

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM**

CRISTIANE LEITE DE ALMEIDA

**MATERIAL PARTICULADO, MICROBIOTA AÉREA E PERFIL DE
RESISTÊNCIA DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* EM SUSPENSÃO DURANTE
O INTRA-OPERATÓRIO DE CIRURGIAS ORTOPÉDICAS EM UM
HOSPITAL DE MÉDIO PORTE DE SÃO CARLOS, SP**

SÃO CARLOS

2010

**MATERIAL PARTICULADO, MICROBIOTA AÉREA E PERFIL DE RESISTÊNCIA
DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* EM SUSPENSÃO DURANTE O INTRA-
OPERATÓRIO DE CIRURGIAS ORTOPÉDICAS EM UM HOSPITAL DE MÉDIO
PORTE DE SÃO CARLOS, SP**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM**

**MATERIAL PARTICULADO, MICROBIOTA AÉREA E PERFIL DE RESISTÊNCIA
DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* EM SUSPENSÃO DURANTE O INTRA-
OPERATÓRIO DE CIRURGIAS ORTOPÉDICAS EM UM HOSPITAL DE MÉDIO
PORTE DE SÃO CARLOS, SP**

Cristiane Leite de Almeida

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Enfermagem da
Universidade Federal de São Carlos,
para obtenção do Título de Mestre em
Enfermagem.**

**Orientadora: Profa. Dra. Cristina
Paiva de Sousa.**

SÃO CARLOS

2010

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A447mp

Almeida, Cristiane Leite de.

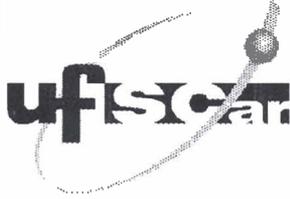
Material particulado, microbiota aérea e perfil de resistência de *Staphylococcus aureus* em suspensão durante o intra-operatório de cirurgias ortopédicas em um hospital de médio porte de São Carlos, SP / Cristiane Leite de Almeida. -- São Carlos : UFSCar, 2010.

117 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Infecção cirúrgica. 2. Cirurgia ortopédica. 3. Material particulado. 4. Microbiota aérea. 5. *Staphylococcus aureus*. 6. Hospital. I. Título.

CDD: 617.01 (20^a)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PPGenf – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM
Via Washington Luís, km 235 – Caixa Postal, 676.
Cep 13565-905 – São Carlos/SP - Brasil
Fone: (16) 3351-8338 E-mail: ppgenf@ufscar.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluna: CRISTIANE LEITE DE ALMEIDA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 22/01/10
PELA COMISSÃO EXAMINADORA:**

Cristina Paiva de Sousa

**Prof. Dra. Cristina Paiva de Sousa
(Orientadora - DMP/UFSCar)**

Wiclyf Dymurgo Marra Junior

**Prof. Dr. Wiclyf Dymurgo Marra Junior
(USP/São Carlos)**

Rosely Moralez de Figueiredo

**Prof. Dra. Rosely Moralez de Figueiredo
(PPGenf/UFSCar)**

Rosely Moralez de Figueiredo

**Presidente da Coordenação de Pós-Graduação
Prof. Dra. Rosely Moralez de Figueiredo**

*Dedico este trabalho ao meu
esposo e minha família que sempre
estiveram presentes e atuantes
durante a minha vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e divina misericórdia.

Ao meu esposo e amigo Romeu por todos esses anos de dedicação, paciência e carinho, sempre me apoiando e incentivando em todas as minhas decisões e mudanças.

Aos meus pais José Carlos e Carmen por possibilitarem os meus estudos e na formação do meu caráter além de todo carinho e amor.

À minha mãe que nesses últimos meses vi em você a superação de dor e sofrimento causados pelo câncer. Obrigada por estar viva e ser esta mãe maravilhosa e pai, você demonstrou ser um pai maravilhoso e um grande companheiro para com a mãe.

A minha querida irmã Mariane, que desde antes de nascer foi muito desejada. Continue sendo firme nas suas convicções.

A meus tios e primos; cunhados e cunhadas; sogra e sobrinho, obrigada pela força e carinho demonstrado.

A minha vó e madrinha Luiza em que a perdi em um momento muito difícil da minha vida. Levo sua honestidade e a maneira carinhosa de tratar as pessoas.

A profa. Rosely que me introduziu e despertou em mim o gosto pela pesquisa e além disso, a forma de trabalho e dedicação. Saiba, que me espelho muito em você e tenho muito orgulho de ter sido sua primeira orientanda na UFSCar.

A profa. Cristina por ter acreditado em mim desde o nosso primeiro contato, aceitando o desafio de me orientar nesta difícil trajetória, como aluna e como pessoa compartilhando comigo sua experiência. Continue sempre com esta motivação, delicadeza e alegria que há em você. Como a sra. mesmo diz “A nossa relação está sendo muito frutífera” Espero que ela continue assim por muitos anos.

As meninas que fazem parte do Laboratório de Ensino, Pesquisa e Diagnóstico em Microbiologia gostaria de agradecer todo companheirismo, dedicação e saiba que sem vocês este trabalho seria impossível. E também ao funcionário Beto pelo apoio moral e preocupação.

Ao professor Wiclef e ao Guilherme por possibilitarem dar um novo “norte” ao meu trabalho.

A profa. Catia e prof. Benze pela dedicação e paciência durante o processo final do meu trabalho.

A todos meus amigos, alunos e funcionários das instituições em que eu trabalho o meu obrigado pela atenção e carinho para com a minha pessoa.

A Santa Casa de Misericórdia pela abertura para a realização deste trabalho e aos funcionários e enfermeiros do Centro Cirúrgico a atenção dada.

Aos discentes e docentes do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, pelas trocas acadêmicas que influenciaram positivamente neste trabalho.

Aos membros da banca, pelas suas estimadas contribuições para o melhoramento do trabalho.

Não tenho palavras para encerrar esta página de tantos agradecimentos, quando tento justificar minhas freqüentes ausências, pela dedicação a este trabalho, diante daqueles que tanto amo, pelos momentos que com eles não compartilhei, muitas vezes com muito pesar fiquei distante e só, mas jamais deixei de amá-los.

RESUMO

O controle da infecção do sítio cirúrgico, principalmente em cirurgias limpas, é relevante, principalmente quando há exposição óssea, em cirurgias ortopédicas. Foi realizado um estudo exploratório e prospectivo que objetivou verificar a incidência de material particulado, microbiota aérea e perfil de resistência de *Staphylococcus aureus* em suspensão durante o intra-operatório de cirurgias ortopédicas em um hospital de médio porte de São Carlos, SP. Nas dez amostras iniciais, os resultados demonstraram presença de fungos filamentosos em 69% das amostras e 93,75% das amostras bacterianas foram identificadas como Gram positivas e 6,25% Gram negativas. Nas 10 amostras realizadas na segunda etapa, as UFC's de bactérias apresentaram média de 97,80%, desvio padrão de 51,60%, coeficiente de variação de 52,75% e amplitude entre 21 e 178. Foram identificadas a presença de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* spp. e *Shigella* spp. em 25%, 75% e 25% das amostras, respectivamente. Realizou-se um antibiograma para *Staphylococcus aureus* isolados do ar da sala cirúrgica, e verificou-se que a bactéria apresentou elevados índices de resistência a maioria dos antibióticos utilizados, com sensibilidade apenas a dois dos 15 antimicrobianos testados. A presença de material particulado em suspensão estava acima do padrão recomendado durante o intra-operatório, sugerindo a necessidade de um controle efetivo da qualidade do ar. Observou-se que durante os procedimentos cirúrgicos houve um aumento considerável do material particulado em suspensão, de acordo com padrões da OMS e CONAMA. O aumento no número de pessoas da equipe cirúrgica na sala provavelmente gerou um aumento de material particulado em suspensão e, conseqüentemente, um aumento na variedade microbiana. Das cirurgias realizadas, pode-se verificar que em 70% destas, a porta da sala cirúrgica encontrava-se fechada e 50% estava com ar condicionado desligado. Em 3 (60%) das cirurgias em que o ar condicionado estava desligado, observou-se a incidência de um gênero bacteriano.

Palavras-chave: cirurgias ortopédicas; material particulado; microbiota aérea; *Staphylococcus aureus*; hospital.

ABSTRACT

The control of surgical site infection, especially during clean is important, especially when exposed bone in orthopedic surgery. A study was conducted exploratory study aimed to assess the impact of particulate matter, air and microbial resistance profile of *Staphylococcus aureus* in suspension for the intraoperative orthopedic procedures in a medium-sized hospital in São Carlos, SP. In the initial ten samples, the results indicate presence of filamentous fungi in 69% of the samples and 93.75% of the bacterial samples were identified as Gram positive and Gram negative 6.25%. In the 10 samples analyzed in the second stage, the UFC's of bacteria had an average of 97.80%, standard deviation of 51.60%, coefficient of variation of 52.75% and range between 21 and 178. We identified the presence of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* spp. and *Shigella* spp. 25%, 75% and 25% of samples, respectively. Held an antibiotic for *Staphylococcus aureus* isolated from the air in the operating room, and found that the strain had high levels of resistance to most antibiotics used, with sensitivity only two of 15 antimicrobial agents tested. The presence of suspended particles was above the recommended standard for the surgery, suggesting the need for an effective control of air quality. It was observed that during surgery there was a significant increase in suspended particles in accordance with WHO standards and CONAMA. The increase in the number of the surgical team in the room probably generated an increase of suspended particles and hence an increase in microbial range. Of the surgeries performed, one can see that in 70% of the operating room door was closed and 50% with air conditioning was off. In 3 (60%) of surgeries in which the air conditioning was off, we found the incidence of a bacterial genus.

Key words: orthopedic surgery; particulate material; microbiota aérea; *Staphylococcus aureus*; hospital.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMI	Amicacian
AMP	Ampicilina
ASA	American Society of Anesthesiologist
ASB	Ágar Saboroud
ASM	Ágar Sal Manitol
AVB	Ágar verde brilhante
CAR	Carbenicilina
CC	Centro Cirúrgico
CDC	Centers for Disease Control
CFL	Cefalotina
CLI	Clindamicina
CLO	Cloranfenicol
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ENT	Enterococos ágar
ERI	Eritromicina
GEN	Gentamicina
IH	Infecção hospitalar
ISC	Infecção do sítio Cirúrgico
NCCLS	National Committee for Clinical Laboratory Standards
NET	Netilmicina
OMS	Organização Mundial de Saúde
OXA	Oxacilina
PEN	Penicilina
PTS	Material Particulado Total em Suspensão
SUT	Sulfazotin
TET	Tetraciclina
TOB	Tobramicina
TSA	Tripiticase Soy Agar
UFC	Unidade Formadora de Colônias
UTIs	Unidades de Terapia Intensivas

VAN

Vancomicina

NISS

Sistema Nacional de Vigilância de Infecções Hospitalares

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Agentes mais comuns de infecções nosocomiais	28
Tabela 2. Variáveis apresentadas durante o período de coleta da primeira etapa.....	65
Tabela 3. Análise do tempo de cirurgia e total de UFC's de bactérias e fungos detectados.....	74
Tabela 4. Variáveis apresentadas durante o período de coleta da segunda etapa.....	79
Tabela 5. Frequência relativa das variáveis em relação aos procedimentos cirúrgicos e sua porcentagem de ocorrência	81
Tabela 6. Número de espécies de bactérias identificadas em relação as variáveis.....	82
Tabela 7. Análise concentração de material particulado no período anterior e durante a cirurgia.....	85
Tabela 8. Análise do antibiograma após 48 horas da colônia TSA3C3 isolada.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação e critérios definidores da infecção cirúrgica (ANVISA, 1999 – modificada).....	27
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classificação da Infecção do Sítio Cirúrgico.....	28
Figura 2. Sistema de filtração para avaliação de bactérias e fungos.....	57
Figura 3. Detalhamento do sistema de filtração empregado: (a) painel com rotâmetro e válvula reguladora; (b) funil com garra para suporte de membrana filtrante em haste regulável; (c) bomba de vácuo.....	58
Figura 4. Contador de material particulado AEROCET 531, da marca Met One.....	59
Figura 5. Coloração de Gram obtida a partir de microrganismos da coleta 3 (TSA2C4).....	69
Figura 6. Crescimento de colônias TSA2C8 (coleta 1) em ASM.....	70
Figura 7. Crescimento de colônias TSA2C4 (coleta 3) em ASM.....	70
Figura 8. Crescimento microbiano em TSA2C1 (coleta 8) em AVB.....	71
Figura 9. Crescimento microbiano em TSA8C2 (coleta 8) em ASM.....	76
Figura 10. Crescimento microbiano em TSA4C1 (coleta 4) em AVB.....	77
Figura 11. Perfil de resistência da bactéria <i>Staphylococcus aureus</i> identificada (TSA3C3)...	89

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.** Crescimento colonial microbiano mensurado em UFC's de placa de Petri ao ar ambiente anterior à cirurgia.....66
- Gráfico 2.** Crescimento fúngico e bacteriano detectados durante a exposição de placas de Petri durante o intra-operatório.....67
- Gráfico 3.** Distribuição Percentual de Fungos em Unidade de Centro Cirúrgico.....68
- Gráfico 4.** Identificação da variedade de bactérias isoladas.....75
- Gráfico 5.** Concentração de material particulado em mg/m^3 86
- Gráfico 6.** Análise do material particulado total em suspensão em mg/m^3 86

DESENHO

Desenho 1. Análise da mediana do tempo de cirurgia.....	72
--	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	20
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	24
2.1 Centro Cirúrgico	25
2.2 Infecção do Sítio Cirúrgico	26
2.2.1 Características dos pacientes	28
2.2.2 Características Cirúrgicas: pré-operatório	29
2.2.3 Características Cirúrgicas: intra-operatório	30
2.2.4 Características Cirúrgicas: pós-operatório	36
2.3 Microbiota aérea	36
2.4 Material aéreo particulado	37
2.5 Ar ambiente como fonte de contaminação da incisão cirúrgica	38
2.6 Controle da contaminação do ar ambiente	39
2.7 Perfil de resistência da microbiota aérea	41
3. JUSTIFICATIVA	43
4. OBJETIVOS	46
4.1 Geral	47
4.2 Específicos	47
5. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	48
6. METODOLOGIA	50
6.1 Local de coleta das amostras	51
6.2 Primeira etapa	52
6.2.1 Preparo dos meios de cultura	53
6.2.2 Isolamento e qualificação de heterótrofos mesófilos facultativos viáveis	53
6.2.3 Isolamento e quantificação de fungos filamentosos e leveduriformes	53
6.2.4 Coloração de Gram	54
6.2.5 Prova da catalase	55
6.2.6 Prova da coagulase	56
6.3 Segunda etapa	56
6.3.1 Filtração do ar	56
6.3.2 Concentração de microrganismos	58
6.3.3 Material Particulado	59

6.3.4 Avaliação do perfil de resistência à antimicrobianos de <i>Staphylococcus aureus</i>	60
6.3.5 Descrição do método estatístico.....	61
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
7.1 Análise descritiva da primeira etapa.....	64
7.2 Análise da segunda etapa.....	72
7.2.1 Descrição da amostra quanto ao tempo de cirurgia.....	72
7.2.2 Descrição da amostra quanto às unidades formadoras de colônias (UFC) por metro cúbico (m ³) para bactérias e fungos.....	73
7.2.3 Processo de classificação das colônias fúngicas.....	74
7.2.4 Identificação das colônias bacterianas isoladas.....	74
7.2.5 Análise das variáveis.....	78
7.2.6 Análise do material particulado.....	84
7.2.7 Perfil de resistência da bactéria <i>Staphylococcus aureus</i> identificada (TSA3C3).....	87
8. CONCLUSÕES	90
9. REFERÊNCIAS	92
10. APÊNDICES	105
Apêndice A: Protocolo para exposição de placas de Petri.....	106
Apêndice B: Carta de solicitação para liberação do campo de pesquisa.....	107
Apêndice C: Gráficos gerados a partir da análise do material particulado conforme metodologia descrita no item 6.....	107

Desde os primórdios a busca pela saúde tem sido constante, e a luta contra a doença e a morte tornou-se uma das principais preocupações do homem. As pressões advindas de uma consciência social, cada vez maior, aliada aos novos conhecimentos científicos fazem nascer uma ideologia que busca a criação de um serviço de saúde destinado a responder às crescentes e imperiosas carências da população (PAULA, 2003).

Segundo Rodrigues et al. (2009), apesar de todo avanço científico e tecnológico, a exemplo de procedimentos menos invasivos, a infecção hospitalar (IH) ainda é um importante problema de saúde pública. A infecção hospitalar é um fato preocupante não só pelos altos custos que lhe são atribuídos e prevalência, mas também, pela resistência bacteriana a diversos tipos de agentes antimicrobianos, dificultando ainda mais seu combate e alertando para importância da prevenção e controle desse problema.

Quando os hospitais foram criados na Europa, durante a idade média, eram basicamente locais para onde as pessoas, em estado grave, eram levadas para morrer (FOCACCIA, 2005). Devido aos recursos primitivos, as infecções que determinavam a internação de alguns pacientes eram rapidamente propagadas entre pacientes.

Essas circunstâncias permaneceram basicamente inalteradas até meados do século XIX, quando um médico húngaro, Ignaz P. Semmelweis, foi indicado para dirigir o serviço de obstetrícia de um famoso hospital geral em Viena. Durante este período, o mesmo descobriu que a lavagem das mãos tem importância significativa no controle da infecção hospitalar (FOCACCIA, 2005).

Nesta mesma linha, Florence Nightingale também atentou-se ao desenvolvimento da prática com suporte epidemiológico para a prevenção e controle de doenças infecciosas e IH, numa época pré-bacteriológica, a qual repercutiu ainda em nossos dias (LACERDA (a), 1996). Essa prática fica evidente quando ela implantou medidas de higiene e limpeza no hospital em que assistia os feridos na Guerra da Criméia (1854–1855) (ANDRADE, 2002).

Na virada do século, e após a aceitação da teoria microbiana como responsável por diversas doenças, rápidos avanços na microbiologia, desinfecção e técnicas de assepsia aumentaram substancialmente a segurança de pacientes e profissionais de saúde nos hospitais. Desde a década de 1930, a introdução de agentes antimicrobianos (SOUSA (a); 2008) tornou possível o desenvolvimento de cirurgias cada vez mais elaboradas e contribuíram para minimizar os riscos de IH (FOCACCIA, 2005).

No entanto, nos Estados Unidos, o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) estima que 5 a 15% de todos os pacientes hospitalizados adquirem algum tipo de infecção hospitalar (TORTORA, 2005).

Neste mesmo país, cerca de dois milhões de pessoas contraem infecções hospitalares por ano, e mais de cem mil morrem como consequência destas. IH representam a quarta causa de mortes após doenças cardíacas, câncer e acidentes vasculares (TORTORA, 2005).

Segundo a portaria nº 2616, 12 de maio de 1998, o Ministério da Saúde define IH como “aquela adquirida após a admissão do paciente e que manifeste durante a internação ou após a alta, quando puder ser relacionada com a internação ou procedimentos hospitalares” (BRASIL, 1998).

Com a evolução da tecnologia, antimicrobianos foram sendo aperfeiçoados, técnicas modernas de assistência foram sendo desenvolvidas e o tratamento das doenças assumiu alta complexidade. Por outro lado, o advento das bactérias multirresistentes, a inserção de novas formas vivas de microrganismos e a luta contra a resistência bacteriana surgiram nesse contexto, fragilizando o ambiente do cuidado humano e desafiando as ações do cotidiano dos trabalhadores em saúde, no que se refere à prevenção das IH (FONTANA, 2006).

Organismos bacterianos patogênicos utilizam várias estratégias para ocasionarem infecção e eventualmente doença em seu hospedeiro (SOUSA (b), 2008). Dentre as infecções adquiridas no ambiente hospitalar, a infecção do sítio cirúrgico (ISC) representa um grande ônus sócio econômico às instituições em decorrência dos custos hospitalares e em relação ao paciente pelo prolongamento do período de afastamento de suas atividades profissionais e familiares (RABHAE, 2000).

A ISC é a segunda IH mais freqüente, sendo responsável por 20 a 30% dos casos de infecção. Em hospitais no Brasil estima-se a ocorrência de infecções nosocomiais após 11% das cirurgias (LANZARA, 2005). A equipe cirúrgica pode corroborar com a incidência de processos infecciosos veiculados principalmente através de vias aéreas superiores e mãos. Outros meios que podem culminar em contaminação são os fômites, representados por artigos médico-hospitalares e o próprio ambiente hospitalar (CATANEO, 2004). Um requisito que merece atenção é a realização de processos de esterilização de materiais hospitalares a baixa temperatura, incluindo principalmente as próteses utilizadas em cirurgias ortopédicas (CARVALHO et al. 2008).

Esta pode ser dividida em i) infecção incisional superficial quando acomete apenas pele ou tecido celular subcutâneo do local da incisão; ii) infecção incisional profunda ao envolver estruturas profundas da parede, a fáscia e a camada muscular; iii) infecção do órgão/espaco, que envolve qualquer parte anatômica exposta durante o procedimento cirúrgico com exceção da incisão de parede (RABHAE et al.; 2000).

A maioria das ISC ocorre em média, dentro de quatro a seis dias após o procedimento (OLIVEIRA et al., 2002). É possível observar curtos períodos da manifestação de acordo com a etiologia da infecção e em outros casos segundo o CDC, a infecção pode ocorrer até um ano após o procedimento em casos de próteses (APECIH, 2001).

A internação adicional devido a este tipo de infecção varia de 7,3 até 13,8 dias de acordo com procedimento estudado, segundo projeto Sistema Nacional de Vigilância de Infecções Hospitalares (NNISS) e outros estudos (LANZARA, 2005).

Segundo Lacerda (2003), as principais fontes de microrganismos na sala de operação e que envolvem o controle da ISC, que podem estar relacionadas com contaminação da incisão cirúrgica aberta em ordem de importância, são:

1. o próprio paciente;
2. a equipe cirúrgica;
3. os objetos e superfícies inanimados;
4. o ar ambiente.

Segundo Lacerda et al. (2003), a população da microbiota aérea está relacionada com a liberação de microrganismos de várias fontes tais como paciente, profissionais, sistemas de ventilação, materiais e equipamentos e que potencialmente como citado acima pode ser considerado uma das causas de ISC, verifica-se a necessidade da caracterização e análise da microbiota aérea presente no intra-operatório de cirurgias limpas como por exemplo, as ortopédicas.

2.1 Centro Cirúrgico

O Centro Cirúrgico (CC) pode ser considerado uma das unidades hospitalares mais complexas pela especificidade e submissão do paciente ao ato cirúrgico. Este é um setor com muita especificidade, que requer constante atenção por parte dos profissionais que nele atuam com relação ao paciente que será encaminhado a procedimentos cirúrgicos além de cuidados com os equipamentos a serem utilizados nas cirurgias.

O primeiro tratamento cirúrgico notificado foi a trepanação realizada por médicos egípcios há cerca de 10.000 anos. Como complicação inerente ao ato cirúrgico, a história da infecção se confunde com a história da cirurgia. Começou provavelmente na pré-história, quando do tratamento das feridas causadas por algum animal carnívoro, ou até mesmo por um rival de outra tribo (FERRAZ, 1997).

Com a queda do império Romano, o cuidado dos doentes passou a ser exercido por monges, enquanto o tratamento cirúrgico foi entregue aos barbeiros dos mosteiros. Estes eram homens rudes, sem qualquer tipo de formação profissional. Até o ano de 1.800 a cirurgia somente era indicada em situações de risco de vida e como não havia anestesia, a rapidez do cirurgião era mais importante que sua técnica. Os pacientes sofriam com intensa dor, os procedimentos cirúrgicos eletivos apresentavam uma mortalidade inaceitável. As feridas eram lavadas com a mesma esponja, passando-se de um paciente a outro. O ar fétido emanado das más condições higiênicas dos hospitais, dos pacientes e dos ferimentos, formava um ambiente insuportável (FERRAZ, 1997; RODRIGUES, 1997).

Com o avanço tecnológico e este sendo empregado no campo cirúrgico, as técnicas foram evoluindo e o ato cirúrgico passou a ser dividido em tempos.

O ato cirúrgico é dividido em tempos devido à utilização do instrumental e visualização do órgão alvo. Todas as intervenções são divididas em quatro tempos: diérese, hemostasia, exérese e síntese (POSSARI, 2007).

A diérese é o rompimento da continuidade dos tecidos, ou planos anatômicos, para atingir uma região ou órgão; hemostasia é o processo que consiste em impedir, deter ou prevenir o sangramento; a exérese é a etapa do procedimento cirúrgico em que ocorre a remoção cirúrgica de um tecido ou órgão alvo e a síntese é a união dos tecidos, facilitando o processo de cicatrização e restabelecendo a continuidade tecidual por primeira intenção. (POSSARI, 2007). Assim, o rompimento destes tecidos pode ser considerado uma agressão que implica a inevitável quebra do equilíbrio ecológico existente entre o organismo e o universo de microrganismos que o cerca (SILVA, 2003).

Os custos diretos e indiretos que ocasionam as infecções das feridas cirúrgicas e o sofrimento por elas causado, embora não possam ser medidos em moeda corrente, têm um preço inestimável. Não há indenização que cubra o afastamento do cliente do seu convívio e da sociedade (SILVA, 2003).

2.2 Infecção do Sítio Cirúrgico

Antes do início do século 19, pacientes que sofreram algum tipo de cirurgia no pós-operatório desenvolviam um tipo de “febre irritante”, com drenagem purulenta da incisão, acarretando em sépsis, levando a morte. Isto aconteceu até perto do ano de 1860, quando Joseph Lister introduziu algumas formas de antissepsia, e a infecção no pós-operatório diminuiu substancialmente. Lister trabalhou arduamente para dissociar a infecção/morte da cirurgia contribuindo para o prolongamento da vida e minimização de sofrimento (MANGRAM et al., 1999).

A partir de então, verifica-se através da história da cirurgia que a ISC foi alvo de grandes estudos no mundo pois esta além de ocasionar a morte em muitos casos, aumentava muito o custo do paciente internado principalmente no pós-operatório.

Segundo Mangram et al. (1999), para que haja um avanço na prática de controle de ISC esta deverá incluir: i) melhora na ventilação da sala de cirurgia; ii) métodos de esterilização; iii) técnicas cirúrgicas e avaliação de antibiótico profilaxia.

Os patógenos mais encontrados em infecções hospitalares (Tabela 1) segundo o manual da ANVISA (2004) são:

Tabela 1. Agentes mais comuns de infecções nosocomiais

PATÓGENO	SÍTIOS COMUNS DE ISOLAMENTO DO PATÓGENO
Bactérias Gram negativas	
<i>Escherichia coli</i>	Trato urinário, feridas cirúrgicas, sangue
<i>Pseudomonas sp</i>	Trato urinário, trato respiratório, queimaduras
<i>Klebsiella sp</i>	Trato urinário, trato respiratório, feridas cirúrgicas
<i>Proteus sp</i>	Trato urinário, feridas cirúrgicas
<i>Enterobacter sp</i>	Trato urinário, trato respiratório, feridas cirúrgicas
<i>Serratia sp</i>	Trato urinário, trato respiratório, feridas cirúrgicas
Bactérias Gram positivas	
<i>Streptococcus sp</i>	Trato urinário, trato respiratório, feridas cirúrgicas
<i>Staphylococcus aureus</i>	Pele, feridas cirúrgicas, sangue
<i>Staphylococcus epidermitis</i>	Pele, feridas cirúrgicas, sangue
Fungos	
<i>Candida albicans</i>	Trato urinário, sangue
Outros	Trato urinário, sangue, trato respiratório

Fonte: ANVISA, 2004 – modificada

Em 1999 a ANVISA (Quadro 1) propôs um modelo classificatório e definatório da ISC em categorias distintas: superficial, profunda e atingindo cavidade. Esta classificação foi definida em critérios tomando-se como base o tempo de ocorrência da infecção, o diagnóstico diferencial e tratamento.

INCISIONAL SUPERFICIAL	<p><u>Critério:</u></p> <p>Ocorre nos primeiros 30 dias após a cirurgia e envolve apenas pele e subcutâneo.</p> <p>Com pelo menos 1 (um) dos seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Drenagem purulenta da incisão superficial; - Cultura positiva de secreção ou tecido da incisão superficial, obtido assepticamente (não são considerados resultados de culturas colhidas por <i>swab</i>); - A incisão superficial é deliberadamente aberta pelo cirurgião na vigência de pelo menos um dos seguintes sinais ou sintomas: dor, aumento da sensibilidade, edema local, hiperemia ou calor, EXCETO se a cultura for negativa; <p>Diagnóstico de infecção superficial pelo médico assistente.</p>
INCISIONAL PROFUNDA	<p><u>Critério:</u></p> <p>Ocorre nos primeiros 30 dias após a cirurgia ou até um ano, se houver colocação de prótese, e envolve tecidos moles profundos à incisão (ex: fáscia e/ou músculos).</p> <p>Com pelo menos UM dos seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Drenagem purulenta da incisão profunda, mas não de órgão/cavidade; - Deiscência parcial ou total da parede abdominal ou abertura da ferida pelo cirurgião, quando o paciente apresentar pelo menos um dos seguintes sinais ou sintomas: temperatura axilar $\geq 37,8^{\circ}\text{C}$, dor ou aumento da sensibilidade local, exceto se a cultura for negativa; - Presença de abscesso ou outra evidência que a infecção envolva os planos profundos da ferida, identificada em reoperação, exame clínico, histocitopatológico ou exame de imagem; <p>Diagnóstico de infecção incisional profunda pelo médico assistente.</p>
ÓRGÃO / CAVIDADE	<p><u>Critério:</u></p> <p>Ocorre nos primeiros 30 dias após a cirurgia ou até um ano, se houver colocação de prótese, e envolve qualquer órgão ou cavidade que tenha sido aberta ou manipulada durante a cirurgia.</p> <p>Com pelo menos um dos seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cultura positiva de secreção ou tecido do órgão/cavidade obtido assepticamente; - Presença de abscesso ou outra evidência que a infecção envolva os planos profundos da ferida, identificada em reoperação, exame clínico, histocitopatológico ou exame de imagem; <p>Diagnóstico de infecção de órgão/cavidade pelo médico assistente.</p>

Quadro 1 – Classificação e critérios definidores da infecção cirúrgica (ANVISA, 1999 – modificada).

A figura abaixo (1) ilustra a classificação da ISC proposta pela Agência de Vigilância Sanitária em 2004

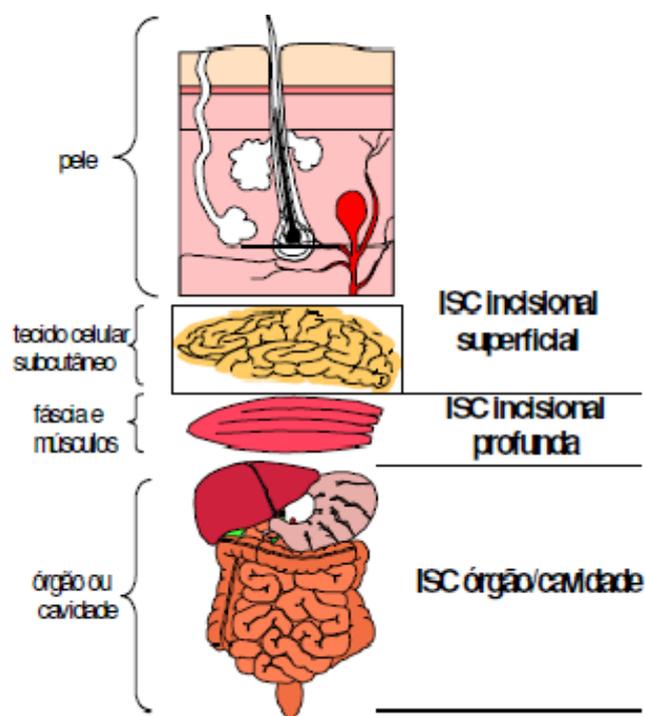


Figura 1. Classificação da Infecção do Sítio Cirúrgico (ANVISA, 2004)

Segundo Lacerda (2003), uma das formas de ocorrência de ISC pode ser iniciada a partir do rompimento da barreira epitelial, inoculando microrganismos. Estes microrganismos podem subverter os mecanismos de defesa do hospedeiro através da produção de fatores de virulência. A incisão cirúrgica promove hipóxia tecidual, alteração do pH e deposição de fibrina, dificultando a migração dos neutrófilos e sua atividade microbicida.

A otimização da aplicação do controle da ISC requer um controle de variáveis que envolvem tanto pacientes quanto a operacionalização da cirurgia .

2.2.1 Características dos pacientes

Em certos tipos de cirurgias, algumas características dos pacientes podem estar associadas a um aumento do risco da ISC, como: colonização ou infecção remota no sítio cirúrgico; diabetes; tabagismo; obesidade; extremo de idade; desnutrição e transfusão pré-operatória (MANGRAM et al., 1999).

2.2.2 Características Cirúrgicas: pré-operatório

A internação prolongada pode predispor o paciente a uma exposição e colonização pela microbiota (transitória ou permanente) hospitalar. Desta forma, recomenda-se que o paciente seja internado o mais próximo possível do ato cirúrgico (POSSARI, 2007). Nas cirurgias eletivas, pode-se muitas vezes corrigir ou minimizar condições mórbidas prévias, tratar infecções vigentes e programar cirurgias alternativas de menor porte, quando aplicável (MORELLI, 1996).

Durante o ato cirúrgico, pode haver rompimento de condições de controle ambiental. Há possibilidade de penetração de microrganismos endógenos (do próprio paciente) ou exógenos (ar ambiente, profissionais, equipamentos). O controle da contaminação do ISC baseia-se em três princípios básicos:

- 1) Minimização quantitativa e qualitativa de penetração de microrganismos;
- 2) Condições dos mecanismos de defesa do paciente;
- 3) Técnica operatória e habilidade da equipe cirúrgica de estabelecer condições, as mais favoráveis possíveis, para evitar a penetração e a proliferação de microrganismos e estabelecer o processo de cicatrização o mais rápido possível. (LACERDA, 2007).

Como mostra Possari (2007), alguns fatores clínicos podem afetar a cirurgia. É importante a realização de exames laboratoriais e complementares para evitar complicações. Dentre os diversos exames laboratoriais, pode-se citar:

- Controle da glicemia: portadores de diabetes mellitus podem apresentar dificuldades de cicatrização da ferida cirúrgica e aumentar o risco de infecção.
- Controle do tempo de coagulação e sangramento: pacientes com distúrbios de coagulação contribuem para o aumento considerável do risco hemorrágico durante e após o procedimento cirúrgico.
- Controle da função hepática: portadores de hepatopatias podem alterar o metabolismo e a eliminação dos anestésicos usados durante a anestesia.
- Controle eletrocardiográfico: verificar se o paciente não tem alterações da função cardíaca.

De acordo com Lacerda (2007), outras condições também afetam a incidência da ISC:

- Fatores relacionados aos procedimentos, como: qualidade da técnica cirúrgica, implante de corpo estranho e magnitude do trauma dos tecidos.

- Fatores microbianos que mediam a adesão e invasão nos tecidos ou capacidade da bactéria de sobreviver à resposta imune e presença dos antimicrobianos nos tecidos;
- Qualidade da profilaxia antimicrobiana perioperatória.

É recomendável que os praticantes do tabagismo sejam encorajados para suspender por, no mínimo 30 dias que antecedem a cirurgia eletiva, o fumo. O risco de ISC está relacionado à quantidade e tempo que o paciente fuma. O fumo torna as vias aéreas superiores irritáveis a qualquer corpo estranho no caso da anestesia. Esse corpo estranho pode ser um tubo traqueal, máscara laríngea ou sonda de aspiração.

A profilaxia pode ser indicada nas seguintes condições:

- O risco de desenvolvimento de infecção do sítio cirúrgico for alto, como nas cirurgias de cólon;
- O risco de desenvolvimento de infecção for baixo, mas se ocorrer, suas conseqüências podem ser potencialmente graves. É o caso de implante de próteses e cirurgia cardíaca.
- O paciente tem grande propensão à infecção, como, diabetes descompensado, desnutrição e obesidade (POSSARI, 2007).

Procedimentos invasivos podem contribuir significativamente para a instalação do processo infeccioso pois, durante a internação, o paciente pode ser submetido a diversas práticas: cateterismo vesical e vascular e punções venosas. As infecções associadas à cateterização intravenosa têm sido identificadas como sérias complicações, especialmente tromboflebites, bacteremias e septicemias, que são importantes em termos de morbidade e mortalidade (POSSARI, 2007).

2.2.3 Características Cirúrgicas: intra-operatório

Com relação ao intra-operatório Mangram et al. (1999), relata que fatores como questões operacionais da sala (ventilação, superfícies, amostras microbiológicas e a esterilização dos instrumentais cirúrgicos); vestimenta cirúrgica e assepsia e técnica cirúrgica podem estar intimamente relacionados ao controle da ISC.

- **Ventilação**

A presença de microrganismos aéreos na sala de operação pode estar diretamente relacionada ao fluxo de pessoas na sala e quais partículas podem estar gerando, por exemplo, através da descamação da pele.

Outro fator importante relacionado à ventilação é o controle dos filtros utilizados em aparelhos de refrigeração; um tipo indicado segundo Mangram et al. (1999), são os filtros HEPA pois, removem partículas $\geq 0,3\mu$ e tem eficiência de 99,7%.

- **Limpeza e desinfecção de superfícies**

Mangram et al. (1999), recomenda que entre uma e outra cirurgia deva haver limpeza concorrente para realização do processo de descontaminação além disso, utilizar um desinfetante aprovado pelo hospital e atendendo as normas técnicas do Ministério da Saúde.

- **Esterilização do instrumental cirúrgico**

Os artigos médicos e o instrumental cirúrgico devem ser esterilizados de acordo com as normas vigentes na instituição. Em caso de suspeita ou evidência do instrumental não estar estéril, cabe ao cirurgião e os demais profissionais rejeitá-los, notificar e enviá-los para central de materiais (POSSARI, 2007).

Os instrumentais cirúrgicos podem constituir-se em fonte de contaminação do sítio cirúrgico de três maneiras:

- 1) Processo inadequado de reprocessamento e esterilização.
- 2) Contaminação durante a cirurgia por exposição ao meio ambiente (conforme o maior período de exposição).
- 3) Utilização concomitante em tecidos isentos de microrganismos e tecidos colonizados.

- **Degermação das mãos**

A degermação constitui-se de uma técnica específica de lavagem das mãos da equipe cirúrgica para a realização de procedimentos invasivos de alto risco de contaminação e prolongados, como é o caso das cirurgias. Os objetivos da degermação incluem:

- Remover sujidades e a microbiota transitória das unhas, mãos e antebraços;
- Reduzir o máximo possível a biocarga residente;
- Inibir a rápida recolonização e o crescimento dessa microbiota. (LACERDA, 2003).

A retirada de adornos (anéis, pulseiras, relógios, alianças) deve ser feita antes da lavagem das mãos. E a equipe cirúrgica deve manter unhas curtas e não usar unhas artificiais. (POSSARI, 2007).

O uso da paramentação cirúrgica do profissional tem como finalidade a formação de uma barreira microbiológica contra a penetração de microrganismos no sítio cirúrgico do paciente, dos profissionais, materiais, equipamentos e ar ambiente. (CAETANO et al., 2004) e é constituída por:

- **Máscaras cirúrgicas**

A máscara justifica-se para evitar a liberação de microrganismos do nariz e da boca ao falar, tossir e respirar e, assim, protegê-lo de contaminação na incisão cirúrgica. Para isso, deve permitir a cobertura completa da boca e regiões laterais.

Segundo Monteiro (2000), nem todas as partículas contém bactérias e nem todas irão se depositar na incisão. Assim, uma máscara comum facilmente retém a maioria das partículas expelidas da boca e somente pequenas partículas estão aptas a escapar de áreas abertas ao redor do perímetro da máscara. Uma camada grossa de tecido de algodão ou laminado pode assegurar a efetividade da máscara se forem bem desenhadas e com controles no seu processamento.

Nas consideradas melhores (fibras de vidro duplas), a eficiência de filtração pode se manter até oito horas, o que mostra que a umidade, que é inevitável com a respiração ao longo de horas, não interfere na sua eficiência. As máscaras convencionais descartáveis de fibras de lã de camada dupla, com adaptadores de metal ao nariz, apresentam vida útil por duas horas, sendo recomendada a troca após esse período. Geralmente apresentam a capacidade de filtração de partículas de 1 μ com mais de 95% de eficiência. (POSSAR, 2007).

Recomenda-se que todas as pessoas devem utilizar as máscaras ao entrarem na sala de operação, quando materiais e equipamentos estéreis estiverem abertos. Elas devem ser descartadas após cada uso, manipulando-se somente as tiras, serem trocadas quando estiverem molhadas, não devendo ficar penduradas no pescoço e nem dobradas dentro do bolso para serem reutilizadas. (CATANEO et al., 2004).

- **Gorro e touca**

Os cabelos soltos dispersam muitas partículas carregadoras de bactérias, as maiorias das quais não são de espécie patogênica. Entretanto, *Staphylococcus aureus* tem sido encontrado no cabelo de alguns profissionais da equipe cirúrgica. (POSSARI, 2007).

Embora as evidências científicas sobre a efetividade do gorro na prevenção de infecções sejam poucas, no mínimo, ele previne a queda de cabelo dentro da ferida (MONTEIRO, 2000).

- **Propés ou sapatilhas**

Segundo Monteiro (2000), propés servem somente como barreira para prevenir a contaminação do chão de áreas críticas por microrganismos de áreas externas, que são carregados nas solas dos sapatos e podem ser liberados ao ambiente. Contudo, continuam sendo utilizados para proteção dos pés contra materiais perfuros cortantes, exposição ao sangue e fluidos corporais.

Lacerda 2003 conclui que, o uso de coberturas de sapatos, em condições adequadas, atua como barreira de microrganismos oriundos das solas dos sapatos. A maior ou menor dispersão de microrganismos do chão dependente das condições e periodicidade da limpeza dos mesmos.

Já em pesquisa realizada por Santos et al. (2005), verifica-se que a contaminação do piso não contribui para a contaminação do ar ambiente em condições rotineiras de trabalho em centro cirúrgico, tampouco para a contaminação ou infecção do sítio cirúrgico. Por outro lado, elas permitem fortes evidências quanto a: capacidade de barreira microbiana depende do tipo de cobertura de sapatos; solas de sapatos comuns, privativos e propés interferem na transferência de microrganismos de uma área do piso para outra; propés e sapatos privativos ou limpos transferem menos contaminação do que sapatos comuns; dependendo da forma como são realizadas as operações de colocação e remoção de propés e sapatos privativos, há risco de contaminação ocupacional.

- **Luvas cirúrgicas**

Está relacionada a proteção e contra riscos de infecção ocupacional pelo contato com sangue do cliente. As mãos podem ser consideradas como um dos principais instrumentos na cirurgia e a parte do corpo que permanece maior período de tempo em contato direto com o sangue. Razões mais que suficientes para sérias preocupações, que se iniciam pela qualidade da luva, no que se refere á flexibilidade, impermeabilidade e resistência ao tempo e aos movimentos cirúrgicos. Para tanto, devem ser de látex, esterilizadas e descartáveis. Devem ser apresentadas em pares, várias numerações e acondicionadas de forma que permitam a abertura do pacote e sua colocação com técnica

asséptica. Seu uso adequado também deve ser garantido pela presença de punhos reforçados, que permitam boa adaptação ao punho do avental. (MONTEIRO, 2000).

- **Aventais cirúrgicos**

Segundo Cataneo et al. (2004), a utilização do avental objetiva reduzir a dispersão das bactérias no ar (aproximadamente 30%) e evitar o contato da pele da equipe com sangue e fluídos corporais que possam contaminar a roupa privativa. O risco de aquisição desses agentes é pelo contato de lesões cutâneas ou membranas mucosas com fluidos corpóreos contaminados. (POSSARI, 2007).

Consideram-se requisitos de proteção ocupacional mínima pelo avental a confecção com material que apresente alguma resistência à penetração de líquidos e de microrganismos, ao desgaste e à de formação, seja durante seu uso único ou no seu reprocessamento. Existem situações em que estão recomendados os aventais impermeáveis (durante a limpeza de material contaminado, cirurgias em que há risco de extravasamento de grandes quantidades de líquidos) (HINRICHSEN, 2004).

- **Campos cirúrgicos**

Os campos estéreis são usados durante procedimentos invasivos para impedir ou minimizar a passagem de microrganismos de áreas contaminadas para estéreis, reduzindo o risco de infecção (POSSARI, 2007).

A eficácia dos campos cirúrgicos no controle da ISC está diretamente relacionada com sua capacidade de barreira microbiana. Existem no mercado vários tipos de campos cirúrgicos tais como: algodão cru; tecido-não-tecido e SMS porém para Lacerda et al. (2003), ainda não existem estudos contundentes sobre o melhor tipo de campo cirúrgico pois, uma das grandes dificuldades está em justamente no controle das diversas variáveis de fontes de microrganismos no centro cirúrgico e os próprios fatores de risco dos pacientes e dos tipos de procedimentos cirúrgicos.

A duração do procedimento cirúrgico pode desencadear o risco de infecção por vários motivos citados a seguir, como mostra Possari (2007):

- Aumento do número de microrganismos que podem contaminar a ferida cirúrgica;
- Aumento da destruição de tecidos pelo tempo de manipulação;
- Aumento do período em que o tecido é privado de sistema de defesa devido á irrigação sanguínea insuficiente;

- Maior tempo sob efeito de anestesia e de assistência ventilatória.

A extensão da incisão cirúrgica pode ser um fator de infecção, uma vez que quanto maior a incisão maior a porta de entrada para microorganismos.

A cirurgia com manuseio excessivo, deslocamento de tecidos além do necessário, que levam a sangramentos e transudações, hemostasia inadequada, permitindo a formação de seromas e hematomas, sutura defeituosa e formação de espaços mortos, área de isquemia ou necrose levam á proliferação de bactérias.

O bom suprimento sanguíneo no local é fundamental, pois, tecidos viáveis possuem resistência ao crescimento microbiano, ao contrário de tecidos desvitalizados, que devem ser prontamente removidos. Uma pressão excessiva aplicada durante a sutura ou no afastamento do campo pode levar déficit circulatório, que favorece a proliferação microbiana. A desidratação dos tecidos é proporcional a quantidade de manipulação e ao tempo de cirurgia. Falhas na homeostasia podem levar a acúmulo de sangue e outros fluidos que facilitam a formação de hematomas, seromas e espaços mortos, dificultando a irrigação sanguínea local e criando um ambiente favorável a proliferação dos microorganismos existentes no local. (LACERDA, 2003).

Estabeleceu-se, então, como mostra Lacerda (2003), que uma cirurgia é considerada prolongada se a sua duração for superior a 75% em comparação com outros procedimentos semelhantes. O tempo de duração de cirurgia, juntamente com o potencial de contaminação da ferida e a classificação da ASA (American society of Anesthesiologist), é utilizado no cálculo do índice de risco cirúrgico, que apresenta maior segurança como valor preditivo. Apesar da ligação entre o tempo de cirurgia e infecção estar reconhecida, não se sabe ao certo quais mecanismos que levam a infecção. O aumento do número de microrganismos, o aumento da lesão tecidual por trauma causado por afastadores, o aumento do número de suturas e de tecido eletrocoagulado, a diminuição da capacidade de defesa devido a perda sanguínea, choque e prolongamento da anestesia e, por fim, o cansaço da equipe cirúrgica, levando a maior chance de quebrar da técnica asséptica são algumas das hipóteses levantadas para explicar este aumento na incidência da infecção.

O ato anestésico visa suprir a sensibilidade dolorosa durante a operação e propiciar as condições ideais para a ação do cirurgião.

Segundo Possari (2007), a anestesia interfere na resposta imunológica, seja pelo mecanismo de defesa não específico (resistência) ou sistema imunológico específico. A principal prevenção das possíveis complicações infecciosas ocasionadas pelo procedimento

anestésico consiste na recuperação precoce da consciência e dos mecanismos de defesa do paciente, principalmente, da capacidade ventilatória e hemodinâmica e isso de inicia já na sala de operação, ao final da cirurgia.

As complicações da anestesia podem alterar o curso perioperatório ou pós-operatório, aumentando a morbimortalidade do ato anestésico-cirúrgico. Elas podem ocorrer em função das drogas anestésicas, dos equipamentos utilizados para administrar ou controlar a anestesia, de alterações fisiológicas do paciente ou, ainda, de falha humana na condução do ato anestésico. Entre as complicações podemos citar a infecção, sendo que os fatores de risco mais importantes são a anestesia geral devido à depressão imunológica que ela causa os equipamentos e materiais utilizados inadequadamente e a própria equipe de saúde responsável pela transferência de microrganismos (LACERDA, 2003).

2.2.4 Características Cirúrgicas: pós-operatório

No pós-operatório segundo Mangram et al. (1999), o primeiro curativo da incisão cirúrgica deve ocorrer no período de 24 a 48 horas e pensando que este paciente deve permanecer o menor tempo possível internado os mesmos recomendam que o paciente receba instruções adequadas de como proceder com a ferida operatória em casa.

2.3 Microbiota aérea

A Microbiota aérea pode ser dividida em comunidades microbianas transitórias e permanentes. As práticas hospitalares têm uma influência direta no número e gêneros microbianos encontrados em salas cirúrgicas. A degermação pode influenciar a microbiota aérea uma vez que, ao executar incorretamente esta técnica, o profissional poderá propagar os microrganismos endógenos para o campo operatório, culminando na disseminação microbiana no ar interior da sala cirúrgica

Dentre os microrganismos mais comumente presentes nas mãos e conseqüentemente no ar, pode ser destacado o gênero *Staphylococcus* spp. Este é um microrganismo Gram positivo, catalase positivo, com várias cepas coagulase positivo que podem ocasionar várias doenças: impetigo, síndrome do choque tóxico, intoxicação alimentar, dentre outras.

De acordo com Giammarinaro et al. (2005), a família *Micrococcaceae* inclui quatro gêneros: *Planococcus*, *Micrococcus*, *Stomatococcus* e *Staphylococcus*.

S. aureus é o patógeno humano mais importante do gênero *Staphylococcus*, que é composto por cerca de 33 espécies, 17 das quais podem ser isoladas de amostras biológicas humanas (CHESNEAU et al., 1993; HAJEK, 1992). São amplamente distribuídos na natureza e fazem parte da microbiota normal da pele e mucosa de uma grande parte de mamíferos (GIAMMARINARO et al., 2005). *Staphylococcus* são anaeróbios facultativos, e sensíveis à lisostafina (Huber & Huber, 1989). Esta bactéria é capaz de sobreviver em alimentos refrigerados (Freitas et al., 2004). Cápsula, peptidoglicano, proteína A, adesinas, enzimas extracelulares, leucocidinas e hemolisinas são alguns dos atributos de virulência encontrados neste gênero conforme relato de nossos estudos (Sousa, 2008a), bem como de outros autores (TRABULSI, 2002). Estes fatores demonstram a importância da bactéria numa diversidade de ambientes (Sousa, 2008b; Freitas et al., 2004). A característica isolada mais importante para classificar o gênero *Staphylococcus* é determinada pela prova da coagulase (KONEMAN et al., 2001), que avalia a capacidade de produção da enzima. Bactérias que produzem a coagulase são capazes de promover uma reação de coagulação, aglutinando o plasma humano ou de coelho. *S. aureus* são coagulase positivos (DEVRIESE et al., 2005) e a incidência deste microrganismo é elevada em casos de infecção hospitalar (FARIA et al., 2005; BURKE, 2003).

Outros fatores podem contribuir para a presença da microbiota aérea hospitalar dentre estes, citam-se: a abertura das portas, a circulação da equipe cirúrgica, a presença de ar condicionado, a colocação de material dentro da sala, dentre outros.

2.4 Material aéreo particulado

Segundo a resolução nº 3 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1990), pode ser considerados padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;

II - inconveniente ao bem-estar público;

III - danoso aos materiais, à fauna e flora;

IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Entre os principais grupos de contaminantes do ar em ambiente climatizado estão as partículas microbianas, incluindo algas, fungos, bactérias, esporos e vírus, que são provenientes do ar externo, do sistema de climatização, da construção, mobiliário, carpete e, principalmente, de seus ocupantes (OMS, 2006).

O material particulado pode ser classificado como:

Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 50 μm . Uma parte destas partículas é inalável e pode causar problemas à saúde, outra parte pode afetar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, interferindo nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades normais da comunidade.

Partículas Inaláveis (MP10)

Podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 μm . As partículas inaláveis podem ainda ser classificadas como partículas inaláveis finas – MP2,5 (<2,5 μm) e partículas inaláveis grossas (2,5 a 10 μm). As partículas finas, devido ao seu tamanho diminuto, podem atingir os alvéolos pulmonares, já as grossas ficam retidas na parte superior do sistema respiratório.

Fumaça (FMC)

Está associada ao material particulado suspenso na atmosfera proveniente dos processos de combustão. O método de determinação da fumaça é baseado na medida de refletância da luz que incide na poeira (coletada em um filtro), o que confere a este parâmetro a característica de estar diretamente relacionado ao teor de fuligem na atmosfera.

Os diâmetros das partículas determinam o seu destino, isto é, se elas se depositarão em superfícies horizontais e verticais, se ficarão suspensas no ar, ou se serão removidas por filtros de ar condicionado ou aspiradores à vácuo (BRICKUS e AQUINO; 1999).

2.5 Ar ambiente como fonte de contaminação da incisão cirúrgica

Recentes tecnologias cirúrgicas na especialidade ortopédica vêm resultando em um grande número de operações e alguns estudos envolvendo cirurgias de quadril e joelho segundo Lacerda et al. (2003), vêm encontrando evidências de que o número de bactérias que

contaminam a ferida no final dos procedimentos cirúrgicos é substancialmente menor quando o nível de bactérias do ar ambiente é reduzido.

O aspecto da segurança ambiental abrange as características que previnem ou controlam: fontes potenciais de infecção (padrões de circulação de pessoal, sistemas de manuseio e descarte de materiais, padrões de pressão do ar com distribuição uniforme e adequada ventilação) (AFONSO, 2006).

Esta questão também é ressaltada por Lacerda et al. (2003), quando a ISC por ar ambiente está relacionada as pessoas, pacientes e profissionais cuja eliminação desses microrganismos é fortemente relacionada as suas atividades. Durante atividade física moderada, cada pessoa pode eliminar cerca de 1000 partículas com bactérias/minuto.

Em estudo realizado com cadáver por Nogler et al. (2001), encontraram contaminação com *Staphylococcus aureus* em aerossóis produzidos por instrumentos de alta velocidade utilizados no corte de osso e além disso, verificaram a contaminação do ambiente através de amostras de ar em que este mesmo microrganismo pode chegar até uma distância de 5 a 7 metros.

Quanto ao ambiente cirúrgico é de vital importância, na prevenção da infecção pós-artroplastia, a manutenção do sistema de ar condicionado, utilização de fluxo de ar laminar, esterilização e acondicionamento adequado dos materiais protéticos, bem como a técnica de anti-sepsia e paramentação correta da equipe cirúrgica e do campo operatório (LIMA et al., 2004).

2.6 Controle da contaminação do ar ambiente

Uma das formas do controle da ISC relacionada à questão do ar ambiente está em controlar o fluxo de pessoas na sala e o sistema de ventilação como relatado por Siqueira (2000).

Os microrganismos são encontrados neste sistema como co-habitantes e estão principalmente localizados na bandeja dos condensados da máquina.

Segundo a RDC 50 (2002), deverá ser desenvolvido um programa básico das instalações de ar condicionado e ventilação mecânica, destinado a compatibilizar o projeto arquitetônico com as diretrizes básicas a serem adotadas no desenvolvimento do projeto, contendo quando aplicáveis:

- proposição das áreas a serem climatizadas (refrigeração, calefação, umidificação, pressurização, ventilação e câmaras frigoríficas);

-
- descrição básica do sistema de climatização, mencionando: filtros, água gelada, "self" a ar, etc;
 - previsão do consumo de água;
 - previsão de consumo de energia elétrica;
 - elaboração do perfil da carga térmica;
 - elaboração do estudo comparativo técnico e econômico das alternativas técnicas para o sistema;
 - localização da central de casa de máquinas em função dos sistemas propostos;
 - pré-localização do sistema de distribuição, prumadas dos dutos e redes de água em unifilares da alternativa proposta.

Além disso, portaria nº 3.523, de 28 de agosto de 1998 do Ministério da Saúde, ressalta que todos os sistemas de climatização devem estar em condições adequadas de limpeza, manutenção, operação e controle, observadas as determinações, abaixo relacionadas, visando a prevenção de riscos à saúde dos ocupantes:

- a) manter limpos os componentes do sistema de climatização, tais como: bandejas, serpentinas, umidificadores, ventiladores e dutos, de forma a evitar a difusão ou multiplicação de agentes nocivos à saúde humana e manter a boa qualidade do ar interno.
- b) utilizar, na limpeza dos componentes do sistema de climatização, produtos biodegradáveis devidamente registrados no Ministério da Saúde para esse fim.
- c) verificar periodicamente as condições físicas dos filtros e mantê-los em condições de operação. Promover a sua substituição quando necessária.
- d) restringir a utilização do compartimento onde está instalada a caixa de mistura do ar de retorno e ar de renovação, ao uso exclusivo do sistema de climatização. É proibido conter no mesmo compartimento materiais, produtos ou utensílios.
- e) preservar a captação de ar externo livre de possíveis fontes poluentes externas que apresentem riscos à saúde humana e dotá-la no mínimo de filtro classe G1 (um).
- f) garantir a adequada renovação do ar de interior dos ambientes climatizados, ou seja no mínimo de $27\text{m}^3/\text{h}/\text{pessoa}$.
- g) descartar as sujidades sólidas, retiradas do sistema de climatização após a limpeza, acondicionadas em sacos de material resistente e porosidade adequada, para evitar o espalhamento de partículas inaláveis.

Um sistema de ar condicionado que funciona melhor neste tipo de ambiente segundo Sociedade Americana de Refrigeração (2007), seria um sistema com fluxo laminar unidirecional com velocidade de 1,3 a 1,8 m/s.

2.7 Perfil de resistência da microbiota aérea

A maioria das bactérias de importância médica e hospitalar multiplica-se por fissão binária transversa. A fissão é um processo assexuado. No entanto, o fluxo de informações genéticas (WALKER, 2002) pode ocorrer através de: i) contato célula-célula como a conjugação onde o DNA é compartilhado de uma bactéria para outra através de uma ponte conjugativa, processo que ocorre em Gram-positivas e Gram-negativas; ii) transdução (presença de vírus como vetor); e transformação (incorporação de DNA do ambiente).

O crescimento bacteriano ocorre em progressão geométrica (WALKER, 2002) e pode ser compreendido através das fases lag, log, exponencial, e de morte celular. O mesmo pode ser observado através de uma representação gráfica em que é demonstrado durante um período de tempo versus o log do crescimento. A curva é obtida quando se realiza a contagem de populações em intervalos de tempo após o inóculo de bactérias em meio líquido (TORTORA, 2005; WALKER, 2002).

A fase lag ocorre quando as células são transferidas de um meio para outro ou de um ambiente para outro. Esta é a fase de ajuste, de ambientação, e representa o período necessário para adaptação das células ao novo ambiente. As células nesta fase aumentam no volume total em quase duas ou quatro vezes, e tem pouca divisão. Na fase exponencial, as células estão se dividindo a uma taxa geométrica constante, até atingir um máximo de crescimento. Os componentes celulares como RNA, proteínas, peso seco e polímeros da parede celular estão também aumentando a uma taxa constante. Como as células na fase exponencial estão se dividindo a uma taxa máxima, elas são muito menores em diâmetro que as células na fase Lag. A fase de crescimento exponencial normalmente chega ao final devido à queda de nutrientes essenciais, diminuição de oxigênio em cultura aeróbia ou acúmulo de produtos tóxicos. Durante a fase estacionária, há rápido decréscimo na taxa de divisão celular. Eventualmente, o número total de células em divisão será igual ao número de células mortas, resultando na verdadeira população celular estacionária. A energia necessária para manter as células na fase estacionária é denominada energia de manutenção e é obtida a partir da degradação de produtos de armazenamento celular, ou seja, glicogênio, amido e lipídeos. Já a

fase de morte ou declínio pode ser observada quando as condições se tornam fortemente impróprias para o crescimento, as células se reproduzem mais lentamente e as células mortas aumentam em números elevados. Nesta fase o meio se encontra deficiente em nutrientes e ricos em toxinas produzidas pelos próprios microrganismos.

O bloqueio do crescimento bacteriano e a produção de antibióticos estão intimamente relacionados e estes, os agentes microbianos, só foram alvos de estudos em meados do século XX com Paul Ehrlich que tentava descobrir uma maneira de destruir seletivamente os patógenos sem destruir o tecido do hospedeiro. Alexander Fleming em 1928 observou que o crescimento de *Staphylococcus aureus* era inibido na área ao redor de *Penicillium notatum* que haviam contaminado a placa de Petri.

O uso de antimicrobianos é necessário, mas cuidados devem ser considerados, uma vez que, a promoção, prevenção ou tratamento de uma doença infecciosa podem ser fatores decisivos que poderão contribuir para a seleção de resistência bacteriana, e consequentemente disseminação desta resistência entre cepas (SOUSA (a), 2008).

Dentre as ações que corroboram para o aumento da resistência microbiana podem-se citar erros na prescrição, seleção e indicação dos antimicrobianos, levando-se a pensar que os antibióticos não estão sendo designados de maneira correta para os agentes específicos (WANNMACHER, 2004).

Vários fatores determinam a relação entre uma bactéria e o hospedeiro, embora a grande maioria das bactérias não cause danos ao homem. A atenção deve ser focada na habilidade de microrganismos com potencial para ocasionar doenças, e na resistência microbiana crescente a agentes antimicrobianos (SOUSA (b), 2008).

A disseminação das bactérias resistentes a múltiplas drogas poderá levar à era pós-antibiótica, ou seja, não haverá opção de tratamento para os portadores destas cepas, problema de difícil solução para o portador e para as instituições, que deverão arcar com os altos custos destes tratamentos (OMS, 2003).

O presente trabalho no contexto atual em que novas drogas antimicrobianas surgem no mercado pode contribuir para o maior conhecimento das mesmas evitando ocorrência da disseminação de cepas resistentes, principalmente no âmbito hospitalar, e contribuindo, conseqüentemente, para a minimização da IH.

Verifica-se também a necessidade de se conhecer a microbiota aérea como bactérias heterótrofas mesófilas e fungos filamentosos e leveduriformes que podem estar presentes no ar climatizado das salas cirúrgicas no momento do intra-operatório, prevenindo-se contaminação do tecido exposto.

Grande parte das infecções do sítio cirúrgico advém da climatização e outros fatores relevantes tais como: i) entrada e saída de pessoas dentro da sala de cirurgia; ii) porta da sala de cirurgia aberta; iii) alto tempo de manipulação e exposição de tecidos; iv) administração de antimicrobianos; v) limpeza inadequada dos filtros presentes nas salas de cirurgia (LACERDA, 2003).

No presente trabalho foi escolhido o procedimento cirúrgico ortopédico considerando-se que Lacerda et al. (2003), verificou que a irrigação no tecido sanguíneo envolvido é pobre. Isto ocorre por se tratar de parte óssea, envolvendo também processos de sucção prolongados e implante de materiais estranhos, cujas infecções retardadas têm sido um sério problema, determinado a reposição do implante além do grande volume diário de procedimentos.

O controle biológico do ar é difícil de ser realizado devido a recursos escassos e custos operacionais e a climatização do Centro Cirúrgico pode se tornar um fator agravante de infecções hospitalares se não for bem projetado, executado, operado e mantido.

Trabalho realizado por Afonso et al. (2006), relata que em 1969, foi publicado um estudo, realizado por Charnley e Eftekhari, sobre infecções cirúrgicas em artroplastia total de quadril, com especial referência a concentração bacteriana no ar da sala de operação. Foram acompanhadas 2085 cirurgias de prótese total de quadril, realizadas de janeiro de 1959 a setembro de 1967, em que se notou uma queda de 8,9% para 0,5% das taxas de infecção, após a adoção do fluxo de ar laminar nas salas de operação. Esta investigação foi considerada um marco no início do controle de partículas aéreas carreadoras de microrganismos em centro cirúrgico.

Perfez-se dessa maneira um controle rigoroso do fluxo de ar na sala de cirurgia ortopédica devido à necessidade de evitar a introdução de microrganismos, pois, a infecção no

pós-operatório pode ocorrer a partir da presença de bactérias no ar ou transitórias de paciente ou equipe cirúrgica (MEEKER, 1997).

Segundo Nobre et al. (2001), a finalidade do controle ambiental do centro cirúrgico é minimizar o risco do paciente adquirir uma infecção hospitalar durante o procedimento anestésico-cirúrgico. Além disso, durante esse período, a possibilidade de ocorrer uma contaminação ambiental é maior, devido ao número e trânsito de pessoas na sala cirúrgica e abertura de portas constantemente. Estes fatores promovem a turbulência do ar e aumentam a quantificação e disseminação microbiana no ambiente. Associado a isto, a ferida cirúrgica fica exposta ao contingente microbiano proveniente do ambiente e da equipe cirúrgica. O presente estudo pretendeu contribuir para prevenção de doenças infecciosas no âmbito nosocomial.

4.1 Geral

Este trabalho objetivou verificar a incidência e quantificar a microbiota aérea isolada no intra-operatório de cirurgias ortopédicas realizadas no Centro Cirúrgico de um Hospital de médio porte de São Carlos, São Paulo, bem como verificar a presença de material particulado em suspensão. Objetivou-se também traçar o perfil de resistência de uma das bactérias de maior incidência em hospitais.

4.2 Específicos

- 4.2.1 Isolar organismos bacterianos e fúngicos presentes no ar de salas cirúrgicas;
- 4.2.2 Quantificar bactérias heterótrofas mesófilas facultativas viáveis e fungos filamentosos e leveduriformes;
- 4.2.3 Qualificar bactérias heterótrofas mesófilas facultativas viáveis presentes no ar;
- 4.2.4 Verificar o perfil de resistência à antimicrobianos de isolados caracterizados como *Staphylococcus aureus*;
- 4.2.5 Avaliar a presença de material particulado em suspensão.

O Hospital estudado pode ser considerado de médio porte e realiza atendimento de média e alta complexidade. Este hospital também atua como centro de referência para a região.

O Centro Cirúrgico desta instituição atende especialidades como neurologia; cirurgia vascular; cirurgia geral e oncológica; oftalmologia; otorrinolaringologia; cirurgia ortopédica; dentre outras.

Se tomarmos como base as cirurgias ortopédicas, estas perfazem, aproximadamente cem cirurgias por mês, segundo dados da própria instituição referida.

A cirurgia ortopédica pode ser considerada na maioria dos casos como eletivas, ou seja, são previamente agendadas por uma secretaria localizada no próprio centro cirúrgico. Alguns casos, devido à gravidade entram como cirurgia de emergência, devendo ser realizadas imediatamente após a admissão do paciente no hospital.

Em média, a duração de uma cirurgia ortopédica é de uma hora e meia. Para controlar processos infecciosos, algumas medidas de proteção devem ser tomadas. A prevenção deve ser iniciada desde o pré-operatório, passando pelo ato cirúrgico, intra-operatório e pós-operatório, colaborando para uma reabilitação mais rápida do paciente e minimização de infecção. As medidas profiláticas e particularmente envolvidas com os procedimentos do intra-operatório, foco deste trabalho, envolvem: i) controle do ar climatizado nas salas cirúrgicas; ii) controle de entrada e saída das pessoas da sala; iii) utilização de material de implante; iv) adoção de medidas profiláticas de infecção pela equipe cirúrgica; v) geração de material particulado em suspensão; vi) presença de microbiota transitória e permanente no ar; vii) perfil de resistência bacteriana.

O trabalho foi caracterizado como estudo descritivo e exploratório desenvolvido no centro cirúrgico de um Hospital de São Carlos – São Paulo, considerado Hospital de Médio porte no qual são atendidos procedimentos de média e alta complexidade. O presente estudo ocorreu durante o intra-operatório de cirurgias ortopédicas eletivas.

O projeto foi avaliado e aprovado por uma comissão Ética interna do hospital, Comissão de Controle de Infecção Hospitalar e Gerência de Enfermagem.

O trabalho dividiu-se em duas etapas. Na primeira, as coletas foram realizadas mediante simples exposição de placas de Petri. Assim, realizou-se uma quali/quantificação da microbiota existente para posteriormente, na segunda etapa, efetuar-se a quantificação de bactérias heterótrofas e mesófilas e fungos filamentosos e leveduriformes e qualificação das bactérias quantificadas. Também foi traçado o perfil de resistência de bactérias típicas identificadas como *Staphylococcus aureus* e avaliou-se a presença do material particulado em suspensão. Na etapa final foi enfatizada a importância do controle de infecção do sítio cirúrgico tendo-se como base as variáveis identificadas no trabalho.

Foram realizadas 10 coletas na primeira etapa e 10 na segunda, totalizando 20 amostras. O período das coletas compreendeu os meses de janeiro a agosto de 2009. O horário das coletas foi atrelado ao agendamento das cirurgias ortopédicas no mapa cirúrgico da referida instituição. Portanto, somente foram escolhidas cirurgias eletivas, ou seja, previamente agendadas.

A coleta das amostras foi realizada após o procedimento de limpeza concorrente que ocorreu anteriormente na sala cirúrgica selecionada e no período intra-operatório de cirurgias ortopédicas, mediante o tempo de diérese. Foi selecionado este tipo de cirurgia devido ao alto índice de manipulação e tempo de abertura dos planos cirúrgicos.

6.1 Local de coleta de amostras

As coletas foram realizadas nas salas cirúrgicas do hospital estudado.

O local das coletas estava passando por um período de reforma (não havia obra em andamento no momento da cirurgia ou circulação de pessoas que não fossem do quadro de profissionais que atuam no bloco) e o mesmo encontrava-se dividido em duas alas: a reformada e a não reformada.

Na parte do bloco cirúrgico que encontrava-se reformada a ventilação era do tipo central e na parte não reformada era do tipo convencional com um aparelho de ar condicionado para cada sala.

Na primeira etapa não se levou em consideração o tipo de refrigeração ou tamanho da sala. Foi verificada nesta etapa a incidência da microbiota aérea.

A segunda etapa foi realizada em área não reformada (local com salas maiores que possibilitavam a realização de procedimentos ortopédicos de maior complexidade). De forma contrária, a área reformada possuía salas menores e o tempo cirúrgico não excedia 30 minutos. As salas utilizadas para coleta mediam aproximadamente 25 m²; havia revestimento cerâmico nas paredes até a altura de 1,5 m; a ventilação possuía sistema convencional; a porta era de alumínio e de correr. Dentro da sala havia ainda o carrinho de anestesia; bancadas; mesa mayo; mesa cirúrgica; mesa de instrumental; banco giratório e foco cirúrgico.

Após as coletas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Ensino, Pesquisa e Diagnóstico em Microbiologia/DMP/CCBS sob a coordenação da Profa. Dra. Cristina Paiva de Sousa para a realização das análises microbiológicas. A quantificação e análise do material particulado total que foi desenvolvida na segunda etapa do presente trabalho foi realizada utilizando-se um aparelho (descrito no item 6.3.1) desenvolvido no Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade de São Paulo – EESC, Campus II sob coordenação do professor Dr. Wiclef Dymurgo Marra Jr.

Todo material coletado foi encaminhado ao Laboratório de Microbiologia acima citado em caixas isotérmicas e o tempo decorrido entre o transporte e a realização das análises não excedeu duas horas. Os dados obtidos para o material particulado foram codificados em sistema computacional.

6.2 Primeira etapa

A seqüência da primeira e segunda etapas realizadas no trabalho obedeceu-se a seguinte ordem: coleta; incubação a 37° C dos organismos bacterianos e 28° C para os fungos; quantificação das colônias bacterianas e fúngicas; armazenamento da colônia bacteriana em TSA inclinado. As colônias bacterianas isoladas foram classificadas considerando-se suas características fenotípicas e bioquímicas. Na segunda etapa realizou-se a análise do perfil de resistência de isolados de *Staphylococcus aureus*.

A primeira etapa teve a finalidade de promover um estudo preliminar elucidativo sobre a presença de microrganismos no ar de salas cirúrgicas, detectados após exposição em placas de Petri contendo meios de culturas seletivos. A abertura da placa seguiu protocolo específico (apêndice A) e o tempo de exposição era de 15 minutos.

Os meios utilizados foram Ágar Sabouraud (ASB) para isolamento fúngico filamentoso e leveduriforme e Ágar Soja Trypticase (TSA) para isolamento bacteriano.

Foram realizadas leituras após 24/48 horas da coleta para as bactérias estendendo-se para 72 horas quando observação do crescimento fúngico. Em todas as placas expostas foram realizadas mensurações das colônias (bactérias e fungos) em Unidades Formadoras de Colônias (UFC), utilizando-se contador de colônias Phoenix E 550A e mensurações macroscópicas através de paquímetro. As colônias foram selecionadas para posterior identificação de acordo com as diferenças macroscópicas e fenotípicas com relação à cor, tamanho, rugosidade, aspecto e tipo de borda. Os resultados foram submetidos a uma análise descritiva.

6.2.1 Preparo dos meios de cultura

Para a utilização dos meios de cultura tanto para as coletas quanto para o processo de identificação bacteriano procedeu-se da seguinte maneira:

- seleção do meio apropriado;
- preparo de acordo com as especificações do laboratório fabricante;
- esterilização dos meios em autoclave;
- distribuição e acondicionamento de acordo com a finalidade em fluxo laminar;
- armazenamento dos meios em refrigerado.

6.2.2 Isolamento e qualificação de heterótrofos mesófilos facultativos viáveis

Para isolamento e qualificação de bactérias heterótrofas mesófilas presentes no ar climatizado das salas cirúrgicas foram utilizadas placas de Petri esterilizadas contendo Ágar TSA. As placas, em duplicata, foram expostas por 15 minutos de acordo com o protocolo no apêndice A. Após a exposição, as placas foram transportadas em caixas isotérmicas para o Laboratório e incubadas invertidas em estufa a 37° C por 24/48 horas para posterior leitura.

Após o período de incubação foi realizada a quantificação utilizando-se contador de colônias e promoveu-se o isolamento de microrganismos presentes no ambiente. Os isolados foram identificados através de características morfológicas (cor, forma, tamanho, tipo de borda e centro) e armazenados em Ágar TSA inclinado para posterior confirmação de identificação através de provas bioquímicas específicas.

6.2.3 Isolamento e quantificação de fungos filamentosos e leveduriformes

A quantificação de fungos filamentosos e leveduriformes foi realizada através da exposição de placas de Petri esterilizadas de acordo com apêndice A, contendo Ágar ASB.

Após a exposição as placas foram encaminhadas para o Laboratório em caixas isotérmicas e incubadas invertidas em estufa a 28° C por um período de 72 horas e posterior leitura utilizando-se um contador de colônias. Os fungos foram classificados em filamentosos e leveduriformes.

6.2.4 Coloração de Gram

A coloração de Gram é usada para classificar bactérias com base no tamanho, morfologia celular e comportamento diante dos corantes. No Laboratório de Microbiologia Clínica é um teste adicional rápido para o diagnóstico de agentes infecciosos, sendo também utilizado para avaliar a qualidade da amostra clínica analisada. As interpretações dos esfregaços corados pelo Gram envolvem considerações relacionadas com as características da coloração, tamanho, forma e agrupamento das células. Estas características podem ser influenciadas por vários fatores, incluindo idade da cultura, o meio de cultivo utilizado, a atmosfera de incubação e a presença de substâncias inibidoras.

Etapas de desenvolvidas para o processo:

- selecionou-se a colônia submetida à prova;
- semeou-se em TSA inclinado *overnight*;
- flambou-se a alça de platina na chama de bico de Bunsen;
- tomou-se uma gota de solução salina e colocou-se em lâmina de microscopia;
- flambou-se a alça;
- retirou-se uma alçada da colônia isolada;
- realizou-se o esfregaço do material na lâmina;
- fixou-se o material utilizando-se o bico de Bunsen;
- cobriu-se a lâmina com violeta de genciana e aguardou-se um minuto;
- cobriu-se a lâmina com lugol e aguardou-se um minuto;
- lavou-se a lâmina com água destilada;
- descorou-se a lâmina com álcool-acetona (1:1);
- cobriu-se a lâmina com fucsina por 30 segundos;
- lavou-se a lâmina com água destilada;
- deixou-se a lâmina secar para observação em microscópio eletrônico.

- a presença de células coradas em vermelho caracterizou-se como Gram negativo e a coloração em roxo era característica de Gram positivo.

6.2.5 Prova da catalase

Segundo Koneman et al. (2001), a catalase decompõe o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio livre. A produção do oxigênio é evidenciada com a presença de efervescência.

- selecionaram-se colônias típicas para serem submetidas à prova;
- Semeou-se em Agar Sal Manitol *overnight* (24 h/37° C).
- Usando-se um Swab, coletou-se uma colônia e depositou-se em uma lâmina próxima ao bico de Bunsen pingando-se uma gota do peróxido de hidrogênio e observou-se a ocorrência ou não da liberação de bolhas. A presença de bolhas indicava um resultado positivo.

6.2.6 Prova da coagulase

Segundo Koneman et al. (2001), a coagulase é uma proteína com atividade similar à protombina, capaz de converter o fibrinogênio em fibrina, resultando na formação de um coágulo visível em sistemas adequados. Essa prova é utilizada para identificar *Saphylococcus aureus* e diferenciá-lo de outras espécies do gênero.

- selecionou-se a colônia típica que cresceu em Ágar Sal Manitol, para submeter-se à prova;
- semeou-se em TSA inclinado *overnight* (24 h/37° C);
- usando-se alça de platina, retirou-se uma quantidade abundante da colônia e repicou-se em um tubo de ensaio contendo 0,5 ml de plasma fresco preparado de acordo com as normas do fabricante.
- incubou-se a 37° C por no mínimo 8 horas e procedeu-se a leitura.
- foi considerado como resultado positivo, a formação de coágulos.

6.3 Segunda etapa

Esta etapa teve por finalidade avaliar a quanti-qualificação dos heterótrofos mesófilos e fungos filamentosos e leveduriformes por m³ presentes na microbiota aérea e coleta do material particulado total em suspensão utilizando-se aparelho específico para tal procedimento.

O processo de identificação e isolamento das bactérias e fungos foi realizado identicamente à primeira etapa do projeto.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística realizada pela profa. Ms. Cátia Valéria Presotti (UNICEP) e pelo prof. Dr. Benedito Galvão Benze (UFSCar).

6.3.1 Filtração do ar

Para coletar e determinar o número de microrganismos viáveis utilizou-se um sistema de filtração do ar do ambiente especialmente construído para tal finalidade. Este é composto por um funil com garra, marca Nalgene, modelo 315-0047; um medidor de vazão tipo rotâmetro, marca Conaut, modelo 440, escala de 140 a 1400 L/h; uma válvula tipo globo e uma bomba de vácuo, da marca Fisatom, modelo 820, conforme observado na Figura 2. O funil com a garra é fixado em uma haste, cuja altura em relação ao solo é ajustável. Os componentes do sistema de filtração descritos acima com maiores detalhes são apresentados na Figura 2 e é importante ressaltar que parte do sistema descrito também foi utilizada no projeto para a coleta de material particulado total.

As membranas utilizadas como meio filtrante para a coleta desse material foram as de acetato de celulose, marca Sartorius, com diâmetro de membrana de 47 mm e diâmetro de poro de 0,2 μm . Este tipo de membrana foi escolhido para as amostras, pois apresentou uma melhor absorção quando em contato com o meio de cultura se comparada a outros materiais de membranas existentes. As membranas de acetato de celulose foram esterilizadas, juntamente com os componentes que entram em contato com a mesma, na autoclave vertical.

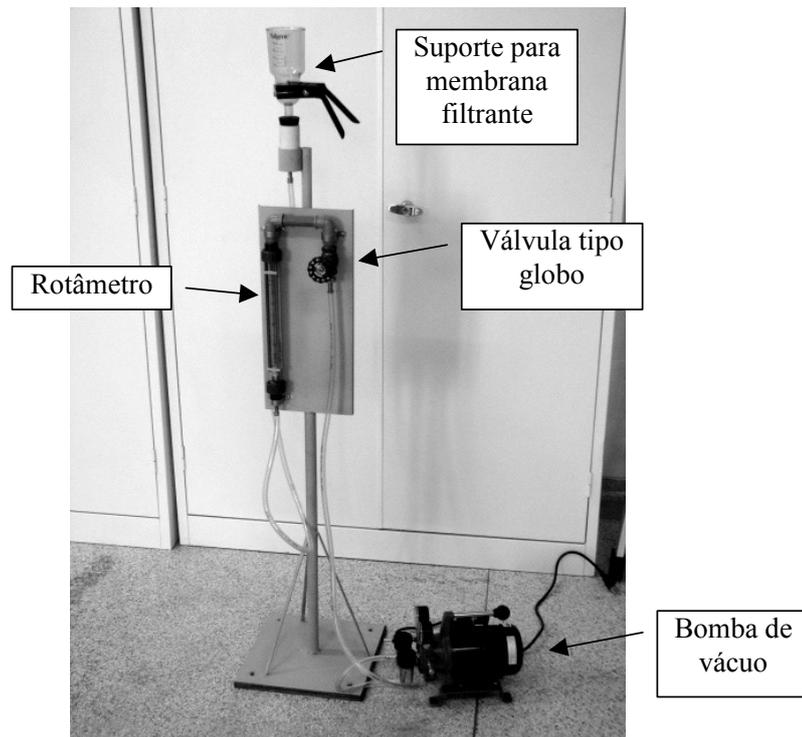


Figura 2. Sistema de filtração para avaliação de bactérias e fungos.

A vazão de ar coletada foi fixada em 600 L/h, ou 10 L/min, e o tempo de coleta foi de 60 minutos para meio seletivo de bactérias e 60 minutos para meio seletivo para crescimento de fungos. Decorrido o tempo de filtração, a membrana filtrante foi retirada do funil suporte, com auxílio de uma pinça esterilizada e depositada em uma placa de Petri com meio de cultura previamente preparado. As placas que continham a coleta com o meio específico para o crescimento bacteriano foram levadas para uma incubadora do tipo estufa por um período de 24 a 48 horas a 37 °C. Decorrido esse período, foi observado o possível aparecimento das colônias formadas e a contagem das mesmas. Já, o meio de cultura que continha meio seletivo para fungos após a coleta foi deixado em cima da bancada do laboratório referido para leitura até 72 horas.

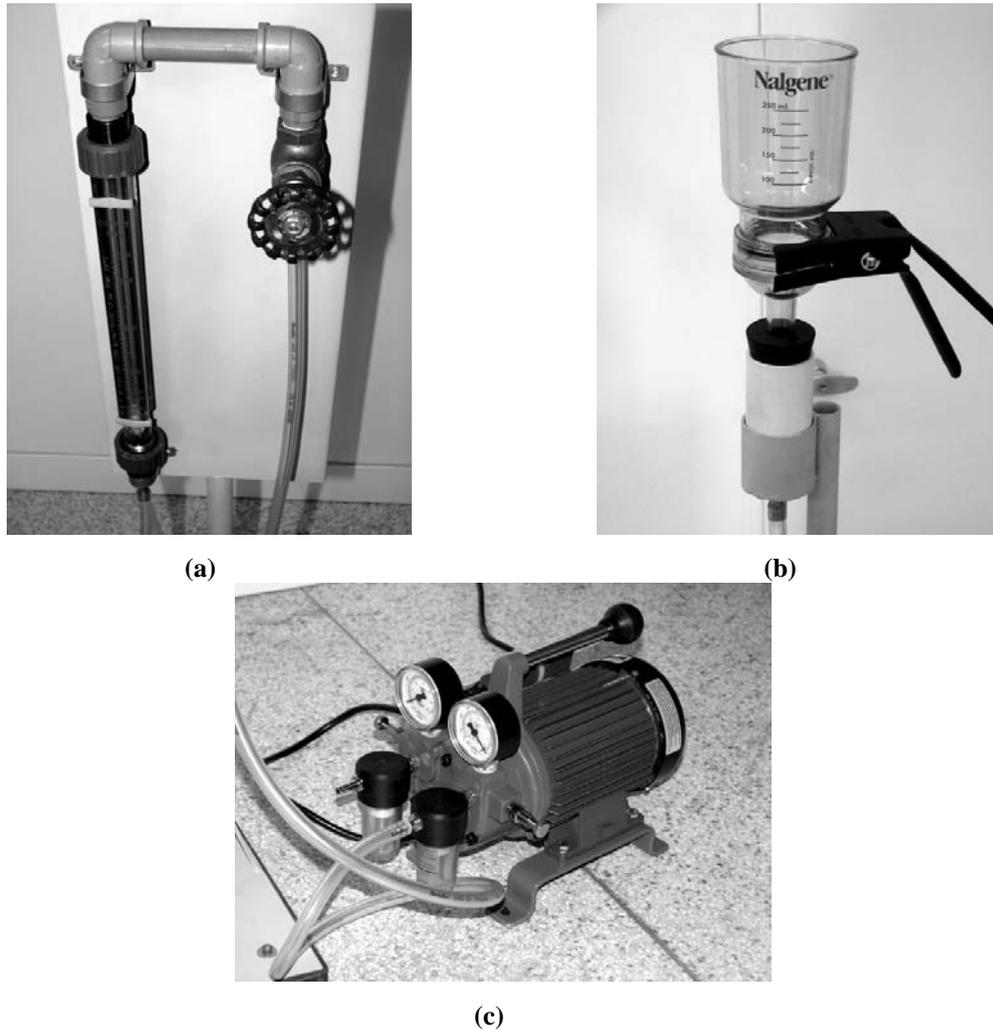


Figura 3. Detalhamento do sistema de filtração empregado: (a) painel com rotâmetro e válvula reguladora; (b) funil com garra para suporte de membrana filtrante em haste regulável; (c) bomba de vácuo.

6.3.2 Concentração de microrganismos

A razão entre o número de colônias formadas na membrana sobre o meio de cultura e o volume de ar coletado na sala cirúrgica fornece o valor da concentração de microrganismos viáveis para cada amostra considerada. Essa unidade é utilizada para comparação com valores recomendados em normas vigentes no país, e sua formulação está disposta de acordo com a Equação 1 a seguir.

$$\text{UFC/m}^3 = \frac{\text{número de colônias observadas}}{[\text{tempo de coleta (h)}] \times [\text{vazão de ar (m}^3/\text{h)}]} \quad [\text{Equação 1}]$$

em que UFC é o número de unidades formadoras de colônias.

Para a determinação da concentração total de microrganismos na amostra de ar coletada, soma-se a concentração de bactérias e fungos, uma vez que cada tipo de microrganismo era cultivado em separado. O valor estabelecido em normas é referente ao material biológico em suspensão, não havendo distinção entre o tipo de microrganismo coletado.

Após esta etapa serão realizadas provas bioquímicas específicas como mencionadas nos itens 6.2.1 a 6.2.6 para qualificação dos microrganismos quantificados.

6.3.3 Material Particulado

A Figura 4 apresenta uma ilustração do contador de partículas, modelo AEROCET 531, da marca Met One.



Figura 4. Contador de material particulado AEROCET 531, da marca Met One.

Este equipamento fornece dois tipos de dados, porém de forma independente: a quantidade de partícula em dois tamanhos (0,5 e 5 μm); concentração, em mg/m^3 , nas frações MP_1 , $\text{MP}_{2,5}$, MP_7 , MP_{10} e material particulado total em suspensão (PTS). Para as amostras em contagem de partículas, ele faz amostragens de um minuto de duração e armazena o valor final com a quantidade de material coletado ao final do período. Já para a análise de concentração de partículas, ele faz uma coleta de dois minutos e, depois de decorrido esse tempo, ele armazena o dado correspondente. Ele é capaz de armazenar uma grande seqüência de valores, o que viabiliza sua utilização durante horas, porém, a apresentação dos resultados é feita para cada intervalo de tempo selecionado, ou seja, para a contagem de partículas em uma hora, há sessenta valores armazenados de minuto em minuto. A concentração de partículas é calculada

por dois fatores, sendo um a contagem de material por meio de um laser espelhado e um algoritmo específico retorna o valor correspondente à concentração, na unidade de mg/m³. Este aparelho possui uma opção para entrada de um termômetro com a finalidade de registrar os valores de temperatura enquanto o experimento é realizado.

6.3.4 Avaliação do perfil de resistência à antimicrobianos de *Staphylococcus aureus* isolados (Bauer – Kirby, 1966)

Esta avaliação foi realizada somente para as colônias de *Staphylococcus aureus* isoladas na segunda etapa do presente trabalho. Foram escolhidas este tipo de bactéria devido a sua importância no controle da infecção cirúrgica.

Os testes de sensibilidade são indicados, com maior frequência, quando se observa que o organismo causador da infecção pertence a uma espécie capaz de demonstrar resistência aos agentes antimicrobianos normalmente usados. Os mecanismos de resistência incluem a produção de enzimas que inativam a droga, a alteração dos alvos de ação da droga e alteração da permeabilidade da membrana externa ou e fluxo da droga (NCCLS, 2003).

O método padronizado recomendado atualmente pelo Subcomitê para Testes de Sensibilidade Antimicrobiana do National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) baseia-se no método descrito originalmente por Bauer et al. (1966). Esse é o método de disco-difusão mais completamente descrito para o qual foram desenvolvidos padrões de interpretação apoiados por dados laboratoriais e clínicos.

Foram selecionadas de três a cinco colônias, isoladas, e apresentando o mesmo tipo morfológico selecionadas da placa de ágar. Os microrganismos foram transferidos para um tubo contendo 4-5mL de caldo de soja tríptica.

Foram incubados cultura a 35° C, até alcançar ou exceder a turbidez de uma solução padrão de McFarland 0,5 (por duas a seis horas).

A turbidez foi ajustada da cultura em crescimento com solução salina estéril de modo a obter uma turbidez óptica comparável à da solução padrão de McFarland a 0,5. Isso resultou numa suspensão contendo aproximadamente de 1 a 2 x 10⁸ UFC/mL de *E. coli* ATCC® 25922. Para realizar esta etapa usará luz suficiente para comparar o inóculo do tubo ao da solução padrão de McFarland a 0,5 utilizando um cartão de fundo branco com linhas contrastantes pretas ao fundo.

A superfície seca da placa de ágar Müeller-Hinton foi inoculada estriando o swab em toda a superfície do ágar. Foi repetido o procedimento espalhando outras duas vezes e girando a placa aproximadamente 60° cada vez, a fim de assegurar a distribuição uniforme do inóculo.

A tampa da placa foi deixada entreaberta por três a cinco minutos, de maneira que qualquer excesso de umidade fosse absorvido antes de se aplicar os discos impregnados de substâncias antimicrobianas.

Um conjunto predeterminado de discos antimicrobianos foi colocado na superfície de uma placa de ágar semeada. Cada disco foi pressionado de encontro à placa, de maneira a assegurar contato completo com a superfície de ágar. Os discos foram aplicados individualmente e distribuídos por igual, de maneira que a distância de centro para centro não excedessem 24 mm. Foram colocados 12 discos, no máximo, numa placa de 150mm. Uma vez que algumas drogas se difundissem quase instantaneamente, o disco não foi reaplicado após ter entrado em contato com a superfície de ágar.

As placas foram invertidas e colocadas numa estufa, a 35° C, até 15 minutos após a aplicação dos discos.

Após 16-18 horas de incubação, foram examinadas as placas. Os halos de inibição resultantes foram uniformemente circulares e houve formação um tapete confluyente de crescimento. Os diâmetros dos halos de inibição total (julgadas a olho nu) foram mensurados, incluindo o diâmetro do disco.

Para classificação de multirresistência foi utilizado gabarito do próprio laboratório fabricante dos discos.

6.3.5 Descrição do método estatístico

Para descrição da amostra foi realizada uma análise descritiva, consistindo basicamente na construção de gráficos (desenho esquemático (box-plots) e gráfico de barras) e na aplicação de métodos qualitativos e quantitativos, para visualização do formato e comparação das distribuições, identificação de pontos atípicos e avaliação da variabilidade dos dados, bem como a quantificação de estatísticas importantes de centralidade dos dados (média, mediana), da variabilidade (desvio padrão, CV: coeficiente de variação) e outras medidas de repartição (Q1: primeiro quartil e Q3: terceiro quartil máximo e mínimo).

Os dados quantitativos foram classificados como sendo: UFC de fungo e bactéria e tempo de cirurgia. As demais variáveis: ar condicionado; tipo de cirurgia; uso do perfurador; uso do raio-x; material de síntese; tipo de material usado; porta; nº de pessoas na sala; tipo de anestesia; sabão e equipe cirúrgica foram classificados como qualitativos.

7.1 Análise descritiva da primeira etapa

De acordo com a metodologia, foram realizadas 10 coletas para análise e verificação dos microrganismos presentes na microbiota aérea do intra-operatório de cirurgias ortopédicas (Tabela 2).

As variáveis observadas durante o processo da coleta foram: ar condicionado; tipo de cirurgia; uso do perfurador; uso do raio-x; material de síntese; tipo de material usado; abertura ou fechamento de porta; número de pessoas na sala; tipo de anestesia; sabão utilizado e equipe cirúrgica.

Após a coleta o material foi encaminhado ao laboratório mencionado no item 6.1 da metodologia.

O tempo médio das cirurgias realizadas foi de aproximadamente 65 minutos e 80% das cirurgias foram classificadas como de média complexidade. O número de pessoas na sala foi em média de 4; 10% das cirurgias encontravam-se com ar condicionado desligado.

Com relação ao procedimento anestésico 100% das cirurgias utilizaram anestesia de menor complexidade; 50% usaram perfurador; 40% utilizaram raio-x; 50% material de síntese sendo que este, pode ser classificado em: 20% foi fio de kischner, 10% parafuso e 20% prótese de quadril e 100% das cirurgias utilizaram sabão PVPI para degermação.

Das diferentes salas utilizadas para coleta, 6 possuíam sistema de ar condicionado convencional e 4 tinham sistema de ventilação central.

Durante as análises microbiológicas, as bactérias que apresentaram crescimento colonial característico em Ágar sal manitol (ASM), crescendo como colônias pequenas de cor amarelada e viragem no meio para ácido, foram submetidas a prova da catalase e coagulase. Para a prova da coagulase submeteram-se aquelas que fermentaram o manitol.

Tabela 2. Variáveis apresentadas durante o período de coleta da primeira etapa

	DATA DA COLETA	INÍCIO E TÉRMINO DA CIRURGIA	INÍCIO E TÉRMINO DA COLETA	SALA	AR	AR	TIPO DE CIRURGIA
COLETA 1	16/01/09	14:00-15:30	14:40-14:55	3	convencional	ligado	correção de fratura patela
COLETA 2	13/02/09	13:55-15:30	14:35-14:50	10	central	desligado	artroplastia de quadril
COLETA 3	19/02/09	14:25-15:10	14:45-15:00	3	convencional	ligado	tenorrafia de mão
COLETA 4	19/02/09	15:20-16:20	16:15-16:30	7	central	ligado	ressecção de tumor do túnel do carpo
COLETA 5	19/02/09	15:40-16:35	16:05-16:20	6	convencional	ligado	fratura de tornozelo
COLETA 6	05/03/09	14:20-16:40	15:00-15:15	6	convencional	ligado	fratura de tornozelo
COLETA 7	05/03/09	14:10-14:50	14:20-14:35	4	convencional	ligado	retirada de placa de quadril
COLETA 8	05/03/09	14:40-15:20	14:40-14:55	7	central	ligado	retirada de cisto de mão
COLETA 9	19/03/09	14:20-16:30	14:30-14:45	5	convencional	ligado	artroplastia de joelho
COLETA 10	19/03/09	17:10-18:30	14:30-14:45	8	central	ligado	artroplastia de quadril

Os fungos foram analisados e classificados em filamentosos e leveduriformes e procedeu-se a quantificação do número de colônias.

Durante a exposição anterior à cirurgia, cerca de 20 % das salas cirúrgicas encontravam-se com a porta aberta. Durante esse intervalo, a circulante de sala procedeu à introdução dos materiais na sala, os que seriam utilizados na cirurgia, gerando aumento do fluxo de pessoas e de material, contribuindo para o aumento do material particulado em suspensão.

Das cirurgias analisadas, apenas a cirurgia correspondente à coleta 4, após a colocação do material a porta permaneceu fechada. O sistema de refrigeração com controle central permaneceu ligado e ninguém entrou até a colocação do paciente. Como observado no gráfico 1, nesta sala houve crescimento fúngico e bacteriano reduzido. Este é um dado importante que sugere boa qualidade aérea da sala cirúrgica do hospital estudado. Dados observados por Andrade (2002), corroboram os detectados no presente trabalho.

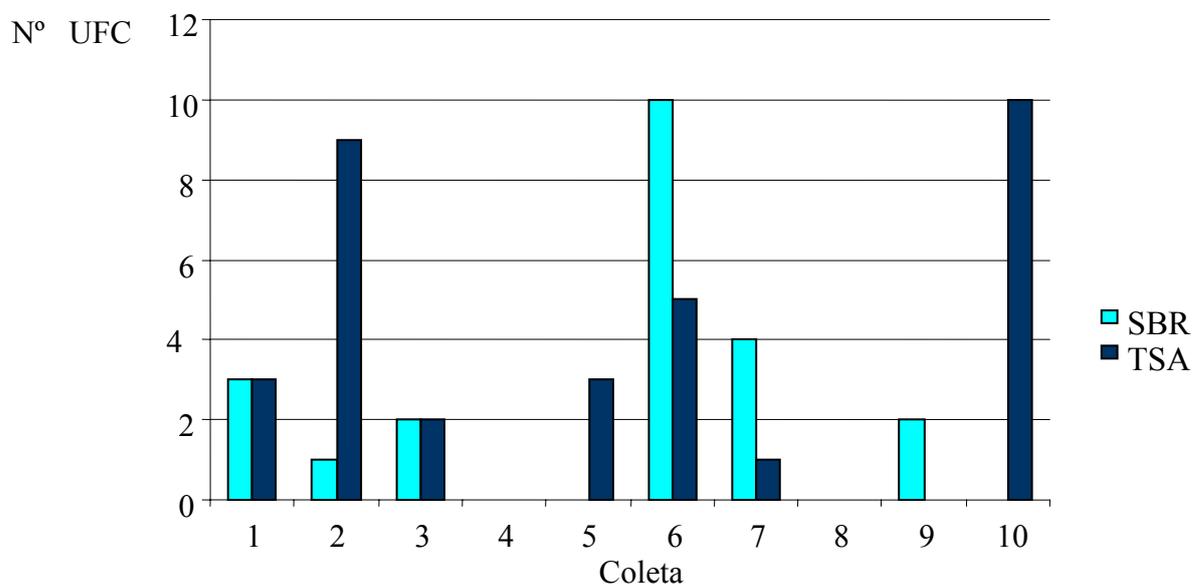


Gráfico 1. Crescimento colonial microbiano mensurado em UFC's de placa de Petri ao ar ambiente anterior à cirurgia

Através do gráfico 1, pode-se observar que o maior número de UFC's foram detectados nas coletas 10 e 6. Na amostra 10, durante a exposição das placas de Petri, a porta encontrava-se aberta e a circulante de sala estava colocando os materiais a serem utilizados. Outro fato relevante verificado era que o ar-condicionado do tipo central estava ligado, contribuindo com a geração de partículas em suspensão neste ambiente. Nesta mesma amostra, o maior número microbiano detectado foi de organismos bacterianos enquanto na amostra seis, houve predominância de fungos filamentosos e leveduriformes. A amostra cinco apresentou condições similares. A presença exclusiva de bactérias nas amostras 10 e 5 pode ser explicada, provavelmente, pela maior circulação observada de materiais e pessoas. A microbiota bacteriana detectada nesta amostra, provavelmente, foi transitória, sendo influenciada pelas características mencionadas. Burke (2003), estudando o controle de infecção e segurança de pacientes verificou fatos similares.

A amostra 9 apresentou apenas crescimento fúngico. As condições da sala de cirurgia como porta fechada e ar condicionado desligado colaboraram, provavelmente, para a presença da microbiota permanente. Dados apresentados por Carmo et al., (2007), são similares aos apresentados no presente trabalho.

Nas amostras 8 e 4 não foi detectado crescimento microbiano aparente, sugerindo um bom procedimento adotado durante o preparo do ato cirúrgico. Cataneo et al. (2004), demonstraram a importância do preparo da equipe cirúrgica e enfatizaram a

necessidade do controle da contaminação ambiental. Estes dados apresentados são fundamentados nas observações obtidas no presente trabalho.

Nas exposições realizadas durante o intra-operatório, verificou-se que 70% das salas encontravam-se com as portas abertas. Também verificou-se que 100% das pessoas que faziam parte do ato cirúrgico ou que estavam presentes na sala, faziam uso de máscara de procedimento cobrindo nariz e boca. Observou-se ainda que 30% destas salas estavam com ar-condicionado desligado.

No Gráfico 2, observa-se a microbiota fúngica e bacteriana detectadas durante a exposição ao intra-operatório.

A partir do gráfico 2, verificou-se na coleta 3, a presença de 7 UFC's para bactérias e ausência de fungos. As amostras 5, 7, 8 e 9 apresentaram apenas crescimento bacteriano e a amostra 4 não apresentou crescimento microbiano. Durante esta coleta, a porta encontrava-se fechada e ar-condicionado regulado por sistema central estava ligado. Estes dados sugerem uma maior averiguação das variáveis que podem interferir no controle do material gerado por movimentos circulatórios na sala. Os dados do presente trabalho, são parcialmente similares aos observados por Centurion et al. (2001).

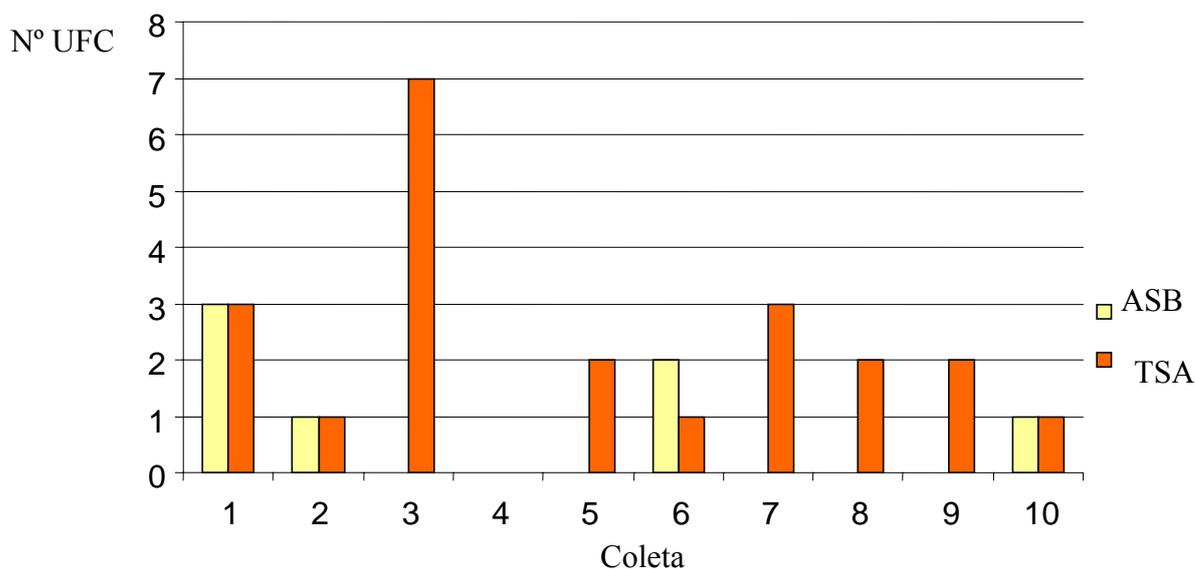


Gráfico 2. Crescimento fúngico e bacteriano detectados durante a exposição de placas de Petri durante o intra-operatório

De acordo com o gráfico 3, a maioria dos fungos isolados foram filamentosos e apenas 31% das ocorrências foram classificados como leveduriformes. Este resultado deve-se,

provavelmente, ao mecanismo de reprodução dos fungos filamentosos que são mais adaptados ao transporte dos esporos pelo ar (CUCÉ et al., 1993) e apresentam maior resistência à baixa disposição nutricional e umidade relativa (SOUZA et al., 2005).

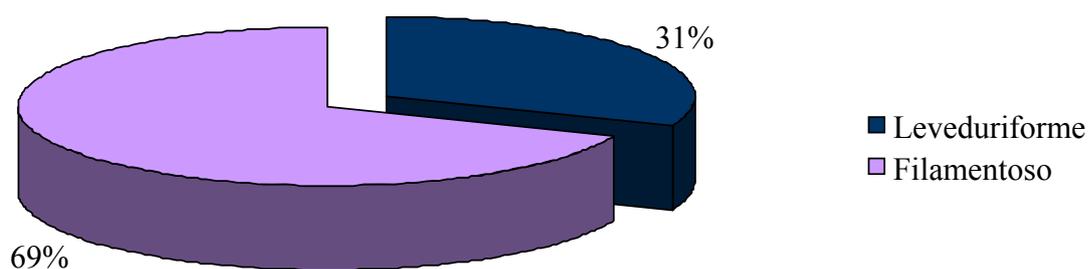


Gráfico 3. Distribuição Percentual de Fungos em Unidade de Centro Cirúrgico

Os fungos são organismos com ampla distribuição na natureza como o ar, água, solo, plantas, animais, alimentos (SOUZA et al., 2005), incluindo o ambiente hospitalar, onde é freqüente a presença de microrganismos potencialmente causadores de infecções hospitalares, principalmente em pacientes debilitados, idosos e crianças (CARMO et al., 2007).

Segundo Carmo et al. (2007), a transmissão de microrganismos pelo ar é uma fonte importante de infecções hospitalares. No presente trabalho, observou-se uma incidência relativamente elevada de fungos no ambiente aéreo hospitalar estudado. Sabe-se que o tratamento das infecções em pacientes imunodeprimidos é difícil e que nestes pacientes as infecções são geralmente fatais. A prevenção é a melhor medida de controle e o conhecimento da epidemiologia do ambiente hospitalar é crucial no desenvolvimento de estratégias preventivas.

Na etapa seguinte, 16 colônias bacterianas foram submetidas a coloração de Gram. A escolha das colônias teve como critério de exclusão as características fenotípicas e morfológicas. Observou-se que 93,75% das amostras eram Gram positivos e 6,25% foram Gram negativas. A análise fenotípica das 16 colônias permitiu a identificação de 15 destas como cocos Gram positivos, com arranjo em cacho de uva, coagulase e catalase positivos, sugerindo *Staphylococcus aureus* (Figura 7). Estas identificações são importantes, uma vez

que os cocos são microrganismos capazes de ocasionar infecções por multiplicação local e sistêmica (KONEMAN, 2001). A lâmina que apresentou coloração Gram negativa foi obtida da coleta 8 e análise morfológica revelou que o microrganismo apresentou-se isolado na forma de pequenos bacilos.

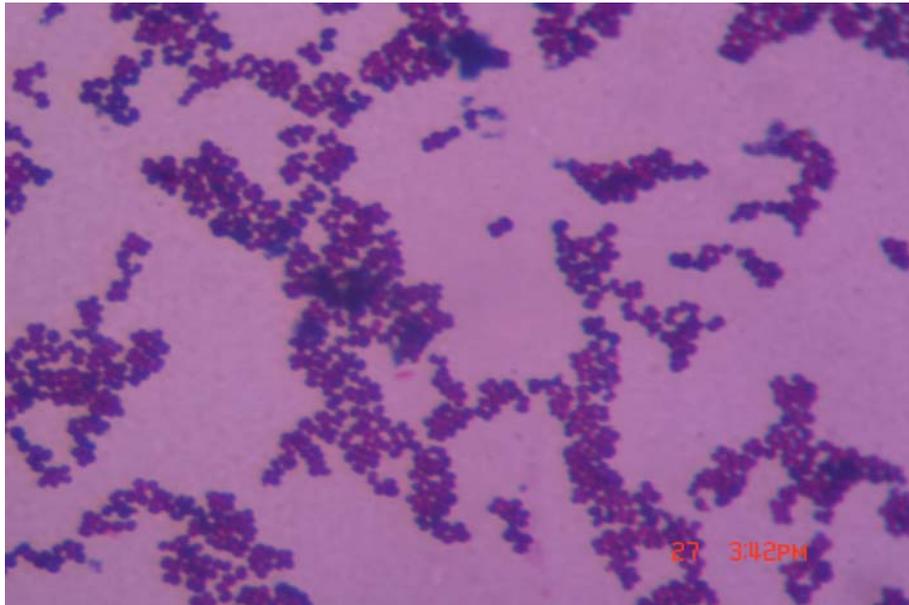


Figura 5. Coloração de Gram obtida a partir de microrganismos da coleta 3 (TSA2C4)

Staphylococcus spp. são geralmente encontrados na pele e em mucosas do homem e animais. Espécies como *S. epidermidis* e *S. saprophyticus*, *S. aureus* coagulase-negativas, são encontradas com frequência em infecções humanas (KONEMAN, 2001).

Das 15 colônias que apresentaram crescimento em ASM, 100% apresentaram catalase positiva. Esta prova segundo KONEMAN (2001), pode ser considerada uma das maneiras mais eficazes para diferenciar *Staphylococcus* patogênicos.

Um outro procedimento bioquímico direto para a identificação preliminar de bactérias pode ser o teste da coagulase (Figuras 6 e 7). Para a realização desta etapa foi utilizado plasma de coelho e escolhidas 15 colônias típicas.

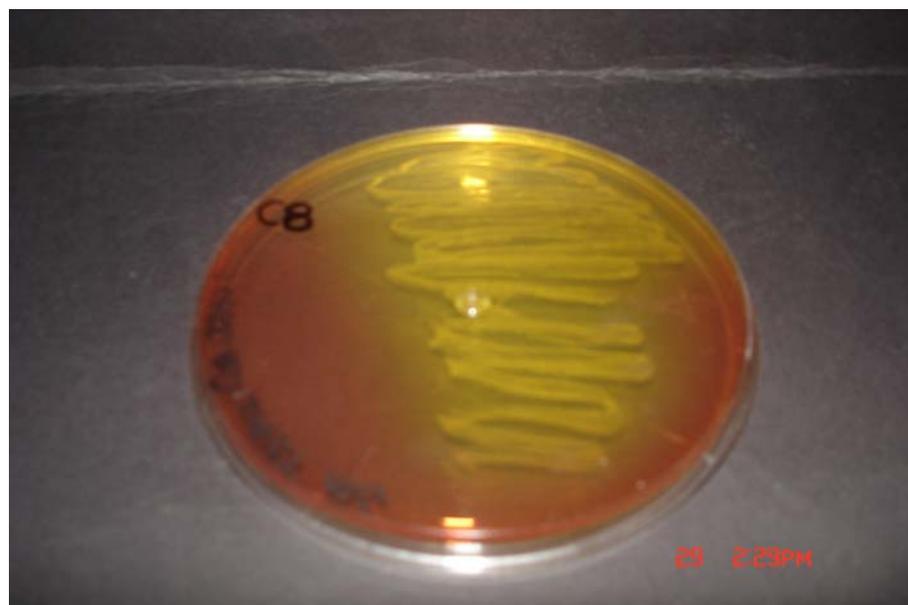


Figura 6. Crescimento de colônias TSA2C8 (coleta 1) em ASM



Figura 7. Crescimento de colônias TSA2C4 (coleta 3) em ASM

De acordo com o observado e os testes realizados, das 15 colônias típicas isoladas, 13 produziram coagulase (Figuras 6 e 7) e 2 foram coagulase negativas. Estes achados são importantes dados neste trabalho, podendo indicar possíveis patógenos com potencial para colonizar e ocasionar doenças no âmbito hospitalar. Nossos dados são coincidentes com estudos conduzidos por GEHANNO et al., (2009). Estes autores

demonstraram que a maior parte de pacientes apresentando infecção ou colonização por *Staphylococcus* em hospitais são importantes agentes envolvidos em sua disseminação. Nossos resultados apresentados enfatizam a necessidade de se desenvolverem estudos neste âmbito, principalmente para se prevenir infecções hospitalares.

Antigamente *Staphylococcus* coagulase-negativos eram considerados contaminantes de pouca importância clínica. Hoje, sabe-se que pode estar relacionado a casos de osteomielite associada com prótese ou com traumatismo (KONEMAM, 2001).

A principal causadora das ISC pode ser considerada o *Staphylococcus aureus*. Esta bactéria é um importante agente colonizador da pele. É importante salientar que, uma vez que a erradicação pela assepsia não é viável, à medida que a operação se prolonga, há um aumento de concentração de bactérias e a partir da descamação da pele, acaba por atingir tecidos lesados pela manipulação cirúrgica (RODRIGUES, 1997). Outro dado importante é apresentado por SHOOMORI *et al.* citado por RODRIGUES (2005). Estes autores ressaltam a importância dos surtos epidêmicos incluindo cepas de *S. aureus* meticilina resistentes intimamente relacionados com a transmissão através do ar.

Na Figura 8 observa-se em Ágar Verde Brillante (AVB), o crescimento de colônias sugestivas de *Salmonella-Shigella*. O AVB é um meio seletivo (DIFCO, 1984) para o crescimento do grupo *Salmonella-Shigella*. A detecção destes microrganismos é relevante, pois os mesmos podem estar envolvidos em surtos de doenças (SOUSA, 2008a; SOUSA, 2008b) de importância em Saúde Pública.



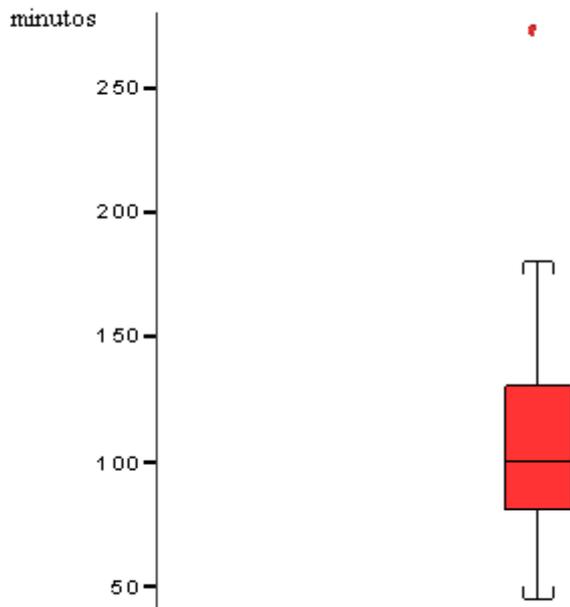
Figura 8. Crescimento microbiano em TSA2C1 (coleta 8) em AVB

7.2 Análise da segunda etapa

Para realização da segunda etapa, mantiveram-se os mesmos critérios avaliados no Apêndice A, bem como as variáveis avaliadas durante as coletas (cada coleta correspondeu a um procedimento cirúrgico), além disso, foram utilizados os métodos descritos no item 6, a utilização do aparelho de filtração do ar (Figura 2) e do medidor do material particulado em suspensão (Figura 4).

7.2.1 Descrição das amostras quanto ao tempo de cirurgia

Foram registrados o tempo de início e término das cirurgias. Para todas as coletas padronizou-se o tempo máximo de 2 horas. O tempo médio das cirurgias ficou registrado em 117,5 minutos, com desvio padrão de 65,54 minutos e coeficiente de variação de 55,78%. As amplitudes do mesmo foram observadas entre 45 e 270 minutos (Desenho 1).



Desenho 1 – Análise da mediana do tempo de cirurgia

Conforme observado no desenho esquemático 1 o tempo de realização das cirurgias, como era esperado, ficou em torno da mediana (117,5 minutos) porém, apresentou um ponto discrepante de 270 minutos. A constatação deste ponto discrepante demonstrou que essa cirurgia foi mais complexa. Esta complexidade pode ter ocorrido, provavelmente, devido

a gravidade das condições clínicas do paciente, dificultando a estabilização das fraturas por parte da equipe cirúrgica.

Além disso, observou-se que os valores do Q1 e do Q3, correspondendo a 25% do tempo de cirurgia foram de 75 minutos. Observou-se também que 25% do tempo das cirurgias foram superiores a 142,5 minutos.

As cirurgias mais prolongadas resultam em maior dissecação de tecidos, maior potencial para hipotermia do paciente e maior exposição da ferida à microrganismos. Uma cirurgia pode ser considerada prolongada quando a sua duração for superior a 75% em comparação com outros procedimentos semelhantes (LACERDA, 2003). Esses dados observados em literatura são consistentes com os detectados no presente trabalho.

Para que o hospital em questão tenha parâmetros do tempo de cirurgias de suas equipes sugere-se que os mesmos sejam acompanhados de forma regular com intuito de um controle efetivo.

7.2.2 Descrição da amostra quanto às unidades formadoras de colônias (UFC) por metro cúbico (m³) para bactérias e fungos

Nas 10 amostras realizadas na segunda etapa (Tabela 2), as UFC's de bactérias apresentaram média 97,80% por m³, desvio padrão de 51,60% e coeficiente de variação de 52,75%. As amplitudes das UFC's estavam entre 21 e 178/m³.

Os valores do Q1 e do Q3, foram de 62,80 UFC/m³ e 144,80 UFC/m³.

Com relação as UFC's de fungos (Tabela 2), observa-se que a média das UFC's por m³ dos fungos ficou em 72,20, desvio padrão de 32,70 e o coeficiente de variação 49,85 UFC/m³.

Com relação a posição do Q1 e do Q3, observou-se um total de 95,5 UFC/m³.

Tabela 3. Análise do tempo de cirurgia e total de UFC's de bactérias e fungos detectados

VARIÁVEIS	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	CV	MÍN.	MÁX.	Q1	MEDIANA	Q3
INICIO E TÉRMINO DA CIRURGIA	10	117,50	65,54	55,78	45,0	270,0	75,00	100,00	142,50
UFC's BACTÉRIAS	10	97,80	51,60	52,75	21,0	178,0	62,80	87,50	144,80
UFC's FUNGOS	10	72,20	33,70	49,85	3,0	125,0	56,50	69,50	95,50

A presença de bioaerossóis foi avaliada em estudo realizado por Pereira (2005). Este autor constatou que, em um centro cirúrgico, durante o desenvolvimento de cirurgias ortopédicas, detectaram-se 286 UFC/m³. Através da tabela 3, observa-se que o hospital avaliado no presente estudo, apresenta uma média menor do que o estudo realizado por Pereira (2005), constatando-se, assim, uma boa qualidade do ar.

Dentre os ambientes hospitalares, a verificação da qualidade do ar em salas cirúrgicas merece destaque, uma vez que a taxa de contaminação do sítio cirúrgico pode estar relacionada com o tipo de ventilação dessas salas (FRIBERG et al., 1999) e os níveis referenciais considerados seguros não aparecem de forma clara na literatura.

7.2.3 Processo de classificação das colônias fúngicas

Dentre as colônias fúngicas identificadas e quantificadas em UFC's durante o processo observou-se que 100% delas apresentavam-se sob a forma de filamentos.

As infecções fúngicas de origem hospitalar passaram a ser de grande importância nos últimos anos, pelo seu aumento progressivo e pelas elevadas taxas de morbidade e mortalidade. Muitas dessas infecções são de origem endógena e outras podem também ser adquiridas por via exógena, pelas mãos dos trabalhadores da área da saúde, infusos contaminados, biomateriais e fontes inanimadas ambientais. O monitoramento de

bioaerossóis, da microbiota das áreas adjacentes e mãos dos profissionais de saúde, pode fornecer informações epidemiológicas de microrganismos relacionados a infecções nosocomiais (COLOMBO, 2000).

7.2.4 Identificação microbiológica das colônias bacterianas isoladas

Das 10 coletas realizadas foram isoladas 16 colônias bacterianas que foram identificadas de acordo com a metodologia proposta. Estas colônias isoladas foram classificadas de acordo com suas características fenotípicas. Observou-se que 12 eram cocos Gram positivos (Figura 9) e 4 eram bacilos Gram negativos.

Dos isolados Gram positivos, após realização de testes bioquímicos, 8 colônias foram confirmadas como *Staphylococcus* spp. e 4 como *Staphylococcus aureus*. No Gráfico 4, observa-se a distribuição de *Staphylococcus* isolados.

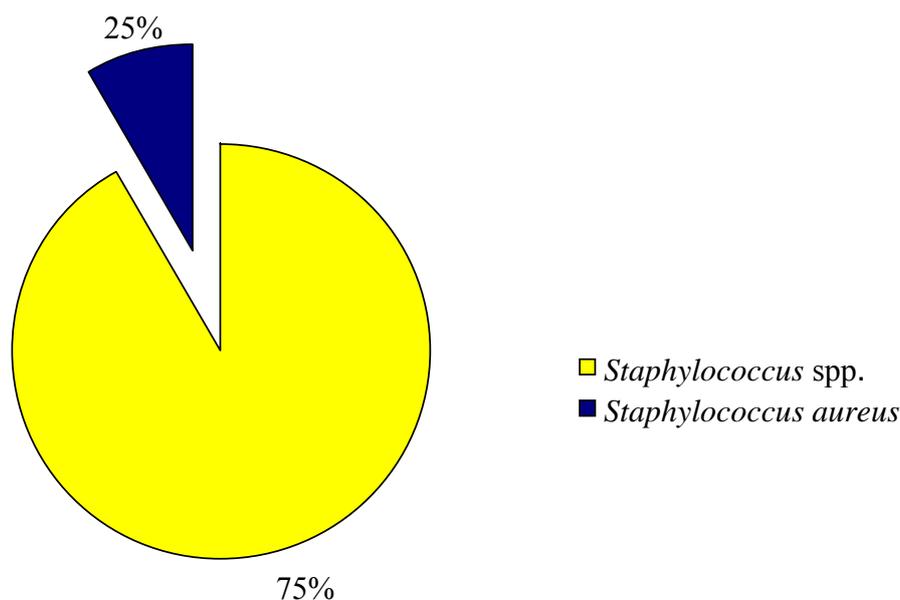


Gráfico 4. Identificação da variedade de bactérias isoladas

A identificação de 25% do *Staphylococcus aureus* pode ser considerado um dado relevante devido a virulência desta bactéria e a sua importância no controle de ISC.

O portador nasal de *S. aureus* representa um desafio para as instituições de saúde (SHOOMORI et al., 2001). *Staphylococcus aureus*, como microrganismo potencialmente patogênico, pode ser encontrado em várias partes do corpo tais como fossas nasais, mãos, garganta, intestino, podendo ser transmitido de pessoa para pessoa (infecção cruzada), através do contato indireto (via aérea) ou por contato direto, estando esta

transferência na dependência da presença de uma fonte (doentes ou portadores). A colonização não é uniforme e distribui-se pelas diferentes partes do organismo que estão em contato com o meio externo, principalmente pele e mucosas (TRABULSI (b), 1989).

Aproximadamente 50% de todas as infecções de prótese de quadril são causadas por *Staphylococcus* igualmente divididos entre o *Staphylococcus aureus* e o *Staphylococcus epidermidis*. Os outros 50% das infecções são causadas por *Streptococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter* e outros (RODRIGUES, 2001).

Esta análise da literatura corrobora com estudo realizado por Ercole (2002) em que a autora analisou infecção de sítio cirúrgico em pacientes submetidos a artroplastias de quadril, concluindo que os microrganismos isolados de forma predominante nas culturas das feridas cirúrgicas foi o *Staphylococcus aureus*. Este foi isolado em 73 % das culturas realizadas, seguido do *Staphylococcus epidermidis*, isolado em 20 % culturas.

Resultados obtidos por Ercole (2002) condizem com a importância dos dados detectados neste trabalho uma vez que 75% das bactérias isoladas pertencem ao gênero *Staphylococcus* spp. Este dado é sugestivo da provável relação deste gênero bacteriano com a rota da contaminação aérea da sala cirúrgica.



Figura 9. Crescimento microbiano em TSA8C2 (coleta 8) em ASM

Com relação aos Gram negativos, 100% foram identificados como *Shigella*. Em estudo realizado por Lima (2001), em pacientes submetidos a artroplastia total de quadril, ressaltou-se a elevada ocorrência de bacilos Gram negativos como agentes etiológicos de

infecções superficiais e profundas pós artroplastias. No presente estudo, bactérias Gram negativas podem ser avaliadas através do crescimento na figura 10.



Figura 10. Crescimento microbiano em TSA4C1 (coleta 4) em AVB

As infecções por esses microrganismos podem originar-se de reservatório animal, ou de portador humano, ou por disseminação endógena em indivíduos suscetíveis (GOMES, 2001). A maioria das manifestações tóxicas das infecções pelas enterobactérias, como febre, trombocitopenia, coagulação intravascular disseminada, choque, morte; é devido à endotoxina, comum a todas as bactérias Gram-negativas, que é liberada pela lise celular (Murray et al., 1992e; Guimarães, 1999).

A presença de *Shigella* spp. na rota aérea é intrigante, uma vez que esta bactéria não é comumente encontrada no ar. No entanto, as portas das salas cirúrgicas encontravam-se no mesmo corredor de entrada dos vestiários com sanitários, e algumas vezes as portas dos mesmos encontravam-se abertas. Estas bactérias podem ter sido dispersadas como material particulado através do acionamento da descarga do vaso sanitário. Outro fator que pode explicar, provavelmente, a presença da bactéria é o período no qual foram realizados os experimentos. Em períodos diurnos, observou-se um aumento da concentração microbiana.

Microrganismos veiculados pelo ar (Hameed et al., 2009) atingem concentrações maiores durante o dia, e diminuem gradualmente no período noturno. No presente trabalho, as cirurgias foram realizadas no período da tarde, tendo-se detectado o maior número microbiano, quando havia uma maior movimentação na sala cirúrgica. Este

fato pode explicar a presença da bactéria associada ao material particulado. Estas observações são consistentes com as observadas por Hameed et al., (2009).

Atualmente, dados da literatura (BERNARDS et al., 1998; WAN et al., 2004) demonstram que além destes microrganismos avaliados vários outros podem ser transmitidos por aerossóis. *Staphylococcus aureus* metilina resistente, *Pseudomonas aeruginosa* e *Mycobacterium tuberculosis* estão entre as espécies descritas como responsáveis por surtos hospitalares relacionados à contaminação ambiental Estes dados da literatura reforçam a relevância dos resultados obtidos no presente estudo.

Pereira (2005) após análise de bioaerossóis constatou a presença de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus schleiferi*, *Staphylococcus hyicus* e *Pseudomonas aeruginosa*. Humphreys (1992), relatou que a infecção por *Staphylococcus aureus* adquirida em salas de operação pode ser prevenida em parte, melhorando a qualidade biológica do ar durante as cirurgias.

Outro estudo que avaliou a condição da microbiota ambiental nos hospitais de Uberlândia (SILVA (c), 2002) obteve-se como resultado da avaliação a presença de 54% das bactérias isoladas como sendo do gênero *Staphylococcus* spp.

7.2.5 Análise das variáveis

Como descrito anteriormente na metodologia e no apêndice A, as variáveis foram previamente selecionadas e nas 10 cirurgias acompanhadas (Tabela 4) pode-se verificar que em 70% destas, a porta encontrava-se fechada e 50% estava com ar condicionado desligado.

Tabela 4. Variáveis apresentadas durante o período de coleta da segunda etapa

	DATA DA COLETA	INÍCIO E TÉRMINO DA CIRURGIA	INÍCIO E TÉRMINO DA COLETA	SALA	AR	AR	TIPO DE CIRURGIA
COLETA 1	03/06/09	14:00-15:40	13:30-15:30	4	convencional	desligado	correção de fratura acrômio-clavicular
COLETA 2	24/06/09	14:17-17:10	13:22-15:22	4	convencional	desligado	correção de fratura de ombro e tornozelo
COLETA 3	01/07/09	14:15-17:00	13:22-15:22	5	convencional	desligado	correção fratura de fêmur
COLETA 4	08/07/09	14:20-18:50	13:26-15:26	4	convencional	ligado	correção fratura de fêmur
COLETA 5	14/07/09	14:20-15:40	13:26-15:26	4	convencional	ligado	correção fratura de tíbia
COLETA 6	15/07/09	15:00-16:40	13:27-15:27	4	convencional	desligado	correção fratura de tíbia
COLETA 7	28/07/09	14:00-16:10	13:25-15:25	5	convencional	desligado	correção fratura de fêmur
COLETA 8	29/07/09	15:00-16:00	13:17-15:17	3	convencional	ligado	correção fratura de patela
COLETA 9	03/08/09	15:00-17:00	13:35-15:35	3	convencional	ligado	prótese de quadril
COLETA 10	03/08/09	15:30-17:00	15:55-17:25	5	convencional	ligado	correção de fratura de mão e punho

Para minimizar o risco de infecção no sítio cirúrgico, Centurion et al (2001), recomendaram que os contaminantes do ar devem ser impedidos de se dispersar, além de ser necessário obter uma remoção imediata, quando de sua geração.

As cirurgias foram classificadas em moderadas e complexas e as moderadas apresentaram-se em 50% dos casos. O que condiz com o tipo de anestesia em que 80% foram classificadas como de menor complexidade (Tabela 5).

O material de síntese foi utilizado em 90% das cirurgias e 70% destes correspondiam a placa e parafuso. Devido ao fato da grande porcentagem deste tipo de material utilizado faz-se necessário o uso de raio-x e perfurador que estavam presentes em 90 e 70%, respectivamente.

Cirurgias ortopédicas requerem o uso de equipamentos para a perfuração óssea. Os perfuradores específicos para uso médico cirúrgico, em geral, são passíveis de limpeza adequada para garantir o processo de esterilização, no entanto, hospitais brasileiros utilizam furadeiras elétricas de uso doméstico para cirurgias ortopédicas. Esse equipamento possui aberturas para a ventilação do motor, pelas quais há risco de contaminação por sangue e resíduos. Considerando que a limpeza posterior ao uso cirúrgico, é realizada externamente devido a impossibilidade de imersão do equipamento em solução detergente, o material orgânico permanece na parte interna e pode dificultar a esterilização. Dessa forma, quando a furadeira elétrica for acionada na sala de cirurgia haverá risco de gerar aerossóis contaminados e a possibilidade de contaminar o campo operatório (GOVEIA et al, 2007).

Apesar do uso de furadeiras elétricas na prática cirúrgica ortopédica nos hospitais brasileiros ser comum, não há pesquisas avaliando os riscos de utilização das mesmas em cirurgias ortopédicas, nem há comprovação da esterilização desses equipamentos, uma vez que pode haver contaminação interna com sangue (GOUVEIA et al; 2009).

Com relação ao número de pessoas na sala, em estudos realizados por Gosden et al. e Ritter (1998; 1999), demonstram que as bactérias em partículas aéreas em salas de operação dependem exclusivamente do número de pessoas na sala e de sua atividade, sendo que 98% das bactérias encontradas na ferida operatória podem ter sua origem no ar ambiente.

A lavagem das mãos pode ser tradicionalmente considerada um elemento chave na prevenção de colonização de doenças adquiridas no hospital e geralmente é causada pela microbiota transitória (HERRUZO et al., 2009). A presença de microrganismos transitórios albergados nas mãos da equipe de saúde pode ser transferida, por contato, tornando-se parte da microbiota aérea das salas cirúrgicas. As mãos, via geral, podem influenciar a microbiota aérea, e uma das formas de prevenir a ocorrência de infecções hospitalares é a lavagem e uso de soluções (MACDONALD et al, 2004; GOPAL-HAL et al., 2002) microbiostáticas e/ou bactericidas eficazes. Esta prática pode contribuir para reduzir tanto a transmissão de microrganismos antibiótico-resistentes e o número de infecções adquiridas no âmbito hospitalar. Os resultados esperados a partir da lavagem das mãos é a minimização numérica através da remoção a partir das mãos e de outros sítios.

Tabela 5. Frequência relativa das variáveis em relação aos procedimentos cirúrgicos e sua porcentagem de ocorrência

VARIÁVEIS		FREQÜÊNCIA	PORCENTAGEM %	FREQÜÊNCIA ACUMULADA %
AR CONDICIONADO	Desligado	5	50,0	50,0
	Ligado	5	50,0	100,0
TIPO CIRURGIA	Complexa	5	50,0	50%
	Moderada	5	50,0	50%
USO PERFURADOR	Não	3	30,0	30,0
	Sim	7	70,0	100,0
USO RAIOS-X	Não	1	10,0	10,0
	Sim	9	90,0	100,0
MATERIAL SÍNTESE	Não	1	10,0	10,0
	Sim	9	90,0	100,0
TIPO MATERIAL USADO	Placa e Parafuso	7	70,0	70,0
	Prótese Quadril	2	20,0	90,0
	Não utilizou	1	10,0	100,0
PORTA	Fechada	7	70,0	70,0
	Aberta	3	30,0	100,0
Nº PESSOAS NA SALA	Menor ou igual a 4 Pessoas	7	70,0	70,0
	Maior que 4 pessoas	3	30,0	100,0
TIPO ANESTESIA	Maior Complexidade	2	20,0	20,0
	Menor Complexidade	8	80,0	100,0
SABÃO	Clorexidine	1	10,0	10,0
	PVPI	9	90,0	100,0
EQUIPE MÉDICA	1	3	30,0	30,0
	2	1	10,0	40,0
	3	1	10,0	50,0
	4	1	10,0	60,0
	5	1	10,0	70,0
	6	1	10,0	80,0
	7	1	10,0	90,0
	8	1	10,0	100,0

Durante o processo de identificação foram detectadas 3 espécies bacterianas: i) *Staphylococcus* spp.; ii) *Staphylococcus aureus* e iii) *Shigella*. Estas foram agrupadas pela ocorrência nas diferentes coletas que correspondiam as cirurgias analisadas, ou seja, em 5 cirurgias (Tabela 6) obteve-se a ocorrência de uma 1 (50%) variedade bacteriana; em 4 cirurgias 2 (40%) variedades e em 1 cirurgia observou-se 3 variedades (10%).

Tabela 6. Número de espécies de bactérias identificadas em relação as variáveis

VARIÁVEIS		NÚMERO DE ESPÉCIES BACTERIANAS IDENTIFICADAS					
		1		2		3	
		Cirurgia	Linha %	Cirurgia	Linha %	Cirurgia	Linha %
		5	50,0	4	40,0	1	10,0
AR CONDICIONADO	Desligado	3	60,0	1	20,0	1	20,0
	Ligado	2	40,0	3	60,0	0	0
TIPO CIRURGIA	Moderada	2	40,0	3	60,0	0	0
	Complexa	3	60,0	1	20,0	1	20,0
USO PERFURADOR	Não	1	33,3	2	66,7	0	0
	Sim	4	57,1	2	28,6	1	14,3
USO RAIOS-X	Não	0	0	1	100,0	0	0
	Sim	5	55,6	3	33,3	1	11,1
MATERIAL SÍNTESE	Não	0	0	1	100,0	0	0
	Sim	5	55,6	3	33,3	1	11,1
TIPO MATERIAL USADO	Placa e	4	57,1	2	28,6	1	14,3
	Parafuso						
	Prótese	1	50,0	1	50,0	0	0
	Quadril						
	Não utilizou	0	0	1	100,0	0	0
PORTA	Fechada	5	71,4	2	28,6	0	0
	Aberta	0	0	2	66,7	1	33,3
Nº PESSOAS NA SALA	Menor ou igual a 4 Pessoas	3	42,9	4	57,1	0	0
	Maior que 4 pessoas	2	66,7	0	0	1	33,3
TIPO ANESTESIA	Menor Complexidade	3	37,5	4	50	1	12,5
	Maior Complexidade	2	100	0	0	0	0
ANTIBIÓTICO	Sim	5	50,0	4	40,0	1	10,0
SABÃO	Clorexidine	1	100,0	0	0	0	0
	PVPI	4	44,4	4	44,4	1	11,1
EQUIPE MÉDICA	Apenas em uma cirurgia	3	42,9	3	42,9	1	14,3
	Mais de uma cirurgia	2	66,7	1	33,3	0	0

Os resultados indicaram que 3 (60%) das cirurgias em que o ar condicionado estava desligado, observou-se a incidência de 1 variedade bacteriana. Com o ar condicionado ligado em 3 (60%) cirurgias, houve a incidência de 2 espécies. Estes dados sugerem que quando o ar condicionado estava ligado, houve um aumento da variedade de espécies isoladas.

Segundo Eickoff (1994), o ar condicionado é contaminado por partículas, poeira ou filtros colonizados por microrganismos, uma vez que estas partículas são geradas por hospedeiros animados que afetam, principalmente, indivíduos imunocomprometidos. As

bactérias e os fungos disseminados são capazes de sobreviver em ambientes com baixa umidade relativa por longos períodos.

A NBR 7256 (ABNT, 1982), preconiza que as instalações de ar condicionado em unidades médicos-assistenciais devem proporcionar controle de temperatura, de umidade relativa, de movimentação, do grau de pureza do ar, da porcentagem e do volume de renovação do ar e ter nível de ruído admissível (BRASIL, 1994).

O hospital analisado possui serviço especializado para manutenção dos aparelhos de refrigeração. A troca dos filtros é feita a cada 6 meses ou de acordo com a necessidade apresentada. Os aparelhos convencionais serão substituídos por uma ventilação central após a reforma.

A rota da contaminação aérea da ferida operatória pode ser sumarizada da seguinte forma: pessoas se movimentam e conversam por toda a sala de operação; ocorre liberação de partículas (gotículas, aerossóis, fragmentos de pele e fragmentos de pêlos), que, por sua vez, ficam em suspensão no ar. Estas se depositam diretamente na ferida operatória (contaminação direta) ou nas superfícies onde estão o instrumental e prótese a serem utilizados, bem como nas luvas dos cirurgiões, chegando, assim, indiretamente até a ferida (GOSDEN et al, 1998; DHARAN & PITTET, 2002; OWERS et al., 2004).

Lacerda (2003) referiu que, nos últimos anos, o ar condicionado do centro cirúrgico tem sido amplamente utilizado e considerado como uma das principais medidas para controlar e reduzir a população microbiana do ar ambiente, levando os projetos mais recentes de construção de áreas críticas a eliminarem janelas e a renovarem naturalmente o ar.

Com relação a complexidade da cirurgia e a diversidade de espécies encontradas observa-se que: 3 cirurgias foram classificadas como complexas, havendo a ocorrência de uma espécie. Se comparada as cirurgias classificadas em moderadas a ocorrência espécies é menor (2 espécies), remetendo os resultados a uma indagação em que as cirurgias mais complexas os profissionais se cercam de maiores cuidados durante a execução dos procedimentos.

O resultado apresentado com relação ao tipo de cirurgia corrobora com o número de pessoas na sala cirúrgica. O aumento no número de pessoas na sala gerou um aumento de material particulado em suspensão e, conseqüentemente, um aumento na variedade microbiana.

Através da tabela 4, pode-se atentar para o uso de perfurador, raio-x e material de síntese. Estes são, na maioria das vezes, usados em cirurgias complexas e pelo presente

estudo, há uma menor ocorrência de espécies microbianas, devendo-se manter este padrão detectado.

A abertura ou fechamento das portas apresentou um dado relevante principalmente quando relacionado à espécies microbianas. Esta observação está intrinsecamente relacionada à ocorrência de variedades e tipos de organismos pois, com a abertura da porta, observou-se a incidência de duas ou mais espécies ressaltando os dados mencionados acima (Tabela 6) detectados.

O sabão clorexidine, usado na degermação das mãos, foi utilizado em uma única cirurgia, revelando-se melhor no controle microbiano. No sabão PVPI, no entanto, observou-se a incidência de duas ou mais variedades. Zingg et al. (2009), observaram que após procedimento cirúrgico, houve uma rápida recolonização da pele por *Staphylococcus*.

Com relação à equipe médica observou-se que quando esta realizou um maior número de procedimentos, houve uma ocorrência menor nas espécies microbianas detectadas.

7.2.6 Análise do material particulado

De acordo com a metodologia proposta nas coletas, foram realizadas análises para avaliar a presença de material particulado em suspensão. O material particulado tem influência na propagação dos microrganismos que se encontram na superfície dos materiais e podem ser dispersados através do ar.

Os dados da tabela 7 revelam que durante a cirurgia houve um aumento considerável do material particulado em suspensão. Este fato ocorreu, provavelmente, devido ao número de pessoas circulando na sala, a abertura da porta e colocação do material.

Dantas (1998), relatou que a eliminação de partículas pelos indivíduos em um ambiente é correlacionada diretamente com a atividade física que está executando. Assim têm-se os seguintes números de partículas liberadas: sentado, sem se mover 100.000 partículas por minuto; sentado movendo mãos e braços – 500.000 partículas por minuto; deslocando o corpo e fazendo movimento de pouca velocidade – 1.000.000 partículas por minuto e parado e sentando-se – 2.500.000 partículas por minuto.

Deve-se ressaltar que estes resultados apresentados podem ter uma tendência a aumentar quando avaliado a mudança do tipo de ventilação artificial. Conforme mencionado, a instituição em questão no desenvolvimento do trabalho apresentava ventilação do tipo convencional. Após reforma do hospital, será implantado em todo centro cirúrgico o sistema de ventilação artificial. Caso não se tenha um controle padronizado e efetivo do sistema, o

material particulado irá se propagar de forma desordenada e crescente por todo sistema de ventilação e nas salas cirúrgicas.

Tabela 7. Análise concentração de material particulado no período anterior e durante a cirurgia

COLETA	PERÍODO ANTERIOR À CIRURGIA			DURANTE A CIRURGIA		
	PM 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PTS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PTS $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	0,2	25,6	47	21	64,2	101,4
2	13,3	64,1	115,7	27,1	169,1	256
3	11	71	125	19,3	118,9	215,3
4	11	70,4	127,6	14	93,2	148,6
5	4,7	34,3	56,9	9,8	75,7	119,8
6	0,25	38,5	63,4	7,9	85,1	123
7	3,8	27	54,6	6,6	42	73
8	11,1	62,9	108,8	17,8	104,6	186,1
9	14,5	78,5	135,3	20,1	105,8	245,5
10	10,8	64	128	11,2	67,6	122,6

Segundo a resolução nº 3 do CONAMA de 1990, durante 24 horas a média permitida durante 24 horas após sucessivas coletas durante todo o ano para presença de material particulado em suspensão é de $150 \mu / \text{m}^3$ em ar ambiente, (Tabela 7) e a coleta 9 apresentou um valor de $245,5 \mu / \text{m}^3$ em um curto período. Este achado sugere que a instituição reveja as variáveis que estão diretamente contribuindo para este valor alto de concentração ou seja, embora a legislação refere-se a 24 horas o padrão obtido fica acima do permitido.

Quando observado individualmente as concentrações do PM 2,5 e 10 no período anterior e durante a cirurgia, os padrões apresentam-se elevados de acordo com dados da OMS (2005) pois a mesma recomenda uma média para PM 2,5 até $25 \mu / \text{m}^3$ e para PM 10 até $50 \mu / \text{m}^3$.

Estes valores podem ser observados nos gráficos 5 e 6. Os demais gráficos correspondentes as outras coletas podem ser consultados no Apêndice C.

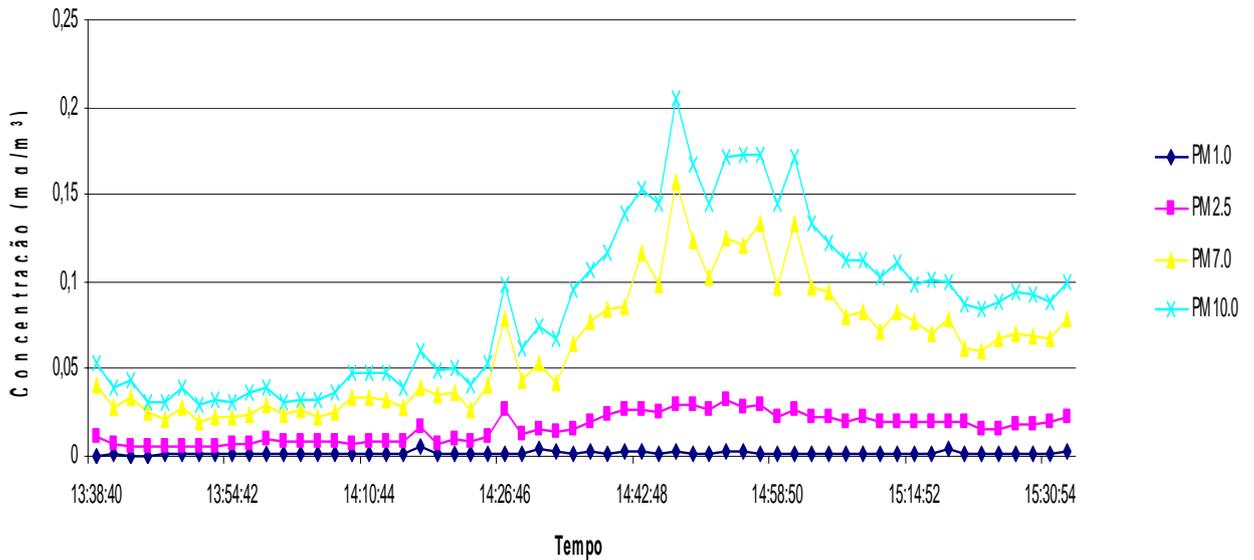


Gráfico 5. Concentração de material particulado em mg/m^3

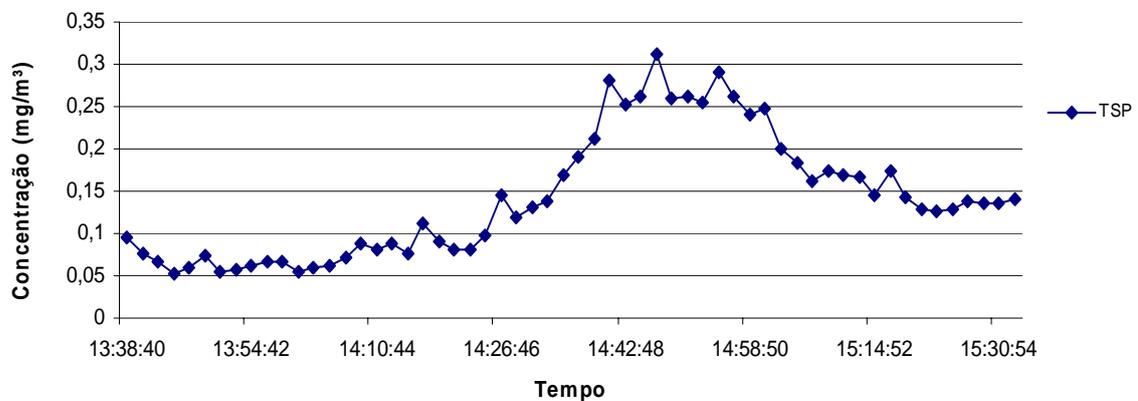


Gráfico 6. Análise do material particulado total em suspensão em mg/m^3

No ambiente hospitalar é maior o risco de infecções de trato respiratório baixo (pneumonias), pela inalação de aerossóis contaminados, com menos de $5\mu\text{m}$ de diâmetro e, menos frequentemente, em infecções pós-cirúrgicas que se originam na sala de cirurgia. Nestes últimos casos, as infecções sobrevivem à deposição, sobre a ferida cirúrgica, de partículas contendo microrganismos (HAMBREAUS, 1998).

Dentre o material particulado em suspensão estão os bioaerossóis, que correspondem a material biológico transmitido pelo ar. Os contaminantes biológicos incluem

microrganismos (bactérias, fungos, vírus), ácaros, pólen, traças, pêlo e fezes de animais. As bactérias e fungos são os mais freqüentemente associados com biocontaminantes e com queixas quanto à qualidade de ar de interiores. Entre os contaminantes bacterianos mais comumente isolados estão: *Staphylococcus spp* e *Micrococcus spp*; entre os fungos destacam-se: *Penicillium spp*, *Aspergillus spp* e *Cladosporium spp*. Entre as principais fontes de contaminação fúngica estão os sistemas de ventilação mecânica, em função do seu funcionamento deficiente e de misturar ar filtrado externo com ar reciclado. A atividade humana afeta, consideravelmente, a concentração de bioaerossóis fúngicos ou não, dispersados a partir do piso contaminado, carpetado ou não (GONTIJO FILHO, 2000).

7.2.7 Perfil de resistência da bactéria *Staphylococcus aureus* identificada (TSA3C3)

Na tabela 8 é apresentado o perfil de resistência de *Staphylococcus aureus* frente à utilização de diferentes antibióticos. Pode-se constatar pelos dados construídos na tabela 8 que a bactéria apresentou resistência a maioria dos antibióticos utilizados. É interessante observar que a bactéria apresentou sensibilidade apenas a dois (NET; AMIC) dos 15 antimicrobianos testados (Figura 11). Trabalho realizado por Markovic-Djenic et al., (2009) sobre infecção do sítio cirúrgico em unidades de trauma ortopédica, demonstrou que o microrganismo mais frequentemente isolado foi *Staphylococcus aureus* e que 79 % destes eram resistentes à metilina. A resistência de *Staphylococcus* detectado no presente trabalho é similar aos descritos por estes autores. A análise do antibiograma de *Staphylococcus aureus* isolados do ar da sala cirúrgica apresentou elevados índices de resistência (Tabela 8). Este comportamento corrobora com o potencial do microrganismo para ocasionar infecções hospitalares.

Tabela 8. Análise do antibiograma após 48 horas da colônia TSA3C3 isolada

DISCO ANTIBIÓTICO	DIÂMETRO APRESENTADO	PERFIL DE RESISTÊNCIA
TOB	não desenvolveu	Resistente
TET	14 mm	Resistente
NET	21 mm	Sensível
GEN	3 mm	Resistente
CLO	12 mm	Resistente
SUT	6 mm	Resistente
CAR	não desenvolveu	Resistente
AMP	não desenvolveu	Resistente
AMI	22 mm	Sensível
OXA	não desenvolveu	Resistente
PEN	não desenvolveu	Resistente
VAN	11 mm	Intermediária
CFL	não desenvolveu	Resistente
CLI	20 mm	Intermediária
ERI	8 mm	Resistente

Dados observados no presente estudo sugerem que os padrões de utilização de antibióticos precisam ser revistos. É importante manter vigilância em sítios de infecção, contribuindo para prevenir a transmissão hospitalar. A implantação da antibioticoterapia para o combate aos agentes patogênicos, deveria ser preconizada com a implantação do antibiograma. Esta prática poderá levar a uma menor incidência de aquisição de mecanismos de resistência (Sousa, 2008). Telechea et al. (2009), relatam que a detecção de *Staphylococcus aureus* aumentou significativamente a partir da pele e infecções de tecidos.

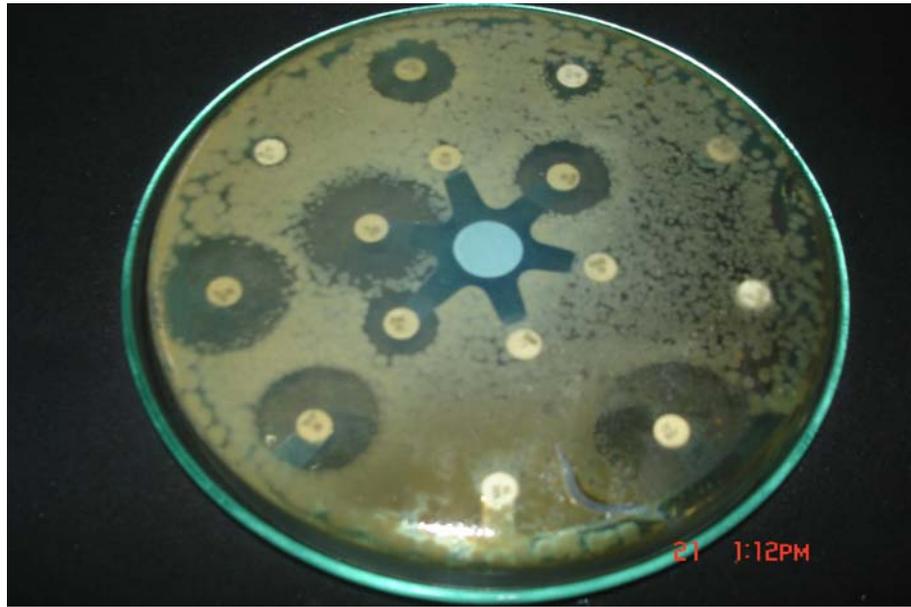


Figura 11. Perfil de resistência da bactéria *Staphylococcus aureus* identificada (TSA3C3)

No presente trabalho, o isolamento de *Staphylococcus aureus* multi-droga resistente, obtido através de amostras do ar de uma sala cirúrgica, enfatizam a importância da microbiota aérea e do seu potencial de transmissibilidade entre fômites e transeuntes do centro cirúrgico.

Ressalta-se através dos dados obtidos a relevância da rota aérea como um dos fatores no controle de infecção do sítio cirúrgico.

Nos moldes de desenvolvimento do trabalho e pelos dados obtidos pode-se concluir que:

- A presença de bioaerossóis identificados durante o intra-operatório de cirurgias ortopédicas pode ser considerado um fator de extrema importância para controle de ISC.
- 100% dos fungos foram identificados como leveduriformes durante a segunda etapa.
- No processo de identificação das colônias bacterianas selecionadas foram verificados os seguintes gêneros: *Staphylococcus* spp.; *Staphylococcus aureus*; *Shigella* spp.
- Em relação à presença de bactérias e fungos, esta encontrava-se dentro dos padrões recomendados pela ANVISA quando comparadas em relação ao limite permitido de UFC's por m³ porém, é necessário que a instituição em questão fique atenta as variedades bacterianas identificadas.
- As variedades bacterianas identificadas são potencialmente causadoras da ISC.
- A identificação de *Shigella* spp. merece atenção pois não é comumente encontrada na microbiota aérea.
- Houve um aumento significativo de material particulado em suspensão durante a cirurgia e observou-se que após o tempo de diérese houve uma tendência de diminuição. De acordo com o CONAMA e a OMS estes valores estão acima dos permitidos.
- A avaliação do perfil de resistência de *Staphylococcus aureus* revelou sensibilidade da bactéria a apenas 2 tipos de antibióticos testados, sugerindo uma averiguação dos procedimentos adotados para controle de ISC e ressaltando a importância da microbiota aérea.
- O controle do ar ambiente condicionado em salas de operação e a presença de material particulado em suspensão constituem fatores preponderantes na prevenção ISC e quando todos os fatores intervenientes não são controlados de forma eficaz, poderá acarretar surtos na presente instituição.

ABDEL HAMEED, A.A.; KHODER, M.I.; YUOSRA, S.; OSMAN, A.M.; GHANEM, S. Diurnal distribution of airborne bacteria and fungi in the atmosphere of Helwan area, Egypt. *Sci Total Environ.* 2009;407:6217-6222.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 7256. Tratamento de ar em unidades de saúde.* Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

AFONSO, M. S. M. *et al.* Condicionamento de ar em salas de operação e controle de infecção – uma revisão. *Rev. Eletr. Enf.* v.8 n.1 Goiânia abr. 2006. Acesso em: 15/07/2008.

ANDRADE, G.M. Infecção hospitalar: mitos e verdades, velhos hábitos - novas atitudes. Brasília, *Med* 2002; 39(1/4):57-59.

ANVISA - Portaria n. 1884/GM - Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde: *Diário Oficial da União*, Brasília (DF), 11 de outubro de 1994.

ANVISA. Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde. Edição Comemorativa para o IX Congresso Brasileiro de Controle de Infecção e Epidemiologia Hospitalar Salvador, 30 de agosto a 3 de setembro de 2004.

ANVISA. Resolução – RDC nº 50 Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. BRASIL, de 21 de fevereiro de 2002.

ANVISA. Sítio Cirúrgico – Critérios nacionais de infecções relacionadas à assistência a saúde. Março, 2009.

APCIH. Associação Paulista de Estudos e Controle de Infecção Hospitalar. Prevenção da infecção de sítio cirúrgico. São Paulo (SP); 2001.

ASHRAE Handbook - **Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications** (I-P Edition). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2007.

ASSADIAN, O.; ASKARIAN, M.; STADLER, M.; SHAGHAGHIAN, S. Prevalence of vancomycin-resistant enterococci colonization and its risk factors in chronic hemodialysis patients in Shiraz, Iran. **BMC Infect Dis.** 2007 Jun 6;7:52.

BAUER, A. W.; KIRBY, W. M. M, SHERRIS, J. C, TURCK, M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **Am J Clin Pathol.** 1966;45:493-496.

BERNARDS, A.T.; FRÉNAV, H.M.E; LIM, B.T.; HENDRIKS, W.D.H.; DIJKSHOOM, L.;

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº3523/GM. Aprova Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados. *Diário Oficial da União*, Brasília (DF), 28 de agosto de 1998.

BRASIL. **Portaria MS 2.616/98.** Dispõe sobre as ações de controle de infecção hospitalar no país, em substituição a Portaria MS 930/92.

BRASIL. **Resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003.**

BRICKUS, L.S.R.; AQUINO, F.R.N. A qualidade do ar de interiores e a química. *QUÍMICA NOVA*, 22(1) (1999).

BURKE, J. Infection control: a problem for patient safety. *N Engl J Med.* 2003; 348(7): 651–656.

CARMO, E. S. et al. Microbiota fúngica presente em diversos setores de um hospital público em Campina Grande – PB. **RBAC**, vol. 39(3): 213-216, 2007.

CARVALHO, A.C.; ALMEIDA, C.L.; SOUSA, C.P. **Métodos alternativos de esterilização a baixa temperatura em relação ao uso do óxido de etileno**. 11º CIC: “O despertar da Vocação Científica”. UNICEP, 2008.

CATANEO, C. et al. O preparo da equipe cirúrgica: aspecto relevante no controle da contaminação ambiental. **Rev. Latino – am. Enfermagem**, 2004 março-abril; 12 (2); 283-6.

CATRANIS C. M.; et al. A new sub-sampling method for analysis of air samples collected with the Andersen single-stage sampler. *Aerobiologia* (2006) 22:177–184 DOI 10.1007/s10453-006-9030-2

CENTURION, V. et al. Avaliação da qualidade do ar em um centro oftalmológico com sistema de alta imediata. *Rev. Bras, Oftal.* v. 60, n.11, p.789-794, 2001.

CHESNEAU, O.; MORVAN, A.; GRIMONT, F.; LABISCHINSKI, H.; EL SOLH, N. *Staphylococcus pasteurii* sp. Nov. Isolated from human, animal, and food specimens. *Int J Syst Bacteriol.* 1993; 43:237-44.

COLOMBO, A.L. Epidemiology a brazilian perspective. *Braz J. Infect Dis.* 2000.

CONAMA. Ministério do meio ambiente. RESOLUÇÃO nº 3, de 28 de junho de 1990. Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939.

CUCÉ, L.C. et al. Flora anemófila em ambiente hospitalar (PS e UTI). *Anais Brasileiros de Dermatologia.* Vol. 68 nº4, jul/ago 1993.

DANTAS, E.H.M. Ar condicionado, vilão ou aliado? Uma revisão crítica. *Revista Brasindoor*, v. 2, n. 9, p. 4-9, 1998.

DEVRIESE, L.A.; VANCANNEYT, M.; BAELE, M.; VANEECHOUTTE, M.; DE GRAEF, E.; SNAUWAERT, C.; CLEENWERCK, I.; DAWYNDT, P.; SWINGS, J.; DECOSTERE, A.; HAESEBROUCK, F. *Staphylococcus pseudintermedius* sp. Nov., a coagulase-positive species from animals. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2005; 55:1569-73.

DHARAN, S.; PITTET, D. Environmental controls in operating theatres, *Journal Hospital Infection*. n. 51, p.79-84, 2002.

DIFICO. **Médios de cultivo deshidratados y reactivos**. 10 ed. Madrid, 1984.

EDMISTON, C. *et al.* Airborne particulates in the OR environment. **AORN Journal**, v. 69, n. 6, p. 1169-1183, 1999.

EICKOFF, T.C. Airborne Nosocomial Infection: A contemporary Perspective. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, v. 15, n. 10, p.663-672, 1994.

ERCOLE, F.F.; CHIANCA, T.C.M. Infecção de sítio cirúrgico em pacientes submetidos a artroplastias de quadril. *Rev Latino-am Enfermagem* 2002 março-abril; 10(2):157-65.

FARIA, N.A.; OLIVEIRA, D.C.; WESTH, H.; MONNET, D.L.; LARSEN, A.R.; SKOV, R.; DE LENCASTRE, H. Epidemiology of emerging methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Denmark: a nationwide study in a country with low prevalence of MRSA infection. *J Clin Microbiol*. 2005; 43:1836-42.

FERRAZ A . A . B., FERRAZ, E.M. BACELAR T. S. *Infecção em ferida cirúrgica*. In: FERRAZ, E.M. *Infecção em Cirurgia*, Rio de Janeiro, MEDSI, 1997, Cap. 20. P.267-275

- FOCACCIA, R. **Tratado de Infectologia**. In: Medeiros E.A.S., Pereira C.A.P., Wey S.B. Introdução e histórico das infecções relacionadas à assistência à saúde. São Paulo: Ed. Atheneu; 2005. p. 1819-1823.
- FONTANA, R.T. **A prevenção e o controle das infecções: um estudo de caso com enfermeiras**. Rev Bras Enferm. 2006. maio-jun: 59(3): 257-61.
- FREITAS, W.C.; SOUZA, E.L.; SOUSA, C.P.; TRAVASSOS, A.E.R. Ocorrência de *Staphylococcus* spp. em massa refrigerada tipo pizza pronta. Hig Aliment. 2004; 122:67-70.
- FRIBERG, B.; FRIBERG, S.; BURMAN, L.G. Correlation between surface and air count of particles carrying aerobic bacteria in operating rooms with turbulent ventilation: an experimental study. *J Hosp Infect* 1999; 42: 61-8.
- GEHANNO, J.F.; LOUVEL, A.; NOUVELLON, M.; CAILLARD, J.F.; PESTEL-CARON, M. Aerial dispersal of meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* in hospital rooms by infected or colonised patients. *J Hosp Infect*. 2009;71(3):256-62.
- GIAMMARINARO, P.; LEROY, S.; CHACORNAC, J.P.; DELMAS, J.; TALON, R. Development of a new oligonucleotide array to identify Staphylococcal strains at species level. *J Clin Microbiol*. 2005; 43:3673-80.
- GOMES, F.S.L. Tratamento de feridas crônicas com coberturas oclusivas: alteração qualitativa da microbiota. Belo Horizonte, 2001.
- GONTIJO FILHO, P.P.; SILVA, C.R.M.; KRITSKI, A.L. Ambientes climatizados, portaria 3.523 de 28/8/98 do Ministério da Saúde e padrões de qualidade do ar de interiores do Brasil. **J. Pneumologia vol.26 no.5 São Paulo Sept./Oct. 2000.**

- GOPAL-RAO G, JEANES A, OSMAN M et al. Marketing hand hygiene in hospitals: a case study. *J Hosp Infect* 2002; 50: 42–47.
- GOSDEN, P.E.; MACGOWAN, A.P.; BANNISTER, G.C. Importance of air quality and related factors in the prevention of infection in orthopedic implant surgery. *Journal of Hospital infection*, v. 11, supl. A, p. 68-76, 1998.
- GOVEIA, V.R.; RIBEIRO, S.M.C.P.; GRAZIANO, K.U. Uso de furadeiras elétricas domésticas em cirurgias ortopédicas. *Acta Ortop Bras.* 2007;15:163-5. (a)
- GUIMARÃES, R.L. Microbiologia: mecanismos de doença e o papel do laboratório. In: COUTO, R.C.; PEDROSA, T.M.G.; NOGUEIRA, J.M. *Infecção hospitalar; epidemiologia e controle*. 2.ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999. 749p. cap.7, p. 159-205.
- HAJEK, V. *Staphylococcus intermedius*, a new species isolated from animals. *Int J Syst Bacteriol* 1992; 26: 401-8.
- HAMBREAUS, A. Aerobiology in the operating room: a review. *J Hosp Infect* 1998;11(Suppl A):68-76.
- HERRUZO, R.; VIZCAINO, M.J.; HERRUZO, I. In vitro-in vivo sequence studies as a method of selecting the most efficacious alcohol-based solution for hygienic hand disinfection. *Clin Microbiol Infect.* 2009 Jul 14.
- HINRICHSEN; S.L. **Biossegurança e controle de Infecções**. Risco sanitário hospitalar. 1.ed. Rio de Janeiro. Medsi, 2004.
- HUBER, M.M.; HUBER, T.W. Susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to Iysostaphin. *J Clin Microbiol.* 1989; 27:1122-4.

HUMPHREYS, H. Infection control and the design of a new operating theatre suite. *Journal of Hospital Infection*, v. 23, p. 61-70, 1992.

LACERDA, R.A. et al. (b). **Controle de infecção em centro cirúrgico: fatos, mitos e controvérsias**. São Paulo: Atheneu, 2003.

LACERDA, R.A.; JOUCLAS, V.M.G.; EGRY, E.Y. (a) **A face iatrogênica do hospital: as demandas para o controle das infecções hospitalares**. São Paulo (SP): Atheneu; 1996.

LANZARA, G.A., MEDEIROS E.A.S. **Infecção do sítio cirúrgico**. In: FOCACCIA R. Tratado de Infectologia. Paulo: Ed. Atheneu; 2005. p. 1835.

LIMA, A.L.L.M. et al. Infecção pós-artroplastia total do joelho - Considerações e protocolo de tratamento. ACTA ORTOP BRAS 12(4) - OUT/DEZ, 2004.

LIMA, A.L.L.M.; BARONE, A.L. Infecções Hospitalares em 46 Pacientes Submetidos a Artroplastia Total do Quadril. ACTA ORTOP BRAS 9(1) - JAN/MAR, 2001

MACDONALD, A.; DINAH, F.; MACKENZIE, D.; WILSON, A. Performance feedback of hand hygiene, using alcohol gel as the skin decontaminant, reduces the number of inpatients newly affected by MRSA and antibiotic cost. *J Hosp Infect* 2004; 56: 56–63.

MANGRAM, A.J. et al. Guideline for prevention of surgical site infection. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee Membership List.; vol. 20, nº4; 1999.

MARKOVIĆ-DJENIĆ, I.; MAKSIMOVIĆ, J.; LESIĆ, A, STEFANOVIĆ, S.; BUMBASIREVIĆ, M. Etiology of surgical site infections at the orthopaedic trauma units. *Acta Chir Iugosl.* 2009;56:81-86.

MEEKER, M.H.; ROTHROCK, J. C. **Alexander: cuidados de enfermagem ao paciente cirúrgico**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan. Ed.10ª, 1997.

MOBIN M.A.S. Fungus microbiota in air conditioners in intensive care units in Teresina, Piauí. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2006 Nov-Dec;39(6):556-9.

MONTEIRO, E. C. et al. Paramentação cirúrgica: Avaliação de sua adequação para a prevenção de riscos biológicos em cirurgias-parte II: os componentes da Paramentação. **Revista Esc.USP**,v.34,n.2,p174-84,jun.2000.

MORELLI, R.S.S. Considerações em feridas cirúrgicas.*Revista Bras.Ortop*,v.31,n.2,fev.1996.

MURRAY, P.R.; DREW, W.L.; KOBAYASHI, G.S.; THOMPSON-JR., J.H. Quimioterapia das infecções bacterianas. In: _____. *Microbiologia médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992a. 513p. cap.4, p.28-34.

NCCLS. *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard—Eighth Edition*. NCCLS document M2-A8 (ISBN 1-56238-485-6). NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA, 2003.

NOBRE, L.F. et al. **Avaliação de indicadores do controle da contaminação ambiental da sala de operação: um estudo piloto**. *Medicina*, Ribeirão Preto, 34: 183-193 abr/jun. 2001.

NOGLER, M. et al. Environmental and body contamination through aerosols produced by high-speed cutters in lumbar spine surgery. *Spine* 2001 Oct1.; 26(19): 2156-9.

OLIVEIRA, A.C. et al. **Estudo comparativo do diagnóstico da infecção do sítio cirúrgico durante e após a internação**. *Rev Saúde Pública* 2002;36(6):717-22. Disponível em: www.fsp.usp.br/rsp

OMS. Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality. Report on a Working Group Meeting Bonn, Germany 23-24 October 2006.

Organização Mundial de Saúde (OMS). **Vencendo a resistência microbiana**. World Health Report on Infections Disease 2000. [text on the Internet] [cited 2003 Jan 31]. Disponível em: <http://www.ccih.med.br/vencendoresistencia.html>

OWERS, K. L.; E. JAMES; BANNISTER, G.C. Source of bacterial shedding in laminar flow. *Journal Hospital Infection*. v. 58, p.230-32, 2004.

PAULA, J.F.L. **Aeromicrobiota do ambiente cirúrgico: princípios e peculiaridades da climatização artificial**. 2003. 111p. Dissertação de Mestrado – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

PEREIRA, R.G. et al. Bioaerossóis bacterianos em um hospital. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 26, n. 1, p. 77-81, 2005. ISSN 1808-4532

PEREIRA, R.G.; REIS, D.; AMBRÓSIO JÚNIOR, G.N.; RADDI, M.S.G.; PEDIGONE, M.A.M.; MARTINS, C.H.G. **Bioaerossóis bacterianos em um hospital**. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 26, n. 1, p. 77-81, 2005

POSSARI, João Francisco. **Centro cirúrgico: Planejamento, Organização e gestão**. 3. ed. São Paulo. Iátria, 2007.

RABHAE, G.N.; RIBEIRO F.N.; FERNANDES A.T. **Infecção do sítio cirúrgico**. In: Fernandes AT, editor. *Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde*. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 479-505.

RITTER, M.A. Operating room environment. *Clinical Orthopedics and Related Research*, U.K., n.369, p. 103-109, 1999.

RODRIGUES, B.M.; SILVA, D.K.; CARLOS, K. F.; ALMEIDA, C.L **Controle de infecção do Sítio Cirúrgico – uma revisão de literatura**. 12º CIC: “Incentivando novos talentos”. UNICEP, 2009.

RODRIGUES, E. A .C. *Histórico das infecções hospitalares*. In: RODRIGUES, E. A .C et al. *Infecções hospitalares: Prevenção e controle*. São Paulo: SARVIER, 1997, cap. 1pg.1-27, 669.

RODRIGUES, M.A.G.; ALMEIDA, G.N. Infecções do sítio cirúrgico. In: Martins MA, organizadora. *Manual de infecção hospitalar: epidemiologia, prevenção e controle*. 2ª ed. Belo Horizonte (MG): Medsi; 2001. p.171-89.

SANTOS, A. M.; LACERDA, R. A.; GRAZIANO, K.U. Evidência de eficácia de cobertura de sapatos e sapatos privativos no controle e prevenção de infecção do sítio cirúrgico: revisão sistemática de literatura. *Rev Latino-am Enfermagem* 2005 janeiro-fevereiro; 13(1):86-92

SCHAECHTER, M. et al. **Microbiologia – mecanismos de doenças infecciosas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 3ªed. 2002.

SHOOMORI, T.; MIYAMOTO, H.; MAKISHIMA, K. Significance of airborne transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in an otolaryngology-head and neck surgery unit. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001; 127: 644-648.

SILVA, C.R.M.; BORGES, M.L.; WATANABE, C.M.; DIOGO FILHO, A.; GONTIJO FILHO, P.P. (c) Centros Cirúrgicos e microflora ambiental nas salas de cirurgias dos hospitais de Uberlândia, Minas Gerais. *Biosci J.*, v. 18, n. 1, p. 161-174, june 2002.

SILVA, J. G. (a) **Introdução à tecnologia da refrigeração e da climatização**. São Paulo: Artliber, 2003.

SILVA, R. F. (b) **Construindo padrões de qualidade para prevenção e controle de infecção em cirurgias ortopédicas: possibilidades e flexibilidades para um cuidado mais livre de riscos.** Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Doutor em Enfermagem - Área de Concentração: Enfermagem, Saúde e Sociedade. Florianópolis, 2003. Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PNFR0423.pdf>.

SIQUEIRA, L.F.G. Síndrome do edifício doente, o meio ambiente e a infecção hospitalar. In: FERNANDES, A.T. et al. Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde. São Paulo: Atheneu; 2000. Cap. 72; v. 2; p. 1307-22.

SOUSA, C. P. (b) The Impact of Food Manufacturing Practices on Food borne Diseases. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 51, p. 815-823, 2008.

SOUSA, C.P. (a) Mecanismos de patogenicidade de células bacterianas: resistência a agentes antimicrobianos. **Rev. Laes & Haes**. Nº 171 - 2008. Pág. 130-142.

SOUZA, E.L. ; LIMA, E. O. ; SOUSA, C. P. Inhibitory action of some essential oils and phytochemicals on the growth of various moulds isolated from foods. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, n. 2, p. 245-250, 2005.

TAVARES, W. Bactérias gram-positivas problemas: resistência do estafilococo, do enterococo e do pneumococo aos antimicrobianos. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** vol.33 n.3 Uberaba May/June 2000.

TELECHEA, O.H.; SPERANZA, M.N.; LUCAS, P.L.; SANTURIO, G.A.; GIACHETTO, L.G.; ALGORTA, R.G.; NANNI, R.L.; PÍREZ, G.M.C. **Antibiotic consumption and antimicrobial susceptibility evolution in the Centro Hospitalario Pereira Rossell in methicillin resistant Staphylococcus aureus era.** *Rev Chilena Infectol.* 2009 Oct;26(5):413-9. 2009

THORWALD; J. **O século dos cirurgiões**. São Paulo: Hemus, 2005.

TORTORA; G.J., FUNKE; B.R., CASE C.L. **Microbiologia**. Trad. atual por Roberta Marchiori Martins. 8 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

TRABULSI, L.R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O.F.; CANDEIAS, J.A. *Microbiologia*. 3. ed. São Paulo: Atheneu; 2002.

TRABULSI, L.R.; TOLEDO, M.R.F. (b) Flora normal do corpo humano. *In: Trabulsi LR (ed) Microbiologia, 2ª edição, Atheneu, Rio de Janeiro, p. 43-46, 1989.*

VAN BOVEN, C.P.A. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Acinetobacter baumannii*: an unexpected difference in epidemiologic behavior. *AJHC*1998; 26: 544-51.

VERMELHO; A.B. et al. **Práticas de Microbiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

WAN, G.H.; LU, S.C.; TSAI, Y.H. Polymerase Chain reaction used for the detection of airborne Mycobacterium tuberculosis in health care settings. *Am J Infect Control* 2004; 32: 17-22.

ZINGG, W.; DEMARTINES, N.; IMHOF, A.; SENN, G.; RUEF, C. Rapid colonization with methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci after surgery. *World J Surg.* 2009;33:2058-2062.

Apêndice A: Protocolo para exposição de placas de Petri.**Protocolo para exposição da placa de Petri anteriormente à cirurgia**

Data: ____ / ____ / ____

- cirurgia realizada anteriormente na sala: _____
- exposição da placa nº 1, 15 minutos após a limpeza terminal da sala.
- ar condicionado () central () único para a sala.
- ar condicionado () ligado () desligado.
- horário de abertura: _____ horário de fechamento: _____

Protocolo para exposição da placa intra-operatório

- Tipo de cirurgia: _____
- exposição da placa nº 2, após Diérese.
- ar condicionado () ligado () desligado.
- horário de abertura: _____ horário de fechamento: _____

OBS:

Apêndice B: Carta de solicitação para liberação do campo de pesquisa.

A/C:

PROVEDOR

Venho através desta, solicitar a permissão para a coleta de dados referente a parte experimental da Dissertação de Mestrado intitulada: “*Intervenção em climatização artificial: enfoque na Quanti-qualificação, perfil de resistência e controle da microbiota aérea em centro cirúrgico*” em anexo. Este trabalho está sendo desenvolvido na Universidade Federal de São Carlos junto ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, sob orientação da professora Dra. Cristina Paiva de Sousa.

Serão realizadas 20 coletas no período de dezembro de 2008 (coleta piloto) à fevereiro de 2009. As datas e horários seguirão agendamento estabelecido pelo próprio Centro Cirúrgico.

Os dados obtidos através desta pesquisa serão publicados em periódicos específicos e poderão contribuir para prevenção do sítio cirúrgico e conseqüente diminuição de custos no uso de antibióticos.

Desde já, grata pela atenção.

Cristiane Leite de Almeida
Discente do Programa de Pós-
Graduação em Enfermagem

Dra. Cristina Paiva de Sousa
Orientadora

Apêndice C: Gráficos gerados a partir da análise do material particulado conforme metodologia descrita no item X

Coleta 1

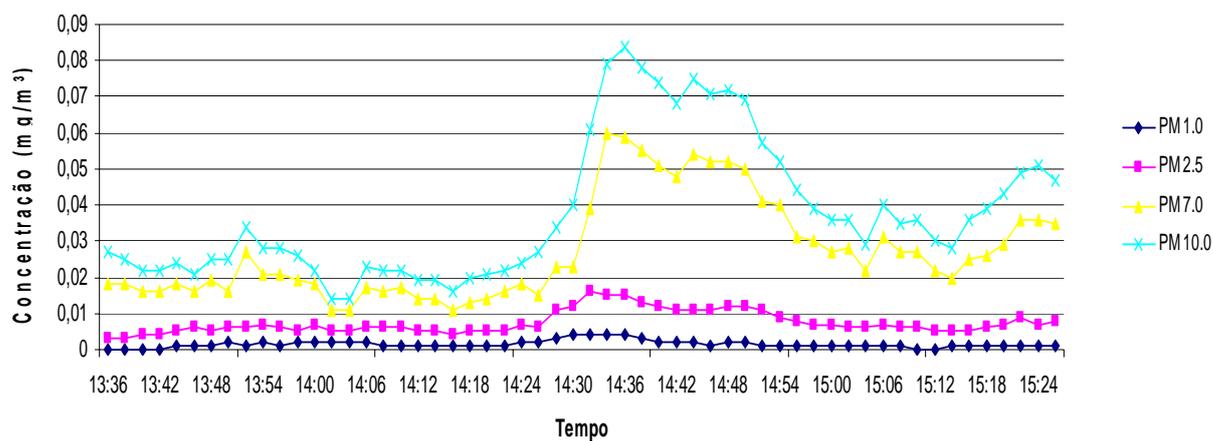


Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m³ da coleta 1

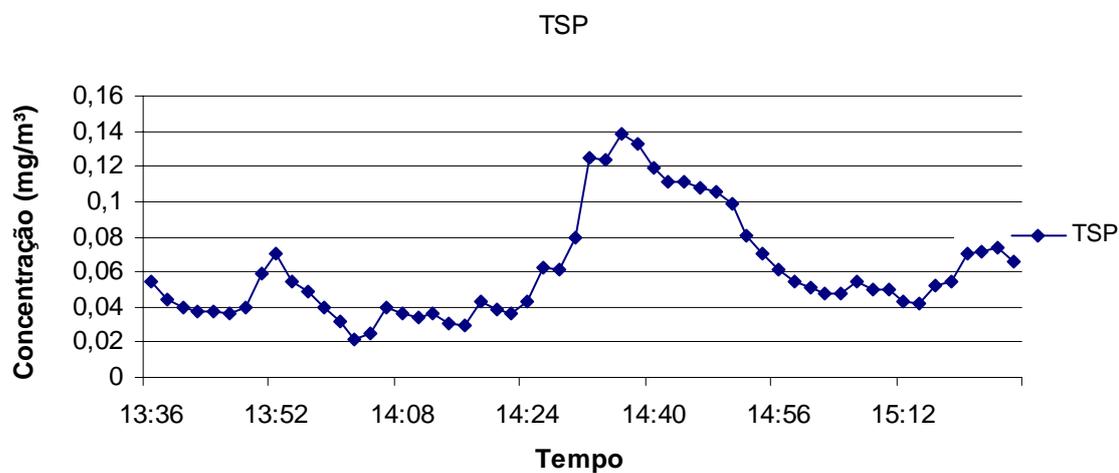
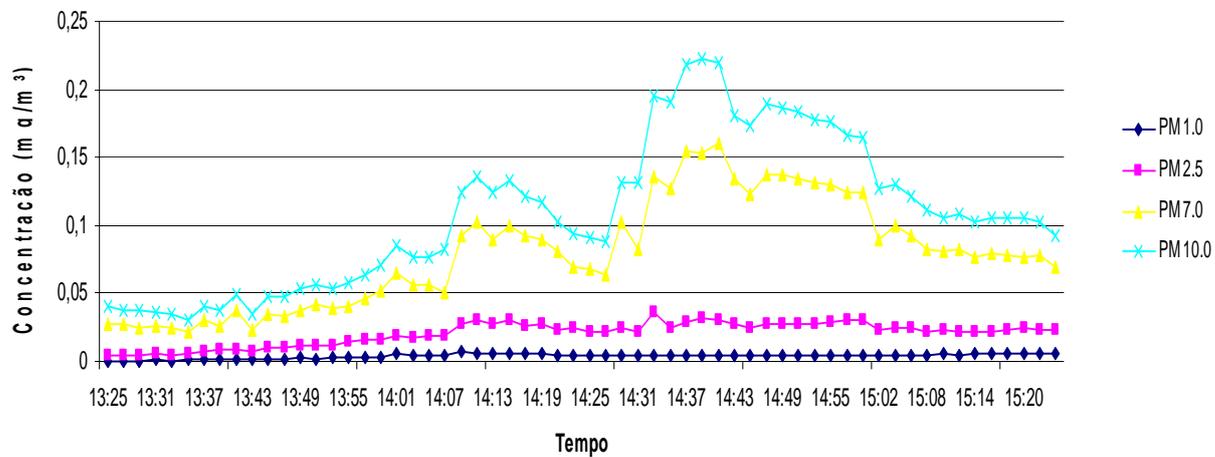
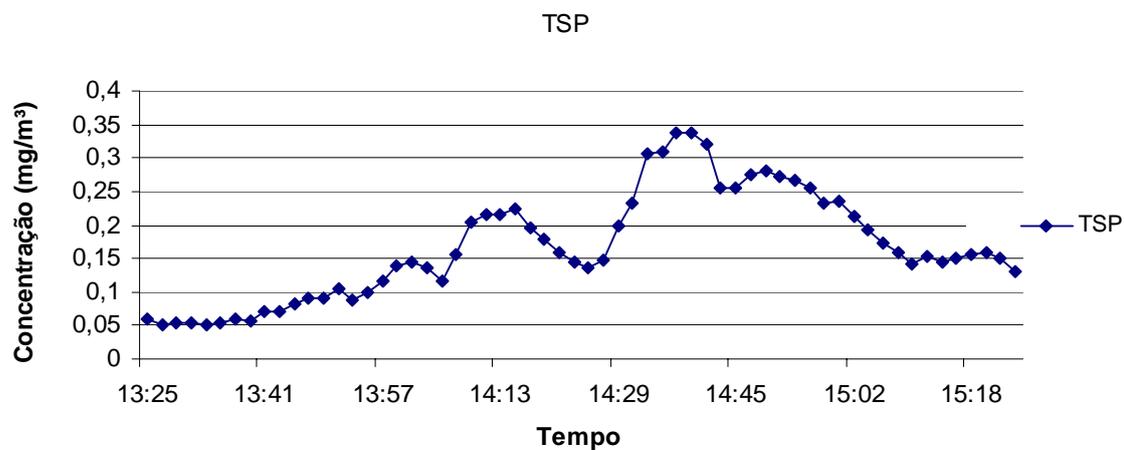


Gráfico - Análise do material particulado total em suspensão em mg/m³ da coleta 1

Coleta 2

Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m³ da coleta 2Gráfico - Análise do material particulado total em suspensão em mg/m³ da coleta 2

Coleta 3

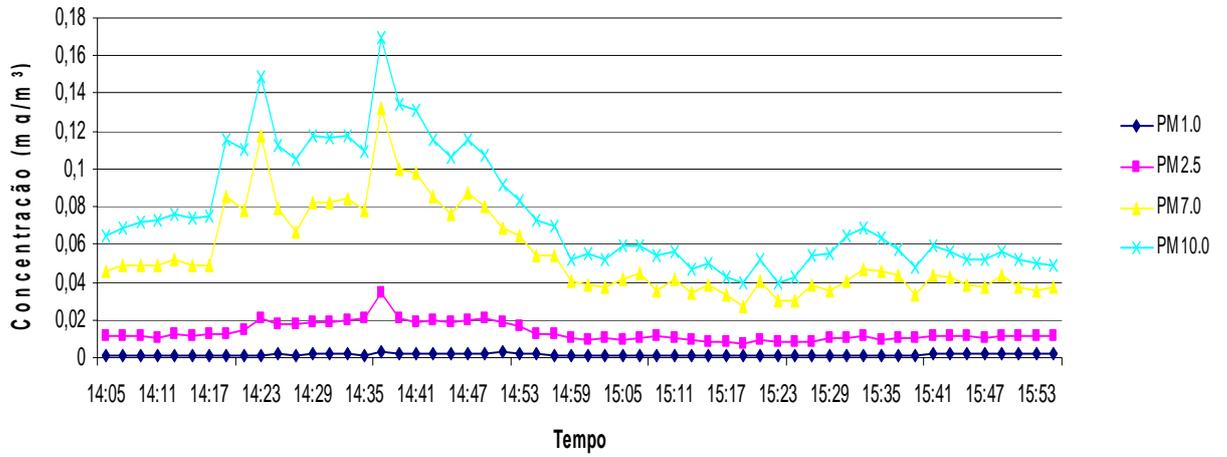


Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m³ da coleta 3

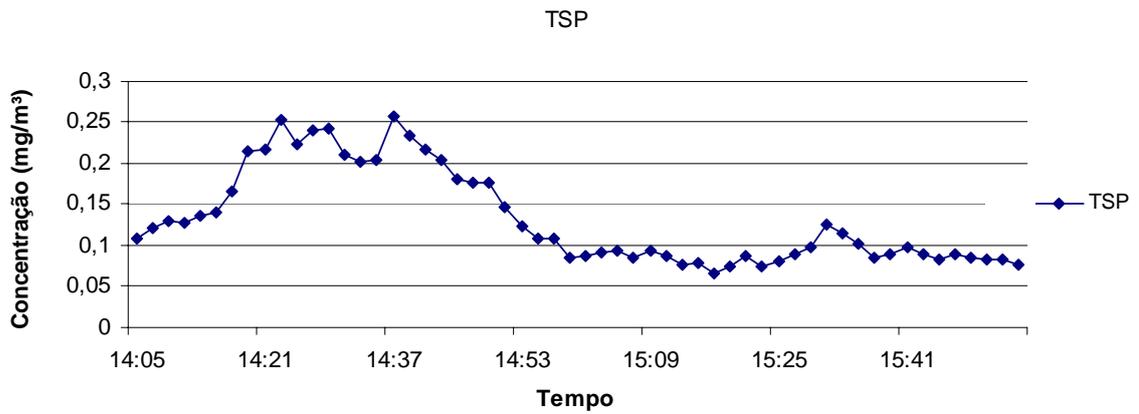
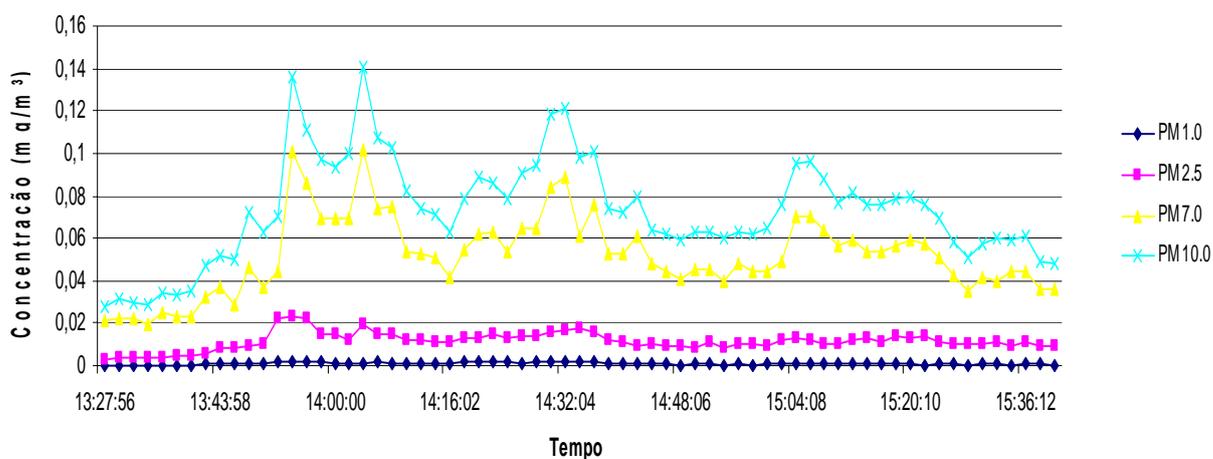
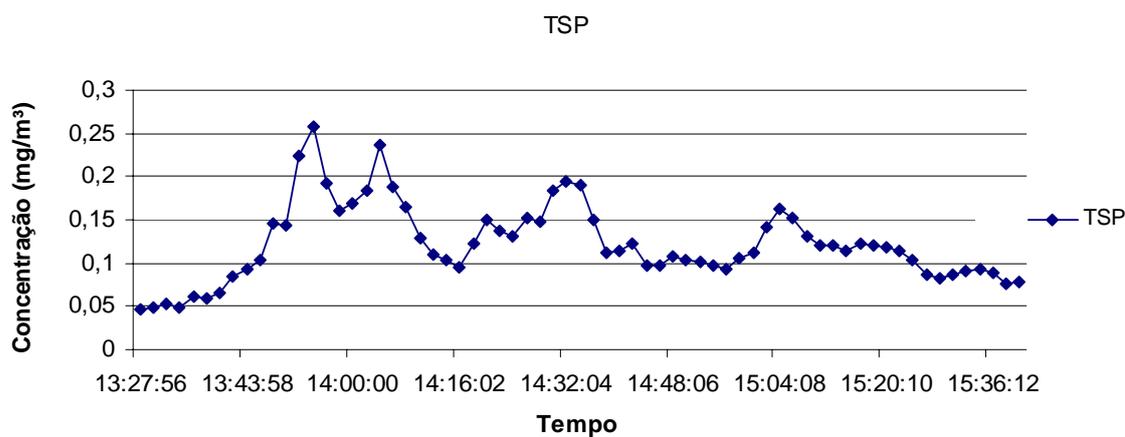
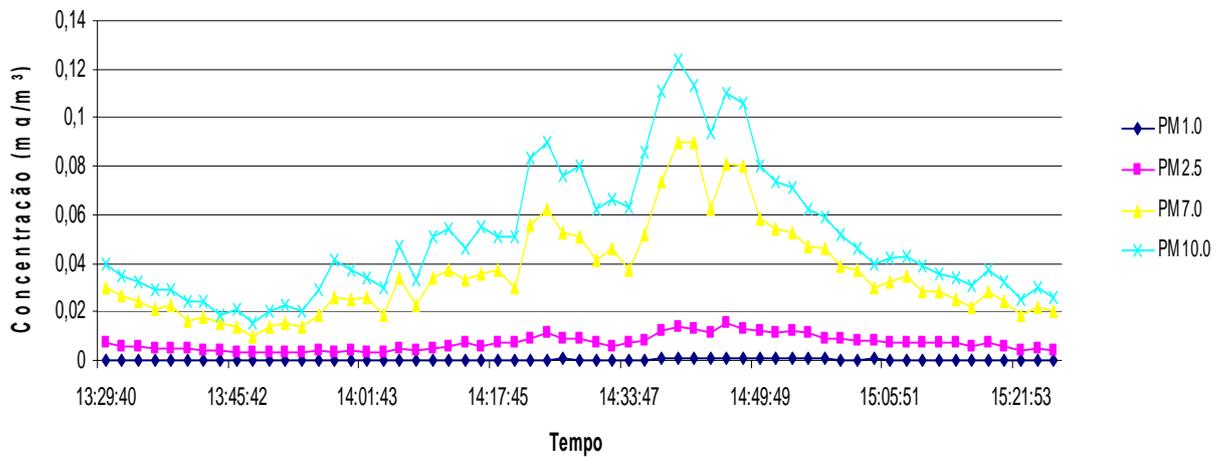
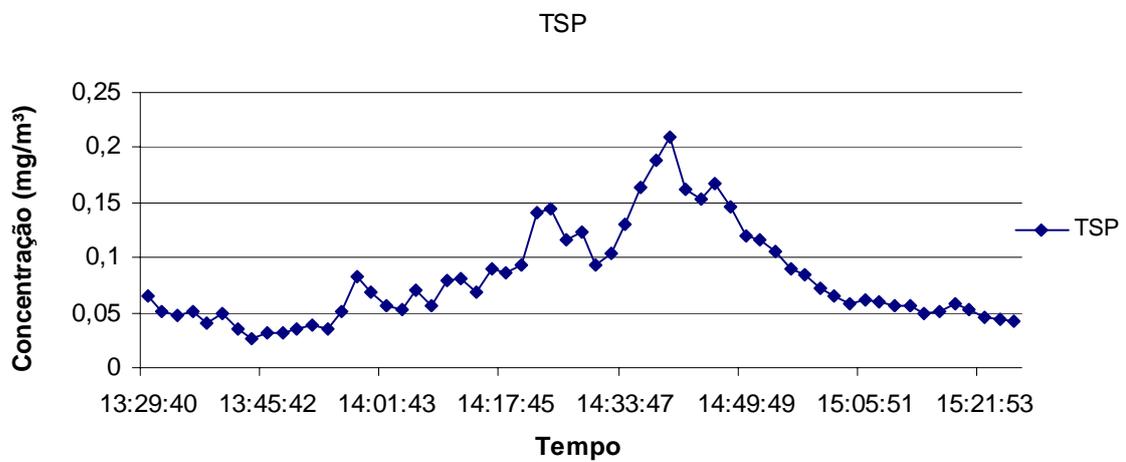


Gráfico – Análise do material particulado total em suspensão em mg/m³ da coleta 3

Coleta 4

Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m^3 da coleta 4Gráfico - Análise do material particulado total em suspensão em mg/m^3 da coleta 14

Coleta 5

Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m³ da coleta 5Gráfico - Análise do material particulado total em suspensão em mg/m³ da coleta 5

Coleta 6

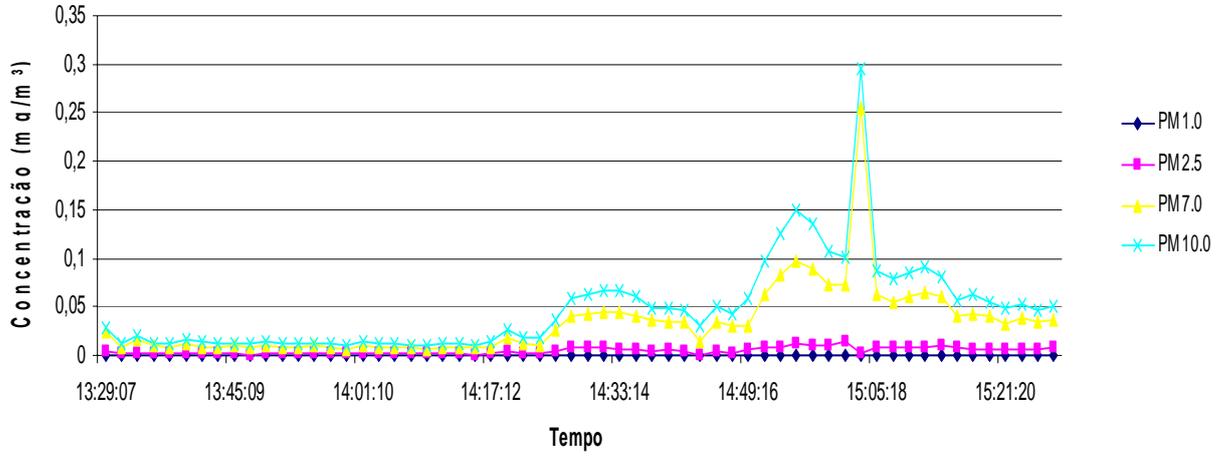


Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m³ da coleta 6

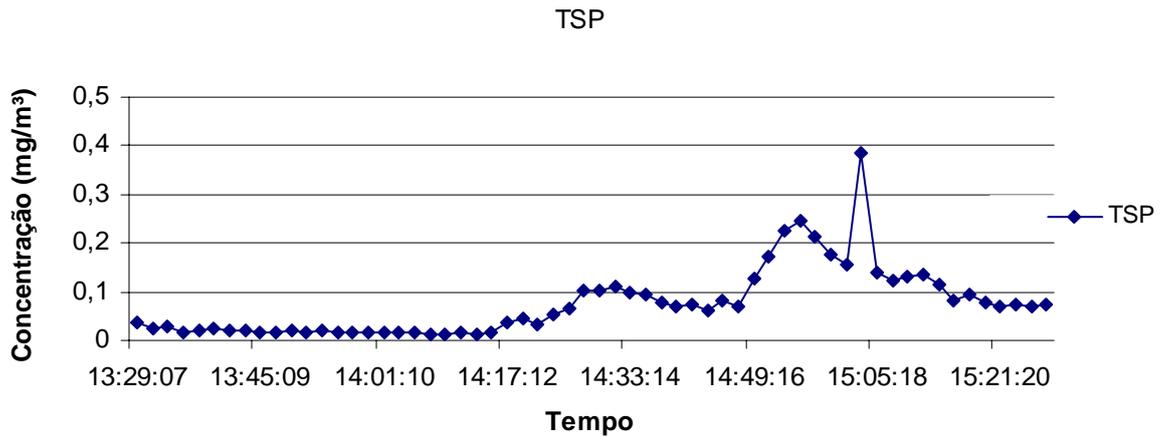


Gráfico - Análise do material particulado total em suspensão em mg/m³ da coleta 6

Coleta 7

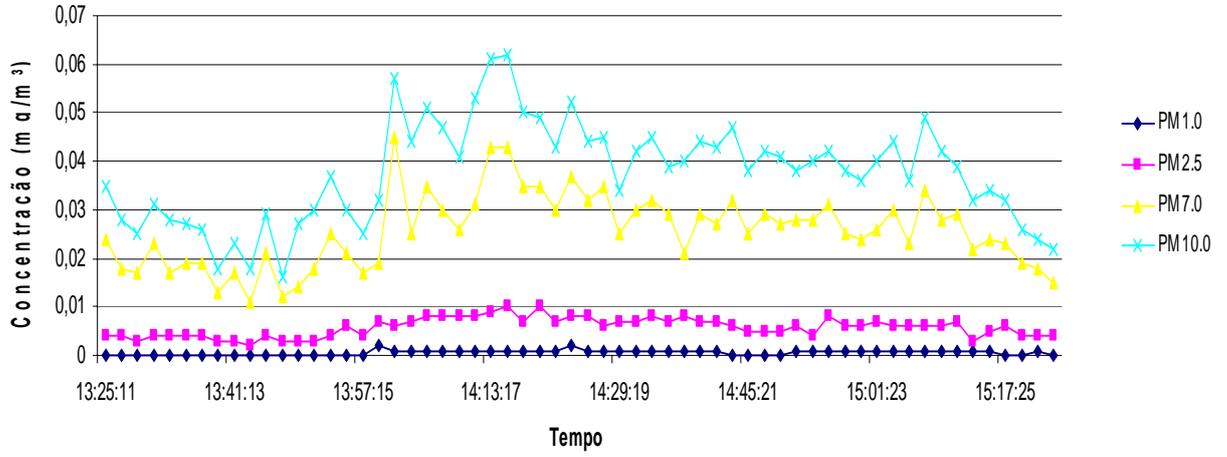


Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m³ da coleta 7

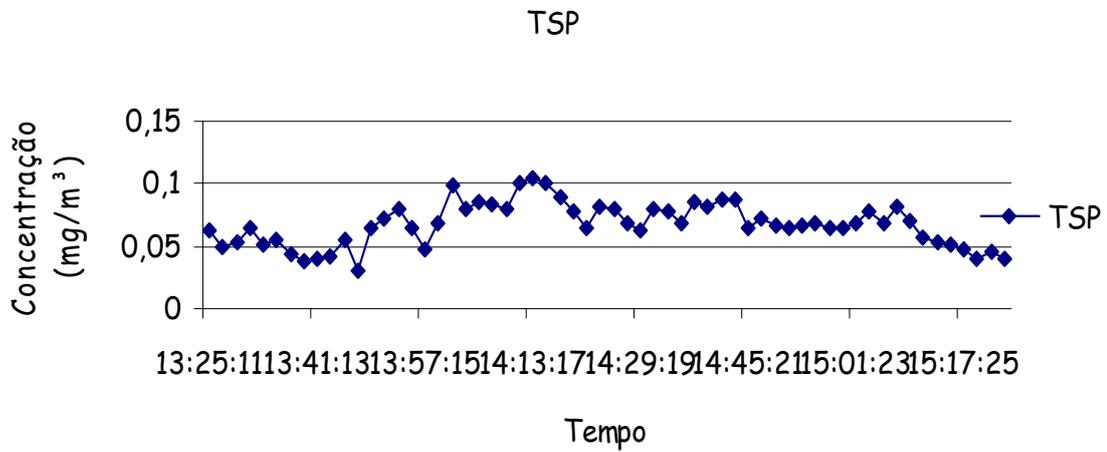
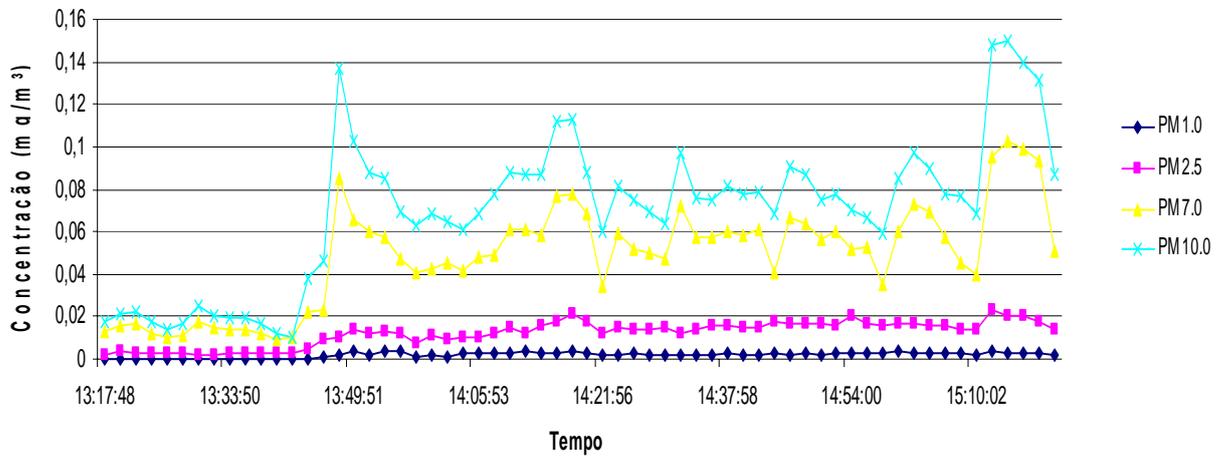
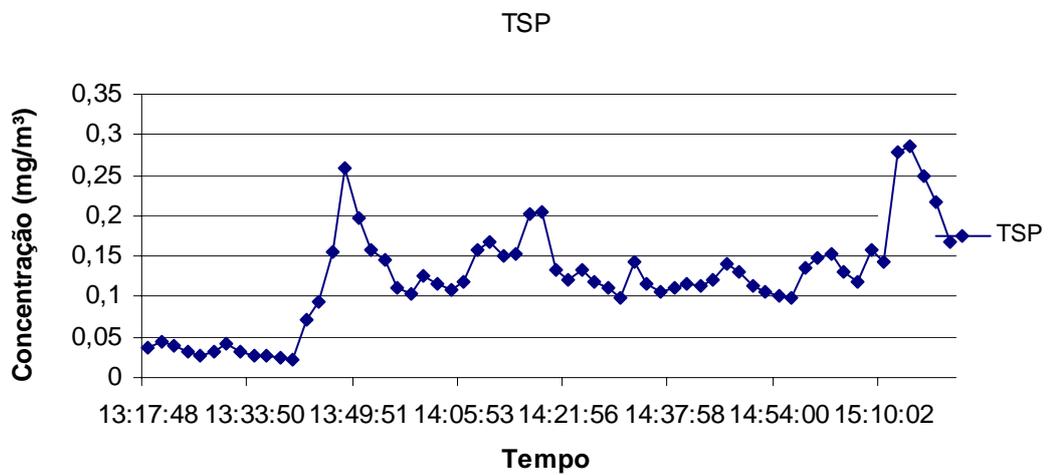
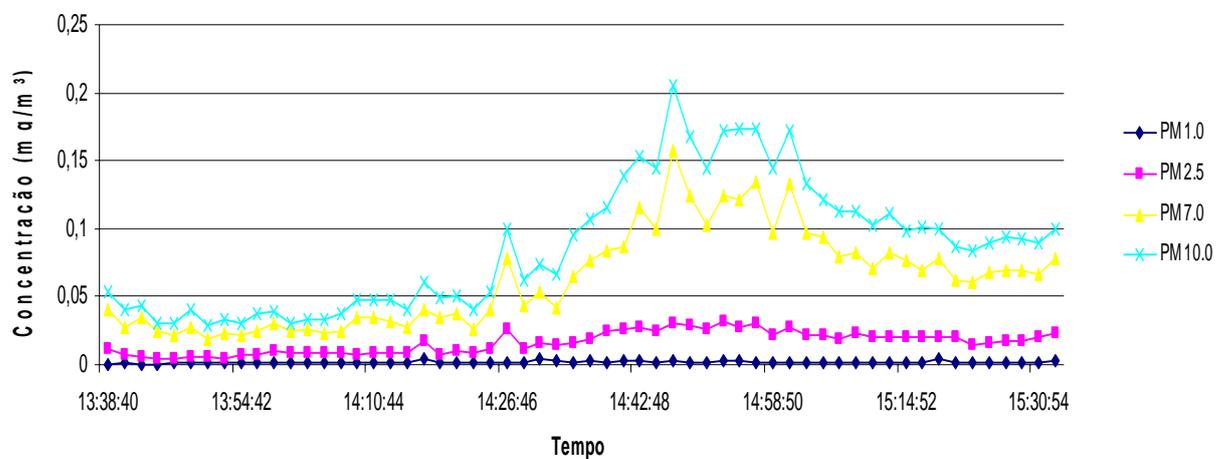
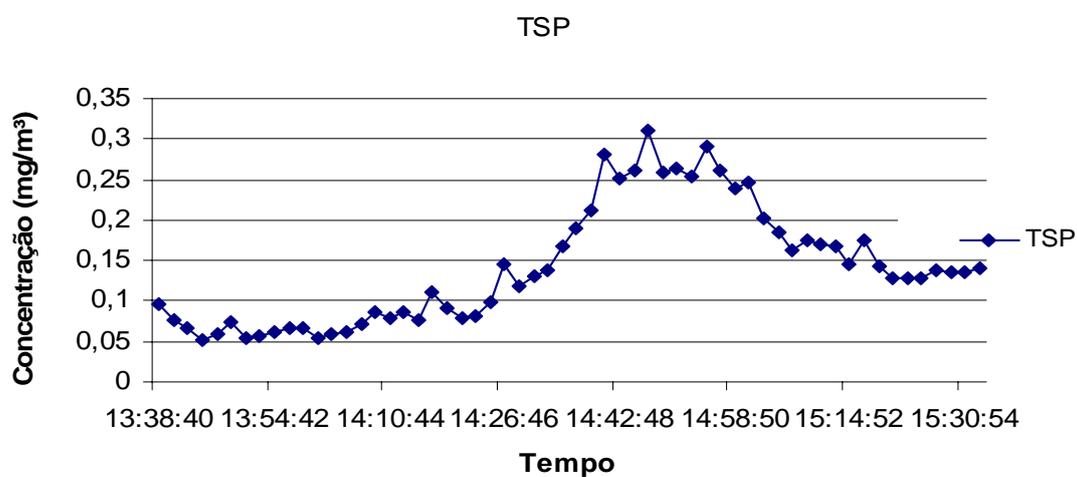


Gráfico – Análise do material particulado total em suspensão em mg/m³ da coleta 7

Coleta 8

Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m³ da coleta 8Gráfico - Análise do material particulado total em suspensão em mg/m³ da coleta 8

Coleta 9

Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m^3 da coleta 9Gráfico - Análise do material particulado total em suspensão em mg/m^3 da coleta 9

Coleta 10

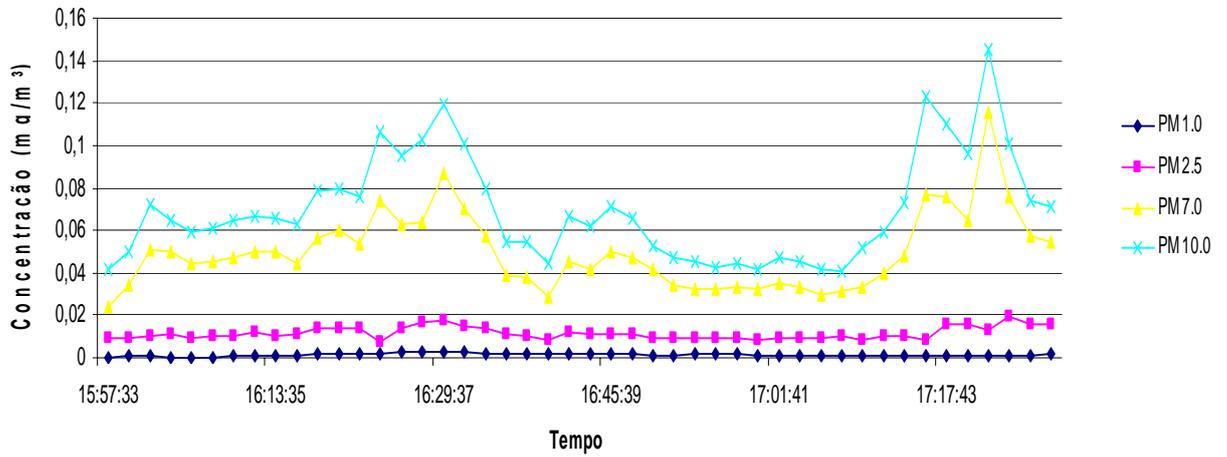


Gráfico - Concentração de material particulado em mg/m³ da coleta 10

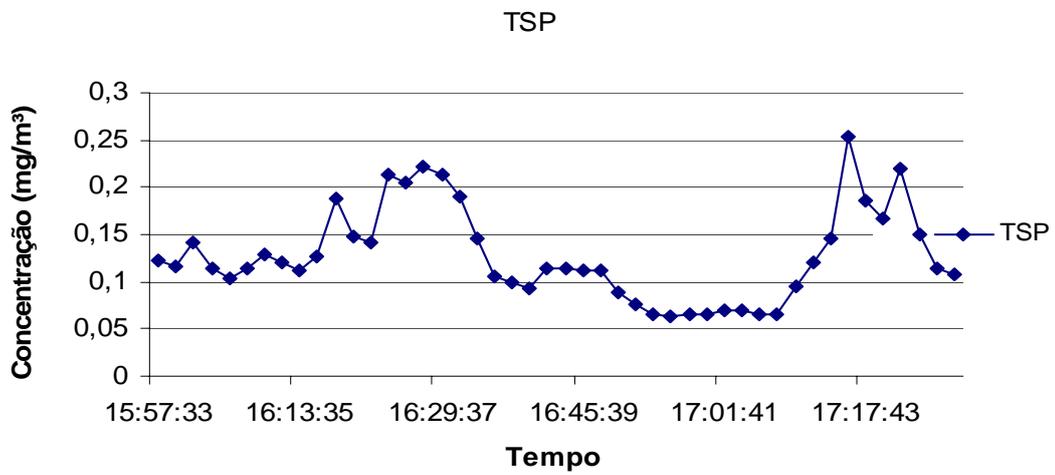


Gráfico - Análise do material particulado total em suspensão em mg/m³ da coleta 10