

Caracterização microbiológica de lixiviados gerados por resíduos sólidos domiciliares e de serviços de saúde da cidade do Rio de Janeiro

Microbiological characterization of leachate from domestic and hospital solid wastes from Rio de Janeiro city

Carlos Augusto Machado da Costa e Silva

Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química (EQ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Biólogo do Centro de Pesquisas Aplicadas da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Comlurb)

Juacyara Carbonelli Campos

Doutora em Engenharia Química pelo Programa de Engenharia Química (PEQ) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da UFRJ. Engenheira Química pela UFRJ. Professora Adjunta do Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química da UFRJ

João Alberto Ferreira

Doutor em Saúde Pública pela Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/Fiocruz). Mestre em Engenharia Ambiental pela Manhattan College. Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ

Marco Antônio Lemos Miguel

Doutor em Ciências de Alimentos pela UFRJ. Mestre em Ciências Biológicas (Microbiologia) pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Biólogo pela Universidade Gama Filho. Chefe do Laboratório de Microbiologia de Alimentos e Professor Adjunto do Instituto de Microbiologia da UFRJ

Bianca Ramalho Quintaes

Mestre em Microbiologia pela UERJ. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da EQ pela UFRJ. Gerente da Divisão de Microbiologia do Centro de Pesquisas Aplicadas da Comlurb

Resumo

O presente trabalho consistiu na caracterização microbiológica de lixiviados gerados a partir de resíduos sólidos de serviços de saúde e domiciliares para subsidiar a discussão do tratamento e disposição final diferenciados para os resíduos sólidos de serviços de saúde. Foram analisados: coliformes totais e termotolerantes; *Escherichia coli*, Enterococos, *Salmonella* e outras enterobactérias; *Pseudomonas aeruginosa*, bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, análise da suscetibilidade aos antimicrobianos e pesquisa da atividade antimicrobiana do lixiviado. Foram observadas densidades expressivas das populações microbianas em resíduos sólidos de serviços de saúde e domiciliares com valores que variaram de 10^8 a 10^9 . Em ambos os lixiviados, ocorreram estirpes resistentes e sensíveis aos antimicrobianos, e nenhuma delas apresentou resistência a todos os antibióticos testados. Os resultados mostraram semelhanças entre ambos os tipos de resíduos e reforçam a recomendação de codisposição de resíduos sólidos de serviços de saúde e domiciliares em aterros sanitários.

Palavras-chave: resíduos sólidos de serviços de saúde; resíduos sólidos domiciliares; microbiologia.

Abstract

The present paper consisted on the microbiological characterization of leachate generated from solid waste from health services and municipal solid waste. This study aimed to support the discussion about the need for differentiated treatment and disposal for the health services solid waste. The following parameters were selected: total coliforms, thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, Enterococci, trials for *Pseudomonas aeruginosa*, and *Salmonella* and other Enterobacteria, analysis of susceptibility

Endereço para correspondência: Juacyara Carbonelli Campos – Departamento de Processos Inorgânicos – Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Bloco E do Centro de Tecnologia – Avenida Athos da Silveira Ramos, 149 – sala 206 – Ilha do Fundão – 21941-909 – Rio de Janeiro (RJ), Brasil – Tel.: 2562-7640 – E-mail: juacyara@eq.ufrj.br

Recebido: 14/09/2010 – **Aceito:** 17/03/2011 – **Reg. ABES:** 144 10

to antimicrobials and research on antimicrobial activity of the leachate. Expressive densities were observed in microbial populations in health services and municipal solid waste, with values ranging from 10^8 to 10^9 . In both wastes, resistant and susceptible strains to antimicrobials occurred and none were resistant to all antibiotics tested. Results showed similarities for both types of waste and reinforce the recommendation for health services and municipal solid waste co-disposal in sanitary landfills.

Keywords: hospital solid waste; domestic waste; microbiology.

Introdução

O potencial de risco para a saúde humana e para o meio ambiente associado aos resíduos sólidos domiciliares (RSD) tem sido motivo de discussões e controvérsias. No que concerne aos resíduos sólidos de serviço de saúde (RSS), a questão central que se coloca é sobre a periculosidade de parte deste resíduo, a qual é considerada perigosa e potencialmente infectante, bem como sobre a necessidade ou não da adoção de tecnologias disponíveis para a inativação desses resíduos e os custos envolvidos. Essa fração, conhecida também por resíduo biológico (RSS do Grupo A), representa em torno de 10% dos RSS. Porém, havendo segregação adequada, esses resíduos podem ser reduzidos de 1 a 5% daqueles gerados em estabelecimentos de saúde (UNEP, 2003).

Em virtude dessa indefinição, os países desenvolvidos vêm adotando uma política cautelosa e consideram que esses resíduos exigem tratamento especial. No Brasil e em diversos países do terceiro mundo, as propostas de gerenciamento para os RSS têm sido fundamentadas em padrões do primeiro mundo (TAGHIPOUR; MOSAFERI, 2009; GRAIKOS *et al.*, 2010). Os elevados custos de sistemas diferenciados de gestão de RSS, a demanda por capacitação técnica para operacionalização dos sistemas de tratamento desses resíduos, bem como os recursos necessários à implantação de sistemas e equipamentos se incompatibilizam com a realidade da maioria dos municípios brasileiros, o que sugere a inadequação desse modelo no Brasil (FERREIRA, 2002; SILVA *et al.*, 2002; ZANON, 2002). Dessa forma, a codisposição de RSS do Grupo A com RSD em aterros sanitários vem sendo preconizada por muitos profissionais da área de tratamento e destinação de resíduos sólidos área (FERREIRA, 1997, 2002; BIDONE *et al.*, 2000; COSTA E SILVA, 2005; MONTEIRO *et al.*, 2006; CUSSIOL *et al.*, 2009).

Há falta de evidências científicas sobre o risco à saúde oferecido pelos RSS quando comparados aos RSD. Vários pesquisadores (FERREIRA, 1997, 2002; ZANON E EIGENHEER, 1991; RUTALA; MAYHALL, 1992; ZANON, 2002; CUSSIOL *et al.*, 2009) consideram desnecessária a inativação dos primeiros, geralmente realizada por processos dispendiosos, inapropriados e muitas vezes geradores de poluição, por ambos resíduos apresentarem muitas mais semelhanças do que diferenças quanto a suas características. O risco à saúde pública, conferido pelos RSS, excetuado à fração perfurocortante, não é maior do que os resíduos domiciliares e, portanto, no que tange à legislação, deveria ser tratado igualmente (DUGAN, 1992).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo efetuar a caracterização microbiológica de lixiviados dos RSS e de RSD, no sentido da obtenção de dados que possam fornecer subsídios para a discussão da necessidade, ou não, de tratamento e disposição final diferenciados para os resíduos dos serviços de saúde.

Material e métodos

Amostragem

O presente trabalho foi realizado no período de novembro de 2003 a julho de 2004, na cidade do Rio de Janeiro, a partir da coleta de RSS e de RSD efetuada pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Comlurb). Os RSS utilizados neste trabalho foram pertencentes ao Grupo A (risco biológico) e provenientes de grandes geradores, com produção de resíduos acima de 240 L.dia^{-1} , tais como: hospitais, clínicas e laboratórios. Os RSD foram provenientes da coleta de cinco diferentes bairros do município do Rio de Janeiro (Tijuca, Barra da Tijuca, Botafogo, Méier e Campo Grande).

As análises foram realizadas a partir do líquido gerado nas bacias dos caminhões coletores de RSS e de RSD, que se convencionou denominar de lixiviado. Foram coletadas 50 amostras de lixiviado, sendo 25 provenientes de RSD e 25 de RSS, perfazendo 50 caminhões. Posteriormente, visando efetuar a pesquisa de atividade antimicrobiana nos lixiviados, foram realizadas mais 29 amostragens, sendo 15 de RSD e 14 RSS e envolveram os bairros Botafogo, Méier e Tijuca. A coleta do lixiviado foi efetuada no veículo coletor em sua capacidade máxima de resíduos a partir da sua chegada às instalações da COMLURB. Foram coletados em torno de 0,5 L de amostra, compondo-a com líquido de diversos pontos da bacia do caminhão. O procedimento de coleta para a realização das análises microbiológicas foi realizado, segundo APHA (2005). O pH foi medido no local da coleta.

Metodologia analítica

A caracterização microbiológica foi realizada no Laboratório de Microbiologia do Centro de Pesquisas Aplicadas da COMLURB. Os procedimentos das análises microbiológicas foram baseados nas metodologias preconizadas pela *Environmental Protection Agency* (EPA), *American Public Health Association* – APHA (2005). A identificação das espécies de *Enterococcus* foi efetuada de acordo com Murray *et*

al. (1999). A pesquisa de *Salmonella* e de outras *Enterobacteriaceae* foi baseada nas metodologias preconizadas pela CETESB (1993). A ocorrência de atividade antimicrobiana no lixiviado foi baseada na metodologia descrita por Barefoot e Klaenhammer (1993).

A suscetibilidade das estirpes bacterianas isoladas dos lixiviados de RSS e RSD foi avaliada pela técnica de disco-difusão em ágar, que consiste num teste *in vitro* amplamente utilizado na rotina clínica microbiológica (XIMENES *et al.*, 2004). As estirpes de bactérias Gram-negativas foram testadas frente aos seguintes antimicrobianos: ampicilina (AMI – 30 mg), amoxicilina + ácido clavulânico (AMC – 20 mg), ampicilina (AMP – 10 mg), aztreonam (ATM – 30 mg), cefalotina (CFL – 30 mg), cefepima (CPM – 30 mg), cefotaxima (CTX – 30 mg), ceftazidima (CAZ – 30 mg), ceftriaxona (CRO – 30 mg), cefuroxima (CRX – 30 mg), ciprofloxacina (CIP – 5 mg), cotrimoxazol (SUT – 25 mg), imipenem (IPM – 10 mg) e gentamicina (GEN – 10 mg). As estirpes de bactérias Gram-positivas foram testadas frente aos seguintes antimicrobianos: ampicilina (AMP – 10 mg), ciprofloxacino (CIP – 5 mg), cloranfenicol (CLO – 30 mg) eritromicina (ERI – 15 mg), estreptomicina (STREP – 300 mg), gentamicina (GEN – 120 mg), nitrofurantoina (NIT – 300 mg), tetraciclina (TET – 30 mg) e

vancomicina (VAN – 30 mg). Os resultados foram interpretados por comparação dos diâmetros das zonas de inibição (empregando régua) com uma tabela padrão, que permite classificar as estirpes como resistente (R), intermediária (I) e sensível (S).

O pH foi determinado por medidor de pH, marca ALPHALAB, modelo PA-200, com eletrodo combinado da marca Digimed, modelo DME-CV2.

A avaliação estatística foi realizada utilizando o *software* Statistica 6.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta o resumo dos resultados obtidos de cinco bairros por meio das médias geométricas globais, nas quais é possível comparar os valores de cada parâmetro em relação a ambos os resíduos. De acordo com APHA (2005), a média geométrica expressa melhor os resultados de contagens bacterianas por frequentemente apresentarem distribuições irregulares devido a resultados discrepantes. Esses resultados corroboram os achados de Collins e Kenedy (1992), Ferreira (1997), Bidone *et al.* (2000), Comlurb (2004) e Monteiro *et al.* (2006), os quais analisaram o conteúdo microbiológico de RSD e de RSS, não encontrando evidências de que as diferenças fossem significativas.

A aplicação do teste estatístico de hipóteses, utilizando-se a ferramenta *t* de Student, revela que os valores são estatisticamente semelhantes e não há influência do tipo de resíduo no perfil microbiano identificado ($p > 0,05$, para um intervalo de confiança de 95%). Embora *P. aeruginosa* tenha mostrado um valor mais elevado em RSS do que RSD, com diferença de dois ciclos logarítmicos, do ponto de vista ambiental, mais uma vez o conjunto de resultados aponta para a semelhança entre as microbiotas dos resíduos analisados. Cussiol *et al.* (2009), trabalhando com RSS e RSD codispostos em células

Tabela 1 – Média geométrica global dos resultados de RSS e RSD dos cinco bairros analisados

Parâmetros	Média geométrica global	
	RSS	RSD
Coliformes totais (NMP:100 mL ⁻¹)	4,9 x 10 ⁸	1,9 x 10 ⁹
Coliformes termotolerantes (NMP:100 mL ⁻¹)	3,9 x 10 ⁸	1,7 x 10 ⁹
<i>E.coli</i> (NMP:100 mL ⁻¹)	1,5 x 10 ⁸	4,3 x 10 ⁸
<i>Enterococos</i> (NMP:100 mL ⁻¹)	1,9 x 10 ⁸	2,7 x 10 ⁸
<i>P. aeruginosa</i> (NMP:100 mL ⁻¹)	3,0 x 10 ⁷	3,4 x 10 ⁸
Bactérias heterotróficas (UFC.mL ⁻¹)	1,8 x 10 ⁸	1,4 x 10 ⁸
Fungos (UFC.mL ⁻¹)	9,4 x 10 ⁷	1,6 x 10 ⁸

Tabela 2 – Resultados de pH e atividade inibitória de crescimento microbiano nas respectivas diluições sobre *S.au*, *S.ch* e *Pae* em 14 amostras de RSS e 15 amostras de RSD

Amostra	Roteiro	pH	RSS			RSD				
			<i>S.au</i>	<i>S.ch</i>	<i>Pae</i>	Roteiro	pH	<i>S.au</i>	<i>S.ch</i>	<i>Pae</i>
1	Botafogo	6,0	1:8	1:1	1:4	Botafogo	4,0	0	0	1:2
2	Botafogo	7,5	1:16	1:2	0	Botafogo	4,5	0	0	0
3	Botafogo	7,5	1:8	1:4	0	Botafogo	5,0	0	0	0
4	Botafogo	nr	1:16	1:2	0	Botafogo	5,0	0	0	0
5	Méier	7,5	1:32	1:2	1:2	Méier	4,7	0	0	0
6	Méier	6,5	1:4	1:4	1:4	Méier	4,0	0	0	0
7	Méier	7,0	1:8	1:4	1:4	Méier	Nr	0	0	0
8	Méier	6,5	0	1:2	0	Méier	5,0	0	0	0
9	Méier	6,5	0	0	0	Tijuca	5,0	0	0	1:2
10	Méier	4,0	1:16	1:16	1:16	Tijuca	4,0	0	0	0
11	Tijuca	7,5	1:64	1:4	0	Tijuca	5,0	0	0	0
12	Tijuca	7,0	1:2	1:2	0	Tijuca	4,5	1:2	0	0
13	Tijuca	7,5	1:4	1:4	0	Tijuca	4,5	0	0	0
14	Tijuca	7,5	1:8	1:2	1:128	Tijuca	5,0	0	0	0
15						Tijuca	4,0	0	0	0

nr: análise não-realizada; 0: não houve inibição.

experimentais, observaram que *P. aeruginosa* foi a bactéria que apresentou as maiores concentrações ($2,0 \times 10^6$ NMP.100 mL⁻¹) e a única detectada em todas as amostragens.

Com exceção de *Salmonella*, em 100% das amostras verificou-se a presença dos micro-organismos pesquisados. A única ocorrência de *Salmonella* foi numa amostra de RSD proveniente do bairro do Méier. É possível que a metodologia do isolamento de *Salmonella* tenha sido prejudicada pela não-introdução de um procedimento de concentração como centrifugação direta, tendo em vista que, normalmente, é relativamente baixo o número dessas bactérias quando comparado com a densidade de coliformes em águas contaminadas e/ou a falta de um pré-enriquecimento na metodologia, visando à recuperação de células estressadas. Entretanto, a partir da metodologia para *Salmonella*, foi possível verificar nos resíduos analisados a presença de outras enterobactérias, tais como *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis* e *Proteus vulgaris*, as quais, em conjunto com outras bactérias, foram selecionadas para os testes de sensibilidade aos antimicrobianos.

Os resultados dos testes de atividade inibitória de crescimento microbiano estão apresentados na Tabela 2. A inibição é avaliada em relação às três estirpes testadas (*Staphylococcus aureus*; *Salmonella choleraesuis* e *Pseudomonas aeruginosa*) para uma mesma amostra, e quanto maior for o título (ou seja, a maior diluição em que houve halo de inibição), maior é a sensibilidade do micro-organismo teste. Os RSS apresentaram níveis de atividade antimicrobiana consideravelmente superiores aos observados em RSD.

Os dados obtidos com os RSS podem explicar os resultados encontrados nas avaliações quantitativas de micro-organismos, nas quais apenas a *P. aeruginosa* mostrou densidade populacional mais elevada nos RSS do que aquela observada em RSD (Tabela 1). Com exceção de uma amostra de RSS que apresentou pH igual a 4,0, as demais se situaram na faixa entre 6,0 e 7,5, que é mais elevada do que aquela observada normalmente para lixiviado para resíduo domiciliar recém-coletado.

Para os RSD, 20% das amostras apresentaram alguma atividade contra pelo menos uma das estirpes bacterianas testadas. Nenhuma das amostras inibiu *S. choleraesuis*. O pH se manteve na faixa entre 4,0 e 5,0, característico para este tipo de resíduo. O efeito inibitório dos baixos valores de pH no RSD não foi detectado neste estudo, uma vez que houve baixa taxa de inibição. Por outro lado, o pH em torno da neutralidade na maioria das amostras de RSS, que seria ideal para a multiplicação dos micro-organismos testados, mostrou não ser um fator fundamental na

determinação da microbiota neste tipo de resíduo, já que houve maior inibição, sugerindo a presença de grandes quantidades de substâncias antimicrobianas neste tipo de resíduo. Esses resultados corroboram com o fato de os RSS geralmente se apresentarem menos contaminados do que os RSD, fato este que tem sido relatado por diversos pesquisadores (NEVES, 1992; FERREIRA, 2002; ZANON, 2002).

A partir dos lixiviados de RSS e RSD, por meio das metodologias descritas, 466 estirpes bacterianas foram isoladas. Uma amostragem dessas estirpes (proporcional ao total de estirpes isoladas) foi testada quanto ao perfil de suscetibilidade aos antimicrobianos. Dessa forma, 320 estirpes foram testadas, para as quais foram obtidas nos antibiogramas 3.896 respostas distribuídas entre resistente (R), intermediária (I) e sensível (S), considerando que as Gram-negativas foram testadas contra 14 antibióticos e as Gram-positivas contra 9 antibióticos. Em uma mesma amostra, estirpes da mesma espécie e com perfis de suscetibilidade iguais, apenas uma foi separada para teste. A comparação entre os resíduos mostrou que os RSS apresentaram um percentual maior de estirpes resistentes, enquanto que os RSD mostraram um percentual maior de estirpes sensíveis. Os perfis de suscetibilidade aos antimicrobianos foram analisados em relação aos resultados dos antibiogramas. A Tabela 3 mostra os valores globais referentes aos perfis de suscetibilidade de todas as estirpes de RSS e de RSD testadas.

A comparação entre os resultados mostra valores expressivos de resistência e suscetibilidade para os dois tipos de resíduos. Em ambos os resíduos, ocorreram estirpes resistentes e sensíveis aos antimicrobianos e nenhuma delas apresentou resistência (R) a todos os antibióticos testados. Nos dois tipos de resíduos, foi observada resistência para ERI; entretanto, para VAN, isso não foi verificado. Esses resultados confirmam em parte os resultados obtidos por Blanch *et al.* (2003), os quais observaram em esgotos urbanos e hospitalares alta prevalência de estirpes resistentes à ERI e VAN. Os RSS mostraram percentuais mais elevados de estirpes resistentes a antimicrobianos, embora nos RSD também tenham ocorrido percentuais expressivos de estirpes resistentes.

Nascimento *et al.* (2009) verificaram a ocorrência de bactérias de interesse médico no lixiviado produzido a partir de uma pilha de RSS, disposta no aterro sanitário de Juiz de Fora, Minas Gerais. Os resultados apontados pelos autores corroboram as reflexões relacionadas ao papel dos RSS como reservatórios de patógenos microbianos e de linhagens resistentes a antimicrobianos, sugerindo que a carga dos fármacos presentes pode contribuir para a seleção de marcadores de resistência com grande impacto para os diferentes ecossistemas.

Tabela 3 – Perfis de suscetibilidade das bactérias Gram - e Gram + isoladas de RSS e RSD

Estirpes	RSS				RSD			
	R	I	S	Total	R	I	S	Total
Gram -	402	175	655	1.232	139	165	1.292	1.596
Gram +	119	47	374	540	98	29	401	528
Total	521 (29,4%)	222 (12,5%)	1.029 (58,1%)	1.772 (100%)	237 (11,2%)	194 (9,1%)	1.693 (79,7%)	2.124 (100%)

R: resistente; I: intermediária; S: sensível.

Conclusões

Os resultados obtidos mostraram muito mais semelhanças do que diferenças entre as microbiotas de ambos os resíduos. A presença de indicadores de matéria fecal foi observada em ambos os resíduos, o que, conseqüentemente, indica a possibilidade da coexistência de diversos organismos patogênicos de origens humana e animal. A identificação das estirpes mostrou semelhança qualitativa entre as microbiotas dos diferentes resíduos analisados. Além disso, os dois tipos de resíduos também se mostraram reservatórios com potencial de propagação de genes de resistência ao ambiente, e que podem ser transferidos a microbiota sensível.

Os resultados obtidos neste trabalho permitem afirmar que ambos os resíduos apresentam potencial de risco à saúde humana e ao ambiente, se gerenciados e dispostos inadequadamente. Dessa forma, não foram obtidos elementos comprovando que os RSS sejam mais perigosos ou mais contaminados do que os RSD. Por isso, tornam-se imprecidentes as exigências em relação aos RSS no tocante à necessidade de

tratamento e disposição final de maneira particular em aterros especiais ou separada dos RSD e de outros resíduos urbanos. De fato, a disposição dos RSS em aterros sanitários deve ser estimulada ou até mesmo exigida, pois representa uma alternativa compatível com a realidade dos municípios brasileiros, especialmente para aqueles de pequeno e médio porte. No aterro, a competição microbiana, a disponibilidade de nutrientes, os produtos de metabolismo, a produção de substâncias antagonicas, a atividade antibiótica da microbiota, o tempo prolongado de confinamento e outras condições adversas na massa de resíduos são fatores importantes de inviabilização dos organismos patogênicos, constituindo-se, assim, numa forma de tratamento adequado para RSS e RSD.

Agradecimentos

À Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Município do Rio de Janeiro (Comlurb), à CEFAR Diagnóstica Ltda. e às Dras. Ângela Christina Dias de Castro e Lúcia Martins Teixeira, do Instituto de Microbiologia Paulo de Góes da UFRJ.

Referências

- APHA, AWWA, WPCF. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 20th ed. New York: American Public Health Association, 2005.
- BAREFOOT, S.; KLAENHAMMER, T.R. Detection and activity of lactacin B, bacteriocin produced by *Lactocobacillus acidophilus*. *Applied Environmental Microbiology*, v. 45, p. 1808-1815, 1993.
- BIDONE, F.R.A.; SOUZA, L.F.; MACHADO, R.M. *Micro-organismos 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: XXVII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Anais... 2000. Porto Alegre – RS.
- BLANCH, A.R. *et al.* Comparision of enterococcal populations related to urban and hospital wastewater in various climatic and geographic European regions. *Journal of Applied Microbiology*, v. 94, n. 6, p. 904-1002, 2000.
- CETESB. NORMA TÉCNICA – L5.218 - *Salmonella* – isolamento e identificação -, São Paulo, 1993. 42p.
- COLLINS, C.H.; KENEDY, D.A. The Microbiological Hazards of Municipal and Clinical Wastes. *Journal of Applied Bacteriology*, v.73, n.1, p. 1-6, 1992.
- COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA (COMLURB) *Caracterização microbiológica de resíduos sólidos domiciliares de bairros e favelas da cidade do Rio de Janeiro*. Centro de Pesquisas Aplicadas. Centro de Informações Técnicas, 2004. 26p.
- COSTA E SILVA, C.A.M. *Caracterização microbiológica de lixiviados de resíduos sólidos de serviço de saúde e resíduos sólidos domiciliares*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. 138p.
- CUSSIOL, N.A.M.; LANGE, L.C.; FERREIRA, J.A. Os Resíduos de Serviços de Saúde e o seu Gerenciamento. In: COUTO, R.C.; PEDROSA, T.M.G.; AMARAL, D.B. *Infecção Hospitalar e Outras Complicações Não Infecciosas da Doença*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. v. 1, p. 281-313.
- DUGAN, S.F.X. Regulated medical waste; is any of it infectious? *New York State Journal of Medicine*, v. 92, n. 8, p.349-352, 1992.
- FERREIRA, J.A. Resíduos Domiciliares e de Serviços de Saúde – Semelhanças e Diferenças: Necessidade de Gestão Diferenciada? In: EIGENHEER, E. *Lixo Hospitalar: Ficção Legal ou Realidade Sanitária?* Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro, 2002. p. 37-55. 116p.
- _____. *Lixo Hospitalar e domiciliar: semelhanças e diferenças. Estudo de Caso no Município do Rio de Janeiro*. 1997. Tese (Doutorado em Ciências) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ. 218p.
- GRAIKOS, A. *et al.* Composition and production rate of medical waste from a small producer in Greece. *Waste Management*, v. 30, n.8-9, p.1683-1689, 2010.

- MONTEIRO, V.E.D. et al. Behavior study of MSW in a experimental cell and its correlations with microbiological, physical and chemical aspects. *Revista de Engenharia Sanitária Ambiental*. v. 2, n.3, p.223-230, 2006.
- MURRAY, R.P. et al. *Manual of Clinical Microbiology*. USA: American Society for Microbiology, 7th ed. 1999.
- NASCIMENTO, T.C. et al. Ocorrência de bactérias clinicamente relevantes nos resíduos de serviço de saúde em um aterro sanitário brasileiro e perfil de susceptibilidade a antimicrobianos. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 42, n. 4, p. 415-419, 2009.
- NEVES, J. Lixo Hospitalar. In: SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *Risco Epidemiológico ou Terrorismo Sanitário?*. 1992. p. 18-19.
- RUTALA, W.A.; MAYHALL, C.G. Medical Waste. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, v.13, n.1, p. 38-48, 1992.
- SILVA, C.E. et al. *Resíduos de Serviços de Saúde Gerados nos Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacai – RS*. In: Anais do VI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos, 024. Gramado, RS, 2002.
- TAGHIPOUR, H.; MOSAFERI, M. Characterization of medical waste from hospitals in Tabriz, Iran. *Science of the Total Environment*, v. 407, n. 5, p.1527-1535, 2009.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP) *Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of Biomedical and Healthcare Wastes*. 2003. 79 p. disponível em <http://www.basel.int/pub/techguid/tech-biomedical.pdf>. Acessado em 21/03/11
- XIMENES, J.; CRISTILO, L.; HIGUTI, H.N. Avaliação dos resultados quali-quantitativos de discos para antibiograma marca SENSIFAR. *Laes & Haes*, v. 6, n. 146, p. 136-256, 2004.
- ZANON, U. Teorias das Doenças e a Suposta Periculosidade do Lixo Hospitalar. In: *Lixo Hospitalar: Ficção Legal ou Realidade Sanitária?* Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro, RJ, 2002. p. 13-35.
- ZANON, U.; EIGENHEER, E. O que fazer com os resíduos hospitalares. Proposta para classificação, embalagem, coleta e destinação final. *Arquivo Brasileiro de Medicina*, v.65, n.3, p.5-12, 1991.