainda salina tamponada. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao setor de microbiologia do Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Oswaldo Cruz, para a análise e identificação dos agentes patogênicos (Gram-positivos, Gram-negativos e fungos) presentes em cada amostra.

Obtivemos apoio institucional do Hospital Geral de Palmas e do Hospital Oswaldo Cruz de Palmas – TO.

## ***5. Resultados***

## 5.1 – Culturas Encontradas na Cal Sodada

Nas 56 amostras colhidas, em todas as culturas semeadas com grânulos de cal sodada não houve crescimento nem de fungo e nem de bactérias tanto Gram-positiva assim como Gram-negativa.

## 5.2 – Culturas Encontradas no Ramo Inspiratório

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos nas amostras deste local. Houve um total de 19 amostras (33,9%) colhidas antes de iniciado o procedimento anestésico onde foi possível demonstrar a presença de pelo menos um microrganismo. Além disso, em duas amostras (3,6%) foi detectado mais de um microrganismo, em um dos casos *Candida Sp* e *Staphylococcus aureus* e no outro *Candida Sp* e *Staphylococcus saprophyticus*.

**Tabela 1.** Culturas de microorganismos encontradas nas amostras dos Ramos Inspiratórios dos circuitos circulares respiratórios; n= número de amostras.

Microrganismo	Antes	
	n	%
<i>Candida Sp</i>	4	7,1
Dermatófitos	5	8,9
<i>Penicillum Sp</i>	5	8,9
Outros fungos	2	3,6
<i>S. saprophyticus</i>	4	5,4
<i>S. aureus</i>	1	1,8
Sem crescimento	35	64,3
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

Nas 56 amostras colhidas dentro do ramo inspiratório antes da anestesia, tanto na sua porção proximal, assim como na porção distal, amostras estas semeadas em meio de cultura para Gram-positivos e Gram-negativos, foi observado cinco amostras positiva para bactérias. Em quatro amostras houve o crescimento da bactéria *Staphylococcus saprophyticus* e em uma amostra cresceu a bactéria

*Staphylococcus aureus*.

E ainda, nestas 56 amostras dos ramos inspiratórios antes das anestésias que foram semeadas em meio de cultura para fungos, houve o crescimento positivo em dezesseis amostras, com crescimento de *Candida Sp*, *Penicillium Sp* e *Dermatofitus Sp*.

### 5.3 – Culturas Encontradas no Ramo Expiratório

Os resultados obtidos das amostras do Ramo Expiratório estão apresentados na Tabela 2. Houve crescimento de microrganismos, fungos e bactérias, em 22 amostras (39,3%) antes do procedimento. Não houve detecção de mais de um microrganismo em nenhuma das amostras.

Nas 56 amostras semeadas em meio de cultura para bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, foi verificado o crescimento de colônias Gram-positivas em cinco amostras, com o aparecimento de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus* e *Staphylococcus epidermidis*. Não foi verificado o crescimento de colônias Gram-negativas. Das amostras semeadas em meio para fungo (Sabouraud), dezessete apresentaram o crescimento ou de *Candida Sp*, ou *Penicillium Sp*, ou *Dermatofitus Sp*, ou ainda *Aspergillus Sp*.

**Tabela 2.** Culturas de microrganismos encontrados nas amostras dos Ramos Expiratórios dos circuitos circulares respiratórios; n= número de amostras.

Microrganismo	Antes	
	n	%
<i>Candida Sp</i>	7	12,4
Dermatófitos	6	10,7
<i>Penicillium Sp</i>	1	1,8
<i>Aspergillum</i>	1	1,8
Outros fungos	2	3,6
<i>S.aureus</i>	2	3,6
<i>S. epidermidis</i>	1	1,8
<i>S. saprophyticus</i>	2	3,6
Sem crescimento	34	60,7
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

#### 5.4 – Culturas Encontradas no Canister

As amostras positivas para crescimento de fungos, antes do procedimento anestésico, totalizaram 14 (24.2%) (Tabela 3). Porém, em nenhuma amostra semeada em meio de cultura para bactéria Gram-positiva ou Gram-negativa houve o crescimento de colônias. Um dos microorganismos no grupo de fungos foi identificado com o *Fusarium sp*. Não houve crescimento de mais de um microorganismo em nenhuma amostra. Nas amostras em que houve o crescimento de colônias fúngicas, houve o crescimento de *Candida Sp*, *Penicillium Sp*, *Dermatofitus Sp*, *Aspergillus Sp* e *Fusarium Sp*.

**Tabela 3.** Culturas de microorganismos encontrados nas amostras dos Canisters dos circuitos circulares respiratórios; n= número de amostras.

Microorganismo	Antes	
	n	%
<i>Candida sp</i>	6	10,8
<b>Dermatófitos</b>	4	7.2
<i>Penicillum</i>	2	3,6
<i>As pergillum</i>	1	1,8
<i>Fusarium sp</i>	1	1,8
<b>Sem crescimento</b>	42	76,8
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

#### 5.5 – Culturas Encontradas no Frasco coletor (dreno)

Nas amostras dos frascos coletores foram detectadas cinco culturas positivas (45%) do total de 11 amostras. Três amostras com resultados positivos para o crescimento de bactérias e em duas houve o crescimento de fungos (Tabela 4). Em dois procedimentos anestésicos (18,2%) foi encontrado mais de um microorganismo: *Staphylococcus saprophyticus* e *Dermatophytus Sp* em um dos casos e no outro uma bactéria Gram-negativa, o *Acinetobacter baumonii*, juntamente com a *Cândida*

Sp.

Em outro resultado da cultura do frasco coletor, houve o crescimento da bactéria *Staphylococcus saprophyticus*, assim como do *Staphulococcus epidermidis*

Em dois dos resultados de cultura do material colhido no frasco coletor, em meio de cultura específico para fungos houve crescimento de dois tipos de fungos: *Candida Sp* e *Dermatofitus Sp*.

**Tabela 4.** Culturas de microorganismos encontrados nas amostras dos Frascos Coletores dos circuitos circulares respiratórios dos equipamentos da marca Intermed; n= número de amostras.

Microorganismo	Antes	
	n	%
<i>Candida Sp</i>	1	9,1
<i>A. baumannii</i>	1	9,1
<i>S. saprophyticus</i>	1	9,1
<i>S. epidermidis</i>	1	9,1
<i>Dermatofitus Sp</i>	1	9,1
Sem crescimento	6	54,5
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100</b>

## *6. Discussão*

## 6.1 - Descrição do reprocessamento usado

Nos hospitais onde se realizaram as coletas foram verificadas as normas e a rotina de limpeza dos aparelhos de anestesia, do sistema circular respiratório, do canister, e da troca da cal sodada. Também foi verificado se estas estavam de acordo com as normas da ANVISA, da Sociedade Brasileira de Anestesia, ou se tinham normas próprias.

Antes do início das coletas das amostras foram realizadas as seguintes perguntas à enfermeira responsável pela central de material e esterilização do centro cirúrgico e à responsável pela sala cirúrgica:

- a) Qual a norma e rotina utilizada pelo setor no reprocessamento dos tubos corrugados dos ramos inspiratórios e expiratórios dos aparelhos de anestesia?
- b) Como é realizada a limpeza como um todo; do aparelho de anestesia, a sua frequência e quem realizava?
- c) Houve a troca do circuito ventilatório do aparelho de anestesia?

Diante das respostas, foi orientado a estes profissionais que sempre anotassem na parede externa do canister, com uma etiqueta adesiva, a data da nova troca da cal sodada. Por padronização, foi optado em não verificar e sim acreditar na informação repassada pelo responsável pela sala cirúrgica.

Em todos os casos, as anestésias foram ou do tipo fechada ou semi-fechada. A duração média das anestésias realizadas neste estudo foi em média de duas horas e trinta minutos, sendo realizada a coleta em swab estéril contendo meio de transporte para que as amostras permanecessem viáveis. O meio escolhido foi o de Stuart, que é um meio semi-sólido contendo tioglicolato, fosfato de glicerol e cloreto de sódio. Apesar de não ser um meio nutritivo, preserva a viabilidade da maioria dos patógenos.

Foi acompanhada a rotina de lavagem e desinfecção dos tubos corrugados dos aparelhos de anestesia do Hospital Geral de Palmas (HGP). No início das coletas de amostras, o procedimento de desinfecção era realizado com hipoclorito de sódio. Porém, ao final do período de coleta, o procedimento foi alterado para a



aplicação de glutaraldeído. Foi observada a seguinte padronização de limpeza:

1) Após cada anestesia geral, o funcionário da enfermagem responsável pela sala de cirurgia recolhia as tubos corrugados do sistema circular ventilatório do aparelho de anestesia e os enviava à central de material e esterilização de instrumental cirúrgico;

2) os tubos eram lavados com sabão enzimático, enxaguados em água corrente e colocados em uma solução de hipoclorito de sódio 1% e, deixados em imersão por 30 minutos.

3) após este procedimento, estes mesmos tubos corrugados eram enxaguados em água de torneira corrente, secos com jatos de ar comprimido e embalados em papel de grau cirúrgico não estéril, e enviados juntamente com o material estéril para a guarda.

Quando o protocolo foi alterado, os mesmos procedimentos eram realizados havendo apenas a substituição do hipoclorito de sódio 1% pelo glutaraldeído 2% por 30 minutos.

Foi perguntado às funcionárias da central de material e esterilização deste hospital se havia normas para que fossem lidas. Somente em algumas ocasiões estas normas estavam disponíveis no setor.

No HGP, devido ao protocolo de não interferir, e apenas observar, constatamos que em algumas ocasiões a troca dos tubos corrugados do circuito circular do aparelho de anestesia não havia sido realizada, pois observava-se presença de condensados de líquido nas paredes destes. Mesmo assim, os profissionais do setor confirmavam que haviam realizado as trocas do sistema circular ventilatório do aparelho de anestesia.

No Hospital Oswaldo Cruz (HOC) o protocolo de normas e rotinas estava à disposição no setor de lavagem de instrumental cirúrgico, e estavam de acordo com as determinações da ANVISA, . Porém, assim como no HGP, nem sempre os tubos corrugados eram trocados ao final de cada anestesia. Quando questionados a respeito da padronização da troca, algumas vezes diziam que haviam sido trocados ou que haviam se esquecido de realizar a troca e só então, providenciavam as trocas.

Neste hospital, após cada anestesia, os tubos corrugados passavam pelos mesmos processos de limpeza realizados no HGP, com a diferença da imersão na solução de glutaraldeído por 60 minutos. Assim como no HGP, ao final do período

da coleta das amostras, no HOC houve uma mudança de protocolo. Após a remoção da sujidade dos tubos corrugados, estes já não eram mais imersos em glutaraldeído e sim, secos com jato de ar comprimido e então embalados em papel grau cirúrgico, e esterilizados em autoclave.

Tentou-se padronizar a troca da cal sodada, a qual seria apenas realizada após a observação do padrão de retenção de CO<sub>2</sub> à capnografia. Porém, a alta rotatividade de anesthesiologistas, a determinação que a troca da cal sodada seja realizada pela mudança de cor do branco para a cor violeta feita pelos enfermeiros, e a influência de anesthesiologistas que simplesmente determinavam que a troca da cal sodada fosse realizada no momento da sua entrada no plantão, impedem esta padronização. Contudo, a maioria das amostras colhidas se deu por troca por mudança de cor dos grânulos da cal sodada e o tempo médio da troca foi de três dias.

Em três casos, a troca da cal sodada foi realizada com aproximadamente quinze dias de uso. Além disso, houve casos em que a cal sodada foi trocada, porém não foi anotado o dia da troca.

Além de verificar como era realizada a troca do circuito ventilatório do aparelho de anestesia e a sua desinfecção e/ou esterilização, e também os parâmetros da troca da cal sodada, foi observado como era feita a limpeza do canister do aparelho de anestesia. No HOC era padronizada a limpeza com água e sabão, desinfecção com solução alcoólica e /ou desinfecção com o hipoclorito de sódio. No HGP apenas se realizava a troca da cal sodada, sem haver a limpeza do recipiente desta, do canister.

Observou-se que, em média, os procedimentos anestésicos tiveram tempo médio de duas horas e trinta minutos, quando ao final deste procedimento, havia a troca dos circuitos e desinfecção da parte externa do aparelho de anestesia com álcool a 70%. Tentou-se estabelecer um prazo médio entre o uso do equipamento e uma nova coleta. Porém não foi possível, devido à alta rotatividade de anesthesiologistas, à variedade de técnicas anestésicas empregadas, sendo o tempo transcorrido entre uma coleta e um novo uso do equipamento de anestesia e uma nova coleta, variável.

## **6.2- Pontos falhos no reprocessamento usado no Hospital Geral de Palmas e no Hospital Oswaldo Cruz.**

Os tubos corrugados do circuito ventilatório do aparelho de anestesia são inicialmente lavados com sabão, o que não é suficiente para a completa remoção de sujidades e resíduos orgânicos no seu interior. Na verdade, na maioria dos setores de processamentos de materiais e instrumentais cirúrgicos, das centrais de material e esterilização dos hospitais, não há equipamentos adequados para a lavagem da luz interna dos tubos corrugados dos ramos respiratórios do aparelho de anestesia, deixando assim sujidade no seu interior. Estes equipamentos são baratos e simples tais como escovas de metro, ou um pouco mais sofisticados, como as lavadoras ultrassônicas com dispositivos de acoplamento de tubos, onde se deixa os instrumentais imersos e a vibração faz com que haja a remoção da sujidade de seu interior.

Devido a não remoção mecânica adequada das sujidades destes tubos que são os ramos inspiratórios e expiratórios dos circuitos ventilatórios dos aparelhos de anestesia, há a possibilidade de formação de biofilme em suas superfícies internas, mesmo após a desinfecção com o hipoclorito de sódio ou com o glutaraldeído.

Após o processo do primeiro enxágue dos tubos corrugados, eles são colocados no recipiente contendo o glutaraldeído ou o hipoclorito de sódio. Observou-se que após o enxágue, os tubos corrugados ainda continham água em seu interior. Como o recipiente contendo o desinfetante recebe vários tubos provenientes de inúmeros procedimentos anestésicos em um curto período de tempo, é possível que a solução desinfetante venha a ser diluída e sua eficácia questionada.

Após a imersão, seja no hipoclorito de sódio ou no glutaraldeído, estes tubos são enxaguados em água de torneira, água esta, não destilada e não estéril, o que pode aumentar a presença de microorganismos nos tubos corrugados.

De acordo com as normas preconizadas nestes hospitais, após a desinfecção com hipoclorito de sódio 1% ou com glutaraldeído 2% e enxaguados em água de torneira, estes tubos corrugados são secos com jato de ar comprimido, após teoricamente desinfetados. Quando este jato de ar não estéril, em sistema não filtrado e úmido, bate na superfície interna dos tubos, novos microorganismos podem ser adicionados.

Adicionalmente, no momento da secagem das superfícies internas dos tubos,

quando o jato de ar comprimido bate em algum local onde há resíduos de sujidade ou biofilme, este grumo de sujidade pode ser removido e espalhado por todo o interior do tubo, repovoando assim uma maior área da luz interna do tubo com microorganismos ainda viáveis devido ao biofilme.

Finalmente, como o jato de ar comprimido não contém filtro bacteriano ou filtro de líquidos, e é um jato de ar úmido, no momento em que estes tubos corrugados, teoricamente secos, são acondicionados em, papel grau cirúrgico, para serem guardados, eles estão ainda úmidos. Esta fina camada de líquido, na superfície interna dos tubos, estabelece neste momento um ambiente propício ao crescimento de microorganismos.

Apesar de normas e rotinas recomendadas pela ANVISA para o reprocessamento dos circuitos ventilatórios do aparelho de anestesia, este reprocessamento é dependente de fator humano, tais como; remoção adequada das sujidades, diluição correta dos produtos.

Assim, todo processo usado no reprocessamento dos tubos corrugados dos ramos inspiratórios e expiratórios do circuito circular ventilatório dos aparelhos de anestesia torna-se inválido devido a várias falhas nas etapas da desinfecção de alto nível.

O alto índice de contaminação de microorganismos <sup>5,7,9,10,11,13,14,21,35,48,49</sup> nestes tubos que passaram por processo de desinfecção de alto nível, mostra que da forma que está sendo realizada, não é eficaz e não atinge o seu objetivo.

Além deste reprocessamento não ter atingido o seu objetivo, observamos ainda parte do circuito circular respiratório do aparelho de anestesia que não é limpa entre uma anestesia e outra, é o caso do vasilhame que contém a cal sodada, no caso o canister. Na maioria das vezes que ocorreu a troca da cal sodada, esta foi após a sua mudança de cor, sem a prévia limpeza do canister, e somente após várias anestésias.

Também fazem parte do circuito circular ventilatório do aparelho de anestesia, as válvulas direcionais, a válvula pop-off, o fole e balões reservatórios, por onde passam os gases que entram e saem do paciente durante a ventilação mecânica produzida pelo aparelho de anestesia, gases estes, quentes e úmidos, seja pelo processo de expiração ou pela liberação de calor e água da cal sodada, durante a absorção do CO<sub>2</sub> expirado. Este fato faz com que se acumule líquido em toda a extensão do circuito circular ventilatório do aparelho de anestesia, criando assim,

não só nos tubos corrugados, como em outros locais do circuito ventilatório, ambiente propício para o crescimento de microorganismos, aumentando a possibilidade de contaminação cruzada <sup>10,11,13,14,15,17</sup>.

Neste trabalho as amostras colhidas em todas as partes do sistema circular ventilatório do aparelho de anestesia, com exceção da cal sodada, tais como nos ramos inspiratórios, ramos expiratórios, canisters e frascos coletores revelaram o crescimento de microorganismos. Questionamos a respeito da contaminação das outras áreas do mesmo circuito circular ventilatório do aparelho de anestesia onde não foram realizadas coletas de amostras, para cultura, pois presumivelmente poderão estar com um alto nível de contaminação (figura 3)



**Figura 4.1**-Válvulas direcionais 2-Canister cal sodada, e 3-conectores

Apesar das culturas da cal sodada não apresentarem crescimento de nenhum microorganismo em nosso trabalho, há trabalhos como o de Langevin em 1999 que relatam a sobrevivência do *Micobacterium tuberculosis* acima de 48 horas em meio altamente alcalino, e o potencial de disseminação deste através do circuito ventilatório do aparelho de anestesia, atravessando assim o canister, contendo a cal sodada<sup>10</sup>.

Nos resultados das culturas do canister foi verificado o crescimento apenas de fungos. Apesar do meio alcalino, este vasilhame não era lavado com regularidade, e mesmo assim permaneceram viáveis. Foi observada cultura positiva para *Aspergillus Sp*, o qual pode levar à infecção pulmonar<sup>40</sup>.

Na cultura do líquido acumulado no dreno do circuito ventilatório (frasco

coletor) observou-se o crescimento de bactérias e fungos, sendo que um dos resultados foi de uma bactéria Gram-negativa, o *Acinetobacter baumannii*.

Vale ressaltar que o crescimento da bactéria *Acinetobacter baumannii/calcoaceticus*, a qual antigamente era considerada um patógeno oportunista de baixa virulência, atualmente vem ganhando importância clínica por estar envolvida nas infecções nosocomiais, principalmente nas unidades de queimados, em pacientes de terapia intensiva em uso de ventilação mecânica, principalmente em pacientes imunocomprometidos tais com idosos e pacientes com AIDS<sup>45</sup>

Assim como P M Murphy em 1991, que em seu trabalho verificou contaminação em várias partes do circuito ventilatório do aparelho de anestesia, em nosso trabalho também foi observado contaminação. No seu estudo sobre viabilidade das bactérias após passagem pelo sistema circular do aparelho de anestesia, recomenda-se a troca dos descartáveis e a esterilização de todas as outras partes do circuito<sup>14</sup>.

Este alto índice de contaminação das partes analisadas do circuito ventilatório do aparelho de anestesia demonstra que o reprocessamento é ineficaz na desinfecção destes. Porém, mesmo que estas partes estivessem sido esterilizadas, todo o processo torna-se inválido quando partes do mesmo circuito não é limpa entre cada anestesia, gerando ainda assim possibilidade de contaminação cruzada entre pacientes.

O reprocessamento só será efetivo, quando for realizada a esterilização dos tubos corrugados, do canister e do Y, após limpeza mecânica destes e também após a limpeza mecânica e desinfecção de alto nível das outras partes do circuito que não podem ser esterilizadas.

# ***7. CONCLUSÃO***

Apesar dos tubos corrugados do sistema circular ventilatório terem sido submetidos antes de cada anestesia ao processo de desinfecção com hipoclorito de sódio 1% ou glutaraldeído 2%, nos resultados das culturas colhidas em suas paredes internas, observou-se microorganismos que permaneceram viáveis, apesar do processo de desinfecção.

Nos tubos corrugados reprocessadas, ditos limpos, observou-se cultura com o crescimento de *Candida Sp*, *Dermatofitus Sp*, *Aspergillus Sp* e *Penicillium sp*, e também o crescimento de bactérias *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus saprophyticus*.

Nos demais sítios do circuito ventilatório do aparelho de anestesia onde foram realizadas as coletas, os quais não foram previamente submetidos à desinfecção, também se verificou o crescimento de bactérias e de fungos.

Nas condições desse estudo, conclui-se que os sistemas circulares do aparelho de anestesia podem apresentar elevado grau de contaminação por microorganismos patogênicos, podendo levar a contaminação cruzada. Apenas a esterilização, acompanhada de limpeza mecânica e desinfecção de alto nível dos componentes não esterilizáveis, podem garantir a reutilização com segurança.



# **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1-Kits RJ, Vandam LD - Histórico e objetivos da prática anestésica em Miller RD - Tratado de Anestesia. São Paulo, Manole, 2ª Ed, 1999; 1(1):3-22

2-Fonseca M N - Conceitos fundamentais do aparelho de anestesia, Medicina Perioperatória. Editor: Ismar Lima Cavalcanti, Rio de Janeiro, 34: 237-251 – SBA ([www.sba.com.br](http://www.sba.com.br))

3- Collins VJ - Técnica de absorção do dióxido de carbono em Princípios de Anestesiologia. 2ªEd. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1976; 16:218-223

4-Saraiva RA - Como evitar a formação de substâncias tóxicas durante a absorção de dióxido de carbono pela cal sodada com uso de anestésicos halogenados. Rev Bras Anesthesiol, 2004; 54(3):431-437

5-Pires OC, Fonseca NM - Comissão de normas técnicas da Sociedade Brasileira de Anestesiologia (CNTSBA) 2006. Disponível em [www.portaldaSBA.org.br](http://www.portaldaSBA.org.br). Acesso em 01/09/07

6-Sociedade de Anestesiologia do Estado de São Paulo (SAESP)-2006 - Parecer Científico nº 3/2006 – Disponível em <http://www.SAESP.org.br> acesso em 01/09/07

7-Teuler RC - L'Eficàcia dels circuits anestèsics: un nou sistema d'anestesia. Academia de Ciències Mèdiques de Catalunya I de Balears, [WWW.google s. d.].

8-Pinto PS, Pacheco ER - Contaminação das traquéias do aparelho de anestesia. Rev Bras Anesthesiol, 1999;49( 24)

9-Stabile J, Cicareli M, e Col - Avaliação da contaminação do circuito respiratório do aparelho de anestesia, Rev Bras Anesthesiol, 1998;48(6):492-500

10-Langevin PB, Rand KH, Layon JA - The potential for dissemination of Mycobacterium tuberculosis through the anesthesia breathing circuit, Chest j 1999; 115:1107-1114

11- Leitjen DT, Rejger VS, Mouton RP - Bacterial contamination and effect of filters in anaesthetic circuits in a simulated patient model. J Hosp Infect 1992;21(1):51-60.

12-Asehnoune K et al - Effects of isoflurane on bacterial growth. Eur J Anaesthesiol, 2000; 17:289-294

13-Harrison GR - The contamination of volatile anaesthetics in an in-circle vaporiser with water during prolonged closed-circle anaesthesia. Anaesth, 2000; 55(8):798-792

14- Murphy PM, Fitzgeorge RB, Barret RF - Viability and distribution of bacteria after passage through a circle anaesthetic system. Br J Anaesth, 1991;66(3):300-304

15- Simon CB, Philip JH - Gram-negative Rod Contamination of an Ohmeda Anesthesia Machine. Anesthesiology, 2000; 92(3):911

16- Chant K, Kociuba K, Munro R, Crone S, Kerridge R, Quin J, Wyland M, Miller G, Turner I, Brown J, Baird L, Locomini S, Bowden S, Kenrick KG - Investigation of possible patient-to-patient transmission of hepatitis C in a hospital. N South Wales Pub Health Bull, 1994;5(5):47-51

17- Heinsen A - A phylogenetic analysis elucidating a case of patient-to-patient transmission of hepatitis C virus during surgery. J Hosp Infect 2000; 46(4):309-313

18- Garibaldi RA, Brit MR, Webster CRN, Pace NL - Failure of Bacterial Filters to Reduce the Incidence of Pneumonia after Inhalation Anesthesia. Anesthesiology. 1981; 54(5):364-368

- 19-Hassel SV, Laveaux M, Leenders M, Kaan JA, Mintjes J - Bacterial Filters in Anesthesia: Results of 9 Years of surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 1999; 20:58-60
- 20- Ping FC, Oulton JL, Smith JA, Skidmore AG, Jenkins LC - Bacterial Filters – are they necessary on anaesthetic machine? *Can Anaesth Soc J*, 1979; 26(5): 415-419
- 21-Rathgeber J, Kietzmann D, Mergerryan H, Hub R, Züchner K, Kettler D - Anaesthesia-circle-systems: A clinical study of the contamination risk and performance of different heat and moisture exchangers with electret filter (HMEF). *Eur J Anaesth*, 1997;14: 368-373
- 22- EL Mikati N, Dillon P, Healy TEJ - Higienic practices of consultant anaesthetists: a survey in the North-West region of the UK. *Anaesthesia*, 1999; 54(1):13-18
- 23-Berry AJ, Nolte FS - An alternative strategy for infection control of anesthesia breathing circuits. *Anesth Analg*, 1991; 72:651-655
- 24- Luttrupp HH, Berntman L - Bacterial filters protect anaesthetic equipment in a low-flow system. *Anaesthesia*, 2007; 48(6):520-523
- 25- Gallagher JEM, Strangeways Allt-Graham J – Contamination control in long-term ventilation. *J Anaesth*, 1987; 42(5):476-481
- 26- Nielsen H, Jacobsen JB, Stokke D B, Brinklov MM, Christensen KN - Cross-infection from contaminated anaesthetic equipment. A real hazard? *Anaesthesia*, 1980; 35(7):703-8
- 27- Baillie JP, Sultan P, Graveling E, Forrest C, Lafong C - Contamination of anesthesia machines with pathogenic organisms. *Anaesthesia*, 2007; 62 (12):1257-1261

- 28- Maluche ME, Santos IS - *Cândida sp.* e infecções hospitalares: aspectos epidemiológicos e laboratoriais. Rev Bras Anal Clín, 2008; 40(1):65-67
- 29- Medeiros EAS - Infecção Hospitalar: Situação Atual e Medidas de Prevenção em Salomão R, Pignatari ACC - Guia de Medicina Ambulatorial e Hospitalar de Infectologia. UNIFESP-EPM Ed. Manole, 2004; 535-566
- 30-Rocha EP - Infecção na Unidade de Terapia Intensiva em Mitteldorf C, Rasslan S, Birolini D - Infecção e Cirurgia. Ed. Atheneu, São Paulo, 2007; 10:129-147
- 31- Brasil - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Boletim informativo de tecnovigilância. Setembro, 2004.
- 32-Menezes FG, Medeiros EAS - Pneumonias Hospitalares, em Veronesi – Tratado de Infectologia. 3ª Ed- Ed. Atheneu, São Paulo, 2005; 117-4(2):1833-1836
- 33-Vezina DP, Trépanier CA, Lessard MR, Gourdeau M, Tremblay C - Anesthesia breathing circuits protected by the DAR Barrierbac S , breathing filter have a low bacterial contamination rate. Can J Anesth,2001;48:748-754
- 34-Vezina DP, Trépanier CA, Lessard MR, Gourdeau M, Tremblay C, Guidoin R - An in Vivo Evaluation of the Mycobacterial Filtration Efficacy of Three Breathing Filters Used in Anesthesia. Anesthesiology, 2004; 101:104-109
- 35- AANA'S Infection Control Guides – Infection Control Procedures for Anesthesia Equipment – Part III <http://www.aana.com/Resources> acesso em 10/08/09.
- 36- Moulin DU, Gary CMS, Saubermann AJ - The anesthesia machine and circle system are not likely to be sources of bacterial contamination. Anesthesiology, 1977; 47(4):353-358.

37- Bolick D, Segurança e Controle de Infecção. Reichmann e Affonso Editores, 2000; 257-258

38-Moura RA - Meios de Cultura em Moura RA, Wada CS, Purchio A, Almeida TV- Técnicas de Laboratório. Ed. Atheneu, São Paulo, 2002; 169-180

39-Levin A S S - Infecção Fúngicas do Doente Cirúrgico, em Mitteldorf C, Rasslan S, Birolini D- Infecção e Cirurgia, São Paulo, Ed. Atheneu, São Paulo, 2007;11:145-150

40-Murray P R, Rosenthal K S, Kobayashi G S, Pfaller M A - Princípios Básicos da Microbiologia médica. Microbiologia médica. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2004; 5-80

41-Brooks G F, Butel J S, Morse S A, Jawetz, Melnick & Adelberg's Microbiologia Médica. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2000; 158-162

42- Martins LT, Estafilococcus, em Trabulsi LR, Alterthum F, Gompertz OF, Candeias JAN, *Microbiologia*. São Paulo, Ed. Atheneu, São Paulo, 1999;18:149-156.

43- Costa I, Lafayette TCS, Oliveira LTO, Ritzel RA, Moreira ME, Pereira WV – Infecção por Fusarium SPP em recidiva de leucemia linfocítica aguda tratada com anfotericina B e voriconazole. Hospital Universitário de Santa Maria (sd)

44 - Wilder J, Ríos A, Rodríguez A, Bastardo de Albornoz M, Oliver M, Guzman M, Wuani H - Systemic infections by fusarium SP in immunosuppresep patient: report to a case and literature review. Arch. Hosp. Vargas, 1990; 32(3/4):229-33

45-Cirino PV, Guimarães NS, Follador I - Infecção cutânea rara por Acinetobacter baumannii em imunocompetente: relato de um caso, An. Bras. Dermatol, 2008;83 (4)

- 46- Albrecht WH, Dryden GE - Five-year experience with the development of an individually clean anesthesia system. *Anesth Analg* 1974; 53:24-28
- 47- Black JG, - Esterilização e desinfecção, em *Microbiologia : Fundamentos e Perspectivas*. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002;12:295-315
- 48- Cholon J, ALI M, Ramanathan S, Turndorf H - Risk of contamination from The Anesthesia circle absorber: an evolution. *Can Anaesth Soc J*, 1979; 26(5): 361-366
- 49- Feeley TW, Hamilton WK, Xavier B, Moyers J, Egrill EI - Sterile Anesthesia breathing circuits do not prevent postoperative pulmonary infection. *Anesthesiology*, 1981; 54(5):369-372
- 50- Hall J R - Blood contamination of anesthesia equipment and mentoring equipment. – *Anesth analg*, 1994; 78:1136-1139
- 51- DAS I, and Fraise AP - How useful are microbial filters in respiratory apparatus? *J Hosp Infect*, 1997; 37:263-272
- 52- Koneman EW, Allen SD, Janda WM, Schreckenberger PC, Winn WC - A função do laboratório de microbiologia no diagnóstico de doenças infecciosas: Indicações para prática e manejo. *Introdução à microbiologia*, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2001; 2: 69-116

# ***9. ANEXOS***



#### **9.4- ANEXO A**

### **CARTA DE SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE COLETA DE MATERIAL DE PESQUISA.**

ILMO SR. DR.

Diretor geral do Hospital

Venho muito respeitosamente, solicitar autorização para a realização de coleta de material de pesquisa nas dependências do Hospital Geral de Palmas. O presente estudo ocorrerá no âmbito do programa de pós-graduação – mestrado em ciências da saúde da Universidade de Brasília.

O presente estudo tem por objetivo a identificação de uma possível contaminação por agentes patógenos nos circuitos respiratórios dos aparelhos de anestesia, e em caso de confirmação desta contaminação, com estes dados, teremos parâmetros para mudar a conduta sobre a troca da cal sodada e a limpeza e esterilização dos circuitos respiratórios de anestesia e com isso levar a uma diminuição da possibilidade de infecção cruzada, principalmente naqueles casos onde há anestesia subsequente a anestesia em pacientes com infecção do trato respiratório por germes multirresistentes, e com isso diminuir os custos hospitalares.

Para a realização do presente estudo, faz-se necessário a coleta do material por swab nos circuitos dos aparelhos de anestesia, os quais serão semeados em meios apropriados e específicos de cultura. Esta coleta será realizada baseada no tempo de uso da cal e limpeza do circuito respiratório do aparelho de anestesia. As coletas serão em; dois tempos após uma única anestesia e após a exaustão da cal sodada. Após esta coleta, estes materiais serão enviados a laboratório para a sua análise.

Este material será coletado por mim, Luiza Alves de Castro Arai, aluna regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação – mestrado da Universidade de Brasília.

Este projeto de pesquisa será submetido ao comitê de ética da Universidade Federal do Tocantins

**9.2 - ANEXO B****PROTOCOLO DE COLETA DE AMOSTRAS**

Protocolo para avaliação da contaminação dos aparelhos de anestesia

DATA

QUAL A NORMA DE REPROCESSAMENTO DOS CIRCUITOS

ESTÁ DE ACORDO COM A ANVISA

EXISTE NORMA ESCRITA NO SETOR DE REPROCESSAMENTO

SIM ( ) NÃO ( )

TRAQUÉIAS DO CIRCUITO ESTÃO LIMPAS

SIM ( ) NÃO ( )

FORAM TROCADAS ANTES DO PROCEDIMENTO ANESTÉSICO

SIM ( ) NÃO ( )

DATA DA TROCA DA CAL SODADA

A CAL SODADA FOI TROCADA POR EXAUSTÃO PELA CAPNOGRAFIA

SIM ( ) NÃO ( )

MARCA DO APARELHO DE ANESTESIA

TEMPO DO PROCEDIMENTO ANESTÉSICO



GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS  
SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE  
SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO ADMINISTRATIVA E DE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS HUMANOS  
DIRETORIA DE GESTÃO DA EDUCAÇÃO NA SAÚDE

**MEMO/SESAU/DGES/Nº 1744/2009**

Palmas, 20 de outubro de 2009.

A Sua Senhoria, a Senhora  
**Luiza Alves de Castro Arai**

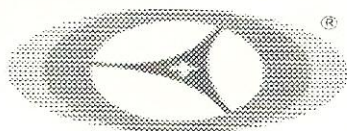
**Assunto:** Liberação de campo para pesquisa

Em atenção à vossa solicitação, após a coleta dos pareceres da unidade solicitada e da respectiva superintendência, informamos que sua proposta para executar a pesquisa "Contaminação da cal sodada e do canister nos aparelhos de anestesia por agentes patógenos" no Hospital Geral de Palmas foi aprovada.

Atenciosamente,

  
**Shirlaine Valeriano Alves Barbosa**  
Diretora

Cristiane Serradourada Mouta  
Coordenadora de CTI  
Matricula 882453-3

**HOSPITAL OSWALDO CRUZ**

"Compromisso com a investigação diagnóstica."

AV. NS.- 1 ACSU-SO 40 Conj. 02 Lote 07 Fone : 63-3219-900 Palmas – TO

**COMITÊ DE ÉTICA  
PARECER**

**Projeto de Pesquisa:** Contaminação da Cal Sodada e do Canister nos Aparelhos de Anestesia por Agentes Patógenos

**Pesquisador Responsável:** Luíza Alves de Castro Arai


**Área do Conhecimento:** Ciências da Saúde

**Resumo do Estudo:** O projeto visa avaliar a provável contaminação da cal sodada, do canister e dos ramos inspiratórios e expiratórios do sistema circular do aparelho de anestesia. Será colhida amostra em cinquenta procedimentos anestésicos, sendo que em cada haverá seis amostras, totalizando 300 amostras. Essas amostras serão semeadas em meio de cultura. A análise dos resultados será por meio de programa estatístico SPSS ( Statistical Package for Social Sciences) 13.0. O tema abordado nesta pesquisa é de grande importância por avaliar a contaminação cruzada durante as anestésias, e com isto padronizar condutas na troca da cal sodada e no manejo canister. O tema da pesquisa é importante na prevenção das causas de infecção hospitalar, o qual é um problema bem atual.

**Considerações finais:** O protocolo apresenta de modo organizado, todas as partes do projeto estão bem redigidas. É um projeto de pesquisa em equipamentos, onde as amostras não entram em contato direto com humanos ou animais. Portanto ele atende a resolução CNS nº 196/96 que normatiza as pesquisas em humanos.

Situação: Aprovado

Palmas, 28 de agosto de 2009.

  
Jorge Antônio da Silva  
Diretor do Comissão de Ética Médica  
Hospital Oswaldo Cruz