

**DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

CRISTINA DUTRA VIEIRA

**ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E DO RISCO BIOLÓGICO
DE RESÍDUOS GERADOS NOS SERVIÇOS ODONTOLÓGICOS**

BELO HORIZONTE

2010

CRISTINA DUTRA VIEIRA

**ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E DO RISCO BIOLÓGICO
DE RESÍDUOS GERADOS NOS SERVIÇOS ODONTOLÓGICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito para obtenção do grau de Doutor em Ciências Biológicas (Microbiologia).

Orientação: Prof. Luiz de Macêdo Farias

Co-orientação:

Prof^ª Maria Auxiliadora Roque de Carvalho

Prof^ª Simone Gonçalves dos Santos

Belo Horizonte

Instituto de Ciências Biológicas da UFMG

2010

Este trabalho foi desenvolvido no
Laboratório de Microbiologia Oral e Anaeróbios
Departamento de Microbiologia
ICB/UFMG

Orientação

Prof. Luiz de Macêdo Farias
Laboratório de Microbiologia Oral e Anaeróbios
Departamento de Microbiologia – ICB/UFMG

Co-orientação

Prof^a Maria Auxiliadora Roque de Carvalho
Laboratório de Microbiologia Oral e Anaeróbios
Departamento de Microbiologia – ICB/UFMG

Prof^a Simone Gonçalves dos Santos
Laboratório de Microbiologia Oral e Anaeróbios
Departamento de Microbiologia – ICB/UFMG

Colaboradores

Prof. Jaques Robert Nicoli
ICB/UFMG Departamento de Microbiologia

Prof^ª Maria Aparecida de Resende
ICB/UFMG Departamento de Microbiologia

Prof^ª Maria Eugênia Alvarez-Leite
Pontifícia Universidade Católica – PUC/MG

Dr^ª Noil Amorim de Menezes Cussiol
CNEN / UFMG

Apoio financeiro:

CNPq – FAPEMIG – CAPES – PRPq/UFMG



**Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Microbiologia**

ALUNA: CRISTINA DUTRA VIEIRA

Nº matrícula: 2006651603

Programa de Pós-graduação em Microbiologia - NÍVEL DOUTORADO

Defesa de Tese: 22 de outubro de 2010

Título: "Análise da composição gravimétrica e do risco biológico de resíduos gerados nos serviços odontológicos"

Co-orientadores: Profas. Maria Auxiliadora Roque de Carvalho e Simone Gonçalves dos Santos

A Tese foi submetida à apreciação da Profa. Vera Lúcia dos Santos que emitiu parecer favorável.

Dr. João Alberto Ferreira
Examinador

Aprovada: *Sim*

Dra. Cristina Rossi Nakayama
Examinadora

Aprovada: *Sim*

Dr. Eduardo Osório Cisalpino
Examinador

Aprovada: *Sim*

Dra. Isabela Almeida Pordeus
Examinadora

Aprovada: *Sim*

Prof. Luiz de Macêdo Farias
Orientador

Aprovada: *Sim*

Prof. Cláudio Antônio Bonjardim
Coordenador

Dedico esta obra a todos aqueles que me auxiliaram técnica e cientificamente em sua construção e também àqueles que, com este conhecimento, poderão reorganizar, reinventar e repensar suas práticas diárias, nos diversos Serviços de Saúde.

Agradecimentos

A Deus, que me deu forças físicas e intelectuais para realizar este trabalho hercúleo e que me guiou nos momentos de incertezas.

Ao amado Luiz Carlos de Almeida Macêdo que vivenciou, ao meu lado, todos os momentos difíceis, sempre me auxiliando em cada etapa, com amor, dedicação extrema, compreensão e muitos incentivos. Ter você comigo foi motivo de crescimento e de acreditar que eu seria capaz.

Ao meu amado pai, onde quer que você esteja, saiba que seu exemplo e dedicação me fazem seguir sempre em frente.

À minha amada mãe pela presença, sempre, em todas as etapas da minha vida. Sempre interessada no andamento das pesquisas.

Aos meus irmãos, sobrinhos e demais membros da família, obrigada pela participação, mesmo que distantes.

À minha segunda família, nosso saudoso Sr. Luiz Macêdo, D. Iuza, filhos e sobrinhos pela presença e alegria da convivência nesta caminhada.

À nossa tão querida Prof^a Maria Auxiliadora, meu agradecimento eterno por me acolher e permitir a realização de mais um trabalho. Agradeço também o carinho especial durante todos estes anos em que estou fazendo parte da “família do laboratório”.

Ao Prof. Luiz de Macêdo, pela atenção, empenho e incentivos durante toda a caminhada percorrida e pelas sugestões sempre tão pertinentes.

À amiga Simone Gonçalves que me acolheu desde o seu trabalho de mestrado, aceitando minha participação em sua pesquisa como estagiária. Agradeço também por todos os ensinamentos durante a realização dos experimentos até aqui

realizados. Sua amizade e dedicação sempre transcenderam e, por isto, posso chamá-la “minha irmã”.

À amiga e tão querida sócia Maria Eugênia que colabora com este estudo e abriu as portas de sua instituição para que pudéssemos realizar as nossas colheitas. Obrigada pela amizade de todas as horas, por ouvir tão carinhosamente e compreender as reclamações de cansaço durante nossas reuniões.

À Renata Gomes, pela dedicação, envolvimento e amizade. Obrigada por estar sempre disponível, pela compreensão nos momentos difíceis e por não desistir diante das dificuldades que encontramos durante a primeira fase do nosso estudo.

Ao Prof. Jacques Nicoli pelas dicas tão preciosas e pela participação na elaboração do desenho dos experimentos, nos cálculos das tabelas de log UFC e também pela disponibilidade de sempre.

À Prof^a Maria Aparecida, pelo carinho com que sempre me acolhe e pela participação tão importante na identificação das amostras de fungos. Sem a sua colaboração, seria quase impossível realizar esta pesquisa.

À querida amiga Noil Cussioli, a quem aprendi a admirar e respeitar, sempre um pouco mais. Obrigada por ser um exemplo de empreendedorismo, capacidade intelectual e, além de tudo, amiga para todas as horas. Sua habilidade em encontrar respostas às minhas perguntas sempre me surpreende.

Ao Prof. Marcos Xavier Silva pela atenção e o trabalho cuidadoso no tratamento estatístico e por me receber, sempre tão bem, nas inúmeras reuniões realizadas.

À querida colaboradora de todas as colheitas, Rute Denise Miranda, a quem palavras não são suficientes para agradecer toda a dedicação e empenho. Foram muitas horas de separação de resíduos, muita prosa e muitas dificuldades. Sem a sua prestimosa ajuda, como certeza, seria impossível realizar as nove colheitas.

Aos participantes da banca de defesa do projeto, Dr^a Adélia Aparecida Marçal dos Santos e Prof^a Rosana Filomena Vazoller, e da qualificação, Prof. Eduardo Osório Cisalpino e Prof^a Isabella Almeida Pordeus, por todas as sugestões e contribuições.

A todas as pessoas que participaram direta ou indiretamente das colheitas nas três instituições pesquisadas.

À enfermeira Alcione Bastos e aos Professores Marcelo Drumond Naves e Ricardo Santiago Gomez (Ex-Diretor) da Faculdade de Odontologia da UFMG, por permitirem e viabilizarem a realização das coletas na instituição.

À enfermeira Suzana Mourão da Matta Machado (ex-funcionária da Faculdade de Odontologia da UFMG) por sua dedicação e empenho nas colheitas realizadas em sua instituição. Seu exemplo e histórias permanecerão como parte fundamental deste trabalho.

À coordenadora da graduação do curso de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG, Prof^a Franca Arenare Jeunon, por permitir a realização da nossa pesquisa e também pela grande e bela amizade. Seus comentários me fizeram rir, mesmo após doze horas de trabalho com os resíduos na primeira colheita realizada na PUC.

À Sra. Ten Cel Tânia Pereira dos Reis Aguiar, chefe do Centro Odontológico da Polícia Militar de Minas Gerais – Codont – PMMG, pela permissão do trabalho com os resíduos gerados na instituição e pelo apoio institucional e pessoal.

Ao Luiz Cláudio, funcionário da empresa Serquip, pela gentileza em ceder a balança em todos os experimentos realizados e permitir que ela ficasse sob minha responsabilidade neste período.

Ao Flaviano por facilitar o acesso ao CDTN.

Aos funcionários do Laboratório de Irradiação Gama do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN, por realizarem o processamento dos coletores. Agradeço especialmente ao Ferracini pelos ensinamentos e especificações sobre o aparelho de irradiação.

Aos amigos do Laboratório de Microbiologia Oral e Anaeróbios: Carolina Vieira, Natália, “Valefinha”, Simones Q e C, Kênia, Ana Carolina, João Paulo, João, Rafael, Patrícias, Jaqueline, Glauciane, e Prof^a Paula por compartilharem as alegrias e dificuldades encontradas até o presente momento.

Ao colega de laboratório e eterno lutador, Augusto Sette-Dias.

Aos amigos Rodrigo e Renato pelo apoio, incentivo e compartilhamento de lamúrias durante os finais de semana de colheitas.

À Comissão de Biossegurança do Centro Odontológico da Polícia Militar de Minas Gerais (COdont-PMMG) por acompanhar com alegria o andamento do piloto e das coletas, em especial às colegas Sandra Diniz e Amanda Melgaço pelo incentivo.

À caríssima Sr^a. Ten Cel Silvânia, então sub-chefe do COdont-PMMG pelos constantes incentivos e por acreditar no meu potencial. Um ombro amigo e sempre disposta a consolar.

Às colegas de pesquisa Renata Barreto e Mireille que tanto ajudaram na identificação das amostras e também pelo carinho e amizade.

À querida Dr^a Sandra Brum da Mata pelo crescimento que seus ensinamentos me proporcionaram, por toda a luz que você fez brilhar em meus caminhos e, principalmente, por fazer parte da construção de cada etapa de minha vida.

Aos amigos Mônica Castelo Branco e Átila Savernini pelo apoio desde o início, antes mesmo da defesa deste projeto de pesquisa. Obrigada pela amizade e pelo exemplo de amor que vocês são!

À querida amiga e irmã Patrícia Martins Costa, por sempre ser tão próxima e por incentivar toda a minha jornada. Sem seu auxílio, apoio e amizade tão verdadeira tenho certeza que este caminhar seria mais árduo e quase intransponível.

Meus eternos e mais sinceros agradecimentos à equipe que cuidou do meu preparo físico, tratando-me com todo carinho e paciência, incluindo minha amiga Patrícia Costa, o ortopedista, Dr. Edson Barreto, o educador físico, César Teixeira Castilho e o fisioterapeuta Geraldo Machado. Sem o auxílio e empenho de todos vocês, eu não poderia “sustentar” o peso deste trabalho.

Às colegas Milena e Thaís do laboratório de Micologia pelo grande esforço e ajuda na identificação e realização de todo o trabalho de Biologia Molecular. Vocês duas são muito especiais para mim!

À estudante de Odontologia e aluna de iniciação científica, Érica, que muito contribuiu nos últimos experimentos realizados. Obrigada pela amizade e por partilhar a última parte de nossa pesquisa, sempre tão ávida por conhecimento e tão aplicada em tudo que faz.

Aos funcionários Wellerson do Laboratório São Paulo e Dra Denise do Laboratório Hermes Pardini meu agradecimento no trabalho com minhas amostras, identificando com carinho e colaborando para o sucesso da conclusão deste trabalho.

A todos os motociclistas do Laboratório São Paulo que transportaram com carinho minhas amostras para identificação, meu agradecimento sincero.

A todos os funcionários da Secretaria de Pós-Graduação em Microbiologia e da Biblioteca de Pós-Graduação, em especial a Gina, Fatinha, Douglas, Iracema, Ana Paula e Cecília agradeço o carinho e atenção a mim dispensados.

Aos amigos e técnicos de apoio, Luzia e José Sérgio, do Laboratório de Microbiologia Oral e Anaeróbios, pela amizade, atenção e cuidados zelosos dispensados. Sérgio, parabéns pela inventividade e criatividade na elaboração do aparato experimental, vamos correr atrás da nossa patente!

SUMÁRIO

1. Introdução e Revisão da Literatura	
1.1 Aspectos gerais da situação dos resíduos	11
1.2 Problemática dos Resíduos dos Serviços de Saúde	16
1.3 Etapas do gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde	18
1.4 Composição gravimétrica	20
1.5 Aspectos microbiológicos e prováveis riscos associados	21
2. Justificativa	27
2.1 Hipóteses	27
3. Objetivos	
3.1 Objetivo geral	29
3.2 Objetivos específicos	29
4. Produção Científica	
4.1 Artigo I	31
4.2 Artigo II	37
4.3 Artigo III	61
5. Discussão dos Resultados	
5.1 Caracterização quantitativa dos resíduos sólidos	87
5.1.1 Separação e identificação dos resíduos nas três instituições de saúde da Odontologia	87
5.2 Avaliação do pH do líquido lixiviado	89
5.3 Caracterização microbiológica dos resíduos	89
5.3.1 Prevalência e viabilidade dos microrganismos	89
5.3.2 Avaliação microbiológica do ar dos ambientes	94
5.3.3 Perfis de susceptibilidade aos antimicrobianos	95

6. Conclusões	
6.1 Caracterização da composição gravimétrica	101
6.2 Avaliação da composição e da viabilidade microbiana	101
6.3 Avaliação do pH do líquido lixiviado	102
6.4 Avaliação microbiológica do ar dos ambientes	102
6.5 Avaliação dos perfis de susceptibilidade aos antimicrobianos	103
Considerações Finais	103
7. Referências Bibliográficas	105
8. Anexo	
8. Atividades desenvolvidas no período 2006-2010	116
8.1 Produção Científica	116
8.1.1 Artigos publicados em periódicos estrangeiros	116
8.1.2 Artigos publicados em periódicos nacionais	116
8.1.3 Artigos submetidos	116
8.1.4 Participação em trabalhos técnicos (autoria / membro técnico)	117
8.1.5 Trabalhos resumidos publicados em anais de congresso	117
8.2 Participação em Eventos Científicos	120
8.2.1 Nacionais	120
8.2.2 Regionais	120
8.3 Atividades Didáticas Desenvolvidas no Período	120
8.4 Colaborações em Dissertações e Teses em Andamento	124

RESUMO

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a composição gravimétrica e investigar o provável risco associado aos resíduos gerados em serviços de saúde odontológicos, foram coletados resíduos gerados durante 24 horas de trabalho, em três instituições da Odontologia. Para a caracterização dos resíduos e sua avaliação microbiológica, foram realizadas coletas, nos tempos de zero, 24 e 48 horas a partir da geração. Os resíduos foram pesados, separados, e a porção considerada potencialmente infectante analisada. A equipe envolvida na pesagem e separação dos resíduos recebeu treinamento prévio e estava devidamente vacinada. Os valores médios de resíduos gerados foram 82,8, 51,5 e 39,6 Kg/d, para a instituição de Ensino Privada, de Ensino Público e o Serviço Público, respectivamente. As taxas de geração dos resíduos infectantes e potencialmente infectantes foram, respectivamente, de 12,0, 11,5, e 15,1 Kg/d e, dos não infectantes, de 35,5, 20,5 e 25,6 Kg/d, para a Instituição de Ensino Privada, o Serviço Público e a de Ensino Público. A taxa de geração de resíduos infectantes e potencialmente infectantes foi mais elevada na Instituição Pública de ensino e, na Instituição Privada, as de resíduos não infectantes e semelhantes aos domésticos. Os valores de pH do líquido lixiviado a partir das amostras de resíduos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, nos tempos de 0, 24 e 48 horas, dentro de uma mesma instituição ou quando foram comparados os valores médios obtidos nas três instituições. A partir do líquido lixiviado, foram recuperados diferentes tipos microbianos, em proporções distintas. O grupo microbiano mais frequentemente isolado foi o de cocos Gram positivos, distribuídos em coagulase negativos (203); *Staphylococcus aureus* (26), *Enterococcus faecium* e *E. faecalis* (55); *Aerococcus viridans* (26), amostras sugestivas de pertencer ao gênero *Micrococcus* (23), *Streptococcus* spp. (31), *Kocuria kristinae* (03) e *Rothia dentocariosa* (01), seguido dos bastonetes Gram negativos anaeróbios facultativos (357). Neste grupo, a espécie predominante foi a *Stenotrophomonas maltophilia* (63). Os bastonetes Gram positivos anaeróbios facultativos corresponderam ao terceiro grupo, com 39 amostras, seguidos por leveduras (17), cocos Gram negativos (03) e os anaeróbios obrigatórios (02). Foi observada uma alta taxa de resistência à ampicilina entre os bastonetes Gram-negativos (59,4%) e os cocos Gram-positivos (44,4%). Para outros antimicrobianos também se observou resistência neste grupo bacteriano, destacando-se as drogas: aztreonam (47,7%), cefotaxima (47,4%),

ceftriaxona (43,7%), cefazolina (43,7%) e ticarcilina- ácido clavulânico (38,2%). Entre os cocos Gram-positivos, a maior taxa de resistência foi para a penicilina (45,0%), seguida de ampicilina, eritromicina (27,2%) e tetraciclina (22,0%). As duas espécies de anaeróbios obrigatórios isoladas foram sensíveis a todos os sete antimicrobianos testados contra este grupo, exceto *Propionibacterium acnes* que se mostrou resistente ao metronidazol (MIC > 128 mg/l), como esperado (resistência intrínseca). Concomitantemente ao estudo microbiológico do líquido lixiviado, foram isoladas amostras do ar do ambiente clínico e dos abrigos externos de resíduos. Das 104 amostras de fungos filamentosos, 72 (69%) foram recuperadas do ambiente dos abrigos externos de resíduos das três instituições e 32 (31%) dos ambientes clínicos. O fungo mais frequentemente isolado nos dois ambientes foi *Cladosporium* spp. (68,0% dos recuperados dos abrigos de resíduos e 43,7% dos ambientes clínicos). A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que, nas instituições pesquisadas, a maior parte dos resíduos considerada como potencialmente infectante foi segregada de forma inadequada. Muitos componentes poderiam estar sendo reciclados, diminuindo o volume total e, conseqüentemente, os custos com o tratamento. A escassez de dados na literatura e o desconhecimento do potencial risco biológico, ocupacional e ambiental, dos resíduos dos serviços de saúde aumentam a preocupação em torno de sua geração e descarte no ambiente. O presente estudo mostrou que a maioria dos diversos grupos bacterianos isolados permaneceu viável por até 48 horas nos resíduos e exibiram resistência contra diversos antimicrobianos utilizados na prática clínica. Falhas no gerenciamento dos resíduos poderiam resultar em rotas de disseminação de bactérias multiresistentes e, conseqüentemente, de seus genes de resistência para o ambiente. Amostras de fungos filamentosos foram isoladas do ar dos ambientes, exceto do bloco cirúrgico de uma das instituições, apontando para a necessidade de um controle microbiológico objetivo e periódico desses ambientes. As conclusões suscitam a necessidade de um melhor e mais cuidadoso gerenciamento dos RSS nas instituições pesquisadas.

Palavras-chave: Resíduos de serviços de saúde, composição gravimétrica, risco biológico.

ABSTRACT

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the composition and microbiological content of solid waste produced in one day of work by three dental health care services. From each dental health service, three samples were collected and evaluated until 48 hours. The total amount of dental waste was weighted and manually separated. Personnel involved in waste separation previously attended a special training session, were vaccinated and instructed to attend protective measures to prevent injuries and infection. Production rates express the mean values of three samples collected from each evaluated dental health service and were 82.8, 51.5 and 39.6 kg/d for the Private and Public Schools of Dentistry and the Dental Public Health Service, respectively. Production rates of infectious and potentially infectious waste were 12, 15.1 and 11.5 kg/d and of non-infectious waste were 35.5, 25.6 and 20.5 kg/d, respectively. Finally, production rates of domestic-type waste were 35.3, 10.8 and 7.6 kg/d, respectively. The highest production of infectious and potentially infectious waste was observed at the Public School of Dentistry and of non-infectious waste and domestic-type waste was at the Private School. A sample of dental waste leaching fluid was examined. Statistical differences were not observed among pH values of the three health services at zero, 24 and 48 hours of evaluation. In addition, statistically significant differences were not observed when comparing the pH mean values among the three services. The number of microorganisms recovered from all leaching fluids was as follows: 357 Gram negative rods strains, 409 Gram positive cocci (203 coagulase negative cocci; 55 *Enterococcus faecium* and *E. faecalis*; 26 *Staphylococcus aureus*; 26 *Aerococcus viridans* and 23 strains with suggestive characteristics of *Micrococcus* spp.. Gram positive rods represented the third group recovered (38 strains), followed by Gram negative cocci and obligate anaerobe. A very high resistance rate to ampicillin was observed among Gram-negative rods (59.4%) and Gram-positive cocci (44.4%). Gram-negative rods, also showed high resistance to other antimicrobial drugs such as aztreonam (47.7%), cefotaxime (47.4%), ceftriaxone (43.7%), cefazolin (43.7%) and ticarcillin-clavulanic acid (38.2%). Gram-positive cocci exhibit the higher resistance rate to penicillin (45.0%) followed by ampicillin (44.4%), erythromycin (27.2%) and tetracycline (22.0%). Considering the two anaerobic strains recovered, both of them exhibited sensibility to all seven tested drugs, except metronidazole to which *P. acnes* is intrinsically resistant (MIC > 128 mg/l). Beyond this investigation, 104 fungus strains

were recovered from clinical offices and waste storage room airborne. The most common microorganism in the air examined were *Cladosporium* spp. which accounted for 68% of the total recovered fungi in waste storage room and for 31% of the clinical airborne. Our results showed that most of the waste considered as biomedical was misclassified, consequently making the infectious waste volume appear much larger. In addition, our results suggest that many of the waste components might be recycled in attempt to reduce waste volume and consequently treatment costs. The absence of data and the unknown potential impact of dental solid waste increase the concern about generation and releasing of these materials on the environment. The present study showed that a variety of microorganisms present on dental solid waste could survive after 48 hours from the generation time and that they harbor resistant markers against several clinically recommended antimicrobials. The inefficacy of solid dental waste management could result in routes of dissemination of multiresistant bacteria and consequently their genes of resistance into the environment. These findings suggested that all discarded material should be carefully handled and properly disposed. The recovered levels of fungi strains from clinical offices and waste storage room airborne pointed out to the need of an objective and regular microbiological control of these environments. All of these findings highlight the need for improving dental health care service waste management, including waste segregation practices and recycling.

Keywords: Dental solid waste, waste composition, biological risk

Inovar é acreditar que se pode construir um novo amanhã e um novo caminhar a partir de novas idéias.

Cristina D Vieira

_____INTRODUÇÃO e REVISÃO da LITERATURA

1. Introdução e Revisão da Literatura

1.1 Aspectos gerais da situação dos resíduos

A história da humanidade, na virada do século e do milênio, foi marcada pelo desperdício e pelo desenvolvimento industrial e tecnológico sem precedentes, o que implica, necessariamente, aumento proporcional de resíduos lançados na natureza. Apesar disto, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico -PNSB- (IBGE, 2002), realizada em 2000, ressalta uma tendência de melhora na situação da disposição final dos resíduos em nosso país. Esta melhoria, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002), deve-se à maior consciência da população sobre a questão da limpeza urbana, ao apoio de alguns Governos Estaduais, ao aporte de recursos do Governo Federal, aos programas de apelo popular e, também, à forte atuação do Ministério Público junto às prefeituras. Contudo, ainda nos encontramos muito distantes de atingir a qualidade adequada de destinação final para os resíduos, pois os locais com esta finalidade se situam na periferia dos municípios, não despertando o interesse da população formadora de opinião.

A PNSB informa que eram recolhidas, na época da pesquisa, mais de 125.000 toneladas diárias em todos os municípios brasileiros. O estudo mais atual (IBGE, 2008) mostra que 50,8% destes municípios utilizavam os lixões para o destino final de seus resíduos, 22,5% utilizavam aterros controlados e 27,7% os aterros sanitários. Não somente nesta pesquisa, mas também em referências internacionais, os resíduos dos Serviços de Saúde (RSS) são mencionados como representando cerca de 1% do volume total de resíduos gerados (IBGE, 2002; Garcia e Zanetti-Ramos, 2004; Hassan *et al.*, 2008). Dos 5.507 municípios brasileiros, em 2.569 os RSS eram depositados no mesmo aterro que os resíduos comuns e apenas 539 os enviavam para locais de tratamento ou aterros de segurança. Segundo o IBGE (2002), a destinação final dos RSS em aterro sanitário não é de todo inadequada, pois sua disposição em valas sépticas, isoladas e protegidas do acesso de pessoas, tem sido aceita por alguns órgãos de controle ambiental.

Registros oficiais de 2002 mostram que os serviços de limpeza urbana empregavam 317.744 pessoas, nas prefeituras e/ou empresas terceirizadas, além de

1 24.340 catadores que atuavam em lixões, e que sobreviviam desta atividade, de
2 alguma forma. Estes dados ressaltam a importância da temática dos resíduos sólidos
3 no nosso País (IBGE, 2002).

4 Além dos aterros sanitários, outras formas de tratamento para os RSS são
5 mencionadas na literatura: incineração, esterilização por vapor, uso de microondas,
6 desinfecção química, tecnologia de plasma, gaseificação, irradiação e tecnologia de
7 tratamento por pirólise (Phillips, 1999; Weir, 2002; CDC, 2003; Blenkarn, 2005; Na
8 *et al.*, 2008).

9 A utilização de incineradores deve ser rigorosamente monitorada, pois os
10 trabalhos citam que incineradores que operam com temperaturas abaixo de 800°C
11 podem emitir poluentes tóxicos para o ambiente, como dioxinas e furanos. A
12 exposição prolongada a baixas concentrações de dioxinas e furanos pode levar a
13 danos no desenvolvimento do sistema nervoso e sistema endócrino e nas funções
14 reprodutivas. As exposições a altas concentrações destes poluentes podem resultar
15 em lesões na pele e alterações de funções hepáticas (WHO, 2004). Weir (2002)
16 menciona que 9% da emissão total de mercúrio anual no Canadá é proveniente de
17 incineradores de RSS.

18 Até há pouco tempo, os resíduos domiciliares eram considerados de pequeno
19 risco ao meio ambiente. Devido à introdução de novos produtos na vida moderna, ao
20 maior conhecimento do impacto de certos materiais no ambiente e à crescente
21 quantidade dos mesmos, atualmente se considera estes resíduos uma ameaça à
22 integridade do meio ambiente. Estes resíduos podem conter itens que podem ser
23 classificados como perigosos, tais como pilhas e baterias, óleo de motor, pesticidas,
24 mercúrio de lâmpadas e termômetros, medicamentos e outros. Mesmo em pequenas
25 concentrações, estes resíduos têm efeitos potenciais deletérios à saúde humana e ao
26 meio ambiente. Além disso, podem conter, ainda, resíduos infectantes produzidos
27 por doentes em domicílio e seu controle é quase impossível (Ferreira, 1997; Phillips,
28 1999).

29 Nogueira (1999) relata não haver evidências epidemiológicas que indiquem
30 que os resíduos hospitalares apresentam um risco maior para a saúde pública do que
31 o resíduo comum. Segundo Neves (2002), vários trabalhos mostram que nem o lixo
32 hospitalar nem o doméstico apresenta risco infeccioso a pessoas e ao meio ambiente.

1 Na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Catapreta e Heller (1999)
2 associaram a ausência de coleta de resíduos domiciliares à ocorrência de doenças em
3 crianças menores de cinco anos moradoras de vilas e favelas. Segundo os autores, os
4 resultados da pesquisa sugerem que a população infantil exposta aos resíduos sólidos
5 domiciliares, pela ausência de serviços de coleta, apresenta 40% (razão de
6 possibilidades de ocorrência ou *odds ratio* da ordem de 1,40) mais oportunidades de
7 apresentar doenças diarréicas, parasitárias e dermatológicas do que a população não
8 exposta. Ressalta-se que nas vilas existe um razoável nível de urbanização e nas
9 favelas, a urbanização é muito precária, em geral os terrenos eram invadidos.

10 Para o *Centers for Diseases Control and Prevention* (CDC, 2003), de fato,
11 não existem evidências científicas que demonstrem que os resíduos gerados em
12 hospitais sejam mais infectantes que os domiciliares. No entanto, estes resíduos são
13 mencionados como aqueles que possuem maior diversidade microbiana e os resíduos
14 domiciliares os mais densamente contaminados. Se as normas de descarte dos RSS
15 forem adequadamente seguidas, sendo a descontaminação dos resíduos clínicos e
16 microbiológicos realizada no local de sua geração, o risco para os profissionais de
17 saúde e a população não é significativo. Esta afirmação exclui os resíduos
18 perfurocortantes, que são considerados de maior risco devido à possibilidade de
19 injúrias. As culturas de microrganismos não tratadas também oferecem risco, pelo
20 seu grande potencial de transmissão de doenças infecciosas (CDC, 2003).

21 Garcia e Zanetti-Ramos (2004) afirmam que, no Brasil, devido à precariedade
22 do tratamento e disposição final dos RSS, não se pode desprezar a contaminação
23 ambiental advinda destes resíduos. Segundos os autores, apenas pequena parte dos
24 resíduos dos Serviços de Saúde é depositada em aterros sanitários controlados, o que
25 é confirmado por dados oficiais já mencionados anteriormente.

26 De acordo com Hassan *et al.* (2008), os resíduos gerados em hospitais podem
27 conter metais e produtos químicos tóxicos e agentes de doenças infecciosas como os
28 vírus da Hepatite B (HBV) e da Síndrome da Imunodeficiência adquirida (AIDS). Os
29 autores reforçam que, devido ao seu gerenciamento inadequado, estes resíduos
30 representam risco elevado para médicos, enfermeiras, técnicos, visitantes e pacientes
31 de hospitais.

32 Diversos trabalhos têm ressaltado que os perfurocortantes presentes nos
33 resíduos dos serviços de saúde (RSS) podem representar risco de contaminação para

1 os profissionais que os manuseiam (Samaranayake, 1995; Alvarez-Leite, 1996;
2 Guimarães Jr, 2001; CDC, 2003; Blenkarn, 2006a; Hassan *et al.*, 2008). A
3 recomendação é que estes resíduos sejam acondicionados em embalagens rígidas,
4 dotadas de tampas que impeçam o vazamento de seu conteúdo (Samaranayake, 1995;
5 Guimarães Jr, 2001; CDC, 2003; ANVISA, 2004; CONAMA, 2005).

6 Para Phillips (1999), embora a possibilidade de infecção decorrente de
7 injúrias com perfurocortantes seja bem documentada na literatura, relatos de outras
8 formas de contaminação decorrentes do contato com os RSS são escassos. O autor
9 menciona que o risco de transmissão do HBV por meio de perfurocortantes
10 descartados é baixo e o do HIV (vírus da imunodeficiência humana) é menor ainda.

11 O gerenciamento dos resíduos dentro de um estabelecimento de saúde passa
12 por várias etapas, desde a sua geração até o seu destino final. No Brasil, a Resolução
13 RDC 306 de 07 de dezembro de 2004 distingue estas etapas em: geração, segregação,
14 acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário,
15 tratamento, armazenamento externo, coleta e transporte externos e disposição final.
16 Durante todas as etapas, deve haver o cuidado com a paramentação (uso de
17 equipamento de proteção individual – EPI) dos profissionais que irão manusear os
18 RSS. Estes profissionais devem receber capacitação adequada e vacinação (CDC,
19 2003). No Município de Belo Horizonte, o Decreto N° 10.296, de 13 de julho de
20 2000, revogado pelo Decreto N° 12.165 de 15 de setembro de 2005, regulamentou a
21 apresentação e aprovação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de
22 Saúde (PGRSS).

23 Nazar (2002) avaliou a implantação do sistema proposto no Decreto N°
24 10.296/00 em 54 (cinquenta e quatro) Unidades Básicas de Atenção à Saúde da
25 Prefeitura de Belo Horizonte e concluiu que havia necessidade de um maior
26 conhecimento da equipe sobre esta legislação. Observou, também, a necessidade de
27 programas de educação continuada e treinamento da equipe para manusear os
28 resíduos de saúde.

29 A terceirização de muitos serviços de limpeza também é citada na literatura
30 como um ponto dificultador, devido à rotatividade da mão de obra (Ferreira, 1997;
31 Phillips, 1999; Nazar, 2002). Estas empresas são, usualmente, de pequeno e médio
32 porte, na maioria das vezes sem capacitação técnica para a atividade. Esta
33 rotatividade de profissionais dificulta não somente a implantação de um adequado

1 gerenciamento, mas também prejudica a continuidade do treinamento necessário ao
2 manejo dos resíduos.

3 Segundo a ANVISA (2006), a temática ‘Resíduos dos Serviços de Saúde’,
4 especialmente de Serviços Odontológicos, necessita de ampliação e aprofundamento
5 de estudos, devido à controvérsia quanto às implicações desses resíduos, no que se
6 refere à saúde ambiental. De acordo com o Órgão, o risco à Saúde Pública e
7 ocupacional dos resíduos odontológicos é equivalente àqueles gerados nos demais
8 Serviços de Saúde.

9 Hiltz (2007) comentou que o objetivo da profissão Odontológica é promover
10 a saúde e o bem estar. Para tal, são utilizados numerosos materiais e equipamentos
11 que, infelizmente, podem representar risco potencial ao meio ambiente, incluindo os
12 metais pesados e os resíduos biomédicos. Segundo a autora, os dentistas podem
13 lançar nos efluentes encaminhados para tratamento mercúrio, prata e chumbo, que
14 são metais pesados tóxicos e que podem persistir no meio ambiente. Os resíduos
15 clínicos podem, também, conter materiais capazes de causar doenças ou albergar
16 microrganismos potencialmente patogênicos. Todos estes resíduos necessitam de
17 gerenciamento adequado pelos profissionais de saúde da área, no sentido de reduzir
18 seu impacto no meio ambiente.

19 Como contribuição nesta temática, pretendeu-se avaliar algumas
20 características dos resíduos gerados nos serviços de atenção à saúde bucal. Espera-se
21 que os dados obtidos pela análise da composição gravimétrica e pelo estudo
22 microbiológico dos RSS representem um passo relevante no sentido de minimizar
23 sua geração e reduzir os custos para as Instituições e danos para o Meio Ambiente.
24 Além disso, espera-se que o conhecimento do risco biológico advindo do manuseio
25 desses resíduos contribua para a redução do risco ocupacional para os trabalhadores e
26 usuários dos Serviços de Saúde.

27
28
29
30
31
32 **1.2 Problemática dos Resíduos dos Serviços de Saúde**

1 Por razões várias, o manuseio adequado dos resíduos gerados nos Serviços
2 de Saúde tem sido negligenciado, infelizmente, em especial em países economicamente
3 em desenvolvimento. As características e quantidade de resíduos gerados nestes
4 serviços nem sempre é conhecida. Estes dados são importantes para se conhecer as
5 propriedades do gerenciamento e, também, identificar os tipos de materiais que: (1)
6 podem ser substituídos por outros recicláveis, (2) podem estar sendo utilizados de forma
7 excessiva ou (3) podem não ser, necessariamente, perigosos, aumentando o volume de
8 resíduos descartados (Diaz *et al.*, 2005).

9 Weir (2002) menciona que somente 20% dos resíduos gerados em hospitais
10 são considerados potencialmente infectantes e, segundo a Organização Mundial de
11 Saúde, (WHO, 2004), este percentual pode variar de 15 a 25%. Weir (2002) afirmou
12 que grande parte dos resíduos é classificada de forma incorreta, aumentando o volume e
13 os custos, que podem ser 16 vezes mais caros do que o resíduo comum.

14 A presença de resíduos perfurocortantes nos RSS, mesmo em pequenas
15 quantidades, pode ser altamente perigosa. Se manuseados de forma inadequada, estes
16 resíduos podem expor ao risco de infecções tanto os profissionais de saúde como
17 aqueles que manuseiam os resíduos e, também, a comunidade. Agulhas e seringas
18 contendo secreções contaminadas por agentes infecciosos representam um risco em
19 particular e podem ser colhidas pela população nos aterros e lixões das cidades e
20 reutilizadas (WHO, 2004).

21 A Organização Mundial de Saúde estimou, no ano 2000, que injúrias com
22 seringas contaminadas foram responsáveis por 21 milhões de infecções por HBV,
23 perfazendo um total de 32% dos novos casos de infecção por este agente; dois milhões
24 pelo vírus da Hepatite C (HCV), 40% dos novos casos de infecção e 260.000 pelo HIV,
25 5% de todas as novas infecções (WHO, 2004). Estudos epidemiológicos indicam que
26 uma pessoa que sofre um acidente com agulha utilizada num paciente fonte infectado
27 tem o risco de 30%, 1,8% e 0,3%, respectivamente, de tornar-se infectado com HBV,
28 HCV e HIV (WHO, 2004).

29 Para Blenkharn (2006a), o descarte seguro e a subsequente destruição dos
30 resíduos dos Serviços de Saúde são as principais ferramentas para se reduzir o risco de
31 injúrias por meio de contato com materiais potencialmente perigosos e, também, para
32 prevenir a contaminação do ambiente. O autor cita que o principal risco é a transmissão
33 de infecções mediadas por vírus presentes no sangue, seguido por infecções

1 respiratórias, entéricas e dos tecidos moles, injúrias físicas e efeitos adversos locais ou
2 sistêmicos, quando do contato com resíduos farmacêuticos perigosos. Para minimizar os
3 possíveis riscos, o manuseio e a estocagem devem ser feitos de modo seguro. A
4 integridade dos carros de transporte interno deve ser mantida, assim como o local de sua
5 armazenagem deve ser seguro e restrito ao acesso de pessoas autorizadas.

6 As agulhas utilizadas durante os atos operatórios clínicos e/ou cirúrgicos não
7 devem ser reencapadas, encurvadas ou quebradas antes de serem desprezadas, pois estas
8 manobras aumentam o risco de acidentes (CDC, 2003). Apesar desta recomendação,
9 Alvarez Leite (1996) encontrou, em seu estudo com dentistas na cidade de Belo
10 Horizonte, apenas 35,9% dos profissionais desprezando os perfurocortantes de forma
11 adequada, enquanto que 64% deles afirmavam reencapar, entortar ou jogar diretamente
12 estes resíduos no saco plástico, sem qualquer proteção adicional. Cerca de 32% dos
13 profissionais relataram ter sofrido ao menos uma punção acidental a cada mês. Com
14 relação ao acondicionamento dos RSS de um modo geral, 72,5% realizavam-no de
15 forma inadequada. Nazar (2002) encontrou re-encape de agulhas em 56% das unidades
16 básicas da Prefeitura de Belo Horizonte, antes do descarte. Segundo o autor, este
17 procedimento é considerado de alto risco no manuseio dos resíduos odontológicos.
18 Segundo o CDC (2004), 16% dos acidentes com perfurocortantes ocorrem durante ou
19 após o seu descarte, 41% após o uso e antes do seu descarte e 39% durante a assistência
20 ao paciente.

21 Garcia e Zanetti-Ramos (2004) ressaltaram que, além do risco biológico, os
22 RSS podem apresentar grande quantidade de substâncias químicas – como
23 desinfetantes, antibióticos e outros medicamentos – decorrendo daí, também, o risco
24 químico.

1.3 Etapas do gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde

Segundo Sisinho e Moreira (2005), durante o processo de atendimento nos Serviços de Saúde, água e energia são constantemente exigidas e são gerados efluentes líquidos e uma grande variedade de resíduos sólidos que necessitam tratamento adequado, pois constituem fonte importante de contaminação para o ambiente e para a população intra e extra-unidade. Os autores afirmam que o aumento da complexidade da atenção médica, o aumento da população idosa e o uso de material descartável têm contribuído para o aumento da geração de Resíduos de Serviços de Saúde nos países desenvolvidos. A quantidade gerada também depende do tipo e tamanho do estabelecimento de saúde, da quantidade de serviços oferecidos, número de pacientes atendidos e dos procedimentos médico-hospitalares adotados.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) informa, em sua norma técnica ABNT NBR 10.004:2004, que a caracterização dos resíduos sólidos depende da sua avaliação qualitativa e quantitativa, devendo ser investigados os parâmetros que permitam a identificação de seus principais componentes, bem como a presença e/ou ausência de certos contaminantes.

De acordo com Ferreira (1997), o conhecimento detalhado dos resíduos é fundamental na determinação do modelo de gerenciamento que deverá ser estabelecido pela instituição, particularmente na seleção dos métodos de tratamento e na disposição final. Na Inglaterra, o custo da disposição dos RSS pode exceder a £ 450/tonelada, refletindo a complexidade do controle imposto na transferência, estocagem e destruição dos resíduos, bem como na disposição do que resultou do tratamento (Blenkharn, 2006a). Weir (2002) menciona que a implantação de programas com o objetivo de reduzir o volume de RSS gerado nos hospitais de Toronto resultou na economia de \$5.599 dólares mensais, com a diminuição do volume de 14.800kg para 6.300kg/mês.

Segundo Diaz *et al.* (2005), a quantidade de resíduos gerados e seu custo têm aumentado significativamente, pressionando as organizações a melhorar sua minimização bem como as oportunidades de reciclagem.

De acordo com a legislação federal (ANVISA, 2004) e a municipal de Belo Horizonte (Decreto 12.165, 2005), o manejo é a ação de gerenciar os resíduos em seus aspectos intra e extra-estabelecimento, desde sua geração até a disposição final. Inclui as seguintes etapas: segregação, que é a separação dos resíduos no local e momento de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, estado físico e riscos envolvidos; o acondicionamento, descrito como o ato de embalar os resíduos

1 segregados em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e resistam às ações de
2 punção e ruptura; a identificação, que é o conjunto de medidas que permite o
3 reconhecimento dos resíduos contidos nos sacos e recipientes, fornecendo informações
4 ao correto manejo dos RSS; o transporte interno, definido como o traslado dos resíduos
5 dos pontos de geração até o local destinado ao armazenamento temporário ou externo,
6 com a finalidade de apresentação para a colheita; o armazenamento temporário, que é a
7 guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, em local
8 próximo aos pontos de geração, visando agilizar a colheita dentro do estabelecimento e
9 otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à apresentação
10 para colheita externa; o tratamento, que consiste na utilização de método, técnica ou
11 processo que modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo
12 ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de dano ao meio
13 ambiente; o armazenamento temporário, definido como a guarda dos recipientes de
14 resíduos até a realização da coleta externa, em ambiente exclusivo com acesso facilitado
15 para os veículos coletores; a coleta e transporte externos que consistem na remoção dos
16 RSS do abrigo até a unidade de tratamento ou disposição final, utilizando-se técnicas
17 que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos
18 trabalhadores, da população e do meio ambiente, devendo estar de acordo com as
19 orientações dos órgãos de limpeza urbana; e a disposição final, que é a disposição dos
20 resíduos no solo previamente tratado para recebê-los, obedecendo aos critérios técnicos
21 de construção e operação, com licenciamento ambiental de acordo com a Resolução N°
22 237/1997 do CONAMA.

1.4 Composição gravimétrica

Também chamada de composição física, composição gravimétrica é a determinação da presença de cada componente físico individualizado, expresso em porcentagem, em relação ao peso total do resíduo (Soares *et al.*, 2000).

Segundo Andrade (1999), a determinação desta característica física é o primeiro e fundamental passo para os estudos de minimização (ou redução) e recuperação (reutilização e reciclagem) dos resíduos. A forma usual de se avaliar a composição gravimétrica é a que se denomina método do quarteamento. A partir dela é possível elaborar um projeto de redução, de segregação na origem, de aproveitamento dos materiais potencialmente recuperáveis e, também, subsidiar a escolha do tipo de tratamento e/ou destinação final mais adequado aos componentes do resíduo.

O estudo da composição gravimétrica dos resíduos de diversos estabelecimentos de saúde na cidade de São Carlos (SP) mostrou a predominância de papel (31,52%), vidro (14,79%) e filme plástico (14,40%). O autor considerou que, aproximadamente, 80% dos componentes dos RSS estudados poderiam ser aproveitados (Andrade, 1999).

Sisinno e Moreira (2005) observaram que a composição gravimétrica dos RSS mostra semelhança de vários componentes com os resíduos sólidos domésticos, embora exibam percentuais distintos. Componentes como papel/papelão, plástico e vidro aparecem em percentuais elevados em diversos estudos realizados em Serviços de Saúde.

Cussioli *et al.* (2006) avaliaram a composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos e encontraram uma predominância de resíduos compostos por matéria orgânica putrescível ($52,92 \pm 6,17\%$), seguida dos materiais potencialmente recicláveis ($31,96 \pm 3,46\%$). Os autores informam que estes índices evidenciam a importância da implementação de ações de combate ao desperdício de alimentos e coleta seletiva, tanto dos materiais recicláveis como da matéria orgânica. Foi encontrado na amostra pesquisada um percentual de 5,49% classificado no grupo potencialmente infectante, dentre os quais uma fração de $0,02 \pm 0,02\%$ de artigos perfurocortantes.

1 **1.5 Aspectos microbiológicos, susceptibilidade a antimicrobianos e prováveis** 2 **riscos associados**

3 De acordo com Palmisano e Barlaz (1996), os resíduos sólidos provêm o
4 substrato para o crescimento e a sucessão de diversas comunidades microbianas. Os
5 autores citam muitos aspectos dos resíduos que contribuem para o crescimento dos
6 microrganismos, como a disponibilidade de superfícies para colonização, a abundância
7 de matéria orgânica e inorgânica, a temperatura normalmente elevada e a umidade,
8 normalmente adequada. A heterogeneidade dos resíduos proporciona grande
9 biodiversidade, criando micro-nichos, onde os microrganismos podem se agrupar de
10 forma única. Os resíduos podem variar, ainda, de acordo com o clima e a estação locais,
11 as práticas de descarte e os fatores sócio-econômicos. A diversidade microbiana é fator
12 limitante no isolamento de bactérias em cultura. Palmisano e Barlaz (1996) e Kümmerer
13 (2004) citam que os métodos microbiológicos clássicos têm permitido o cultivo de
14 menos de 1% dos microrganismos presentes no ambiente natural. Os novos métodos de
15 análise molecular aplicados em amostras de resíduos têm contribuído para expandir o
16 conhecimento da diversidade associada com a decomposição dos resíduos sólidos.

17 Para Gerba (1996) os componentes dos aterros sanitários podem conter uma
18 variedade de bactérias patogênicas, vírus e parasitas. Segundo o autor, é longa a
19 sobrevivência no ambiente dos microrganismos entéricos. Dentro do grupo, *Salmonella*,
20 *Shigella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Vibrio cholera*, linhagens patogênicas de
21 *Escherichia coli*, coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais são citados
22 como microrganismos de grande interesse.

23 Samaranayake (1995) ressalta que o resíduo gerado durante um atendimento
24 odontológico está contaminado por microrganismos potencialmente patogênicos ou
25 pode favorecer o seu crescimento. Guimarães Jr (2001) ressalta que, devido à
26 possibilidade de sobrevivência dos microrganismos em presença de matéria orgânica e
27 inorgânica no lixo, este se torna um sério problema de Saúde Pública. De acordo com
28 este autor, *Mycobacterium tuberculosis* pode sobreviver de 150 a 180 dias no lixo,
29 *Leptospira interrogans* de 15 a 43 e *Salmonella typhi* de 29 a 70 dias.

30 Ferreira (1997) afirmou que a presença de microrganismos nos resíduos
31 hospitalares e domiciliares juntamente com perfurocortantes expõe os trabalhadores que
32 os manuseiam a risco significativo. Em sua análise microbiológica, tanto nos resíduos
33 sólidos hospitalares quanto domiciliares, foram encontradas quantidades elevadas de
34 microrganismos. Foram avaliados os coliformes totais e fecais, que indicam poluição

1 por matéria fecal, e o número de células viáveis, que indica a qualidade sanitária. As
2 análises microbiológicas mostraram as mesmas concentrações de microrganismos nas
3 duas amostras. Os valores encontrados para coliformes totais foram semelhantes aos de
4 lodos não digeridos em esgotos. Segundo o autor, os resultados mostraram uma
5 semelhança entre os resíduos, permitindo colocá-los, sob o ponto de vista gerencial,
6 numa mesma categoria.

7 Silva *et al.* (2002) entrevistaram profissionais da área de controle de
8 infecções (médicos, enfermeiros, biomédicos e microbiologistas) a respeito de
9 microrganismos importantes na contaminação ambiental. A seleção dos microrganismos
10 foi baseada em dados da literatura. Os especialistas consideraram *Mycobacterium*
11 *tuberculosis* como o principal indicador de contaminação do ambiente físico-ar. O vírus
12 da Hepatite A foi considerado o mais importante na contaminação do ambiente físico-
13 água e o vírus da Hepatite B (HBV) do ambiente físico-solo. Segundo os autores, há
14 necessidade de realizar monitoramento ambiental em áreas de disposição final de RSS,
15 para validar ou não os indicadores propostos no trabalho realizado.

16 O trabalho de Johnson *et al.* (2000) relata a primeira transmissão de
17 *Mycobacterium tuberculosis* por exposição ocupacional a resíduos dos serviços de
18 saúde. A investigação conduzida excluiu outras formas de transmissão e concluiu que o
19 contágio dos trabalhadores com o agente se deu pela aspersão de partículas durante o
20 manuseio dos resíduos.

21 Kümmerer (2004) ressalta que as bactérias formam o mais importante grupo
22 de microrganismos no solo e em outros ambientes. Sem as bactérias, o solo não poderia
23 ser fertilizado e a matéria orgânica poderia se acumular em curto espaço de tempo. O
24 autor ressalta que, embora os antibióticos venham sendo utilizados em larga escala por
25 várias décadas, até recentemente a existência destas substâncias no ambiente vinha
26 despertando pouca atenção. No entanto, estudos realizados em vários países têm
27 detectado uma grande concentração de antibióticos em diversos ambientes, como
28 efluentes de hospitais, estações de tratamento de água, na água tratada e em efluentes de
29 estações de tratamento de resíduos. No solo, observa-se a presença natural de
30 antibióticos produzidos por bactérias e fungos para o controle da dinâmica populacional
31 de microrganismos. No entanto, a maioria dos compostos utilizados atualmente é semi-
32 sintética ou sintética, podendo persistir no ambiente. De acordo com o autor, os
33 hospitais são a maior fonte de bactérias resistentes a antimicrobianos encontradas na
34 água de esgotos.

1 Os antimicrobianos são, provavelmente, os agentes terapêuticos de maior
2 relevância já desenvolvidos pelo Homem. A quantidade destes agentes utilizada nos
3 serviços de saúde e descartada nos efluentes e resíduos pode induzir pressão seletiva nas
4 bactérias. Os efluentes de hospitais contêm altos níveis de bactérias resistentes e
5 também resíduos de antimicrobianos em concentrações capazes de inibir o crescimento
6 de bactérias sensíveis (Chitnis *et al.*, 2004; Elmanama *et al.*, 2006; Fuentefria *et al.*,
7 2008).

8 De acordo com Tsai *et al.* (1998), os efluentes provenientes de hospitais
9 contêm concentrações elevadas de microrganismos e podem ser uma fonte importante
10 de resíduos infectantes. Os autores informam que um hospital de 1.000 leitos em
11 Taiwan é responsável pela emissão diária de 10^{10} a 10^{12} UFC de microrganismos no
12 meio ambiente. Os resultados encontrados pelo estudo apontam para a necessidade de
13 tratamento prévio dos efluentes dos serviços de saúde antes de seu lançamento na rede
14 de esgotos.

15 O estudo de Chitnis *et al.* (2004) confirma que os efluentes de hospitais
16 contêm diversos patógenos como *Salmonella*, *Shigella*, coliformes multirresistentes e
17 muitos outros. Os autores encontraram a prevalência de $7,5 \times 10^3$ /ml de bactérias
18 multirresistentes nos efluentes de um hospital na Índia. Os padrões de resistência
19 encontrados incluíam, simultaneamente, os antimicrobianos ampicilina, cefalosporina,
20 aminoglicosídeo, quinolona, tetraciclina, co-trimoxazol e cloranfenicol. Neste estudo, é
21 mencionado, ainda, que a presença de microrganismos multirresistentes foi
22 extremamente baixa (0,0000011-0,025%) nos esgotos residenciais, quando comparados
23 aos efluentes de dez hospitais (0,58-40%), na cidade de Indore, Índia.

24 Jeggli *et al.* (2004) pesquisaram o risco de infecção por *Helicobacter pylori*
25 e pelo vírus da Hepatite E (HEV) em trabalhadores expostos a esgotos em algumas
26 estações de tratamento de Zurique. Os autores encontraram um aumento na prevalência
27 de diarreia; no entanto, não observaram aumento no risco por infecção para os
28 microrganismos pesquisados, concluindo que o estudo deveria prosseguir com a
29 avaliação destes trabalhadores ao longo do tempo.

30 A Organização Mundial de Saúde (2004) menciona que o bioaerossol gerado
31 durante o manuseio dos resíduos pode conter bactérias Gram-positivas e Gram-
32 negativas, bactérias filamentosas Gram-positivas e fungos filamentos que contribuem
33 para a ocorrência de problemas pulmonares em países de primeiro mundo.

1 Um estudo realizado na Suécia por Rahman (2005) mostrou a possibilidade
2 de transmissão de linhagens de *Enterococcus faecium* resistentes à ampicilina e à
3 ciprofloxacina através de efluentes de hospitais. Segundo o autor, estes microrganismos
4 podem ser transmitidos dos pacientes internados para os efluentes do hospital, se
5 disseminar no ambiente e fazer parte da cadeia alimentar do homem. Foram, também,
6 encontradas linhagens virulentas e avirulentas do gênero *Aeromonas* sobrevivendo, por
7 anos, no sistema de tratamento de esgoto. Estes microrganismos foram isolados,
8 posteriormente, de peixes cujo *habitat* eram as lagoas de tratamento destes efluentes.
9 Algumas amostras do microrganismo formavam biofilmes em plantas aquáticas
10 cultivadas nestas lagoas, que eram consumidas por peixes. A conclusão de Rahman
11 (2005) foi que a reciclagem de efluentes de hospitais pode representar perigo, devido à
12 disseminação de microrganismos patogênicos e resistentes a drogas do ambiente para o
13 Homem.

14 O estudo de Jang *et al.* (2005) mostrou que o descarte inadequado do resíduo
15 hospitalar levou à transmissão de uma única linhagem de *Candida tropicalis*, em um
16 Centro de Tratamento Intensivo (CTI) de um hospital na Coreia do Sul. Segundo os
17 autores, após a implementação de medidas adequadas para o descarte da urina e
18 treinamento dos profissionais do CTI na lavagem de mãos, não foi mais detectado
19 nenhum caso de candidúria por *C. tropicalis*.

20 Um estudo desenvolvido por Blenkarn (2006b), em hospitais de Londres,
21 sugere que os contêineres para armazenar resíduos dentro dos Serviços de Saúde podem
22 servir de veículo de disseminação de microrganismos para todo o ambiente. Foram
23 isolados *S. aureus*, enterobactérias, *E. coli* e *P. aeruginosa* de diversos locais destes
24 contêineres, como rodas e tampas. Além destes, é ressaltada a presença de sujeira
25 externa e internamente, inclusive com a presença de sangue, em alguns equipamentos.

26 Blenkarn (2005) registra que a Agência de Proteção Ambiental (EPA), nos
27 Estados Unidos da América, considera apropriado o monitoramento biológico para
28 processamento dos resíduos, mas que este não deve ser realizado de forma rotineira. A
29 EPA propõe quatro níveis de esterilidade para os RSS, sendo o nível III o mínimo
30 requerido para o tratamento destes resíduos. No nível I, é necessária a inativação $\geq 10^6$
31 de bactérias na forma vegetativa, fungos e vírus lipofílicos; no nível II, $\geq 10^6$ de
32 bactérias, fungos, vírus lipofílicos e hidrofílicos, parasitas e micobactérias; no nível III,
33 $\geq 10^6$ de bactérias, fungos, vírus lipofílicos e hidrofílicos, parasitas e micobactérias e

1 inativação $\geq 10^4$ de esporos de *Bacillus stearothermophilus* ou *B. subtilis* e o nível IV, \geq
2 10^6 de bactérias, fungos, vírus lipofílicos e hidrofílicos, parasitas, micobactérias e
3 esporos de *Bacillus stearothermophilus*.

4 O estudo de Elmanama *et al.* (2006) concluiu que os efluentes de diversos
5 setores do hospital pesquisado foram associados ao aumento na prevalência de
6 microrganismos resistentes a antibióticos lançados no sistema de tratamento de águas e
7 esgotos. Os autores recomendam que se evite a seleção e disseminação de bactérias
8 resistentes no meio ambiente, com o objetivo de assegurar o tratamento efetivo de
9 doenças infecciosas em seres humanos e manter um equilíbrio ecológico que favoreça a
10 predominância de microrganismos sensíveis a antimicrobianos na Natureza.

11 Assim, como enfatizado por Nazar *et al.* (2005), devido à necessidade de se
12 fundamentar a legislação vigente em referenciais sólidos e científicos, faz-se necessária
13 a realização de mais estudos sobre o gerenciamento dos resíduos e suas implicações.
14 Com esta perspectiva, foi proposto o presente trabalho.

JUSTIFICATIVA

2. Justificativa

A revisão da literatura disponível sobre alguns aspectos da temática em pauta mostra sua complexidade, suscita reflexão e exige a busca de sustentação científica para as decisões técnicas e políticas. No campo da Microbiologia, considerando: a grande variabilidade dos resíduos dos Serviços de Saúde (RSS); a controvérsia encontrada na literatura quanto à viabilidade e transmissibilidade de patógenos; a possibilidade de disseminação de microrganismos resistentes a antimicrobianos; o desconhecimento do impacto ambiental dos resíduos no ambiente e os custos da implantação de um plano de gerenciamento, pretendeu-se avaliar qualitativa e quantitativamente os resíduos gerados nos Serviços que prestam atendimento odontológico, verificando sua composição gravimétrica, levantando sua composição microbiológica e perfil de susceptibilidade a antimicrobianos e observando a viabilidade de alguns microrganismos ao longo do tempo. A pertinência do estudo é ressaltada pela carência destes dados no que diz respeito à prática clínica na Odontologia.

2.1 Hipóteses

- O conhecimento da composição gravimétrica dos resíduos gerados nos Serviços de Saúde e de seu manejo poderá contribuir para minimizar os danos ao meio ambiente e reduzir os custos com seu gerenciamento e tratamento nas instituições de saúde.

- A viabilidade de microrganismos em resíduos gerados em estabelecimentos odontológicos, no armazenamento externo, é fator determinante de sua periculosidade quanto ao risco microbiológico, e esse parâmetro é crítico como medida de adequação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos.

- A presença de fungos no ar dos ambientes clínicos e dos abrigos externos de armazenamento de resíduos pode predispor a riscos ocupacionais e de infecções no sítio cirúrgico.

- A presença de bactérias multirresistentes pode aumentar a periculosidade associada ao manuseio dos resíduos de serviços de saúde.

OBJETIVOS

3. Objetivos

3.1 Objetivo geral

Avaliar a composição gravimétrica dos resíduos gerados em estabelecimentos odontológicos e investigar sua periculosidade, quanto ao risco microbiológico, quando no armazenamento externo.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar e quantificar os resíduos gerados na prática odontológica em Instituições de Ensino, pública e privada, e em Órgão Público.

- Avaliar os valores de pH das amostras de líquido lixiviado.

- Analisar as amostras de fungos isoladas no ar dos ambientes clínicos e dos abrigos externos de armazenamento de resíduos, nas três instituições.

- Avaliar a composição microbiológica dos resíduos no momento de sua geração.

- Avaliar a viabilidade de microrganismos em resíduos odontológicos, a partir dos líquidos lixiviados dos mesmos em reatores experimentais, coletados em tempos pré-definidos.

- Determinar os perfis de susceptibilidade a antimicrobianos dos microrganismos isolados.

- Avaliar, por meio de análise molecular, a presença de microrganismos relevantes nos resíduos coletados.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

4.1 Artigo I

Composition analysis of dental solid waste in Brazil

Cristina Dutra Vieira, Maria Auxiliadora Roque de Carvalho, Noil Amorim de Menezes Cussiol, Maria Eugênia Alvarez-Leite, Simone Gonçalves dos Santos, Renata Maria da Fonseca Gomes, Marcos Xavier Silva, Luiz de Macêdo Farias;

Waste Management, v. 29, n. 4, p. 1388-1391, 2009.

Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/copyright>



Contents lists available at ScienceDirect

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman

Composition analysis of dental solid waste in Brazil

Cristina Dutra Vieira, Maria Auxiliadora Roque de Carvalho, Noil Amorim de Menezes Cussioli, Maria Eugênia Alvarez-Leite, Simone Gonçalves dos Santos, Renata Maria da Fonseca Gomes, Marcos Xavier Silva, Luiz de Macêdo Farias*

Departamento de Microbiologia – ICB/UFMG, Av. Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulham, 31.270-901 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Accepted 21 November 2008

Available online 22 January 2009

ABSTRACT

When developing proper waste management strategies, it is essential to characterize the volume and composition of solid waste. The aim of this work was to evaluate the composition of dental waste produced by three dental health services in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil. Two universities, one public and one private, and one public dental health service were selected. Waste collection took place from March to November 2007. During this period, three samples were collected from each dental health service. The total amount of dental waste produced in one day of dental work was manually separated into three categories: infectious and potentially infectious waste, accounting for 24.3% of the total waste; non-infectious waste, accounting for 48.1%; and domestic-type waste, accounting for 27.6% (percentages are for mean weights of solid waste). Our results showed that most of the waste considered as biomedical may be misclassified, consequently making the infectious waste amount appear much larger. In addition, our results suggest that the best waste minimization method is recycling, and they help to define an appropriate waste management system in all three of the dental health services involved in this study.

© 2008 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

The World Health Organization (2004a) defines healthcare waste as discarded (and untreated) materials from healthcare activities on humans or animals that have the potential of transmitting infectious agents to humans. These wastes include equipment or materials from the diagnosis, treatment and prevention of disease that have been in contact with blood and its derivatives, including tissues, tissue fluids or excreta, or waste from infection wards.

According to Kizlary et al. (2005), dental solid waste consists of three main categories: infectious waste, non-infectious waste and domestic-type waste. Infectious waste contains materials contaminated with blood or other infectious fluids of the mouth, sharps and amalgam. This classification was used in the present study because of its simplicity and applicability, although the definition of infectious waste is not very clear among the dental community. Sharps comprise a subgroup of infectious waste and require special handling, because they may cause injury and transmit disease agents, especially to waste collection, treatment, and disposal personnel. Jokstad (2006) points out that amalgam waste introduces mercury into the environment through direct

wastewater discharge, incineration, landfilling and sewage sludge incineration.

Infectious waste is classified as hazardous and safe management is necessary to avoid environmental and public health problems, especially related to the transmission of infectious disease agents, such as HIV infection and hepatitis (Kizlary et al., 2005). In many countries, a typical practice is to dump the majority of dental solid waste into household disposal sites and landfills without any recycling or separation processes. Since some components in dental waste are hazardous, this practice creates a potential risk to human health and the environment (Ozbek and Sanin, 2003).

According to international standards, the Brazilian Federal Resolutions (Anvisa, 2004; Conama, 2005) classify medical waste into several groups, according to their risk to public health and the environment. These resolutions emphasize that healthcare waste has different demands on waste collection, treatment, and disposal. The Brazilian Sanitary and Environmental Engineering Association estimated that 76% of the cities dispose domestic and medical waste together in municipal dumpsites (ABES, 2000).

In Brazil, dental waste is regulated under medical waste control laws. Even though hazardous waste represents a small proportion of total dental solid waste, there is still a risk for cross infection and potential environment dangers that can result from mismanagement (Kizlary et al., 2005).

Therefore, a thorough investigation of the composition and characteristics of dental solid waste is critical for the appropriate

* Corresponding author. Tel.: +55 31 3409 2759; fax: +55 31 3409 2730.
E-mail address: macedo@icb.ufmg.br (L. de Macêdo Farias).

management of healthcare waste, including dental healthcare waste. The aim of this study was to determine the composition of dental waste from dental health services in Belo Horizonte, the capital of Minas Gerais State, Brazil. The city is located in the south-eastern region, is the third-largest metropolitan area in the country and has a population of almost 4.5 million (IBGE, 2008). The city is the distribution center of a rich agricultural and mining region and the nucleus of a burgeoning industrial complex. There are 7,423 dental practices.

Infectious waste consists of any waste material produced in a dental practice that came into contact with blood or other body fluids. Despite their importance, sharps and dental amalgam waste were not taken into account in this study due to their correct storage and disposal in all of the evaluated dental health services. Sharps were disposed of in rigid containers according to federal legislation (Conama, 2005), and were subsequently placed in areas inaccessible to the public, in particular, children. Dental amalgam waste was stored in covered plastic containers, properly labeled, and then sent to recycling.

2. Materials and methods

2.1. Dental health services selection

Two schools of dentistry, one public and one private, and one public dental health service were selected for the present study. The procedures applied in the three dental health services are extraoral and intraoral examinations of the patients, treatment planning, clinical diagnosis, dental radiological examinations, local anesthetization, teeth extraction, periodontal disease treatment, implant surgery and other minor surgical procedures, preventive dentistry, treatment and restoration of decayed teeth, crown and bridge restorations, fixed and removable prosthodontic treatments and laboratory procedures. In addition to these various procedures, there are also educational activities. The total amount and categories of generated waste are expected to express differences among dental healthcare personnel practice, number of patients attended and major clinical procedures in the three dental health services evaluated.

2.2. Personal protective equipment

Personnel involved in waste separation previously attended a special training session and were instructed how to protect the skin and the mucous membranes of the eyes, nose, and mouth, and to wear protective clothing and equipment such as masks, protective eyewear, gloves (general purpose gloves) and gowns. The shoes were enveloped in plastic film and recovered by a non-woven shoe cover. These protective measures were taken to prevent injuries and infection.

2.3. Collection of dental solid waste

Three samples of solid waste were collected from each dental health service. Waste collection took place from March to November of 2007. This period was marked by normal flow of dental work and was considered to be a representative sample, and was set aside from any school or official holiday taking place in January, February, July and December. The total amount of dental solid waste produced in one day of dental work was collected by specially trained personnel. Waste was collected in plastic bags and properly labeled, which was recommended by the federal Brazilian legislation (Anvisa, 2004). The amount of waste generated was transferred to the waste storage room, where the waste was manually separated.

2.4. Waste separation

Dental solid waste, produced in 24 h, was separated into nine subfractions, according to Brazilian legislation (Anvisa, 2004), and properly weighed (Tables 1–3). These steps were conducted by and under the continuous supervision of the experienced dentist, C.D. Vieira, the first author of this paper. After that, the waste was pulled apart, visually inspected, and then manually sorted into waste categories suggested by Kizlary et al. (2005). Finally, each of the subfractions was weighed to evaluate the waste composition.

Table 1
Dental solid waste production from the Dental Public Health Service.

Waste category	Average total daily production (kg/d)	Wet weight (%)
Infectious and potentially infectious waste	11.5	29
<i>Non-infectious waste</i>		
Paper	16.5	41.6
Cardboard	1.3	3.3
Plastic bag	1.7	4.3
Plastic packaging	0.7	1.8
Glass	0.2	0.5
Fabric	0.1	0.3
<i>Domestic-type waste</i>		
Food waste	0.7	1.8
Garbage (bathroom)	6.9	17.4
Dental solid waste (total)	39.6	100

Table 2
Dental solid waste production from the Public School of Dentistry.

Waste category	Average total daily production (kg/d)	Wet weight (%)
Infectious and potentially infectious waste	15.1	29.8
<i>Non-infectious waste</i>		
Paper	17.9	35.4
Cardboard	1.4	2.8
Plastic bag	1.7	3.3
Plastic packaging	1.6	3.2
Glass	0.1	0.2
Fabric	2	4
<i>Domestic-type waste</i>		
Food waste	0.3	0.6
Garbage (bathroom)	7.8	15.4
Soil	2.7	5.3
Dental solid waste (total)	50.6	100

Table 3
Dental solid waste production from the Private School Of Dentistry.

Waste category	Average total daily production (kg/d)	Wet weight (%)
Infectious and potentially infectious waste	12	14.5
<i>Non-infectious waste</i>		
Paper	20.9	25.2
Cardboard	2.3	2.7
Plastic bag	1.3	1.6
Plastic packaging	2.1	2.5
Glass	0.4	0.5
Fabric	8.5	10.3
<i>Domestic-type waste</i>		
Food waste	0.3	0.4
Garbage (bathroom)	26.9	32.5
Soil	6.2	7.5
News paper	1.9	2.3
Dental solid waste (total)	82.8	100

3. Results and discussion

3.1. Separation and identification of waste components in the three dental health services

During the manual separation of dental solid waste, the following components were identified and weighed:

3.1.1. Infectious and potentially infectious waste

Gloves (latex gloves used by dentists in the dental practices and polyvinyl chloride (PVC) gloves used by dentists who are allergic to latex), blood-contaminated cotton and gauze, masks, dental impression materials including silicones, alginate, acrylics and mercaptans, saliva ejectors, used anesthetic cartridges, extracted teeth, wax and removable appliances. Although it was not expected to find disposable syringes, needles and sharps, these were recovered from the dental waste in all nine collections. Obviously, these components have come in contact with blood and other potentially infectious fluids of the mouth.

3.1.2. Non-infectious waste

Paper originating from paper towels, dental products and their packaging, correspondence envelopes, cardboard, plastic bags, plastic originating from dental products packages, glass, fabric, gypsum, and lead shields from X-ray film packets.

3.1.3. Domestic-type waste

Food waste, newspapers, packaging materials, pens, matches, Styrofoam, sponges, cotton swabs, toothbrushes and other domestic materials not included in this list.

3.2. Composition of dental solid waste

Based on the results, the highest production rate of dental solid waste was by the Private School of Dentistry, followed by the Public School and finally by the Dental Public Health Service. Production rates express the medium values of three samples collected from each these evaluated dental health services and were 82.8, 50.6 and 39.6 kg/d for the Private and Public Schools of Dentistry and the Dental Public Health Service, respectively. Production rates of infectious and potentially infectious waste were 12, 15.1 and 11.5 kg/d and of non-infectious waste were 35.5, 24.7 and 20.5 kg/d, respectively. Finally, production rates of domestic-type waste were 35.3, 10.8 and 7.6 kg/d, respectively. The highest production of infectious and potentially infectious waste was observed at the Public School of Dentistry and of non-infectious waste and domestic-type waste was at the Private School (Tables 1–3). It was observed that 85% of the waste produced by the Private School of Dentistry was inappropriately classified and 71% of the waste in the Dental Health Service and in the Public School of Dentistry.

Sharp instruments recovered in all nine collections included 28 anesthesia and 13 suture needles, three Endodontic files, five dental drills and one scalpel blade. The highest numbers of sharps discarded were observed at the Private School of Dentistry followed by the Public School of Dentistry and the Dental Public Health Service.

The percentage waste distribution in these three health services is presented in Figs. 1–3. Other studies in Brazil found paper to be the predominant subfraction in waste composition (Andrade, 1999; Sisino and Moreira, 2005). The results of the waste composition analysis in the Public Dental Health Service and in the Public School of Dentistry are in accordance with those findings (Tables 1 and 2). In the Private School of Dentistry, paper accounted for 25.2% of the total amount of evaluated waste and was the second highest component in weight.

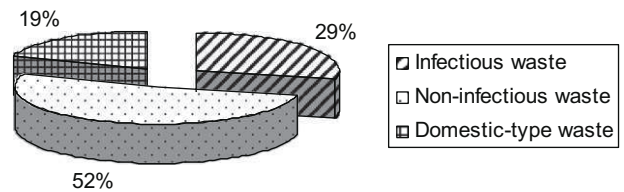


Fig. 1. Classification and percent distribution of dental solid waste from the Dental Health Service selected.

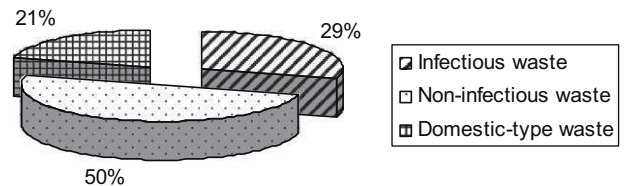


Fig. 2. Classification and percent distribution of dental solid waste from the Public School of Dentistry selected.

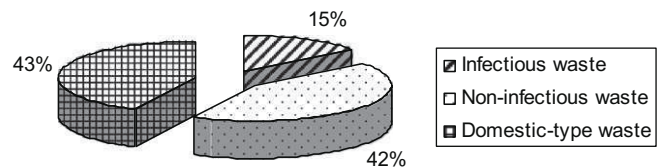


Fig. 3. Classification and percent distribution of dental solid waste from the Private School of Dentistry selected.

The World Health Organization (WHO) (2004b) states that most of the waste produced by healthcare facilities is not more dangerous than regular household waste; however the WHO does consider that some types of healthcare waste present a higher risk to health. These include the infectious waste that accounts for 15% to 25% of the total healthcare waste produced. Our results corroborate this assumption since the production of infectious waste found in these three evaluated health services ranged from 14.5% to 29.4% of the total amount of waste produced. It should be noted that paper, plastic and other subfractions could be disposed of as regular waste or recycled in attempts to reduce the waste volume and its treatment costs.

Another study conducted in the southern region of Brazil demonstrated that the average percentage of infectious waste recovered from hospitals was about 22% by weight. The authors emphasized that health centers, clinical laboratories and dental offices produce even larger percentages of this waste (Da Silva et al., 2005). Kizlary et al. (2005) found the production rate of infectious and potentially infectious dental waste accounting for 94.7% by weight in the Prefecture of Xanthi, Greece. In this study, the category of infectious and potentially infectious waste includes amalgam (0.33% by weight), other components containing metal (8.51% by weight), and components without metal (91.18%). This discrepancy could be due to the absence of waste segregation before disposal. To reduce the waste volume and treatment costs, paper, plastic and other subfractions could be disposed of as regular waste or recycled. It is relevant to point out that the obtained results have already led to segregation and minimization strategies in all three dental institutions.

A comparison of the weights among the three dental healthcare services was performed using a nonparametric test (Kruskal–Wallis). Differences were considered significant when $p < 0.05$. Statistical differences were not observed between the three health

services when the three waste categories (infectious, non-infectious and domestic like) were compared. In addition, statistically significant differences were not observed when comparing the three categories within the same service.

4. Conclusions

Our results allowed us to make the following conclusions:

Most of the waste considered as biomedical in these evaluated dental health services is misclassified, thus making the infectious waste amount appear much greater than it actually is.

The predominant subfraction in two dental health services was paper. This item should be recycled or reused. Other items as cardboard, plastic, glass and newspaper, could also be sent to recycling, decreasing costs and environment impacts.

The possible reason for the biggest production rates of dental waste by the Private School of Dentistry could be the usage of the same storage room by the School of Physiotherapy.

As a result of the lack of waste segregation practices, many of the hazardous materials can be found mixed into the general solid waste, where they represent a serious hazard to workers, the general population, and the environment.

These findings highlight the need for improving dental health-care service waste management, including waste minimization and recycling.

Acknowledgments

The authors thank Rute Denise Miranda, Luzia Rosa Rezende and José Sérgio Barros de Souza for technical assistance. This work

was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (PRPq/UFMG).

References

- ABES, 2000. Sanitary and Environmental Engineering Brazilian Association. Rio de Janeiro, RJ.
- ANVISA – Health Surveillance National Agency. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n. 306 de 7 de dezembro de 2004. Diário Oficial da União, DF. 10 dez 2004.
- Andrade, J.B.L., 1999. Determinação da Composição Gravimétrica dos Resíduos de Serviços de Saúde de Diferentes Tipos de Estabelecimentos Geradores. In: Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental, 20.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2005. Resolution No. 358 from April 29, 2005. Distrito Federal, Brasília, Brazil.
- Da Silva, C.E., Hoppe, A.E., Ravello, M.M., Mello, N., 2005. Medical wastes management in the south of Brazil. *Waste Manage.* 25 (6), 600–605.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. <www.ibge.gov.br>. Cited October 3rd, 2008.
- Jokstad, A., 2006. Amalgam waste management. *Int. Dent. J.* 56.
- Kizlary, E., Iosifidis, N., Voudrias, E., Panagiotakopoulos, D., 2005. Composition and production rate of dental solid waste in Xanthi, Greece: variability among dentist groups. *Waste Manage.* 25 (6), 582–591.
- Ozbek, M., Sanin, F.D., 2003. A study of the dental solid waste produced in a school of dentistry in Turkey. *Waste Manage.* 24, 339–345.
- Sisinno, C.L.S., Moreira, J.C., 2005. Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. *Cad Saúde Pública* 21 (6), 893–1900.
- World Health Organization, 2004a. Review of Health Impacts from Microbiological Hazards in Health-Care Wastes, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization, 2004b. Safe healthcare waste management – Policy paper by the World Health Organization. <www.who.org>. Cited: 27 February, 2005.

4.2 Artigo II

Isolation of clinically relevant fungal species from solid waste and environment of dental health services

Cristina Dutra Vieira; Maria Auxiliadora Roque de Carvalho; Maria Aparecida de Resende; Noil Amorim de Menezes Cussiol; Maria Eugênia Alvarez-Leite; Simone Gonçalves dos Santos; Milena Batista de Oliveira; Thais Furtado Ferreira de Magalhães; Marcos Xavier Silva; Jacques Robert Nicoli; Luiz de Macêdo Farias

Journal of Applied Microbiology, v. 51, p. 370-376, 2010.

ORIGINAL ARTICLE

Isolation of clinically relevant fungal species from solid waste and environment of dental health services

C.D. Vieira¹, M.A.R. de Carvalho¹, M.A. de Resende¹, N.A. de Menezes Cussiol², M.E. Alvarez-Leite³, S.G. dos Santos¹, M.B. de Oliveira¹, T.F.F. de Magalhães¹, M.X. Silva⁴, J.R. Nicoli¹ and L. de Macêdo Farias¹

1 Departamento de Microbiologia – ICB/UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

2 Comissão de Desenvolvimento e Tecnologia Nuclear, Brazil

3 Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

4 Escola de veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Keywords

airborne fungi, dental health services, dental solid waste, yeast strains.

Correspondence

Luiz de Macêdo Farias, Anaerobe and Oral Microbiology Laboratory, Departamento de Microbiologia – ICB/UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha, 31.270-901 Belo Horizonte, Minas Gerais – Brazil. E-mail: macedo@icb.ufmg.br

2010/0260: received 11 February 2010, revised 10 April 2010 and accepted 6 July 2010

doi:10.1111/j.1472-765X.2010.02907.x

Abstract

Aims: This study was undertaken to detect, identify and determine antifungal susceptibility of yeast strains isolated from dental solid waste and to evaluate airborne fungi in the Brazilian dental health care environment and in the waste storage room.

Methods and Results: A group of 17 yeast strains were identified by macroscopic and microscopic characteristics, API 20C Aux system and Multiplex PCR. All 104 airborne fungal colonies were identified by macroscopic and microscopic morphology. The CLSI broth microdilution method was utilized as the susceptibility test. *Candida parapsilosis* was the prevailing yeast species recovered from waste, followed by *Rhodotorula glutinis*. Three strains of *Candida guilliermondii* presented minimal inhibitory concentration values considered to be susceptible dose dependent ($2 \mu\text{g ml}^{-1}$) to voriconazole. Of all airborne fungal species, 69% were recovered from the waste storage room and 31% were recovered from the clinical/surgical environment. Most of them were identified as *Cladosporium* spp.

Conclusions: These findings reinforce the potential risk of waste handling and point out the need for safe management to minimize the spread of these agents to the environment. Filamentous fungi isolation in almost all sampled environments indicates that a periodic monitoring of airborne microbiota in the dental health care service environment is required.

Significance and Impact of the Study: The survival of yeast strains for 48 h suggests that dental waste should be carefully controlled and monitored.

Introduction

Despite the enormous volumes of waste produced by health care systems and the increasing concern among scientists, waste generation has received little attention in clinical literature. Information regarding the biological content of waste in the health care environment could demonstrate the relationship between microorganisms and harm to the environment and human health (Sherman 2007). The isolation of fungal species in health care solid waste is rarely mentioned in the literature. Jang *et al.* (2005) described an outbreak of

candiduria arising from the improper disposal of infectious waste, detected by molecular techniques. According to Carrasco *et al.* (2005), yeasts can cause several human diseases ranging from localized mild infections to deep-seated candidiasis. Research that considers fungal isolation from solid waste in the dental health service environment is quite rare. Owing to the importance of the research in this area and the general paucity of data in literature, in this paper, prevalence, identification and antifungal susceptibility of yeast strains recovered from dental health service solid waste were evaluated. Airborne fungi from the dental health

care environment and waste storage room were also investigated within the study period.

Materials and methods

Collecting and processing dental solid waste

Two schools of dentistry (one public and one private) and one public dental health service from Belo Horizonte, Brazil, were selected. Altogether six samples of dental solid waste, produced in 1 day of dental work (medium of 52.53 kg), were collected, two from each dental health service. Waste collection took place from March to November 2007. The average temperature during this period was 23.44°C, and the relative humidity was 67.55% (CDTN, 2010). The amount of waste generated was transferred to the waste storage room, where it was manually separated into subfractions (Vieira *et al.* 2009). The waste category included infectious and potentially infectious materials that have come in contact with blood and other potentially infectious oral fluids. This waste subfraction was divided into three samples and deposited in an experimental sterilized apparatus (container) specifically developed for this study. The portions that were deposited into three containers were evaluated at zero, 24 and 48 h. In an attempt to maintain the humidity and wash the waste sample, a physiological saline solution containing 5.61 g NaCl (Vetec Química Fina Ltda, Rio de Janeiro, Brazil), 1.0 g KH₂PO₄ (Reagen Produtos Para Laboratórios Ltda, Paraná, Brazil), 2.0 g Na₂HPO₄ (Reagen), 0.11 g KCl (Reagen), 0.25 g L-Cistein (InLab[®], São Paulo, Brazil), 0.5 g l⁻¹ sodium thioglycolate (Vetec), 5.0 ml of surfactant polyoxyethylene monooleate (Tween 80; Tennant Química S/A[®], São Paulo, Brazil) per 1 l distilled water and pH adjusted to 7.0–7.2 was added. Using this composition, we intend to preserve the viability of the various microorganisms present in the sample. After 1-h contact, the solution was collected from the bottom of the experimental unit in a sterile bottle. The leached liquid was transported to laboratory within 30 min to perform the microbiological analysis.

Microbiological analysis

Each sample of leached liquid collected at zero, 24 and 48 h was individually shaken, and then serial tenfold dilutions were prepared in physiological saline. Aliquots of 0.1 ml were streak plated on Sabouraud dextrose agar (SDA) (Difco[™]), malt extract agar (Difco[™]) and CHROMagar[™] Candida (Difco). Plates were incubated at 28°C for 24–168 h. Morphologically different colonies from all media were isolated as pure cultures for later

identification. Yeast identification was performed using the conventional identification method, API 20C Aux system (Biomerieux SA, São Paulo, Brazil) and Multiplex PCR. *Candida albicans* ATCC 18.804 was included as the control organism in all experiments.

Conventional Identification Method. Yeasts were identified by observation of their macroscopic and microscopic morphology (Gündes *et al.* 2001) and pigment production on CHROMagar[™] Candida.

API 20C Aux system. Isolates were picked up with a sterile disposable loop from the 24- to 48-h SDA plates and were added to the API medium to constitute a suspension standardized according to the 2 MacFarland standard. Suspensions were used to fill the 20 cupules containing dehydrated reagents. After incubation at 30 ± 2°C, the growth in each well was recorded for 24–72 h. A profile number based upon the reactions was generated for each sample. Identification was performed using the Analytical Profile Index (Gündes *et al.* 2001; Silva and Candido 2005).

Multiplex PCR. The identification of *Candida* species was confirmed by a multiplex PCR-based method as described by Carvalho *et al.* (2007). This method is able to specifically identify eight clinically relevant *Candida* species based on the amplification of particular DNA fragments of the internal transcribed spacer regions 1-ITS1 and 2-ITS2. It combines two yeast-specific universal primers and eight *Candida* species-specific primers in a single PCR yielding two amplicons of different sizes for each species (Table 1). The PCR was performed with a PCR thermal cycler (MJ Research, PTC-100, MA, USA) according to the following programme sequence: 95°C for

Table 1 Universal and species-specific primers used in *Candida* species amplification and size of fragments visualized under agarose gel electrophoresis*

Species	Primer name	Sequence (5'–3')
Universal primer1	UNI1	GTCAAACCTGGTCATTTA
Universal primer2	UNI2	TTCTTTTCTCCGCTTATTG
<i>Candida albicans</i>	Calb	AGCTGCCGCCAGAGGTCTAA
<i>Candida glabrata</i>	Cgla	TTGTCTGAGCTCGGAGAGAG
<i>Candida krusei</i>	Ckru	CTGCCCGAGCGAACTAGACT
<i>Candida tropicalis</i>	Ctro	GATTTGCTTAATTGCCCCAC
<i>Candida parapsilosis</i>	Cpar	GTCAACCATTATTTAATAG
<i>Candida guilliermondii</i>	Cgui	TTGGCCTAGAGATAGGTTGG
<i>Candida lusitanae</i>	Clus	TTCGGAGCAACGCCTAACCG
<i>Candida dubliniensis</i>	Cdub	CTCAAACCCCTAGGGTTTGG

*Adapted from Carvalho *et al.* (2007).

4 min, followed by 40 cycles consisting of 94°C for 1 min, 64°C for 2.5 min and 72°C for 2.5 min, with a final 10 min extension at 72°C. After the thermal cycling, the amplified product was run in a 2% agarose gel, stained with ethidium bromide and visualized with UV light (Abliz *et al.* 2003). *Rhodotorula glutinis* species were used as outgroup.

Airborne fungi

Along with waste collection, the characteristics of airborne fungal populations were also examined. On each of the six occasions, air samples were taken. A total of 12 samples were collected, including six from a clinical or surgical environment of the surveyed institution and six from the external waste storage room. Microbial air samples were collected in the morning at 06:30 inside waste storage rooms and at 09:00 inside clinical/surgical rooms. SDA plates were placed at positions 1.3 m from the floor and were exposed for 10 min by trained personnel. Excluding the fourth and fifth samples that were collected inside a surgical room, all others occurred inside the dental clinics during patient's daily care. In addition, microbial air samples were collected within external waste storage room before the beginning of the workday. A depositional sampling technique, which relies on the settling of airborne micro-organisms onto agar-filled Petri dishes for a given period of time (Buttner and Stetzenbach 1993; Pasquarella *et al.* 2000; Bernardo *et al.* 2005), was adopted for this study. According to Pasquarella *et al.* (2000), this technique is reliable and results successfully reproduce the circumstances of infection by dust particles sedimenting into the wound or on instruments. According to Buttner and Stetzenbach (1993), depositional sampling is a low cost alternative to forced-air-flow sampling methods, but micro-organisms deposited on plate surface may not be representative of all viable cells and fungal spores in the air. Exposed plates were incubated at 28°C, for 1–7 days. All discernible fungal colonies on each plate were identified by the microcultivation method and low power microscopy (generally, to genus). Lactophenol cotton blue on slide was used as the method of staining and observing fungi (ANVISA, 2004).

Susceptibility assays

The yeast samples recovered from solid waste were submitted to antifungal susceptibility testing that was performed according to the Clinical and Laboratory Standards Institute – CLSI – Broth Microdilution reference method M27-A2 (CLSI 2002). Fluconazole, itraconazole, voriconazole, caspofungin and amphotericin B

were obtained as reagent grade powders from their respective manufacturers. The final concentration of tested antifungals was 0.125–64.0 µg ml⁻¹ for fluconazole, 0.03–8.0 µg ml⁻¹ for itraconazole, 0.015–4.0 µg ml⁻¹ for voriconazole, 0.015–4.0 µg ml⁻¹ for caspofungin and 0.03–8.0 µg ml⁻¹ for amphotericin B. Minimal inhibitory concentration (MIC) was read as the lowest antifungal concentration with substantially lower turbidity (decrease of 80% in turbidity) compared to the growth of the antifungal-free growth control well for all agents except for amphotericin B and caspofungin. For those drugs, MIC results were read as the minimal antifungal concentration with complete inhibition of growth (NCCLS/CLSI, 2002; Richter *et al.* 2005). *Candida albicans* ATCC 18.804 was also included as the control organism.

Statistical analysis

The data obtained in this investigation were subjected to statistical analysis using a confidence interval (CI), according to the $p \pm 1.96 \sqrt{(p(1-p)/n)}$ formula (Sampaio 2007).

Results

Yeasts isolated from dental waste

In total, 17 samples of yeasts were isolated. *Candida parapsilosis* (8 strains) was the most frequent species recovered, followed by *R. glutinis* (4), *Candida guilliermondii* (3) and *Candida famata* (2) (Table 2). It was possible to recover yeast viable strains after 48 h of the study. The susceptibility test was performed for 11 of the 17 yeasts isolated and revealed that most MIC values for antifungals tested are in accordance with break-points established by NCCLS/CLSI (2002) (Table 3). Three species of *C. guilliermondii* presented MIC values considered to be susceptible dose dependent (2 µg ml⁻¹)

Table 2 Yeast strains isolated from solid waste in dental health care services, in Belo Horizonte, Brazil

Date of isolation	Institution	Yeast species	Number of samples
Mar/2007	A	<i>Candida guilliermondii</i>	02
Apr/2007	B	<i>C. guilliermondii</i>	01
May/2007	C	<i>Candida parapsilosis</i>	07
Aug/2007	C	<i>Rhodotorula glutinis</i>	04
Aug/2007	C	<i>Candida famata</i>	02
Aug/2007	C	<i>C. parapsilosis</i>	01

A – Dental Public Health Service; B – Public School of Dentistry; C – Private School of Dentistry.

Table 3 Antifungal susceptibility of 11 yeast strains isolated from solid waste in dental health care services, in Belo Horizonte, Brazil

Institution	Species	Minimal inhibitory concentration ($\mu\text{g ml}^{-1}$)				
		Fluconazole	Itraconazole	Voriconazole	Caspofungin	Amphotericin B
A	<i>Candida guilliermondii</i>	4.0	0.125	2.0	>4.0	0.5
A	<i>C. guilliermondii</i>	4.0	0.125	2.0	>4.0	0.25
B	<i>C. guilliermondii</i>	4.0	0.125	2.0	>4.0	0.25
C	<i>Candida parapsilosis</i>	0.5	0.03	0.25	1.0	0.25
C	<i>C. parapsilosis</i>	0.5	0.125	0.25	2.0	0.5
C	<i>C. parapsilosis</i>	0.5	0.06	0.25	2.0	0.5
C	<i>C. parapsilosis</i>	0.5	0.03	0.25	2.0	0.5
C	<i>C. parapsilosis</i>	0.5	0.03	0.25	2.0	1.0
C	<i>C. parapsilosis</i>	0.5	0.03	0.25	2.0	0.5
C	<i>C. parapsilosis</i>	0.5	0.015	0.25	2.0	0.25

A – Dental Public Health Service; B – Public School of Dentistry; C – Private School of Dentistry.

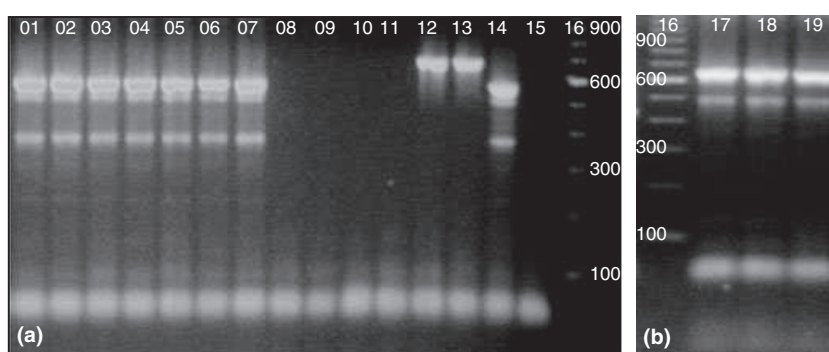


Figure 1 Agarose gel showing the results for multiplex PCR of *Candida* species isolated from solid waste in dental health care services, in Belo Horizonte, Brazil. (a) Lanes: 01–07 and 14 – *Candida parapsilosis*; 08–11 – *Rhodotorula glutinis* (outgroup); 12 and 13 – *Candida famata*; 15 – negative control; 16 – molecular weight standard (100 base pair ladder – Invitrogen®, São Paulo, Brazil). (b) Lanes: 16 – molecular weight standard (100 base pair ladder – Invitrogen®); 17–19 – *Candida guilliermondii*.

to voriconazole (Paredes 2009). Despite all efforts, it was not possible to test *R. glutinis* and *C. famata* samples. The PCR multiplex–obtained results are demonstrated in Fig. 1.

Airborne fungi

A total of 104 fungal strains were recovered, 72 (69%) being from the waste storage room and 32 (31%) from the clinical/surgical environment. In an attempt to compare the percentage of isolated fungi, the confidence interval (CI) formula was applied. The $CI_{69\%}$ values range from 42 and 98% and $CI_{31\%}$ from 21 to 39%. The margin of error for this study was 5%. A statistically significant difference was observed between the frequencies obtained for the clinical/surgical environment and the waste storage room. Most of the isolates obtained from air samples were identified as *Cladosporium* spp. (63 strains), *Mycelia sterilia* (11), *Penicillium* spp. (7), *Rhodotorula* sp. (4),

Aspergillus niger (3), *Fusarium* sp., *Fusarium solani*, *Torula* sp., *Charalopsis* sp., *Curvularia* sp. (two strains each) and *Cunninghamella* sp. *Basipetospora* sp., *Scopulariopsis* sp., *Aureobasidium* sp., *Scytalidium* sp. and *Alternaria* sp. (one each). *Cladosporium* spp. corresponded to 43.7% of the samples recovered from the clinical/surgical environment and 68.0% from the waste storage room.

Discussion

Research on prevalence and risk factors associated with the microbial content of dental solid waste are scarce. Therefore, this makes it difficult to establish a comprehensive discussion and results comparison. The (few) published studies regarding waste microbial content tested hospital or medical services. In this study, potentially infectious dental solid waste was evaluated and viable yeast strains were recovered, even after 48 h of storage. *Candida parapsilosis* was the most frequently isolated

species. This species is an exogenous pathogen that may be found on skin rather than on mucosal surfaces (Pfaller and Diekema 2007). This species has been found to be responsible for a broad variety of clinical manifestations generally in individuals with impaired immune systems (Ahmed *et al.* 2005; Lasker *et al.* 2006; Pfaller and Diekema 2007). There are no published data on *C. parapsilosis* survival in waste; despite this, according to Kramer *et al.* (2006), the species can survive on surfaces for 14 days or more when in the presence of serum or albumin, at low temperature and high humidity. Thus, safe and appropriate waste management is essential to attempt minimizing the spread of these agents inside the health care environment. All but voriconazole antifungal demonstrated an excellent *in vitro* activity against the yeast strains. Three species of *C. guilliermondii* presented MIC values considered as susceptible dose dependent ($2 \mu\text{g ml}^{-1}$) to this drug. In a study performed by Pfaller *et al.* (2006), samples collected from 127 medical centres in Asia, Latin America, Europe, the Middle East and North America showed *C. guilliermondii* only as the most common species in the Latin America region. According to authors, it is a curious and not readily explained fact. This study showed that *C. guilliermondii* appears to exhibit decreased susceptibility to fluconazole in all geographical regions, and in Latin America, 4.0% of the strains were considered as susceptible dose dependent. Girmenia *et al.* (2006) evaluated *C. guilliermondii* fungemia in patients with haematological malignancies and found that 95% of the strains were susceptible to voriconazole. Our findings suggest a different pattern of susceptibility than the agent tested in strains recovered from dental solid waste. All tested antifungals exhibit MIC values below CLSI breakpoints against all *C. parapsilosis* strains. Data concerning *R. glutinis* and *C. famata* were omitted, as they were not reproducible. Some authors attest that infections caused by these two species are uncommon. MIC results are neither shown nor discussed (Zaas *et al.* 2003; Ahmed *et al.* 2005; González *et al.* 2008). Given their apparent clinical irrelevance, it seems that these species are of a minor concern. However, as data are missing in the literature, we believe these species should be more carefully investigated, specifically regarding the immunocompromised persons. Fungi that form spores are known human aeroallergens, and bioaerosol levels containing filamentous fungi may be 2–4 times higher in sanitary landfills, according to The World Health Organization (2004). This study showed that a statistically significant, higher number of filamentous fungi could be recovered from the waste storage room. Waste manipulation can generate small particles from 1 to 3 μm in diameter that contain infectious agent (WHO, 2004). All waste storage rooms evaluated were small, low ventilated and favour particle

accumulation. It is interesting to note that these rooms are less frequently cleaned and disinfected than the Clinical/surgical environment. Our findings advise that all personnel involved in waste collection should protect the mucous membranes of the eyes and nose and wear all protective clothing and equipment. *Cladosporium* was the predominant genus recovered from the air in clinical/surgical and waste storage room environments. The results are in accordance with the literature (Pini *et al.* 2004; Martins-Diniz *et al.* 2005; Grinn-Gofrón and Rapiejko 2009). In a Brazilian hospital, inside an Intensive Care Unit (ICU) and the surgical room, Martins-Diniz *et al.* (2005) found *Cladosporium* as the most frequent genus. Inside ICU, more than 60% of the total recovered strains were *Cladosporium* spp. Another study performed in a haematology centre, in Florence, Italy, found *Cladosporium* as the most frequent genus (57%). These fungi are widely distributed in the air, and some of the species are most widely found in the tropics and subtropics. *Cladosporium* spp. can cause cerebral phaeohyphomycosis, cutaneous infections, onychomycosis, sinusitis, pulmonary infections and allergic infections (Tasic and Tasic 2007). As spores of these fungi are frequent air contaminants, as confirmed by this study, it is necessary to take all precautions to prevent contamination of air, surfaces, immunosuppressed patients and even the staff. Grinn-Gofrón and Rapiejko (2009) suggested that the increase in *Cladosporium* spp. spore concentration occurs with temperature increase throughout the season. They generally exhibit the highest concentration in atmospheres with conditions of low humidity (Lee *et al.* 2006). Other studies encountered *Aspergillus* spp. as the most frequent genus (Leenders *et al.* 1999; Augustowska and Dutkiewicz 2006). Differences among the published data may be expected because of differences in geographical location, climate characteristics, season of the year, presence of accumulated dust, carbon dioxide concentration, presence of air conditioning system and other conditions. This study demonstrated that the characteristics of dental health care service airborne fungi are similar to those from other health care services.

In conclusion:

1. The microbiological analysis indicates that yeasts remain viable inside dental solid waste for up to 48 h. However, in regard to this finding, further studies are needed to establish the relationship between health risk level and dental solid waste.
2. Despite the lack of data in the literature concerning airborne fungi in dental health services, our results suggest that these environments are ecologically similar to other health care environments. This makes them potentially critical regarding cross-infection control.

3. Airborne fungi measured inside clinical/surgical environment indicate that storage rooms may provide very favourable conditions for survival/dispersion of airborne fungal spores.
4. Filamentous fungi isolation in almost all evaluated environments indicates the importance of periodic monitoring of the air in dental health care service environments to guide preventive measures.
5. Considering the biological risk, all health care institutions should establish a safety programme for dental health care workers in the attempt to prevent accidents.

Acknowledgements

The authors thank Renata Maria da Fonseca Gomes, Rute Denise Miranda, Luzia Rosa Rezende and José Sérgio Barros de Souza for technical assistance. This work was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (PRPq/UFGM).

References

- Abliz, P., Fukushima, K., Takizawa, K., Nieda, N., Miyaji, M. and Nishimura, K. (2003) Rapid identification of the genus *Fonsecaea* by PCR with specific oligonucleotide primers. *J Clin Microbiol* **41**, 873–876.
- Ahmed, I.M., Gupta, A., Gould, K. and Clark, S.C. (2005) A fatal fungus. *Ann Thorac Surg* **80**, 723–724.
- ANVISA – Health Surveillance National Agency (2004) *Deteccção e Identificação dos Fungos de Importância Médica: Módulo VII*. Brasília: ANVISA, 24 p.
- Augustowska, M. and Dutkiewicz, J. (2006) Variability of airborne microflora in a hospital ward within a period of one year. *Ann Agric Environ Med* **13**, 99–106.
- Bernardo, W.L.C., Boriollo, M.F.G., Gonçalves, R.B. and Höfling, J.F. (2005) *Staphylococcus aureus* ampicillin-resistant from the odontological clinic environment. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* **47**, 19–24.
- Buttner, M.P. and Stetzenbach, L.D. (1993) Monitoring airborne fungal spores in an experimental indoor environment to evaluate sampling methods and the effects of human activity on air sampling. *Appl Environ Microbiol* **59**, 219–226.
- Carrasco, L., Ramos, M., Galisteo, R., Pisa, D., Fresno, M. and González, M.E. (2005) Isolation of *Candida famata* from a patient with acute zonal occult outer retinopathy. *J Clin Microbiol* **43**, 635–640.
- Carvalho, A., Oliveira, S.C., Martins, M.L., Pina-Vaz, C., Rodrigues, A.G., Ludovico, P. and Rodrigues, F. (2007) Multiplex PCR identification of eight clinically relevant. *Med Mycol* **45**, 619–627.
- CDTN – National Commission of Nuclear Energy (2010) Boletins Meteorológicos da região da Pampulha – Belo Horizonte. Período: mar/07 – ago/07. Technical Report.
- Girmenia, C., Pizzarelli, G., Cristinni, F., Barchiesi, F., Spreghini, E., Scalise, G. and Martino, P. (2006) *Candida guilliermondii* fungemia in patients with hematologic malignancies. *J Clin Microbiol* **44**, 2458–2464.
- González, G.M., Elizondo, M. and Ayalaz, J. (2008) Trends in species distribution and susceptibility of bloodstream isolates of *Candida* collected in Monterrey, Mexico, to seven antifungal agents: results of a 3-year (2004 to 2007) surveillance study. *J Clin Microbiol* **26**, 2902–2905.
- Grinn-Gofrón, A. and Rapiejko, P. (2009) Occurrence of *Cladosporium* spp. and *Alternaria* spp. spores in Western, Northern and Central-Eastern Poland in 2004–2006 and relation to some meteorological factors. *Atmos Res* **93**, 747–758.
- Gündes, S.G., Gulenc, S. and Bingol, S. (2001) Comparative performance of Fungichrom I, Candifast and API 20C Aux systems in the identification of clinically significant yeasts. *J Med Microbiol* **50**, 1105–1110.
- Jang, S.J., Han, H.L., Lee, S.H., Ryu, S.Y., Chaulagain, B.P., Moon, Y.L., Shin, J.H., Moon, D.S. et al. (2005) PFGE-based epidemiological study of an outbreak of *Candida tropicalis* candiduria: the importance of medical waste as a reservoir of nosocomial infection. *Jpn J Infect Dis* **58**, 263–267.
- Kramer, A., Schwebke, I. and Kampf, G. (2006) How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis* **6**, 1–8.
- Lasker, B.A., Butler, G. and Lott, T.J. (2006) Molecular genotyping of *Candida parapsilosis* group I clinical isolates by analysis of polymorphic microsatellite markers. *J Clin Microbiol* **44**, 750–759.
- Lee, T., Grinshpun, S.A., Martuzevicius, D., Adhikaria, A., Crawford, C.M. and Reponena, T. (2006) Culturability and concentration of indoor and outdoor airborne fungi in six single-family homes. *Atmos Environ* **40**, 2902–2910.
- Leenders, A.C.A.P., van Belkum, A., Behrendt, M., Luijendijk, A. and Verbrugh, H.A. (1999) Density and molecular epidemiology of *Aspergillus* in air and relationship to outbreaks of *Aspergillus* infection. *J Clin Microbiol* **37**, 1752–1757.
- Martins-Diniz, J.N., Silva, R.A.M., Miranda, E.T. and Mendes, J.S.G. (2005) Monitoring of airborne fungus and yeast species in a hospital unit. *Rev Saude Publica* **39**, 398–405.
- NCCLS/CLSI – National Committee for Clinical and Laboratory Standards (2002). *Reference Method for Broth Dilution Antifungal Susceptibility Testing of Yeasts. Approved Standard M27-A2* (ISBN 1-56238-469-4). 940 West Valley

- Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 USA: NCCLS.
- Paredes, C.V.T. (2009) Actualización en pruebas de susceptibilidad antifúngica. *Rev Chil Infect* **26**, 144–150.
- Pasquarella, C., Pitzurra, O. and Savino, A. (2000) The index of microbial air contamination. *J Hosp Infect* **46**, 241–256.
- Pfaller, M.A. and Diekema, D.J. (2007) Epidemiology of invasive candidiasis: a persistent public health problem. *Clin Microbiol Rev* **20**, 133–163.
- Pfaller, M.A., Diekema, D.J., Mendez, M., Kibbler, C., Erzebet, P., Chang, S.C. and Gibbs, D.L. (2006) *Candida guilliermondii*, an opportunistic fungal pathogen with decreased susceptibility to fluconazole: geographic and temporal trends from the ARTEMIS DISK Antifungal Surveillance Program. *J Clin Microbiol* **44**, 3551–3556.
- Pini, G., Donato, R., Faggi, E. and Fanci, R. (2004) Two years of a fungal aerobiocontamination survey in a Florentine haematology ward. *Eur J Epidemiol* **19**, 693–698.
- Richter, S.S., Gaslak, R.P., Messer, S.A., Hollis, R.J., Diekema, D.J. and Pfaller, M.A.P. (2005) Antifungal susceptibilities of *Candida* species causing vulvovaginitis and epidemiology of recurrent cases. *J Clin Microbiol* **43**, 2155–2166.
- Sampaio, I.B.M. (2007) *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*, 3rd edn. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 264 p.
- Sherman, W. (2007) Reducing medial waste. *JAMA* **23**, 2583–2584.
- Silva, J.O. and Candido, R.C. (2005) Avaliação do sistema API20C AUX na identificação de leveduras de interesse clínico. *Rev Soc Bras Med Trop* **38**, 261–263.
- Tasic, S. and Tasic, N.M. (2007) *Cladosporium* spp. – cause of opportunistic mycoses. *Acta Fac Med NAISS* **24**, 15–19.
- Vieira, C.D., Carvalho, M.A.R., Cussiol, N.A.M., Alvarez-Leite, M.E., Santos, S.G., Fonseca, R.M., Silva, M.X. and Farias, L.M. (2009) Composition analysis of dental solid waste in Brazil. *Waste Manag* **29**, 1388–1391.
- WHO (2004) *Review of Health Impacts from Microbiological Hazards in Health-Care Wastes*. Geneva: World Health Organization, p. 23.
- Zaas, A.K., Boyce, M., Schell, W., Lodge, B.A., Miller, J.L. and Perfect, J.R. (2003) Risk of fungemia due to *Rhodotorula* and antifungal susceptibility testing of *Rhodotorula* isolates. *J Clin Microbiol* **41**, 5233–5235.

4.3 Artigo III

Count, identification and antimicrobial susceptibility of bacteria recovered from dental solid waste

Cristina Dutra Vieira; Maria Auxiliadora Roque de Carvalho; Noil Amorim de Menezes Cussiol; Maria Eugênia Alvarez-Leite; Simone Gonçalves dos Santos; Renata Maria da Fonseca Gomes; Marcos Xavier Silva; Jacques Robert Nicoli; Luiz de Macêdo Farias.

Waste Management, 2011 (Article in Press).



Contents lists available at ScienceDirect

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman

Count, identification and antimicrobial susceptibility of bacteria recovered from dental solid waste in Brazil

Cristina Dutra Vieira, Maria Auxiliadora Roque de Carvalho, Noil Amorim de Menezes Cussiol, Maria Eugênia Alvarez-Leite, Simone Gonçalves dos Santos, Renata Maria da Fonseca Gomes, Marcos Xavier Silva, Jacques Robert Nicoli, Luiz de Macêdo Farias *

Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 3 August 2010

Accepted 28 December 2010

Available online xxx

ABSTRACT

In Brazil, few studies on microbial content of dental solid waste and its antibiotic susceptibility are available. An effort has been made through this study to evaluate the hazardous status of dental solid waste, keeping in mind its possible role in cross-infection chain. Six samples of solid waste were collected at different times and seasons from three dental health services. The microbial content was evaluated in different culture media and atmospheric conditions, and the isolates were submitted to antibiotic susceptibility testing. A total of 766 bacterial strains were isolated and identified during the study period. Gram-positive cocci were the most frequent morphotype isolated (48.0%), followed by Gram-negative rods (46.2%), Gram-positive rods (5.0%), Gram-negative-cocci (0.4%), and Gram-positive coccobacillus (0.1%). Only two anaerobic bacteria were isolated (0.3%). The most frequently isolated species was *Staphylococcus epidermidis* (29.9%), followed by *Stenotrophomonas maltophilia* (8.2%), and *Enterococcus faecalis* (6.7%). High resistance rate to ampicillin was observed among Gram-negative rods (59.4%) and Gram-positive cocci (44.4%). For Gram-negative rods, high resistance was also noted to aztreonam (47.7%), cefotaxime (47.4%), ceftriaxone and cefazolin (43.7%), and ticarcillin-clavulanic acid (38.2%). Against Gram-positive cocci penicillin exhibit a higher resistance rate (45.0%), followed by ampicillin, erythromycin (27.2%), and tetracycline (22.0%). The present study demonstrated that several pathogenic bacteria are present in dental solid waste and can survive after 48 h from the waste generation time and harbor resistance profiles against several clinical recommended antibiotics.

© 2011 Published by Elsevier Ltd.

1. Introduction

The World Health Organization (2004) defines health care wastes as discarded materials from health-care activities on humans or animals, which have the potential of transmitting infectious agents to humans. These include materials or equipment that has been exposed to blood and its by-products, tissues, tissue fluids or excreta, or wastes from infection wards. The National Brazilian Sanitary Surveillance Agency (Anvisa, 2006) emphasizes that the subject of 'Health Care Waste' needs further studies due to its environmental implications. Additionally, the Brazilian Agency pointed out that the public health and the occupational risks of dental waste are similar to those generated in other health care services (Anvisa, 2004). According to Mühlich et al. (2003), hospital waste

is considered as potentially dangerous, and the question of the extent to which health care waste represents a suitable medium for microbial growth has not been answered conclusively. Collecting samples from the surrounding soil of a hospital waste dumpsite, Oyeleke and Istifanus (2009) highlighted that this waste may have adverse effects on the immediate environment. Kizlary et al. (2005) divided dental solid waste into three main categories: infectious waste, non-infectious waste, and domestic type. The infectious waste category contains materials contaminated with blood and other infectious fluids from the mouth and its safe management is necessary to avoid environmental and public health problems, especially related to the transmission of infectious diseases, such as HIV infection and hepatitis (Kizlary et al., 2005). Sudhakar and Chandrashekar (2008) report that large amounts of waste are generated during dental practice, such as cotton, plastic, latex, and glass and most of them are contaminated with body fluids. The Indian study conducted by these authors showed that a substantial percentage of practitioners (35.7%) dispose dental waste without segregation and prior disinfection into garbage, which puts garbage collectors at high risk of becoming infected.

* Corresponding author. Address: Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Antônio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Tel.: +55 31 3409 2759; fax: +55 31 3409 2730.

E-mail address: macedo@icb.ufmg.br (L. de M. Farias).

Despite the large amount of data in literature concerning several aspects of hospital waste, data on microbial content of dental solid waste remains practically unknown. As in other countries, research on this subject in Brazil is scarce. This study is an effort to evaluate the hazardous status of dental solid waste, emphasizing its bacteriological content and antibiotic susceptibility and keeping in mind its role in the cross-infection chain.

2. Materials and methods

2.1. Dental health services selected and collection of dental solid waste

The total amount of solid waste produced in 24 h of work in dental offices (medium of 52.53 kg) was collected from three dental health services (two dental schools clinics, one public and one private, and one public dental health service clinic) for further analysis. Waste collection took place from March to November of 2007. Notwithstanding school or official holidays, this period was marked by a normal flow of dental work and consequently was considered to be a representative sample. The mean temperature and relative humidity were of 23.4 °C and 67.5%, respectively (CDTN, 2010). Six samples of solid waste were collected, two from each evaluated dental waste source. Personnel involved in waste collection and separation have been previously trained and instructed to follow protective measures in an attempt to prevent injuries and infection. The volume of solid waste was transferred to the waste storage room and manually separated into three categories and nine sub-fractions (Vieira et al., 2009), according to Brazilian legislation and international literature (Anvisa, 2004; Kizlary et al., 2005). The waste category considered as infectious and potentially infectious included materials that have come in contact with blood and other potentially infectious fluids from the mouth and was used to perform microbial analysis. Three randomly selected samples were separated for analysis from the potentially infectious waste sub-fraction.

2.2. Sample processing

The three samples were placed in containers sterilized by Gamma rays before each experiment (Cobalt – 60 Dry, MDS, Canada) and then analyzed immediately (0) and 24 and 48 h after collection. At these times, in an attempt to maintain the humidity and to wash the samples, sterile saline solution supplemented with L-cysteine hydrochloride monohydrate (InLab[®]) and Tween 80 (Tennant Química AS[®]) with pH adjusted to 7.0–7.2 was added. After a 1 h contact, the solution was collected from the bottom of the sterile container and placed into a sterile bottle and the leached liquid immediately transported to the laboratory for analysis.

2.3. Microbiological count and isolation

A 5 ml aliquot of leached liquid was used to evaluate pH values using a potentiometer (Digimed, Model DM 20). Other leached samples were submitted to serial 10-fold dilutions with sterile saline. Aliquots of 0.1-ml of the dilution were streaked on Petri dishes containing Phenylethanol agar (Difco[®]) containing 5% equine blood, Brain Heart Infusion agar (Difco[®]) containing 5% equine blood, Mannitol agar (BD[®]), Mackconkey agar (Difco[®]), Omata agar (Difco[®]), and Bacteroides bile-esculin agar (Difco[®]). Plates were incubated at 37 °C during 24 h for aerobic bacteria and 7 days for anaerobic bacteria in an anaerobic chamber (Forma Scientific Anaerobic System # 1025, Marietta, USA), containing an atmosphere of 85% N₂, 10% H₂, and 5% CO₂. After incubation, bacterial counts were determined as log colony forming units (CFU)/g, and

morphologically different colonies were isolated for later identification from all media, dilutions, and atmospheric conditions.

2.4. Microbiological identification

The bacterial isolates were first submitted to microscopic determination for cell morphology and Gram staining pattern. Then, the following identification systems were used: Bactray system I, II, and III (Laborclin[®] Laboratory Products) for facultative anaerobic Gram negative rods; MicroScan Walkaway 96 SI automated instrument (Siemens[®]) for obligate anaerobes, Gram-positive cocci and Gram negative rods; and Walkaway 96 SI instrument (Siemens) and automated VITEK[®] system (Biomérieux) for Gram-positive rods.

2.5. Antibiotic susceptibility testing

The disk diffusion method was performed for facultative anaerobic Gram-negative rods according to CLSI (2004). Briefly, bacterium inocula were prepared by direct colony suspension in saline solution to obtain a density equivalent to a 0.5 McFarland standard (about 8.0 log CFU/ml). The inoculum suspension was spread in three directions on a Mueller Hinton agar (Difco) plate surface with a sterile swab and incubated at 35 ± 2 °C, under aerobiosis for 16–18 h. After incubation, the diameter of inhibition zones was measured using an electronic digital caliper (Starrett, Series 727). The following antibiotics were tested for Gram negative rods: amikacin, ampicillin, aztreonam, ampicillin-sulbactam, ceftriaxone, cefepime, ceftazidime, cefotaxime, ceftazolin, cefuroxime, ciprofloxacin, gentamicin, imipenem, levofloxacin, meropenem, piperacillin-tazobactam, trimethoprim-sulfamethoxazole, ticarcillin-clavulanic acid, and tobramycin. For anaerobic bacteria, NCCLS reference agar dilution procedure was applied (CLSI, 2009). Cell suspension was prepared as described above and inoculated onto plates containing Brucella agar (Difco), supplemented with 5% lysed sheep blood, 5 mg/L haemin, and 1 mg/L vitamin K. Plates were inoculated with 10⁵ CFU per spot, using a replicator (Oxoid) and then incubated in an anaerobic chamber (Forma Scientific Anaerobic System). The antimicrobials agents selected were amoxicillin-clavulanic acid, ceftioxin, clindamicin, chloramphenicol, metronidazole, meropenem, and G penicillin, according to the clinical relevance of the drug (NCCLS/CLSI, 2004, 2008).

For Gram-positive cocci, the same automated instruments used for microbiological identification were used to perform susceptibility testing. Amoxicillin-clavulanic acid, ampicillin-sulbactam, ampicillin, ceftazolin, ceftriaxone, ciprofloxacin, clindamicin, erythromycin, gatifloxacin, gentamicin, levofloxacin, linezolid, methicillin, penicillin, rifampicin, streptomycin, tetracycline, trimethoprim-sulfamethoxazole, and vancomycin were tested against all strains.

Reference strains *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Bacteroides fragilis* ATCC 25285, *Bacteroides thetaiotaomicron* ATCC 29741, and *Eubacterium lentum* ATCC 43055 were used as quality control.

2.6. Detection of β-lactamase producing Enterobacteriaceae

Strains of *Klebsiella* spp., *Proteus* spp. and *Escherichia* spp. were screened for β-lactamase production by using Initial Screen Test (CLSI, 2004).

2.7. Statistical analysis

Some data obtained in the present study were submitted to statistical analysis using a non-parametric test (Kruskal-Wallis) and differences were considered significant when $p < 0.05$.

3. Results

3.1. General data

The mean total weight of solid waste produced in one day of dental work was 52.53 kg for the three services. There were no statistically significant differences ($p > 0.05$) among the mean pH values of the dental wastes when submitted to the Kruskal-Wallis test (6.76 ± 0.08 , 6.71 ± 0.10 , and 6.85 ± 0.11 for public dental health service clinic, public dental school clinic and private dental school clinic, respectively).

The mean values of the bacterial populations in the three dental health care services, when compared separately, also displayed no statistically significant difference ($p > 0.05$) immediately (0) and 24 and 48 h after collection when submitted to the Kruskal-Wallis test (2.7 ± 2.0 , 1.5 ± 1.8 , and 2.9 ± 2.4 log CFU/g after zero, 24 and 48 h, respectively). However, when the data of the three dental institutions were analyzed together, a statistically significant difference was observed (1.5 ± 1.8 CFU/log, corresponding to $p = 0.03$) after 24 h of evaluation.

3.2. Microbiological identification

A total of 766 bacterial strains were isolated and 728 identified during the study as pertaining to a total of 38 genera. The identification of 38 Gram-positive rods was not possible. A slightly higher total number of Gram-positive bacteria (409) was isolated, but a lower number of genera (10) when compared to Gram-negative bacteria (total number of 357 and 28 different genera). Table 1 shows that among the Gram-positive bacteria, cocci were the most commonly bacterial morphotype isolated (48.0%), followed by rod-shaped (5.0%) and coccobacilli (0.1%). For Gram-negative bacteria, rods were the most frequent morphotype (46.2%), followed by cocci (0.4%) (Table 2). From an aliquot of 100 μ l of the leached

Table 1
Number and frequency (% of the total) of Gram-negative genus or species of bacteria isolated from solid dental wastes.

Genus or species	Number of isolates (%)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	63 (8.2)
<i>Enterobacter</i> spp.	49 (6.4)
<i>Salmonella choleraesuis</i>	45 (5.9)
<i>Klebsiella</i> spp.	39 (5.0)
<i>Pseudomonas</i> spp.	36 (4.7)
<i>Serratia</i> spp.	27 (3.5)
<i>Hafnia alvei</i>	18 (2.3)
<i>Burkholderia</i> spp.	13 (1.7)
<i>Proteus mirabilis</i>	8 (1.0)
<i>Escherichia</i> spp.	6 (0.8)
<i>Citrobacter</i> spp.	6 (0.8)
<i>Cedecea davisae</i>	5 (0.7)
<i>Chryseobacterium</i> (f.) <i>indologenes</i>	5 (0.7)
<i>Shigella</i> spp.	5 (0.7)
<i>Acinetobacter</i> spp.	5 (0.7)
<i>Delftia</i> (c.) <i>acidovorans</i>	4 (0.5)
<i>Neisseria</i> spp.	3 (0.4)
<i>Shewanella putrefaciens</i>	3 (0.4)
<i>Sphingobacterium multivorum</i>	3 (0.4)
<i>Tatumella ptyseos</i>	3 (0.4)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	2 (0.3)
<i>Leclercia adecarboxylata</i>	2 (0.3)
<i>Providencia alcalifaciens</i>	2 (0.3)
<i>Ewingella americana</i>	1 (0.1)
<i>Empedobacter brevis</i>	1 (0.1)
<i>Sphingomonas</i> (p.) <i>paucimobilis</i>	1 (0.1)
<i>Oligella ureolytica</i>	1 (0.1)
<i>Vibrio fluvialis</i>	1 (0.1)
Subtotal	357 (46.6)
Total	766 (100.0)

Table 2

Number and frequency (% of the total) of Gram-positive genus or species of bacteria isolated from solid dental wastes.

Genus or species	Number of isolates (%)
<i>Staphylococcus</i> spp.	229 (29.9)
<i>Enterococcus</i> spp.	55 (7.2)
Gram-positive rods	38 (5.1)
<i>Streptococcus</i> spp.	31 (4.0)
<i>Aerococcus viridans</i>	26 (3.4)
<i>Micrococcus</i> spp.	23 (3.0)
<i>Kocuria kristinae</i>	3 (0.4)
<i>Eubacterium lentum</i>	1 (0.1)
<i>Rothia dentocariosa</i>	1 (0.1)
<i>Propionibacterium acnes</i>	1 (0.1)
<i>Leuconostoc</i> spp.	1 (0.1)
Subtotal	409 (53.4%)
Total	766 (100.0)

liquid, as extracted from the waste, only two strict anaerobes were isolated at 10^{-1} dilution (0.3%) (Table 1). The most frequently isolated genus was *Staphylococcus* (29.9%), with *Staphylococcus epidermidis* as the main species (13.7%), followed by *Stenotrophomonas maltophilia* (8.2%), *Enterococcus* spp. (7.2% with *Enterococcus faecalis* as the main species – 6.7%), *Enterobacter* spp. (6.4% with *E. cloacae* as the main species – 5.9%), and *Salmonella choleraesuis* (5.9%).

3.3. Antibiotic susceptibility testing

The antimicrobial susceptibility profile of Gram-positive cocci and Gram-negative rods (these two groups represented 94% of the isolates) is demonstrated in Table 3. A very high resistance rate to ampicillin was observed among Gram-negative rods (59.4%) and Gram-positive cocci (44.4%). Against Gram-negative rods, other antibiotics also showed high resistance such as for aztreonam (47.7%), cefotaxime (47.4%), ceftriaxone (43.7%), cefazolin (43.7%), and ticarcillin-clavulanic acid (38.2%). Against Gram-positive cocci, penicillin exhibits a higher resistance rate (45.0%), followed by ampicillin (44.4%), erythromycin (27.2%), and tetracycline (22.0%).

Among the species of *Staphylococcus* spp., *S. aureus* (26 isolates) did not exhibit resistance to 12 of the 17 tested antibiotics. At least one species was resistant to ampicillin, clindamycin, erythromycin, penicillin, and tetracycline. On the other hand, other *Staphylococci*, tested against 18 antibiotics, exhibited at least one species resistant to 14 antibiotics, except gatifloxacin, linezolid, levofloxacin, and vancomycin. Various isolates of *Enterococcus* spp. were resistant to tetracycline (68.0%), rifampicin (33.0%), and resistance to vancomycin (VRE) or erythromycin (ERE) was not observed.

Sixty percent of the *Klebsiella* spp. exhibited resistance to ampicillin, but ESBL producers were not detected. The two recovered strains of *E. coli* were susceptible to trimethoprim/sulfamethoxazole and 25.0% of *Shigella* spp. (four strains) was considered resistant and 50% intermediate against this antibiotic. Globally, 24.8% of the Gram-negative rods were resistant to this antibiotic. Among *Salmonella* spp., 9.5% of the strains were resistant to imipenem. An *Acinetobacter baumannii* isolate was resistant to all the 19 antibiotics tested. Among the *Pseudomonas* spp. only two species were susceptible to all tested antibiotics. The majority (94.6%) exhibit multidrug resistance to aztreonam, ceftazidime, ceftriaxone, piperacillin-tazobactam, and ticarcillin-clavulanic acid. There were no isolates resistant to imipenem and only one strain exhibited intermediate resistance to meropenem.

When selected strains were screened for β -lactamase production neither *Klebsiella* spp. nor *Escherichia* spp. exhibited this activity. Three *Proteus* spp. species were probable β -lactamase producers.

Table 3
Number (n) and frequency (%) of antimicrobial resistant Gram-negative rods and Gram-positive cocci isolated from solid dental wastes.

Antimicrobial ^a	Gram-negative rods		Antimicrobial ^a	Gram-positive cocci	
	n	%		n	%
AMI	31	9.5	AMP	151	44.4
AMP	136	59.4	AMX	7	3.0
ASB	76	30.4	ASB	7	3.0
ATM	155	47.7	CFZ	8	3.5
CAZ	74	22.8	CIP	6	2.1
CFZ	100	43.7	CLI	44	15.4
CIP	10	3.0	CRO	7	2.7
CPM	36	11.0	ERI	77	27.2
CRO	142	43.7	GAT	0	0.0
CRX	81	35.4	GEN	1	0.4
CTX	154	47.4	LIZ	0	0.0
GEN	34	10.5	LVX	7	2.0
IPM	30	9.2	MET	7	3.0
LVX	3	1.2	PEN	153	45.0
MER	17	5.2	RIF	46	16.3
PPT	62	19.0	STR	0	0.0
SUT	85	26.1	SUT	26	11.4
TIC	124	38.2	TET	65	22.0
TOB	41	12.6	VAN	0	0.0

^a AMI, amikacin; AMP, ampicillin; AMX, amoxicillin-clavulanic acid; ASB, ampicillin-sulbactam; ATM, aztreonam; CAZ, ceftazidime; CFX, cefazolin; CFZ, cefazolin; CIP, ciprofloxacin; CLI, clindamycin; CPM, cefepime; CRO, ceftriaxone; CRX, cefuroxime; CTX, cefotaxime; ERI, erythromycin; GAT, gatifloxacin; GEN, gentamicin; IPM, imipenem; LIZ, linezolid; LVX, levofloxacin; MER, meropenem; MET, methicillin; PEN, penicillin; PPT, piperacillin-tazobactam; RIF, rifampicin; STR, streptomycin; SUT, trimethoprim-sulfamethoxazole; TET, tetracycline; TIC, ticarcillin-clavulanic acid; TOB, tobramycin; VAN, vancomycin.

The minimal inhibitory concentrations (MIC) of the two anaerobic strains recovered are presented in Table 4. Against all seven antibiotics selected, the two species demonstrated to be susceptible, except for the resistance of *Propionibacterium acnes* to metronidazole (MIC > 128 mg/l).

4. Discussion

The volume of solid waste generated in health care services, including dental institutions, has been increasing worldwide (WHO, 2004; Oyeleke and Istifanus, 2009; Park et al., 2009). Dental waste may contain pathogenic microorganisms and thus must be properly and carefully managed. Therefore, to ensure safety, knowledge about microbial content is essential, including the survival characteristics of microorganisms inside dental waste. However, few, if any, research has been conducted on this subject.

The present study demonstrated that several pathogenic bacteria are present in dental solid waste and remain viable after 48 h from waste generation. Our results also demonstrated microbial population decline after 24 h. This finding could be related to the presence of chemical solutions mixed with waste components. Saini et al. (2004) investigated and compared microbial survival in general hospital waste and infectious waste. The authors demonstrated that bacteria present in the waste initially were low in quantity, but grew rapidly so that significant numbers were

Table 4
Minimal inhibitory concentrations (MIC: mg/l) of the two anaerobic strains isolated from solid dental wastes.

Antimicrobial ^a	<i>Eubacterium lentum</i>	<i>Propionibacterium acnes</i>
AMX	<2	<2
CEF	8	<2
CLI	<1	4
CLO	8	8
MET	8	>128
MER	<2	<2
PEN	<0.25	<0.25

^a AMX, amoxicillin-clavulanic acid; CEF, cefoxitin; CLI, clindamycin; CLO, chloramphenicol; MET, metronidazole; MER, meropenem; PEN, penicillin.

detected within 24 h. These results, as well as those from the present study, strongly recommend that waste should be removed from health services within 24 h of its generation to prevent environmental contamination caused by any accidental spillage of waste.

As most common bacteria grow within a narrow range of pH, between 6.7 and 7.5, this physicochemical parameter could favor microbial growth inside waste. In the present study, the mean pH of the six samples (6.76 ± 0.08 , 6.71 ± 0.10 , and 6.85 ± 0.11) collected from dental institutions exhibits values near neutrality. Oyeleke et al. (2008) measured the pH from 24 Nigerian hospital solid waste dumpsites and the values ranged from 6.9 to 9.2. In Brazil, Cussiol (2005) evaluated urban solid waste (USW) and health care solid waste disposed with USW and found pH values of 7.52 ± 0.32 and 7.48 ± 0.42 , respectively.

The microorganisms identified in this study include both Gram-positive and Gram-negative bacteria, with a predominance of *Staphylococcus* spp. and Enterobacteriaceae, respectively (Tables 1 and 2). These bacteria have also been isolated from hospital effluents and medical solid waste by other authors (Tsai et al., 1998; Guardabassi et al., 1998; Chitnis et al., 2004; Elmanama et al., 2006; Blenkarn, 2006; Tuméo et al., 2008; Fuentesria et al., 2008; Park et al., 2009). *E. faecalis* and *Enterococcus faecium* were the most common enterococcal species isolated from raw and treated urban wastewater, surface water receiving treated wastewater, and hospital wastewater from three European countries (Blanch et al., 2003). Some authors emphasize that *Enterococci* are the second to third most important bacterial genus in hospital infections (Klare et al., 2003; Salgado, 2008).

Among the several species of *Staphylococcus* spp., *S. aureus* (26 strains) exhibit little resistance to the tested antibiotics, except one species, which was resistant to ampicillin, clindamycin, erythromycin, penicillin, and tetracycline. On the other hand, other *Staphylococci* species exhibit at least one species resistant to 14 antibiotics except gatifloxacin, linezolid, levofloxacin, and vancomycin. According to Park et al. (2009), the genus displays important virulence properties, causes numerous human infectious diseases, could occur in large numbers, and can be etiological agents for nosocomial infection. The authors investigated five major hospitals in South Korea and also found this as the most frequently recovered genus inside medical waste. They emphasized

that medical waste could become a source of pathogenic microorganisms, potentially creating a serious health risk to those in the hospital, including patients and health care workers.

Antimicrobial agents are probably the most successful therapeutic agents developed by humans. The amount of antibiotics used in health care services and released into effluent and municipal sewage could induce a selection pressure on bacteria. Waste effluents from hospitals contain higher numbers of resistant bacteria and antibiotic residues at concentrations capable of inhibiting the growth of susceptible bacteria (Chitnis et al., 2004; Elmanama et al., 2006; Fuentesfria et al., 2008). The first authors showed that the prevalence of multiple drug resistant bacteria was 7.5×10^3 /ml in hospital effluent and the patterns of resistance included simultaneous resistance to ampicillin, cephalosporins, aminoglycosides, quinolones, cotrimoxazole, tetracycline, and chloramphenicol. According to Elmanama et al. (2006), antibiotic resistance is not only found in pathogenic bacteria but also in environmental organisms inhabiting terrestrial and aquatic habitats. The authors emphasized that higher numbers of resistant bacteria occur in polluted habitats as compared to unpolluted habitats, indicating that humans have contributed substantially to the increased proportion of resistant bacteria occurring in the environment. Antimicrobial resistance is a complex problem and one of today's most urgent public health problems. The widespread and almost inappropriate antibiotic prescriptions in livestock, pets, and humans could result in antibiotic resistant bacteria selection and proliferation in the environment. Jacobsen et al. (2008) investigated the propagation and dissemination of antimicrobial resistant and pathogenic bacterial isolates from waste water in a hospital in Denmark. The authors pointed out that hospital wastewater can be reservoirs of antimicrobial resistance as well as virulence genes. Brown et al. (2006) analyzed hospital effluents and found residual quantities of sulfamethoxazole, trimethoprim, ciprofloxacin, ofloxacin, lincomycin, and penicillin G, with four of five hospital samples having at least one antibiotic detected and three having four or more. Baquero et al. (2008) also mentioned that human and animal pathogenic bacteria are constantly released with wastewater into the aquatic environment. Many of these bacteria harbor antibiotic-resistance genes, eventually inserted into genetic mobile platforms able to spread their genes into water-indigenous microorganisms and soil microbiota. Strategies to reduce bacterial load in wastewater, in most cases originated in hospitals and farms, include optimization of disinfection procedures and wastewater management.

There are no studies or data in Brazil concerning resistance profiles of microorganisms isolated from dental solid waste. In spite of this, it is important to mention that there is a hospital surveillance program to detect the increase of bacterial resistance against several antimicrobial agents. The program, called RESISTNET (Oplustil et al., 2001), was initiated in 1998 among Latin American countries. From April 1998, to April 1999, a total of 894 *E. coli*, 386 *Klebsiella pneumoniae*, 70 *Shigella* spp, and 57 *Salmonella* spp strains were analyzed. Using the disk diffusion method according to NCCLS guidelines, imipenem was the most effective drug (100% of the strains were susceptible). High resistance rate to ampicillin was found among *K. pneumoniae* samples (96.4%) and 36.3% were considered probable ESBL producers. The highest resistance to trimethoprim/sulfamethoxazole was observed among all *E. coli* (46.9%) and *Shigella* spp. (80.0%) strains analyzed. All antibiotics tested against *Salmonella* spp. exhibited low resistance rates. Resistance to ceftriaxone was not observed (Oplustil et al., 2001). Martin et al. (1999) highlighted the emergence of trimethoprim-sulfamethoxazole resistance among several species of Enterobacteriaceae. These results showed significant resistance rates among these bacteria, which are responsible for several types of human infections. The results of the present study showed a similar profile for the Enterobacteriaceae isolated in dental waste.

According to Blanch et al. (2003), Enterococci are implicated in the spread of antibiotic-resistance, particularly for resistance to the glycopeptide antibiotic vancomycin (vancomycin-resistant enterococci – VRE). Antibiotic usage in human clinical practice and food additives in animal husbandry are mentioned as the main origin of vancomycin resistance in these environments. Blanch et al. (2003) also highlighted that a similar situation has been described for erythromycin resistant enterococci (ERE). Their study shows that VRE and ERE can pass through different types of treatment in wastewater plants and could be transferred to surface water, increasing the possibility of being transmitted via the food chain. In the present study, *E. faecalis* was the third more frequently recovered species from dental waste, with high resistance to tetracycline (68%), rifampin (33%), but VRE or ERE was not observed.

Acinetobacter spp. have an ubiquitous distribution in the environment and a remarkable ability to develop resistance to antimicrobial agents (Guardabassi et al., 1998). For that reason, these microorganisms are considered as particularly suitable for monitoring antibiotic resistance in the environment. In our study, it was possible to recover five species of *Acinetobacter* spp. from dental solid waste. A datum of concern was an *A. baumannii* strain that is resistant to all 19 selected and tested antibiotics.

By recovering samples from hospital wastewater and community buildings, Tuméo et al. (2008) showed the occurrence of resistant *P. aeruginosa* strains as being much more frequent in the hospital setting. According to Fuentesfria et al. (2008), this bacterium is one of the most important microorganisms isolated from hospital effluents and frequently causes nosocomial infections in different sites of the human body, mostly in immunocompromised patients. The species exhibits a broad-spectrum resistance against different classes of antibiotics, including third and fourth-generation cephalosporins and carbapenems (imipenem and meropenem). *P. aeruginosa* isolates could exhibit a different susceptibility profile, depending on the sampling site of hospital effluents, and the higher values corresponded to places with elevated volumes of hospital effluents. Multidrug resistance strains ranged from 4.8% to 78.0% for gentamicin, ciprofloxacin, ceftazidime, piperacillin-tazobactam, ticarcillin-clavulanic acid, imipenem, and aztreonam. Among the *Pseudomonas* spp. isolated in the present study, only two species were susceptible to all tested antibiotics and most of them (94.6%) exhibit multidrug resistance to most of the same antibiotics. No isolates resistant to imipenem and only one strain with intermediate resistance to meropenem were observed.

Only *P. acnes*, one of the two anaerobic bacteria recovered from dental waste, exhibits resistance (MIC >128 mg/L). The two species proved to be susceptible to all other seven antibiotics tested. These findings are in accordance with literature. Roberts et al. (2006) stated that all *P. acnes* isolates are predictably resistant to metronidazole. Despite the remarkable presence of anaerobes in the human mouth, poor recovering of these bacteria in this study certainly is related to the presence of residues of substances with antimicrobial activity mixed to waste, as disinfectants and other chemicals routinely used in dental practice. Moreover, the dental wastes are exposed to environmental atmosphere throughout all the storage period provided for obtaining waste samples for this study.

5. Conclusion

The absence of data and the unknown potential impact of dental solid waste increase concern about the generation and release of these materials in the environment. The present study demonstrated that microbial content recovered from dental solid waste could survive after 48 h from the generation time and harbor a resistance profile against several clinical recommended antibiotics.

The survey also proved that there are similarities between dental and medical waste, these likenesses increase the need for proper dental waste management. The inefficacy of solid dental waste management also could result in dissemination routes of multiresistant bacteria and, consequently, their genes of resistance into the environment. These findings suggested that all discarded material should be carefully handled and properly disposed of. All personnel involved in waste management and dental care workers should be instructed about the potential risks of solid waste in an effort to prevent injuries and infection. As health care practitioners, we should be involved in promoting not only human health but also that of the environment.

References

- ANVISA – National Sanitary Surveillance Agency, 2004. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n. 306 de 7 de dezembro de 2004. Distrito Federal, Brasília.
- ANVISA – National Sanitary Surveillance Agency, 2006. Serviços Odontológicos: prevenção e controle de riscos. Brasília.
- Blenkharn, J.I., 2006. Potential compromise of hospital hygiene by clinical waste carts. *J. Hosp. Infect.* 63, 423–427.
- Baquero, F., Martinez, J.L., Catón, R., 2008. Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *Curr. Opin. Biotechnol.* 19, 260–265.
- Blanch, A.R., Caplin, J.L., Iversen, A., Kühn, I., Manero, A., Taylor, H.D., Vilanova, X., 2003. Comparison of enterococcal populations related to urban and hospital wastewater in various climatic and geographic European regions. *J. Appl. Microbiol.* 94, 994–1002.
- Brown, K.R., Kulis, J., Thomson, B., Chapman, T.H., Mawhimey, D.B., 2006. Occurrence of antibiotics in hospital, residential, and dairy effluent, municipal wastewater, and the Rio Grande in New Mexico. *Sci. Total Environ.* 366, 772–783.
- CDTN – National Commission of Nuclear Energy, 2010. Boletins Meteorológicos da região da Pampulha – Belo Horizonte. Período: mar/07 – ago/07. Technical Report.
- Chitnis, V., Chitnis, S., VaidyaRavikant, K., Ravikant, S., Patil, S., Chitnis, D.S., 2004. Bacterial population changes in hospital effluent treatment plant in central India. *Water Res.* 38, 441–447.
- Clinical and Laboratory Standards Institute, 2008. M100-S18. Methods for Antimicrobial Susceptibility Testing of Anaerobic Bacteria. Approved Standard. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.
- CLSI – Clinical and Laboratory Standards Institute, 2009. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Anaerobically; Approved Standard, eighth ed., vol. 29(2). M07-A8, USA, 65 p.
- Cussiol, N.A.M., 2005. Ph.D. thesis. Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte. Disposição final de resíduos potencialmente infectantes de serviços de saúde em célula especial e por co-disposição com resíduos sólidos urbanos.
- Elmanama, A.A., Elkichaoui, A.Y., Mohsin, M., 2006. Contribution of hospital wastewater to the spread of antibiotic resistance in comparison to non-health institution. *Al-Aqsa Univ.* 10, 108–121.
- Fuentefría, D.B., Ferreira, A.E., Gräf, T., Corção, G., 2008. *Pseudomonas aeruginosa*: disseminação de resistência antimicrobiana em efluente hospitalar e água superficial. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 41, 470–473.
- Guardabassi, L., Petersen, A., Olsen, J.E., Dalsgaard, A., 1998. Antibiotic resistance in *Acinetobacter* spp. Isolated from sewers receiving waste effluent from a hospital and a pharmaceutical plant. *Appl. Environ. Microbiol.* 64, 3499–3502.
- Jacobsen, L., Sandvang, D., Hansen, L.H., Bagger-Skjøt, L., Westh, H., Jørgensen, C., Hansen, D.S., Pedersen, B.M., Monnet, D.L., Frimodt-Møller, N., Sørensen, S.J., Hammerum, A.M., 2008. Characterisation, dissemination and persistence of gentamicin resistant *Escherichia coli* from a Danish university hospital to the waste water environment. *Environ. Int.* 34, 108–115.
- Kizlary, E., Iosifidis, N., Voudrias, E., Panagiotakopoulos, D., 2005. Composition and production rate of dental solid waste in Xanthi, Greece. variability among dentist groups. *Waste Manage.* 25, 582–591.
- Klare, I., Konstabel, C., Badstübner, D., Werner, G., Witte, W., 2003. Occurrence and spread of antibiotic resistances in *Enterococcus faecium*. *Int. J. Food Microbiol.* 88, 269–290.
- Martin, J.N., Rose, D.A., Hadley, W.K., Perdreau-Remington, F., Lam, P.K., Gerberding, J.L., 1999. Emergence of trimethoprim-sulfamethoxazole resistance in the AIDS era. *J. Infect. Dis.* 180, 1809–1818.
- Mühlich, M., Scherrer, M., Daschner, F.D., 2003. Comparison of infectious waste management in European hospitals. *J. Hosp. Infect.* 55, 260–268.
- NCCLS/CLSI – CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE, 2004. Methods for Antimicrobial Susceptibility Testing of Anaerobic Bacteria; Approved Standard, sixth ed., vol. 24(2). M11-A6. NCCLS, USA, 41p.
- Oyeleke, S.B., Isifianus, N., Manga, S.B., 2008. The effects of hospital solid waste on the environment. *IJB* 3, 191–195.
- Oyeleke, S.B., Istifanus, N., 2009. The microbiological effects of hospital wastes on the environment. *Afr. J. Biotechnol.* 22, 6253–6257.
- Oplustil, C.P., Nunes, R., Mendes, C., 2001. Multicenter evaluation of resistance patterns of *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp and *Shigella* spp isolated from Clinical Specimens in Brazil: RESISTNET Surveillance Program. *Braz. J. Infect. Dis.* 5, 8–12.
- Park, H., Lee, K., Kim, M., Lee, J., Ko, G., 2009. Detection and hazard assessment of pathogenic microorganisms in medical wastes. *J. Environ. Sci. Health A* 44, 995–1003.
- Roberts, S.A., Shore, K.P., Paviour, S.D., Holland, D., Morris, A.J., 2006. Antimicrobial susceptibility of anaerobic bacteria in New Zealand: 1999–2003. *J. Antimicrob. Chemother.* 57, 992–998.
- Saini, S., Das, B.K., Kapil, A., Nagarajan, S.S., Sarma, R.K., 2004. The study of bacterial flora of different types in hospital waste: evaluation of waste treatment at AIIMS hospital, New Delhi. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 35, 986–989.
- Salgado, C.D., 2008. The risk of developing a vancomycin resistant *Enterococcus* bloodstream infection for colonized patients. *Am. J. Infect. Control.* 36, S175.e5–S175.e8.
- Sudhakar, V., Chandrashekar, J., 2008. Dental health care waste disposal among private dental practices in Bangalore City, India. *Int. Dental J.* 58, 51–54.
- Tsai, C.T., Lai, J.S., Lin, S.T., 1998. Quantification of pathogenic micro-organisms in the sludge from treated hospital wastewater. *J. Appl. Microbiol.* 85, 171–176.
- Tuméo, E.H., Gbaguidi-Haore, I., Patry, X., Bertrand, M., Thouverez, M., Talon, D., 2008. Are antibiotic-resistant *Pseudomonas aeruginosa* isolated from hospitalized patients recovered in the hospital effluents? *Int. J. Hyg. Environ. Health* 211, 200–204.
- Vieira, C.D., Carvalho, M.A.R., Cussiol, N.A.M., Alvarez-Leite, M.E., Santos, S.G., Fonseca, R.M., Silva, M.X., Farias, L.M., 2009. Composition analysis of dental solid waste in Brazil. *Waste Manage.* 29, 1388–1391.
- World Health Organization, 2004. Review of Health Impacts from Microbiological Hazards in Health-Care Wastes. Geneva, Switzerland.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5. Discussão dos Resultados

O grande interesse social e político da temática em questão, ao lado da relevância acadêmica multidisciplinar, têm motivado a busca de respostas que minimizem o impacto da presença dos RSS no meio ambiente ou diminuam os riscos associados ao seu manuseio. Diversos estudos têm sido realizados neste e em outros países, publicados em revistas nacionais (Ferreira, 1997; Andrade, 1999; Catapreta e Heller, 1999; Bidone, 2000; Soares *et al.*, 2000 e 2001; PROSAB, 2001; Silva *et al.*, 2002; Neves, 2002; Garcia e Zanetti-Ramos, 2004; Nazar, 2005; Nazar *et al.*, 2005; Cussioli, 2005; Sisino e Moreira, 2005; Da Silva *et al.*, 2005; Cussioli *et al.*, 2006; Fuentesfria *et al.*, 2008) e internacionais (Phillips, 1999; Johnson *et al.*, 2000; Chitnis *et al.*, 2004; Jang *et al.*, 2005; Kizlary *et al.*, 2005; Rahman, 2005; Elmanama *et al.*, 2006; Blenkarn, 2006 a e 2006b; Na *et al.*, 2008; Hassan *et al.*, 2008). O conhecimento da composição gravimétrica pode contribuir para a melhoria do gerenciamento destes resíduos, aumentando as oportunidades de segregação e reciclagem. A análise do conteúdo microbiológico pode fundamentar os programas de educação permanente nas instituições de saúde, dar sustentação científica à legislação pertinente, propiciar maior conscientização quanto ao risco ocupacional para os funcionários desses serviços, para os trabalhadores que manuseiam seu conteúdo e a população em geral. No contexto desta complexa temática, espera-se sustentar consistentemente as hipóteses propostas com a discussão dos resultados obtidos.

5.1 Caracterização quantitativa dos resíduos sólidos

5.1.1 Separação e identificação dos resíduos nas três instituições de saúde da Odontologia

A análise dos resultados mostra que a taxa total de geração de resíduo sólido foi mais elevada na Instituição Privada de Ensino da Odontologia, seguida pela Instituição Pública de Ensino e pelo Serviço Público de assistência à saúde, considerando-se a média total de geração diária, de 82,8, 51,5 e 39,6 Kg/d, respectivamente.

As taxas de geração dos resíduos infectantes e potencialmente infectantes (12,0, 15,1 e 11,5Kg/d, respectivamente para a Instituição de Ensino Privada, a de Ensino Pública e o Serviço Público) foram mais semelhantes nas três instituições que as taxas dos não infectantes (35,5, 25,6 e 20,5 Kg/d). Os resíduos semelhantes aos

1 domiciliares apresentaram taxas de 35,3, 10,8 e 7,6Kg/d, respectivamente, para as
2 mesmas instituições. Assim, a Instituição Privada de Ensino apresentou as maiores taxas
3 de geração de resíduos não infectantes e semelhantes aos domésticos.

4 Os resultados da composição gravimétrica estão de acordo com os achados
5 na literatura. Na Instituição de Ensino Privada, o papel correspondeu a 25,5% do total
6 de resíduos, sendo o segundo componente gerado. Outros estudos no Brasil também
7 encontraram o papel como sub-fração predominante na composição dos resíduos
8 (Andrade, 1999; Sisinho e Moreira, 2005). A Organização Mundial de Saúde (2004b)
9 informa que a maioria dos resíduos gerados em serviços de saúde não é mais perigosa
10 que os domiciliares; no entanto, a entidade considera que alguns tipos de resíduos
11 podem representar risco à saúde. Dentre estes, estão os resíduos infectantes, que
12 correspondem a valores entre 15 e 25% do total de resíduos gerados. Os resultados
13 encontrados no presente estudo corroboram esta afirmação da OMS, uma vez que os
14 valores médios desta categoria de resíduo variaram de 14,5 a 29,4%. Percebe-se que
15 alguns itens, como papel, plástico e outras sub-frações, poderiam ser descartados como
16 resíduos comuns ou reciclados, reduzindo, conseqüentemente, o volume gerado e os
17 custos com o tratamento para as instituições.

18 Da Silva *et al.* (2005) realizaram um estudo na região sul do Brasil e
19 encontraram o resíduo infectante correspondendo a 22,0% do total gerado em hospitais.
20 Os autores enfatizam que os centros de saúde, os laboratórios clínicos e os consultórios
21 odontológicos geram porções ainda mais elevadas destes resíduos. Kizlary *et al.* (2005)
22 avaliaram os resíduos gerados pelos serviços de saúde da Odontologia na Prefeitura de
23 Xanthi, Grécia. Os autores encontraram a categoria infectante correspondendo a 94,7%
24 do total de resíduos gerados. Neste estudo, os resíduos de amálgama (0,33%), outros
25 componentes contendo metal (8,51%) e componentes não metálicos (91,18%) foram
26 incluídos. A diferença dos valores da composição gravimétrica no estudo referido pode
27 ser devida à ausência de segregação antes do descarte e às características regionais.

28 A comparação do peso dos resíduos entre as três instituições de saúde
29 avaliadas foi realizada por um teste não paramétrico (Kruskal-Wallis). As diferenças
30 foram consideradas estatisticamente significativas considerando-se $p < 0,05$. Não foram
31 observadas diferenças estatisticamente significativas entre os três serviços de saúde
32 quando as três categorias de resíduos foram comparadas (infectante, não infectante e
33 semelhante ao doméstico). Também não foram observadas diferenças significativas
34 quando comparadas as três categorias dentro do mesmo serviço de saúde.

1 A partir dos resultados encontrados, pode-se supor que há necessidade de
2 melhoria da segregação dos resíduos dos serviços de saúde e de implantação de
3 programas que visem à redução, reciclagem e reaproveitamento de muitos componentes
4 que estão misturados aos resíduos potencialmente infectantes. As políticas públicas de
5 saúde coletiva deveriam se voltar, também, para a melhoria do gerenciamento dos
6 resíduos nos ambientes de saúde, com maior envolvimento, fiscalização e educação
7 neste sentido.

9 **5.2 Avaliação do pH do líquido lixiviado**

10 Cussioli (2005) avaliou o pH do líquido lixiviado proveniente de resíduos
11 sólidos urbanos (RSU) e de serviços de saúde em co-disposição com RSU, e encontrou,
12 após 25 coletas, os valores médios de $7,52 \pm 0,32$ e $7,48 \pm 0,42$, respectivamente,
13 considerados estatisticamente iguais. Oyeleke *et al.* (2008) avaliaram o pH dos resíduos
14 gerados em 24 hospitais nigerianos e encontraram valores variando de 6,9 a 9,2. De
15 acordo com Palmisano e Barlaz (1996), os ácidos orgânicos, o pH e a alcalinidade são
16 parâmetros que podem influenciar a dinâmica da população microbiana na degradação
17 de resíduos. Segundo os autores, os valores próximos ao pH neutro (6,8 a 7,4)
18 propiciam o desenvolvimento de bactérias metanogênicas (arqueas) no microecossistema
19 dos aterros.

20 No presente estudo, não foram observadas diferenças estatisticamente
21 significativas entre os valores de pH, nos tempos de 0, 24 e 48 horas, dentro de uma
22 mesma instituição, ou quando se compararam os valores médios obtidos, nas três
23 instituições, considerando-se os valores médios de pH obtidos nas duas coletas de
24 líquido lixiviado realizadas em cada uma delas ($6,76 \pm 0,08$, $6,71 \pm 0,10$ e $6,85 \pm 0,11$),
25 respectivamente para o Serviço público de atenção à saúde odontológica, a Instituição
26 Pública de Ensino e a Instituição Privada de Ensino. Ressalta-se que, como a maioria
27 das bactérias cresce em uma faixa de pH entre 6,7 e 7,5, este parâmetro físico-químico
28 poderia favorecer o crescimento microbiano nos resíduos.

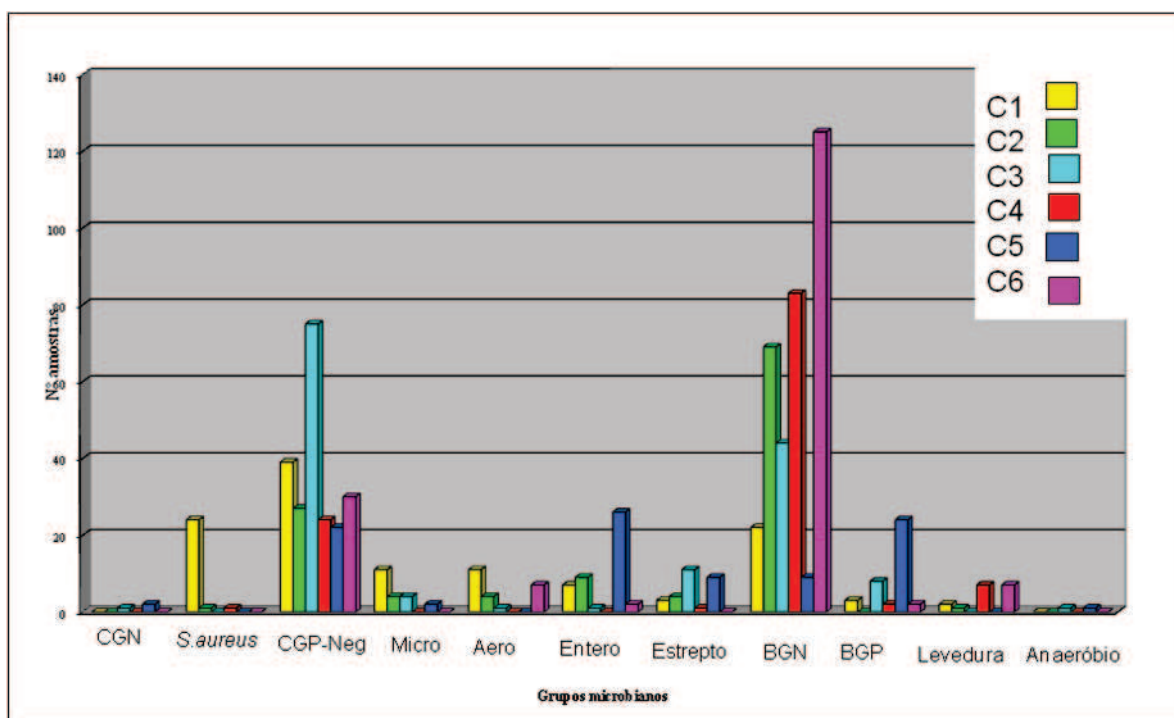
30 **5.3 Caracterização microbiológica dos resíduos**

31 **5.3.1 Prevalência e viabilidade dos microrganismos**

32 O presente estudo mostrou que diversos microrganismos patogênicos foram
33 recuperados e permaneceram viáveis nos RSS da Odontologia, por até 48 horas a partir
34 da geração destes resíduos. No total, foram isoladas 766 espécies bacterianas e 17 de

1 leveduras, sendo 728 amostras bacterianas identificadas e agrupadas em 38 gêneros
 2 (Gráfico 01). A desproporção encontrada, em termos qualitativos e quantitativos, de
 3 microrganismos provenientes dos resíduos dos serviços pesquisados, recuperados a
 4 partir do líquido lixiviado, se deve, provavelmente, à grande variedade e diversidade de
 5 trabalhos realizados nas três instituições de saúde, às diferenças quanto ao público
 6 atendido e ao número de procedimentos realizados. Do total de amostras de bactérias
 7 recuperadas, 409 eram Gram-positivas pertencentes a dez gêneros diferentes e 357 eram
 8 Gram-negativas representando 28 gêneros. Dentre as bactérias Gram-positivas, os cocos
 9 foram o morfotipo mais comumente isolado (48,0%), seguidos dos bastonetes (5,0%) e
 10 dos cocobacilos (0,1%). No grupo das bactérias Gram-negativas, os bastonetes
 11 predominaram (46,2%) e foram seguidos pelos cocos (0,4%). Foram recuperadas apenas
 12 duas amostras de anaeróbios obrigatórios (0.3%).

13 Gráfico 01: Grupos microbianos isolados, considerando as seis colheitas realizadas, nas
 14 três instituições de saúde da Odontologia



15
 16 C1 e C3: Serviço Público de Atenção Odontológica; C2 e C5: Instituição Pública de
 17 Ensino; C4 e C6: Instituição Privada de Ensino; CGN- cocos Gram negativos; CGP-
 18 neg- Cocos Gram positivos, coagulase negativos; Micro- gênero *Micrococcus*; Aero-
 19 gênero *Aerococcus*; Entero- gênero *Enterococcus*; Estrepto- gênero *Streptococcus*;
 20 BGN- bastonetes Gram negativos; BGP- bastonetes Gram positivos; leveduras;
 21 anaeróbios obrigatórios;

1
2 Quando possível pela metodologia utilizada, os microrganismos foram
3 identificados ao nível de espécie. Observou-se predominância de *Staphylococcus* spp. e
4 de bactérias da família *Enterobacteriaceae*. A espécie mais frequentemente foi *S.*
5 *epidermidis* (13,7% do total de amostras recuperadas), seguida por *Stenotrophomonas*
6 *maltophilia* (8,2%), *Enterococcus* spp. (7,2%), *Enterobacter* spp. (6,4%) e *Salmonella*
7 *choleraesuis* (5,9%). Estas bactérias também têm sido isoladas de efluentes e resíduos
8 sólidos de hospitais (Tsai *et al.*, 1998; Guardabassi *et al.*, 1998; Chitnis *et al.*, 2004;
9 Elmanama *et al.*, 2006; Blenkarn, 2006; Tuméo *et al.*, 2008; Fuentefria *et al.*, 2008;
10 Park *et al.*, 2009). Não foi possível a identificação de 38 amostras de bastonetes Gram-
11 positivos. As amostras de leveduras pertenciam às espécies *Candida parapsilosis* (8
12 amostras), *Rhodotorula glutinis* (4), *Candida guilliermondii* (3) e *Candida famata* (2).

13 Nos países europeus, *Enterococcus faecalis* e *E. faecium* foram as espécies
14 deste gênero mais frequentemente recuperadas em águas residenciais urbanas, tratadas
15 ou não, em águas superficiais que recebem estes efluentes tratados e efluentes de
16 hospitais (Blanch *at al.*, 2003). Alguns autores ressaltam a importância do gênero
17 *Enterococcus* nas infecções hospitalares, indicando este grupo como segundo ou
18 terceiro gênero bacteriano mais comumente isolado dessas infecções (Klare *at al.*, 2003;
19 Salgado, 2008). Klare *et al.* (2003) citam as espécies *E. faecium* e *E. faecalis* como as
20 mais importantes em infecções em seres humanos.

21 Um estudo publicado pelo Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
22 (PROSAB, 2001) ressalta que diversos microrganismos podem ser recuperados a partir
23 dos RSS, alguns dos quais responsáveis por infecções em seres humanos. Um destaque
24 é dado para as espécies *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus*
25 *aureus*, devido à sua relevância clínica e por serem as mais comumente isoladas em
26 análises microbiológicas a partir dos RSS.

27 Rebellato (2006) menciona que os bastonetes Gram negativos anaeróbios
28 facultativos são microrganismos frequentemente isolados em hospitais. As espécies *E.*
29 *coli* e *P. aeruginosa* são destacadas pela autora pela grande relevância nestes ambientes.
30 Tsai *et al.* (1998) isolaram diversos microrganismos de efluentes de hospitais em
31 Taiwan (coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais, *P. aeruginosa* e
32 *Salmonella* spp.). Neste estudo, o gênero *Salmonella* foi recuperado de 37% das
33 amostras de efluentes avaliadas. Elmanama *et al.* (2006) isolaram diversas espécies de
34 bactérias Gram negativas dos efluentes de um hospital em Gaza. Os autores isolaram

1 amostras de *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Proteus spp.* e *Klebsiella spp.*, resistentes a
2 diversos antimicrobianos. Das 154 amostras isoladas, o gênero *Pseudomonas* foi o mais
3 frequente (33,1%). Além dos BGN, os autores recuperaram mais um grupo microbiano,
4 os cocos Gram positivos, sendo *Enterococcus* o único gênero isolado. Cussioli (2005)
5 recuperou amostras de *Clostridium perfringens*, enterococos, coliformes termotolerantes
6 e *P. aeruginosa* do líquido lixiviado proveniente de resíduos sólidos urbanos (RSU) e
7 de resíduos de serviços de saúde em co-disposição com os RSU. No trabalho citado,
8 amostras de *S. aureus* foram recuperadas apenas nos resíduos de serviços de saúde em
9 co-disposição com os RSU. A autora informa que, devido ao fechamento, em 1997, da
10 célula de RSU pesquisada, não foi possível afirmar que a presença desta espécie
11 microbiana teria sido devida à co-disposição dos resíduos.

12 No presente estudo, quando se considerou a viabilidade das amostras
13 microbianas isoladas ao longo do tempo, os cocos Gram-negativos anaeróbios
14 facultativos foram recuperados apenas na primeira colheita, os anaeróbios obrigatórios
15 até na segunda e, os demais grupos isolados, em todas as fases. De acordo com o
16 PROSAB (2001), os estudos relacionados à sobrevivência de microrganismos estão
17 restritos, principalmente, ao vírus da Hepatite B e ao HIV, havendo necessidade de mais
18 dados relacionados a outros grupos microbianos. Um estudo realizado por Neely e
19 Orloff (2001) comprovou a sobrevivência de amostras de fungos filamentosos e
20 leveduriformes (*Candida spp.*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, e
21 *Paecilomyces spp.*) em diversos tecidos e plásticos de hospitais. Os autores ressaltaram
22 que, apesar de todas as espécies terem sobrevivido por pelo menos um dia, muitas
23 permaneceram viáveis por semanas. Neste estudo, os fungos leveduriformes foram
24 recuperados em todos os três momentos.

25 Soares *et al.* (2000), em um estudo *in vitro*, inocularam três espécies de
26 bactérias (*E. coli*, *S. aureus* e *P. aeruginosa*) em um resíduo de constituição semelhante
27 ao hospitalar. Foi observada diminuição no número de microrganismos nas primeiras
28 seis horas, embora a taxa de declínio tenha sido diferente para cada microrganismo.
29 Durante os 16 dias do experimento, foram recuperados microrganismos viáveis,
30 concluindo os autores que existe uma dinâmica populacional dentro dos sacos de
31 recolhimento de resíduos, justificando, assim, que os RSS sejam considerados risco para
32 pacientes, funcionários e visitantes do hospital.

33 Os mesmos autores realizaram outro estudo com as mesmas espécies
34 mencionadas, utilizando um reator de fluxo contínuo para avaliar a sobrevivência e o

1 crescimento destes microrganismos, quando submetidos à percolação (Soares *et al.*,
2 2001). Os autores analisaram o percolado imediato, após a passagem de água no sistema
3 e o acumulado, armazenado em um balão volumétrico. O experimento mostrou que o
4 líquido lixiviado permite não apenas a sobrevivência como o aumento da concentração
5 de *P. aeruginosa*. Somente *S. aureus* estabilizou seu crescimento. Os percolados
6 imediatos e acumulados por 11 dias apresentaram concentrações microbianas similares.
7 Para os autores, o resíduo, sofrendo precipitação por um período de 11 dias, ainda
8 possuía condições de sobrevivência e reprodução para os microrganismos patogênicos
9 estudados, o que implicaria necessidade de cuidado no seu armazenamento e destinação
10 final.

11 A maioria dos grupos microbianos recuperados nas seis colheitas realizadas
12 no presente estudo foi isolada em maior número nos primeiros pontos do experimento.
13 Apesar disto, na primeira colheita, a espécie *Aerococcus viridans* foi recuperada apenas
14 após 48 horas, e as amostras de *Enterococcus* spp. exibiram um crescimento
15 populacional com o passar do tempo. Na segunda colheita realizada, foi observado um
16 aumento populacional dos cocos Gram positivos coagulase negativos, verificando-se a
17 recuperação do gênero *Streptococcus* e de fungos leveduriformes após 48 horas. Na
18 sexta colheita, foi, também, observado aumento na população de cocos Gram positivos
19 coagulase negativos, ao longo do tempo. Estes resultados corroboram as observações de
20 Soares *et al.* (2000), que sugeriram a possibilidade de uma dinâmica populacional
21 dentro dos sacos de resíduos. Isto seria esperado, em função das múltiplas interações
22 cooperativas e competitivas que ocorrem em todo sistema ecológico polimicrobiano.

23 Em um estudo de percolado de valas sépticas artificiais, contendo resíduos
24 domiciliares e de Serviços de Saúde, Bidone *et al.* (2000) observaram as quatro fases
25 distintas de crescimento microbiano: a fase lag, a logarítmica (log) ou exponencial,
26 seguida pela fase estacionária e, finalmente, com o esgotamento dos nutrientes, a fase de
27 declínio ou morte dos microrganismos. Os autores não encontraram crescimento de
28 microrganismos aeróbios no 449º dia de sua colheita. A presença de *Clostridium*
29 *perfringens* não foi detectada após o 300º dia do estudo. O período considerado mínimo
30 para que se esgotassem os nutrientes disponíveis ao crescimento dos microrganismos
31 dentro das valas foi de, aproximadamente, 350 dias. O estudo mostrou que, embora
32 tenha sido observado um aumento no número de microrganismos até em torno do 200º
33 dia, o crescimento estava em concentrações muito baixas, inclusive inferiores aos
34 padrões exigidos no polimento de esgotos domésticos. Os autores comentaram que a

1 co-disposição de resíduos dos serviços de saúde e domiciliares é viável, devido aos
2 baixos valores obtidos para os microrganismos analisados (coliformes fecais, coliformes
3 totais, *C. perfringens* e mesófilos hemolíticos).

4 Para a pesquisa de alguns microrganismos relevantes do ponto de vista
5 clínico e ocupacional, analisou-se, por técnicas moleculares, a presença do vírus da
6 Hepatite B (HBV), da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (HIV) e o agente
7 etiológico da Tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*). Foram testadas três amostras
8 do líquido lixiviado (0, 24 e 48 horas), para cada uma das coletas realizadas em cada
9 instituição, num total de 54 amostras, tendo sido o material centrifugado e congelado a -
10 86°C. A presença do agente etiológico da Hepatite B foi analisada pela metodologia
11 proposta por Kaneko *et al.* (1989 e 1990). O método prevê a detecção do vírus no soro
12 de pacientes utilizando a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR). De acordo
13 com os autores, o ensaio é vantajoso, pois pode ser realizado em um só dia, é muito
14 sensível e não requer o uso de reagentes com substâncias radioativas. A presença de
15 inibidores na amostra (provavelmente pelas características físico-químicas dos resíduos)
16 interferiu nos testes, não tendo sido possível a obtenção de dados utilizáveis. A
17 metodologia deverá ser revista. Para investigar a presença do HIV, utilizou-se o Manual
18 de Jacobs *et al.* (1996). A metodologia proposta pelos autores utiliza linfócitos do
19 sangue periférico e a pesquisa por PCR é feita a partir da pesquisa do DNA pró-viral.
20 Não foi possível detectar a presença do vírus nas amostras analisadas.

21 Para a pesquisa de *Mycobacterium tuberculosis*, foi utilizada a metodologia
22 proposta por Rys e Felmlee (1996), que avalia a presença de um gene específico do
23 microrganismo. Do total de amostras testadas, nenhuma revelou a presença da bactéria.
24 Na maioria dos testes (78,0%) houve interferência de inibidores na amostra, impedindo
25 a liberação dos resultados. As demais amostras (22,0%) apresentaram resultado
26 negativo para o microrganismo. Ressalta-se que a técnica proposta pelos autores é
27 padronizada para espécimes clínicos (escarro) e é provável que a presença de soluções
28 químicas e materiais diversos misturados aos resíduos tenham interferido na realização
29 dos testes. Ficaram evidentes as dificuldades metodológicas para detecção, por meio de
30 técnicas moleculares, de microrganismos eventualmente presentes nos líquidos
31 lixiviados dos resíduos sólidos gerados nas instituições da Odontologia. O fato de as
32 técnicas empregadas terem sido aquelas padronizadas para espécimes clínicos pode ter
33 contribuído para o resultado obtido, em especial pelas características físico-químicas
34 dos resíduos avaliados, como mencionado.

1 Em todo o mundo, o volume de resíduos gerados nos serviços de saúde tem
2 aumentado, incluindo aqueles gerados nos serviços de atenção à saúde da Odontologia
3 (WHO, 2004; Oyeleke and Istifanus, 2009; Park *et al.*, 2009). Como demonstrado no
4 presente estudo, os resíduos sólidos da Odontologia podem albergar microrganismos
5 patogênicos e, portanto necessitam ser cuidadosamente gerenciados e manuseados. A
6 viabilidade dos diversos grupos microbianos por até 48 horas, neste estudo, aponta para
7 a necessidade de segurança no armazenamento e em todas as demais etapas do
8 gerenciamento dos resíduos.

10 5.3.2 Avaliação microbiológica do ar dos ambientes

11 Das 104 amostras de fungos recuperadas, 69% (72 amostras) foram isoladas
12 do ambiente dos abrigos externos de resíduos nas três instituições e 31% (32 amostras)
13 dos ambientes clínicos. A comparação destes percentuais pode ser estudada pelo cálculo
14 de intervalo de confiança (IC) da prevalência, conforme a fórmula $p \pm 1,96 \sqrt{(p(1-p)/n)}$
15 (Sampaio, 2007). A partir dos cálculos, foram encontrados os valores: IC_{69%} entre 42% e
16 98% e IC_{31%} entre 21% e 39%, com margem de erro de 5%. Assim, observa-se que
17 existe uma diferença estatisticamente significativa entre as frequências encontradas nos
18 ambientes clínicos e abrigos externos. A seleção dos ambientes atendeu ao pedido das
19 Comissões de Biossegurança das instituições pesquisadas, sendo que, na quarta e na
20 quinta colheitas, foram coletadas amostras no ambiente do bloco cirúrgico. Em uma das
21 instituições, não foram detectados fungos pelas culturas e, na outra, duas amostras de
22 *Cladosporium* spp. e uma de *Penicillium* spp. foram recuperadas.

23 O fungo mais frequentemente isolado dos dois ambientes foi identificado
24 como *Cladosporium* spp.. O gênero compreendeu 68,0% do total de amostras
25 recuperadas do ambiente no abrigo externo de armazenamento de resíduos e a 43,7%
26 daquelas recuperadas do ambiente clínico. Esses dados corroboram os achados de
27 Martins-Diniz *et al.* (2005) que encontraram esses mesmos microrganismos como
28 predominantes no ar do Centro de Terapia Intensiva (CTI) e do bloco cirúrgico de um
29 hospital de Araraquara, São Paulo. No CTI, mais de 60% das amostras pertenciam a
30 este gênero, tanto aquelas recuperadas no período da manhã (59,2%) quanto as do
31 período da tarde (74,4%). Pini *et al.* (2004) encontraram, também, o gênero
32 *Cladosporium* em altas proporções, correspondendo a 57% das amostras isoladas em
33 um centro de hematologia em Florença, na Itália. Em contrapartida, Augustowska e
34 Dutkiewicz (2006) realizaram uma pesquisa durante o período de um ano no ar do

1 ambiente de um hospital de atendimento a pacientes da Pneumologia em Lublin,
2 Polônia, e encontraram uma maior prevalência de *Aspergillus fumigatus*.

3 A maior concentração de fungos filamentosos no ar dos ambientes dos
4 abrigos de resíduos aponta para a necessidade de treinamento dos profissionais que
5 frequentam ou transitam por estes locais. Faz-se necessário que a limpeza e a
6 desinfecção das superfícies destes ambientes sejam mais criteriosas e com maior
7 periodicidade.

8

9 **5.3.3 Perfis de susceptibilidade aos antimicrobianos**

10 Jacobsen e colaboradores (2008) estudaram a propagação e disseminação de
11 microrganismos resistentes a antimicrobianos e bactérias patogênicas isoladas de
12 efluentes de hospitais na Dinamarca. Os autores ressaltam que estes efluentes podem ser
13 reservatórios de microrganismos resistentes e de genes de virulência. Brown *et al.*
14 (2006) analisaram os efluentes de hospitais e encontram quantidades residuais de
15 sulfametozol, trimetoprima, ciprofloxacina, ofloxacina, lincomicina e penicilina G. Nos
16 efluentes de quarto dos cinco hospitais avaliados foi detectado pelo menos um
17 antibiótico e, em três deles, foram detectadas quatro ou mais drogas. Baquero *at al.*
18 (2008) também chamam a atenção para o fato de que bactérias patogênicas provenientes
19 de seres humanos e animais são constantemente liberadas, nos ambientes aquáticos, a
20 partir dos efluentes. Muitas destas bactérias albergam genes de resistência a drogas,
21 eventualmente inseridos em plataformas genéticas móveis e são capazes de transferir
22 seus genes aos microrganismos indígenas destes ambientes. De acordo com os autores,
23 há necessidade de se traçar estratégias para reduzir a carga destes microrganismos nos
24 efluentes de hospitais e fazendas, otimizando procedimentos de desinfecção e
25 gerenciamento destes resíduos.

26 Não existem estudos ou dados no Brasil quanto ao perfil de susceptibilidade a
27 antimicrobianos de microrganismos recuperados dos resíduos sólidos da Odontologia. A
28 despeito deste fato, é importante mencionar o programa de vigilância hospitalar que
29 detecta o aumento de bactérias resistentes a numerosos agentes antimicrobianos. O
30 programa, denominado RESISTNET (Oplustil *et al.*, 2001), teve início em 1998, nos
31 países da América Latina. De abril deste ano a abril de 1999, foi analisado um total de
32 894 amostras de *Escherichia coli*, 386 de *Klebsiella pneumoniae*, 70 de *Shigella* spp. e
33 57 de *Salmonella* spp. foram analisadas pelo método de disco-difusão preconizado pelo
34 CLSI, observando-se que a droga mais efetiva foi o imipenem (100% das espécies

1 foram sensíveis). Uma taxa elevada de resistência à penicilina foi encontrada nas
2 amostras de *Klebsiella pneumoniae* (96,4%) e 36,3% delas foram consideradas
3 produtoras de β -lactamases de espectro estendido - ESBL. As amostras de *E. coli*
4 (46,9%) e *Shigella* spp. (80,0%) foram as que apresentaram maior resistência à
5 associação sulfametoxazol/trimetoprima. As amostras de *Salmonella* spp. exibiram
6 baixas taxas de resistência a todos os antimicrobianos testados. No estudo mencionado,
7 não foi observada resistência à ceftriaxona. Martin *et al.* (1999) ressaltaram, há mais de
8 uma década, a emergência de resistência à associação sulfametoxazol/trimetoprim entre
9 as diversas espécies da família *Enterobacteriaceae*. De acordo com os autores, este
10 achado é relevante devido às inúmeras infecções em seres humanos causadas por este
11 grupo microbiano.

12 Tuméo *et al.* (2008) recuperaram amostras de efluentes hospitalares e edifícios
13 públicos. Os autores encontraram maior frequência de espécies de *P. aeruginosa*
14 resistentes a drogas nos ambientes hospitalares. De acordo com Fuentesfria *et al.* (2008),
15 esta espécie é uma das mais importantes isoladas de efluentes de hospitais e,
16 frequentemente, causa infecções nosocomiais em sítios do corpo humano,
17 principalmente em pacientes imunocomprometidos. A espécie exibe um amplo espectro
18 de resistência a antimicrobianos de diversas classes, incluindo as cefalosporinas de
19 terceira e quarta gerações e os carbapenêmicos (imipenem e meropenem). As bactérias
20 desta espécie podem exibir perfis distintos de susceptibilidade, dependendo do local de
21 coleta da amostra a partir dos efluentes de hospitais. Espécies multiresistentes podem
22 variar de 4,8 a 78,0% para os antimicrobianos gentamicina, ciprofloxacina, ceftazidima,
23 piperacilina-tazobactam, ticarcilina- ácido clavulânico, imipenem, e aztreonam. Dentre
24 as amostras de *Pseudomonas* spp. isoladas no presente estudo, somente duas espécies
25 foram susceptíveis a todos os antimicrobianos testados. A maioria das amostras (94,6%)
26 exibiu resistência a diversas drogas como aztreonam, ceftazidima, ceftriaxona,
27 piperacilina-tazobactam e ticarcilina- ácido clavulânico. Neste grupo, não se
28 observaram amostras resistentes ao imipenem, apenas uma espécie exibiu resistência
29 intermediária ao meropenem.

30 No presente estudo, não foi detectada a presença de *Klebsiella* spp. produtora de
31 ESBL e 60% das amostras testadas exibiu resistência à ampicilina. As duas amostras de
32 *E. coli* recuperadas apresentaram sensibilidade à associação sulfametoxazol/trimetoprim;
33 25% das amostras de *Shigella* spp. foram consideradas resistentes e 50% com
34 resistência intermediária a esta associação. Dentre as amostras de *Salmonella* spp., 9,5%

1 foram resistentes a imipenem. Quando as espécies de *Klebsiella* spp. e *Escherichia* spp.
2 foram submetidas à pesquisa de produção de β -lactamases, nenhuma amostra exibiu
3 atividade. Por outro lado, as três amostras de *Proteus* spp. foram consideradas
4 produtoras.

5 *Acinetobacter* spp. tem uma distribuição ubíqua no ambiente, são emergentes
6 como patógenos que freqüentemente causam infecções hospitalares especialmente em
7 pacientes internados em unidades de terapia intensiva. Apresentam grande habilidade
8 para desenvolver resistência a agentes antimicrobianos e são muitas vezes resistentes a
9 múltiplas drogas (Guardabassi *et al.* 1998 Wisplinghoff *et al.*, 2004). Por esta razão,
10 estes microrganismos são considerados de forma especial quando do monitoramento de
11 antibiótico-resistência no ambiente. No presente estudo, foi possível recuperar cinco
12 amostras de *Acinetobacter* spp. a partir dos resíduos sólidos da Odontologia. Um dado
13 que causou preocupação foi o isolamento de uma amostra de *A. baumannii* resistente
14 aos 19 antimicrobianos testados.

15 Dentre as drogas testadas no presente estudo, os bastonetes Gram-negativos
16 apresentaram uma elevada taxa de resistência à ampicilina (59,4%), assim como os
17 cocos Gram-positivos (44,4%). Também foram encontradas altas taxas de resistência
18 dos bastonetes Gram-negativos a outros antimicrobianos, tais como: aztreonam
19 (47,7%), cefotaxima (47,4%), ceftriaxona (43,7%), cefazolina (43,7%), e ticarcilina-
20 ácido clavulânico (38,2%). Em relação aos cocos Gram-positivos, a taxa mais elevada
21 de resistência foi observada para a penicilina (45,0%), seguindo-se a ampicilina
22 (44,4%), como mencionado, a eritromicina (27,2%) e a tetraciclina (22,0%). Entre os
23 *Staphylococcus* spp., a espécie de *S. aureus* (26 amostras) não exibiu resistência a 12
24 dos 17 antibióticos testados. Pelo menos uma amostra foi resistente às drogas
25 ampicilina, clindamicina, eritromicina, penicilina e tetraciclina. Em contrapartida,
26 outras espécies do gênero *Staphylococci* testadas contra 18 antimicrobianos, exibiram
27 pelo menos uma espécie resistente a 14 antibióticos, exceto gatifloxacina, linezolida,
28 levofloxacina e vancomicina. Sabe-se que o gênero apresenta importantes fatores de
29 virulência, causa diversas doenças infecciosas em seres humanos, pode ocorrer em
30 números elevados e pode ser agente etiológico de infecções nosocomiais (Park *et al.*
31 (2009). Esses autores avaliaram cinco grandes hospitais na Coréia do Sul e também
32 encontram a predominância deste grupo microbiano nos resíduos daqueles serviços.
33 Enfatizam, no trabalho mencionado, que os resíduos hospitalares podem ser fonte de
34 microrganismos patogênicos, podendo representar um sério risco à saúde dos

1 profissionais destes serviços, incluindo os pacientes e os profissionais de saúde.
2 Diversas amostras de *Enterococcus* spp. foram resistentes à tetraciclina (68,0%) e
3 rifampicina (33,0%). Não foi observada a presença de amostras resistentes a
4 vancomicina (VRE) ou eritromicina.

5 Das amostras identificadas como bastonetes Gram-positivos, 11 foram testadas
6 contra 17 antimicrobianos e nove foram resistentes a, pelo menos, uma droga. Quatro
7 amostras foram resistentes a, pelo menos, seis antimicrobianos. A ciprofloxacina foi o
8 antimicrobiano para o qual se verificou o maior percentual de amostras resistentes
9 (45,5%). As duas amostras de anaeróbios estritos isoladas dos resíduos foram sensíveis
10 aos sete antimicrobianos selecionados, exceto o metronidazol, pela resistência esperada
11 (intrínseca) de *P. acnes* (MIC > 128 mg/l).

12 O teste de susceptibilidade a antifúngicos foi realizado para 11 das 17 leveduras
13 recuperadas, e a maioria dos valores de concentração inibitória mínima - CIM
14 encontrados estavam em conformidade com aqueles estabelecidos pelo CLSI (2002).
15 Apenas três amostras de *Candida guilliermondii* apresentaram valores de CIM
16 considerados como sensibilidade dose-dependente (2 µg/mL) a voriconazol (Paredes,
17 2009).

18 Foi comprovada a presença de uma população microbiana diversificada no
19 interior dos sacos de resíduos sólidos, nas três instituições avaliadas, com perfis
20 variados de susceptibilidade a antimicrobianos. Esta rica diversidade microbiana, em
21 sua dinâmica populacional, interage por mecanismos vários, incluindo a provável troca
22 de material genético. O isolamento de diversas amostras multirresistentes nos diferentes
23 grupos encontrados permite estabelecer um risco potencial quando do manuseio destes
24 resíduos, assim como a provável disseminação destes microrganismos nos ambientes de
25 saúde e para o meio ambiente. Deve-se ressaltar que nas instituições de saúde são
26 atendidos pacientes imunossuprimidos e em extremos de idade, pacientes estes
27 usualmente mais susceptíveis quando de um eventual contato com estes
28 microrganismos. Os dados obtidos apontam para a necessidade de um rigoroso controle
29 do manejo adequado destes resíduos a partir de sua geração até a destinação final.

30

CONCLUSÕES

6. Conclusões

Os resultados obtidos nos permitiram chegar a algumas conclusões relacionadas aos objetivos propostos e suscitam outras inferências.

6.1 Caracterização da composição gravimétrica

. Nas instituições pesquisadas, a maior parte dos resíduos considerada como RSS foi classificada de forma inadequada, aumentando o volume gerado diariamente.

. O encontro, nas instituições avaliadas, de muitos materiais considerados perigosos misturados aos demais resíduos, como os perfurocortantes, que deveriam estar sendo segregados no momento da geração, mostra que os RSS podem representar risco para os trabalhadores, a população em geral e para o meio ambiente.

. As características dos resíduos analisados mostram que grande parte daqueles descartados como infectantes poderia estar sendo reciclada.

. Os resultados apontam para a necessidade de melhora no gerenciamento dos RSS nas três instituições, incluindo práticas de minimização e reciclagem de componentes.

. A primeira hipótese deste estudo se confirmou com a implantação de um projeto, em outubro do ano de 2006, em uma das três instituições envolvidas na pesquisa. Foi realizado treinamento em todos os setores e orientação dos funcionários para segregação dos resíduos no momento da geração. Devido à complexidade da mudança de comportamento e também à dificuldade de adesão dos profissionais, o resultado tem sido lento. O projeto desenvolvido ainda está em andamento e já se obteve uma redução de 36,3% na geração, mais um terço do volume inicial, daqueles resíduos considerados potencialmente infectantes, classificados nos grupos A e E. Isto implica em uma economia anual de R\$8.631,86 com o custo do tratamento e um benefício incalculável para o meio ambiente.

6.2 Avaliação da composição e da viabilidade microbiana

. A análise microbiológica do líquido lixiviado indica que os resíduos de serviços de atenção à saúde da Odontologia podem conter uma grande diversidade de grupos microbianos, dentre os quais os bastonetes Gram-negativos e os cocos Gram-positivos anaeróbios facultativos se destacam.

. O fato de a maioria dos grupos bacterianos isolados e as leveduras terem permanecido viáveis nos RSS estudados por todo o período avaliado reforça o risco potencial que representa seu manuseio.

. A viabilidade de microrganismos por até 48 horas após a geração dos resíduos depositados nos abrigos externos sugere que seu manuseio pode representar risco biológico aos trabalhadores e à população expostos a este material. Portanto, considera-se que a segunda hipótese deste estudo se confirma, pois a constatação da presença dos diversos grupos microbianos viáveis reforça a necessidade da implantação e acompanhamento de Plano de Gerenciamento dos RSS.

6.3 Avaliação do pH do líquido lixiviado

. A avaliação do pH do líquido lixiviado nos diferentes momentos do estudo sugere que não devem ocorrer diferenças significativas neste parâmetro quando do armazenamento dos RSS, nos tempos preconizados pela legislação vigente, mantendo-se em valores que favorecem o crescimento de microrganismos clinicamente relevantes.

6.4 Avaliação microbiológica do ar dos ambientes

. O isolamento de fungos, filamentosos e leveduriformes, de todos os ambientes avaliados, à exceção do bloco cirúrgico de uma das instituições, aponta para a necessidade de um controle microbiológico objetivo e periódico desses ambientes.

. Os achados relacionados ao isolamento de fungos apontam para a necessidade de um cuidado maior com o ar dos ambientes dos abrigos de armazenamento externos. Estes cuidados devem compreender melhoria na periodicidade de processamento das superfícies e treinamento da equipe que trabalha nestes ambientes. Supõe-se que, caso não sejam adotadas medidas eficazes neste sentido, existe a possibilidade de risco ocupacional à equipe de funcionários que transita neste ambiente. O isolamento de amostras desses microrganismos dos ambientes clínico/cirúrgico, principalmente do bloco cirúrgico, pode contribuir para a ocorrência de transtornos no pós-operatório, confirmando, assim, a terceira hipótese do presente estudo.

6.5 Avaliação dos perfis de susceptibilidade aos antimicrobianos

. A presença de microrganismos multirresistentes, distribuídos em quase todos os grupos microbianos isolados e em todas as instituições e tempos de análise pesquisados aponta para a necessidade de um gerenciamento adequado dos resíduos.

. A dinâmica da população microbiana no interior dos resíduos pode proporcionar alterações no genótipo e, a provável dispersão destes microrganismos nos diversos ambientes (dos serviços de saúde e meio ambiente) poderia aumentar a periculosidade associada ao seu manuseio. Confirma-se, assim, a quarta hipótese deste estudo, que também aponta para o correto manuseio dos RSS.

Considerações finais

As conclusões apresentadas mostram que, ao se melhorar e gerenciar com maior cuidado os RSS nos serviços de saúde da Odontologia, contribuir-se-á para:

- . minimizar os riscos de acidentes com perfurocortantes;
- . minimizar a disseminação de microrganismos multirresistentes;
- . diminuir o volume de resíduos gerados e reduzir os custos do tratamento dos RSS;
- . reduzir o impacto dos RSS no meio ambiente;
- . aumentar as possibilidades de reciclagem de diversos componentes (vidro, papel, papelão, jornal, resíduos orgânicos, tecidos, dentre outros);
- . elaborar ou melhorar a qualidade de programas de educação permanente, no campo da biossegurança, para toda a equipe de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Serviços Odontológicos: prevenção e controle de riscos*. Brasília: ANVISA, 2006. 152 p.

_____. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n. 306 de 7 de dezembro de 2004. *Diário Oficial da União*, DF. 10 dez 2004.

ALVAREZ LEITE, Maria Eugênia. *Caracterização da Conduta dos Cirurgiões-Dentistas de Belo Horizonte Frente aos Procedimentos de Controle de Infecção Cruzada : Uma Perspectiva Epidemiológica*. 1996. 260 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

ANDRADE, João Bosco Ladislau. Determinação da Composição Gravimétrica dos Resíduos de Serviços de Saúde de Diferentes Tipos de Estabelecimentos Geradores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999, Rio de Janeiro. Incompleta

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. (NBR – 10.004).

AUGUSTOWSKA, M.; DUTKIEWICZ, J. Variability of airborne microflora in a hospital ward within a period of one year. *Ann Agric Environ Med*. v. 13, n. 1, 99–106, 2006.

BAQUERO, F.; MARTINEZ, J. L.; CATÓN, R. Antibiotics and Antibiotic resistance in water environments. *Curr Opin Biotechnol*. v. 19, n. 3, p. 260-265, 2008.

BIDONE, F.R.A.; SOUZA, L.F.; MACHADO, R.M. Microrganismos de Interesse em Saúde Pública Pesquisados em Percolado de Aterro Sanitário de Codisposição de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde com Resíduos Sólidos Urbanos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. Incompleta

BLANCH, A. R.; CAPLIN, J. L.; IVERSEN, A.; KÜHN, I.; MANERO, A.; TAYLOR, H. D.; VILANOVA, X. Comparison of enterococcal populations related to urban and hospital wastewater in various climatic and geographic European regions. *J Appl Microbiol.* v. 94, n. 6, 994-1002, 2003.

BLENKHARN, J.I. Safe disposal and effective destruction of clinical wastes. *J Hosp Infect.* London, v. 60, n. 4, p. 295-297, ago, 2005.

BLENKHARN, J.I. Standards of clinical waste management in UK hospitals. *J Hosp Infect.* London, v. 62, n. 3, p. 300-3, mar, 2006a.

BLENKHARN, J.I. Potential compromise of hospital hygiene by clinical waste carts. *J Hosp Infect.* London, v. 63, n. 4, p. 423-7, aug, 2006b.

BROWN, K. R.; KULIS, J.; THOMSON, B.; CHAPMAN, T. H.; MAWHIMEY, D. B. Occurrence of antibiotics in hospital, residential, and dairy effluent, municipal wastewater, and the Rio Grande in New Mexico. *Sci Total Environ.* v. 366, n. 2-3, p. 772-783, 2006.

CATAPRETA, C.A.A.; HELLER, L. Associação entre coleta de resíduos sólidos domiciliares e saúde, Belo Horizonte (MG), Brasil. *Rev Panam Salud Publica.* v. 5, n. 2, p. 88-96, 1999.

CENTERS FOR DISEASES CONTROL. *Guidelines for Infection Control in Health-Care Facilities: Recommendations of CDC and the Health-Care Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC).* Atlanta: CDC, 2003. 249 p.

_____. Workbook for Designing, Implementing and Evaluating a Sharps Injury Prevention Program. Atlanta: CDC, 2004. 155 p.

CHITNIS, V.; CHITNIS, S.; VAIDYA, K. *et al.* Bacterial population changes in hospital effluent treatment plant in central India. *Water Res*, v. 38, n. 2, p. 441-447, jan. 2004

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 358 de 29 de abril de 2005. *Diário Oficial da União*, Distrito Federal, 04 mai. 2005.

_____. Resolução n. 237 de 19 de dezembro de 1997. *Diário Oficial da União*, Distrito Federal, 22 dez. 1997.

CUSSIOL, N.A.M. *Disposição final de resíduos potencialmente infectantes de serviços de saúde em célula especial e por co-disposição com resíduos sólidos urbanos*. 2005. 334 f. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

CUSSIOL, N.A.M.; ROCHA, G.H.T.; LANGE, L.C. Quantificação dos resíduos potencialmente infectantes presentes nos resíduos sólidos urbanos da regional sul de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, v. 22, n. 6, p.1183-1191, jun, 2006.

DA SILVA, C.E.; HOPPE, A.E.; RAVANELLO, M.M.; MELLO, N. Medical wastes management in the south of Brazil. *Waste Manag.* v. 25, n. 6, p. 600-5, 2005.

DIAZ, L.F.; W.H.O.; *et al.* Management of healthcare wastes. *Waste Manag.*, v. 25, n. 6, p. 567-574, 2005.

ELMANAMA, A.A.; ELKICHAOUI, A.Y.; MOSHIN, M. Contribution of hospital wastewater to the spread of antibiotic resistance in comparison of non-health institution. *J Al-Aqsa University.*, v. 10, special edition, p. 108-121, jun., 2006.

FERREIRA, J.A. *Lixo hospitalar e domiciliar: semelhanças e diferenças. Estudo de caso no município do Rio de Janeiro*. 1997. 218p. Tese (Doutorado em Ciências). Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ, 1997.

FRANÇA, J.L.; VASCONCELOS, A.C. *Manual para normalização de publicações técnico-científicas*. 8ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 255 p.

FUENTEFRIA, D. B.; FERREIRA, A. E.; GRÄF, T.; CORÇÃO, G. *Pseudomonas aeruginosa*: disseminação de resistência antimicrobiana em efluente hospitalar e água superficial. *Rev Soc Bras Med Trop*. v. 41, n.5, p. 470-473, 2008.

GARCIA, L.P.; ZANETTI-RAMOS, B.G. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. *Cad Saúde Pública*. v. 20, n.3, p. 744-752, mai-jun, 2004.

GERBA, C.P. Microbial pathogens in municipal solid waste. In: PALMISANO AC, BARLAZ MA. *Microbiology of Solid Waste*. USA: CRC Press, 1996. cap. 5, p. 155-174.

GUARDABASSI, L.; PETERSEN, A.; OLSEN, J. E.; DALSGAARD, A. Antibiotic Resistance in *Acinetobacter* spp. Isolated from Sewers Receiving Waste Effluent from a Hospital and a Pharmaceutical Plant. *Appl Environ Microbiol*. v. 64, n. 9, p. 3499–3502, 1998.

GUIMARÃES JR, Jayro. *Biossegurança e Controle da Infecção Cruzada*: em consultórios odontológicos. São Paulo: Santos, 2001. 536 p.

HASSAN, M.M.; AHMED, S. A.; RAHMAN, K. A.; BISWAS, T. K. Pattern of medical waste management: existing scenario in Dhaka City, Bangladesh. *BMC Public Health*, v. 3, n. 36, 2008.

HILTZ, M. The environmental impact of Dentistry. *J Calif Dent Assoc*, v. 73, n. 1, p. 59-62b, feb, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 397 p.

_____. PNSB 2008: Abastecimento de água chega a 99,4% dos municípios, coleta de lixo a 100%, e rede de esgoto a 55,2%. www.ibge.gov.br. Consultado em: 15 de outubro de 2010.

JACOBS, D.S.; DeMOTT, W. R., GRADY, H.J., HORVAT, R. T., HUETIS, D. T., KASTER, B. L. Hudson, OH: Lexi-Comp, 1996; 823p.

JACOBSEN, L., SANDVANG, D., HANSEN, L. H., BAGGER-SKJØT, L., WESTH, H.; JØRGENSEN, C., HANSEN, D. S., PEDERSEN, B. M., MONNET, D. L., FRIMODT-MØLLER, N., SØRENSEN, S. J. AND HAMMERUM, A. M. Characterisation, dissemination and persistence of gentamicin resistant *Escherichia coli* from a Danish university hospital to the waste water environment. *Environ Int.* v. 34, n. 1, p. 108-115, 2008

JANG, S.K.; HAN, H.L.; LEE, S.H. *et al.* PFGE-Based Epidemiological Study of an Outbreak of *Candida tropicalis*: the importance of medical waste as a reservoir of nosocomial infection. *Jpn J Infect*, v. 58, n. 6, p. 263-267, oct, 2005.

JEGGLI, S.; STEINER, D.; JOLLER, H. *et al.* Hepatitis E, *Helicobacter pylori*, and gastrointestinal symptoms in workers exposed to waste water. *Occup Environ Med*, v. 61, p. 622-627, 2004.

JOHNSON, K.R.; BRADEN, C.R.; CAIRMS, K.L. *et al.* Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* from Medical Waste. *JAMA*, v. 284, n. 13, p. 1683-88, oct., 2000.

KANEKO, S.; FEINSTONE, S. M.; MILLER, R. H. Rapid and Sensitive Method for the Detection of Serum Hepatitis B Virus DNA Using the Polymerase Chain Reaction Technique. *J Clin Microbiol.* v. 27, n. 9, p. 1930-1933, 1989.

KANEKO, S.; MILLER, R. H.; BISCEGLIE, A. D.; FEINSTONE, S. M.; HOOFNAGLE, J. H.; PURCELL, R. H. Detection of hepatitis B virus DNA in serum by polymerase chain reaction: application for clinical diagnosis. *Gastroenterology*. v. 99, n. 3, p. 799-804, 1990.

KIZLARY, E; LOSI, N.; VOUDRIAS, E.; PANAGIOTAKOPOULOS, D. Composition and production rate of dental solid waste in Xanthi, Greece: variability among dentist groups. *Waste Manag.* v. 26, n.5, p. 582-591, 2005.

KLARE, I.; CONSTABEL, C.; BADSTÜBNER, D.; WENER, G.; WITTE, W. Occurrence and spread of antibiotic resistances in *Enterococcus faecium*. *Int J Food Microbiol.* v. 88, n.2-3, p. 269-290, dec., 2003.

KÜMMERER, K. Resistance in the environment. *J Antimicrob Chemother.* v. 54, n. 2, p. 311-320, aug, 2004.

MARTIN, J. N.; ROSE, D. A.; HADLEY, W. K.; PERDREAU-REMGTON, F.; LAM, P. K.; GERBERDING, J. L. Emergence of Trimethoprim-Sulfamethoxazole resistance in the AIDS era. *J Infect Dis.* v. 180, n. 6, p. 1809-1818, 1999.

MARTINS-DINIZ, J.N.; SILVA, R.A.M.; MIRANDA, E.T.; MENDES GIANNINI, J.S.; Monitoring of airborne fungus and yeast species in a hospital unit. *Rev Saúde Publica.* v. 39, n. 3, p. 1-7, 2005.

MINAS GERAIS. Decreto n. 12.165 de 15 de setembro de 2005. Aprova as Diretrizes Básicas e o Regulamento Técnico para o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde no Município de Belo Horizonte. *Minas Gerais*, Belo Horizonte, 15 set. 2005.

NA, D.; YU-FENG, Z.; YAN, W. Thermogravimetric analysis and kinetic study on pyrolysis of representative medical waste composition. *Waste Manag.* v. 28, n. 9, p. 1572-80, 2008.

NAZAR, Michel William. *Avaliação do Sistema de Gerenciamento Intra-Estabelecimento dos Resíduos Sólidos de Odontologia Gerados nas Unidades Básicas de Atenção à Saúde da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte*. 2002. 161 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia, Belo Horizonte.

NAZAR M.W.; PORDEUS, I.A.; WERNECK, M.A.F. Gerenciamento de resíduos sólidos de odontologia em postos de saúde da rede municipal de Belo Horizonte, Brasil. *Rev Panam Salud Publica*. v.17, n. 4, p. 237–42, abr., 2005.

NCCLS/CLSI – CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. *Methods for antimicrobial susceptibility testing of anaerobic bacteria; Approved Standard*. 6. ed. USA: NCCLS, 2004a. M11-A6. v. 24, n. 2. 41 p.

NCCLS/CLSI – CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. *Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para Determinação da sensibilidade de Leveduras à Terapia Antifúngica: Norma Aprovada*. 2. ed. USA: NCCLS, 2004b. M27-A2. v. 22, n. 15. 44 p.

NCCLS/CLSI – CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. *Methods for antimicrobial susceptibility testing of anaerobic bacteria; Approved Standard*. USA: NCCLS, 2008. M100-S18. v. 28, n.1. 168 p.

NEELY, A.N.; ORLOFF, M.M. Survival of some medically important Fungi on hospital fabrics and plastics. *J Clin Microbiol*. v. 39, n. 9, sept., 2001.

NEVES, Jayme. Lixo Não Infecta Ninguém. *Jornal do CRO MG*. Belo Horizonte, mar. 2002. Seção Livre Expressão, p. 20.

NOGUEIRA, José Mauro. Lixo Hospitalar. In: COUTO, R.C. *et al. Infecção Hospitalar : Epidemiologia e Controle*. 2. ed. Rio de Janeiro : Medsi, 1999. cap. 10, p. 219-238.

OPLUSTIL, C. P.; NUNES, R.; MENDES, C. Multicenter Evaluation of Resistance Patterns of *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp and *Shigella* spp isolated from Clinical Specimens in Brazil: RESISTNET Surveillance Program. *Braz J Infect Dis.* v. 5, n. 1, p. 8-12, 2001.

OYELEKE, S. B., ISFIFANUS, N. AND MANGA, S. B. The effects of hospital solid waste on the environment. *Int J Integr Biol.* v.3, n.,3, p. 191-195, 2008.

OYELEKE, S. B.; ISTIFANUS, N. The microbiological effects of hospital wastes on the environment. *Afr J biotechnol.* v. 8, n. 22, p. 6253-6257, 2009.

PALMISANO, A. C.; BARLAZ, M. A. *Microbiology of Solid Waste*. Edited by Anna C. Palmisano and Morton A. Barlaz, 1996. 224 p.

PAREDES, C. V. T. Actualización en pruebas de susceptibilidad antifúngicas. *Rev Chil Infect.* v. 26, n. 2 , p. 144-150, 2009.

PARK, H.; LEE, K.; KIM, M.; LEE, J.; KO, G. Detection and hazard assessment of pathogenic microorganisms in medical wastes. *J Environ Sci Health A.* v. 44, p. 995-1003, 2009.

PHILLIPS, G. Microbiological aspects of clinical waste. *J hosp Infect.* v. 40, n. 1, p. 1-6, jan. 1999.

PINI, G.; DONATO, R.; FAGGI, E.; FANCI, R. Two years of a fungal aerobiocontamination survey in a Florentine haematology ward. *Eur J Epidemiol.* v. 19, n. 7, p. 693-698, 2004.

PROSAB - PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. *Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização*. Porto Alegre: RiMa Artes e Textos, 2001. 218 p.

RAHMAN, Mokhlasur. *Health Hazards Associated With Dissemination of Bacterial Strains in Waste Water Recycling*. 2005. 66 f. Tese (PhD) – Microbiology and Tumor Biology Center, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden, 2005.

REBELLATO, Marielle Feilstrecker. *Avaliação de métodos de desinfecção de resíduo infeccioso e de seu percolado*. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RYS, P. N.; FELMLEE, T. A. Detection of Rifampin Resistance Mutations in Mycobacterium tuberculosis by Dideoxy Fingerprinting. Part II, P4, p.112-121. *In*: PERSHING, D. H. PCR Protocols for Emerging Infectious Diseases: A supplement to Diagnostic Molecular Microbiology: Principles and Applications. Washington: American Society for Microbiology. 1996. p. 156.

SALGADO, C. D. The risk of developing a vancomycinresistant Enterococcus bloodstream infection for colonized patients. *Am J Infect Control*. v. 36, n. 10, S175.e5-8., 2008.

SAMARANAYAKE, L. P. *et al. Controle de Infecção para a Equipe Odontológica*. 2. ed. São Paulo : Santos, 1995. 146 p.

SAMPAIO, I. B. M. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. 3. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2007. 264 p.

SILVA, A.C.N.; BERNARDES, R.S.; MORAES, L.R.S. REIS, J.D.P. Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos sólidos de Serviços de Saúde: uma proposta de avaliação. *Cad Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 5, p. 1401-1409, set-out, 2002.

SISINNO, C.L.S.; MOREIRA, J.C. Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. *Cad Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, 1, p. 893-1900, nov-dez, 2005.

SOARES, S.R.; BENETTI, L.B.; SILVA, M.A.C.; *et al.* Avaliação da evolução microbiológica em resíduos hospitalares infecciosos. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 3-8 dez. 2000. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ABES, 2000. 1 CD ROM.

SOARES, S.R.; BENETTI, L.B.; OLIVEIRA, C.; BERTONCINI, R.C.; CHRISTAKIS, S. Avaliação microbiológica do percolado nos resíduos hospitalares infecciosos In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001. João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: ABES, 2001. p.1-10. 1 CD-ROM.

TSAI, C.T.; LAI, J.S.; LIN, S.T. Quantification of pathogenic micro-organisms in the sludge from treated hospital wastewater. *J Appl Microbiol.* v. 85, n. 1, p. 171-176, jul., 1998.

TUMÉO, E. H.; BAGUIDI-HAORE, I.; ATRY, X.; BERTRAND, M.; THOUVEREZ, M.; TALON, D. Are antibiotic-resistant *Pseudomonas aeruginosa* isolated from hospitalized patients recovered in the hospital effluents? *Int J Hyg Environ Health.* v. 211, n. 1-2, p. 200–204, 2008.

WEIR, E. Hospitals and the environment. *Canadian Med Assoc J.* v. 166, n. 3, p. 354, 2002.

WISPLINGHOFF, H.; BISCHOFF, T.; TALLENT, S. M.; SEIFERT, H.; WENZEL, R. P.; EDMOND, M.B. Nosocomial bloodstream infections in US hospitals: analysis of 24,179 cases from a prospective nationwide surveillance study. *Clin Infect Dis* v. 39, n. 3, p. 309-17, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Review of Health Impacts from Microbiological Hazards in Health-Care Wastes.* Geneva: WHO, 2004. p. 23.

_____. Safe healthcare waste management – Policy paper by the World Health Organization. aug., 2004b.<www.who.org>. Cited: 27 feb. 2005.

ANEXO

8. Atividades Complementares Desenvolvidas no Período

8.1 Produção Científica

8.1.1 Artigos publicados em periódicos estrangeiros

VIEIRA, C. D.; CARVALHO, M. A. R.; CUSSIOL, N. A. M.; ALVAREZ-LEITE, M. E.; SANTOS, S. G.; FONSECA, R. M.; SILVA, M. X.; FARIAS, L. M. Composition analysis of dental solid waste in Brazil. *Waste Manag.* v. 29, n. 4, p. 1388-1391, 2009.

VIEIRA, C. D.; CARVALHO, M. A. R.; RESENDE, M. A.; CUSSIOL, N. A. M.; ALVAREZ-LEITE, M. E.; SANTOS, S. G.; OLIVEIRA, M. B.; MAGALHÃES, T. F.; SILVA, M. X.; NICOLI, J. R.; FARIAS, L. M. Isolation of clinically relevant fungal species from solid waste and environment of dental health services. *L Appl Microbiol.* doi:10.1111/j.1472-765X.2010.02907.x

8.1.2 Artigos publicados em periódicos nacionais

VIEIRA, C. D.; ALVAREZ-LEITE, M. E.; RAMALHO, D. L. S.; BATISTA, L. A. Perfil de vacinação contra o agente da hepatite B, em uma instituição de saúde pública da Odontologia, em Belo Horizonte, Brasil. v. 10, n. 2, p. 92-96, 2009.

8.1.3 Artigos submetidos

VIEIRA, C. D.; CARVALHO, M. A. R.; RESENDE, M. A.; CUSSIOL, N. A. M.; ALVAREZ-LEITE, M. E.; SANTOS, S. G.; GOMES, R. M. F.; SILVA, M. X.; NICOLI, J. R.; FARIAS, L. M. Count, Identification and antimicrobial susceptibility of bacteria recovered from dental solid waste.

Submetido em 03/08/2010 ao periódico: **Waste Management**

VIEIRA, C. D.; SANTOS, J. I.; CABRAL, M. M.; SILVA, J. F. Prevalência de acidentes ocupacionais envolvendo instrumentos perfurocortantes no período de 1999 a 2009 em uma instituição pública de prestação de serviços odontológicos, em Belo Horizonte.

Submetido em 02/09/2010 ao periódico: **Arquivos em Odontologia – Faculdade de Odontologia da UFMG**

1 **8.1.4 Participação em trabalhos técnicos (autoria / membro técnico)**

2 POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS. Padronização de equipamentos e materiais
3 odontológicos permanentes. Belo Horizonte: PMMG, 2007. 5 p.

4

5 MINAS GERAIS. Resolução da Secretaria Estadual de Saúde Nr 1559 de 13 de agosto
6 de 2008. Estado de Minas Gerais: SES/VISA, 2008. 22 p.

7

8 MINAS GERAIS. Resolução Secretaria Estadual de Saúde Nr 1883 de 25 de maio de
9 2009. Estado de Minas Gerais: SES/VISA, 2009. 6 p.

10

11 MINAS GERAIS. Orientações para o Gerenciamento de Resíduos da Odontologia.
12 Estado de Minas Gerais: SES/VISA, 2010. 24 p.

13

14 POLÍCIA MILITAR DE MINAS GERAIS. Manual de Biossegurança. Estado de Minas
15 Gerais: PMMG, 2010. 46 p.

16

17 **8.1.5 Trabalhos resumidos publicados em anais de congresso**

18 8.1.3.1 Nacionais

19 a) **VIEIRA, C.D.**; CARVALHO, M.A.R.; GOMES, R.M.F.; CUSSIOL,
20 N.A.M.; FARIAS, L.M. Análise da composição gravimétrica dos resíduos
21 gerados em Serviço de Saúde Odontológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO
22 DE INFECTOLOGIA, 15., 2007, Curitiba. *The Brazilian Journal of Infectious*
23 *Diseases...* An official publication of the Brazilian Society of Infectious
24 Diseases. Salvador: Contexto, 2007. 161 p.

25

26

27 8.1.3.2 Regionais

28 a) **VIEIRA, C.D.**; CARVALHO, M.A.R.; GONÇALVES, S.G.; RESENDE,
29 M.A.; GOMES, R.M.F.; ALVAREZ-LEITE, M.E.; CUSSIOL, N.A.M.;
30 NICOLI, J.R.; FARIAS, L.M. Microrganismos de interesse clínico recuperados
31 de resíduos gerados em Serviço de Saúde. In: CONGRESSO MINEIRO
32 DE INFECTOLOGIA, 3., 2008, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 2007.
33 44 p.

34

1 b) GOMES, R.M.F.; FARIAS, L.M.; NICOLI, J.R.; **VIEIRA, C.D.**;
2 ALVAREZ-LEITE, M.E.; SANTOS, S.G. CUSSIOL, N.A.M. Avaliação da
3 composição microbiológica de resíduos gerados em serviço de saúde
4 odontológico. In: SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2007, Belo
5 Horizonte.

6
7 c) **VIEIRA, C.D.**; CARVALHO, M.A.R.; GONÇALVES, S.G.; RESENDE,
8 M.A.; GOMES, R.M.F.; ALVAREZ-LEITE, M.E.; CUSSIOL, N.A.M.;
9 NICOLI, J.R.; FARIAS, L.M. Microrganismos de interesse clínico recuperados
10 de resíduos gerados em Serviço de Saúde. In: FÓRUM DE MICROBIOLOGIA
11 PROF. EDUARDO OSÓRIO CISALPINO, 4., 2008, Belo Horizonte. *Livro de*
12 *resumos...* Belo Horizonte, 2008. 37 p.

13
14 d) **VIEIRA, C.D.**; CARVALHO, M.A.R.; GOMES, R.M.F.; CUSSIOL,
15 N.A.M.; FARIAS, L.M. Análise da composição gravimétrica dos resíduos
16 gerados em Serviço de Saúde Odontológico. In: FÓRUM DE
17 MICROBIOLOGIA PROF. EDUARDO OSÓRIO CISALPINO, 4., 2008, Belo
18 Horizonte. *Livro de resumos...* Belo Horizonte, 2008. 37 p.

19
20 e) **VIEIRA, C.D.**; CARVALHO, M.A.R.; GOMES, R.M.F.; CUSSIOL,
21 N.A.M.; ALVAREZ-LEITE, M. E.; SANTOS, S. G.; NICOLI, J. R.; FARIAS,
22 L.M. Avaliação microbiológica de resíduos clínicos de serviços de saúde da
23 Odontologia – prevalência e perfil de susceptibilidade a antimicrobianos de
24 amostras de *Staphylococcus aureus*. In: FÓRUM DE MICROBIOLOGIA
25 PROF. JOSÉ NORONHA PERES, 5., 2009, Belo Horizonte. *Livro de resumos...*
26 Belo Horizonte, 2009. 37 p.

27
28 f) SETTE-DIAS, A. C.; FARIAS, L. M.; CARVALHO, M. A. R.;
29 MAGALHÃES, P. P.; MENDES, E. N.; **VIEIRA, C. D.**; VIANA, E. L.;
30 AGUIAR, E. G.; ABDO, E. N. Perfil clínico e microbiológico das infecções
31 odontogênicas de pacientes internados em hospital público de Belo Horizonte.
32 In: FÓRUM DE MICROBIOLOGIA PROF. JOSÉ NORONHA PERES, 5.,
33 2009, Belo Horizonte. *Livro de resumos...* Belo Horizonte, 2009. 37 p.

1 g) SETTE-DIAS, A. C.; FARIAS, L. M.; CARVALHO, M. A. R.;
2 MAGALHÃES, P. P.; MENDES, E. N.; **VIEIRA, C. D.**; VIANA, E. L.;
3 AGUIAR, E. G.; ABDO, E. N. Perfil clínico e microbiológico das infecções
4 odontogênicas de pacientes internados em hospital público de Belo Horizonte.
5 In: ENCONTRO DE PESQUISA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA –
6 UFMG, 10., 2009, Belo Horizonte. *Livro de resumos...* Belo Horizonte, 2009.

7
8 h) **VIEIRA, C.D.**; CARVALHO, M.A.R.; GOMES, R.M.F.; CUSSIOL,
9 N.A.M.; ALVAREZ-LEITE, M. E.; SANTOS, S. G.; NICOLI, J. R.; FARIAS,
10 L.M. Avaliação microbiológica de resíduos clínicos de serviços de saúde da
11 Odontologia – prevalência de bastonetes Gram-negativos e perfil de
12 susceptibilidade a antimicrobianos. In: FÓRUM DE MICROBIOLOGIA PROF.
13 ENIO CARDILLO VIEIRA, 6., 2010, Belo Horizonte. *Livro de resumos...*
14 Belo Horizonte, 2010. 45 p.

16 **8.2 Participação em Eventos Científicos**

17 **8.2.1 Nacionais**

- 18 - XVI Congresso Brasileiro de Infectologia, Maceió, AL, 18 a 21 de outubro, 2009.
19 - XV Congresso Brasileiro de Infectologia, Curitiba, PA, 20 a 23 de outubro, 2007.

21 **8.2.2 Regionais**

- 22 - VI Fórum de Microbiologia Prof. Enio Cardillo Vieira, Belo Horizonte, MG, 16 de
23 junho de 2010.
24 - V Fórum de Microbiologia Prof. José de Noronha Peres, Belo Horizonte, MG, 24 de
25 junho de 2009.
26 - I Seminário “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, Belo Horizonte, MG, 1º de
27 julho, 2008.
28 - VI Fórum de Microbiologia Prof. Eduardo Osório Cisalpino, Belo Horizonte, MG, 14
29 de maio, 2008.
30 - 3º Congresso Mineiro de Infectologia, Belo Horizonte, MG, 1 a 3 de maio, 2008.
31 - Seminário: Avaliação do Risco dos Processos de Esterilização em Odontologia,
32 Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 21 de agosto de
33 2007.

1 - Simpósio Integrado: Endocardite Bacteriana, Instituto Biocor, Belo Horizonte, MG, 26
2 de junho, 2007.

3 - I Simpósio de Atualização do Laboratório Micra Biotecnologia, Belo Horizonte, MG,
4 18 de novembro, 2006.

5

6 **8.3 Atividades Didáticas Desenvolvidas no Período**

7 - Palestrante, a convite, no Programa de Educação Continuada do CRO-MG.

8 Conselho Regional de Odontologia – Belo Horizonte, MG

9 Tópico: Biossegurança

10 Duração: 12 horas/aula

11 Cidade: Diamantina, 24 e 25 de setembro de 2010.

12 - Colaboração, a convite, no seminário do Programa de Pós-Graduação do ICB/UFMG.

13 Universidade Federal de Minas Gerais

14 Tópico: Análise da Composição Gravimétrica e do Risco Biológico de Resíduos

15 Gerados nos Serviços Odontológicos

16 Duração: 02 horas/aula

17 22 de setembro de 2010.

18 - Colaboração, a convite, no curso de pós-graduação em Microbiologia.

19 Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais

20 Tópico: Princípios gerais de Biossegurança

21 Disciplina: Bacteriologia Aplicada às Ciências da Saúde

22 Duração: 02 horas/aula

23 11 de setembro de 2010.

24 - Colaboração, a convite, no curso de graduação em Microbiologia.

25 Universidade Federal de Minas Gerais

26 Tópico: Esterilização na prática hospitalar e ambulatorial

27 Disciplina: Microbiologia Odontológica

28 Duração: 02 horas/aula

29 2º período letivo de 2010.

30 - Colaboração, a convite, na coordenação do curso de pós-graduação em Periodontia.

31 Escola de Aperfeiçoamento Profissional – Abo/MG

32 Tópico: Tópicos de Microbiologia

33 Curso de especialização em Periodontia

34 Duração: 25 horas/aula

- 1 23 de fevereiro a 19 de março de 2010.
- 2 - Colaboração, a convite, no curso de graduação em Microbiologia.
- 3 Universidade Federal de Minas Gerais
- 4 Tópico: Esterilização na prática hospitalar e ambulatorial
- 5 Disciplina: Microbiologia Odontológica
- 6 Duração: 02 horas/aula
- 7 1º período letivo de 2010.
- 8 - Colaboração, a convite, no curso de graduação em Microbiologia.
- 9 Universidade Federal de Minas Gerais
- 10 Tópico: Esterilização na prática hospitalar e ambulatorial
- 11 Disciplina: Microbiologia Odontológica
- 12 Duração: 02 horas/aula
- 13 1º período letivo de 2009.
- 14 - Colaboração, a convite, no curso de pós-graduação em Microbiologia.
- 15 Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais
- 16 Tópico: Princípios gerais de Biossegurança
- 17 Disciplina: Bacteriologia Aplicada às Ciências da Saúde
- 18 Duração: 02 horas/aula
- 19 Ano: 2009.
- 20 - Palestrante, a convite, na 16ª Jornada Odontológica – PUC Minas
- 21 Tópico: Acidentes Biológicos em Odontologia – Riscos e Prevenção
- 22 Duração: 04 horas/aula
- 23 25 a 28 de março de 2009.
- 24 - Palestrante, a convite, para o corpo de Profissionais das Clínicas Odontológicas da
- 25 BEPREM.
- 26 Beneficência da Prefeitura de Belo Horizonte – BEPREM, Belo Horizonte, MG
- 27 Tópico: Acidentes Biológicos em Odontologia
- 28 Duração: 02 horas/aula
- 29 27 de maio de 2009.
- 30 - Palestrante, a convite, no XIV Simpósio Mineiro da Equipe Odontológica – Belo
- 31 Horizonte, MG
- 32 Tópico: Como resolver as questões relacionadas aos acidentes ocupacionais e aos
- 33 resíduos biológicos em Odontologia
- 34 Duração: 04 horas/aula

- 1 07 de novembro de 2009.
- 2 - Palestrante, a convite, no Programa de Educação Continuada do CRO-MG.
- 3 Conselho Regional de Odontologia – Curvelo, MG
- 4 Tópico: Um novo enfoque no controle de infecções em Odontologia – Resolução
- 5 SES 1559/08
- 6 Duração: 08 horas/aula
- 7 20 de novembro de 2009.
- 8 - Colaboração, a convite, no curso de pós-graduação em Microbiologia.
- 9 Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais
- 10 Tópico: Princípios gerais de Biossegurança
- 11 Disciplina: Bacteriologia Aplicada às Ciências da Saúde
- 12 Duração: 02 horas/aula
- 13 Ano: 2008.
- 14 - Palestrante, a convite, no Programa de Educação Continuada do CRO-MG.
- 15 Conselho Regional de Odontologia – Belo Horizonte, MG
- 16 Tópico: Papel da equipe auxiliar no controle de infecções em Odontologia
- 17 Duração: 05 horas/aula
- 18 14 de junho de 2008.
- 19 - Colaboração, a convite, no curso de graduação em Microbiologia.
- 20 Universidade Federal de Minas Gerais
- 21 Tópico: Esterilização na prática hospitalar e ambulatorial
- 22 Disciplina: Microbiologia Odontológica
- 23 Duração: 02 horas/aula
- 24 1º e 2º períodos letivos de 2008.
- 25 - Colaboração, a convite, no curso de pós-graduação em Microbiologia.
- 26 Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais
- 27 Tópico: Princípios gerais de Biossegurança
- 28 Disciplina: Bacteriologia Aplicada às Ciências da Saúde
- 29 Duração: 02 horas/aula
- 30 28 de setembro de 2007.
- 31 - Colaboração, a convite, no curso de graduação em Microbiologia.
- 32 Universidade Federal de Minas Gerais
- 33 Tópico: Esterilização na prática hospitalar e ambulatorial
- 34 Disciplina: Microbiologia Odontológica

- 1 Duração: 02 horas/aula
2 1º e 2º período letivo de 2007.
- 3 - Palestrante, a convite, no Programa de Educação Continuada do CRO-MG.
4 Conselho Regional de Odontologia – Belo Horizonte, MG
5 Tópico: Atualização das normas de controle de infecção
6 Duração: 04 horas/aula
7 30 de junho de 2007.
- 8 - Palestrante, a convite, no Programa de Educação Continuada do CRO-MG.
9 Conselho Regional de Odontologia – Belo Horizonte, MG
10 Tópico: Gerenciamento de resíduos em serviços de saúde odontológicos
11 Duração: 03 horas/aula
12 05 de junho de 2007.
- 13 - Colaboração, a convite, no curso de pós-graduação em Microbiologia.
14 Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais
15 Tópico: Princípios gerais de Biossegurança
16 Disciplina: Bacteriologia Aplicada às Ciências da Saúde
17 Duração: 02 horas/aula
18 Ano: 2006.
- 19 - Palestrante, a convite, no curso de Especialização em Implantodontia.
20 Faculdades Unidas do Norte de Minas - Funorte
21 Tópico: Biossegurança
22 Duração: 08 horas/aula
23 17 de dezembro de 2006
- 24 - Palestrante, a convite, no Programa de Educação Continuada do CRO-MG.
25 Conselho Regional de Odontologia – Curvelo, MG.
26 Tópico: Biossegurança nos consultórios odontológicos
27 Duração: 08 horas/aula
28 25 de novembro de 2006
- 29 - Palestrante, a convite, no Programa de Educação Continuada do CRO-MG.
30 Conselho Regional de Odontologia – Belo Horizonte, MG
31 Tópico: Biossegurança
32 Duração: 03 horas/aula
33 09 de novembro de 2006
34

1 **8.4 Colaborações em Dissertações e Teses em Andamento**

2 - Co-orientadora da Monografia: A Vigilância Sanitária e a Prática Odontológica: *Uma*
3 *Proposta para Aplicação nos Serviços do Município de Contagem*

4 Aluna: Claudia Perdigão Buzette Braga

5 Período: 2007

6 Programa de Pós Graduação em Microbiologia - UFMG.

7

8 - Parecer em Monografia: “O uso de antimicrobianos em Periodontia – Uma revisão
9 dos aspectos clínicos e microbiológicos”.

10 Aluna: Karla Fernanda Teixeira Silva

11 Período: julho de 2007

12 Programa de Pós Graduação em Microbiologia - UFMG.

13

14 - Orientadora da Monografia: “Biossegurança aplicada à atividade policial”.

15 Aluna: Bruna Ortenzio Lopes de Abreu

16 Período: março a novembro de 2006

17 Academia de Polícia Militar / Centro de Ensino de Graduação.

18

19