



VII-052 - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE ORIGEM DOMICILIAR

Noil Amorim de Menezes Cussiol⁽¹⁾

Química. Mestre em Saneamento e Meio Ambiente pela UFMG. Tecnologista Sênior do Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CNEN/CDTN). Doutoranda em Saneamento e Meio Ambiente na UFMG.

Liséte Celina Lange

Química, Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Londres, Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Londres e Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG.

Valter Roberto Linardi

Biólogo, Mestre em Ciências Biológicas (Microbiologia) pela UFMG, Doutor em Ciência de Alimentos pela UNICAMP, Professor Titular do Departamento de Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Endereço (1): Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear. Serviço de Gerência de Rejeitos. Caixa Postal 941. Campus da Cidade Universitária/UFMG - Pampulha - Belo Horizonte/MG. CEP: 30.123-970 – Brasil. Telefone: (31)3499-3228 – Fax: (31)3499-3390. E-mail: cussiol@cdtn.br

RESUMO

Entre os resíduos gerados por uma comunidade, há os papéis e absorventes higiênicos, fraldas descartáveis de uso infantil e geriátrico, além de fezes de animais domésticos, que são contaminados por microrganismos patogênicos que ocorrem normalmente no trato intestinal do homem e de animais de sangue quente.

Devido à exposição inerente ao desempenho do trabalho, as pessoas que manuseiam (catadores de rua e lixões) ou que fazem a coleta regular ou dos resíduos sólidos urbanos podem adquirir ou transmitir (portadores assintomáticos e/ou veículo do microrganismo patogênico) uma doença infecciosa advinda dos resíduos.

Mesmo assim, os resíduos de uma comunidade são denominados “comuns” e seu potencial de risco para a saúde humana e ambiental normalmente é negligenciado. Cabe lembrar que, no Brasil, a maioria dos municípios utiliza-se de lixões para despejarem seus resíduos, além de que parte deles não é coletada, permanecendo junto a habitações, ou é descartada em logradouros públicos, terrenos baldios, encostas e cursos d'água.

Ciente desta situação, os resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar de alguns distritos de coleta no município de Belo Horizonte foram analisados quanto a presença de *Clostridium perfringens*, grupo enterococos e coliformes termotolerantes, como microrganismos de interesse sanitário, a fim de se obter indicações sobre contaminação dos resíduos da comunidade.

Os resultados da pesquisa indicam contaminação dos resíduos para os microrganismos pesquisados. Portanto, há risco de contaminação e/ou desenvolvimento de doença infecciosa para os catadores de rua e garis que fazem a coleta regular no município. Para minimizar os riscos devido à exposição biológica, é necessário que esses trabalhadores utilizem equipamentos adequados de proteção física e mantenham uma boa condição de higiene pessoal.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos urbanos; resíduos domiciliares; saneamento ambiental.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico moderno, somado ao crescimento desordenado das cidades, fazem com que a geração de resíduos sólidos urbanos em uma comunidade aumente em volume e variedade sem, no entanto, haver preocupação com a disposição final segura dos resíduos, tanto em relação ao meio ambiente como pela saúde pública. Para se ter uma idéia, no Brasil, a maioria dos 5.507 municípios utiliza-se de lixões para



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

despejar seus resíduos (IBGE, 2002). As conseqüências desta realidade são conhecidas: rios e lagos assoreados



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

e poluídos, aumento dos custos de tratamento da água para consumo, praias não balneáveis, alto índice de internações hospitalares devido a doenças de veiculação hídrica como febre amarela, hepatite e dengue (Rose, 2003).

Conforme Vieira (2003), os maiores riscos que os microrganismos representam estão relacionados com a ingestão de água contaminada por excretas humana e de animais. Segundo Rutala (1992), a simples presença de patógenos no meio não significa que eles possam transmitir enfermidade a alguém sem que haja a concentração adequada do microrganismo, um hospedeiro susceptível, uma via de transmissão e um meio de entrada, que são as premissas da cadeia epidemiológica de infecção.

As pessoas que manipulam os resíduos de uma comunidade estão sujeitas a acidentes por perfuração e corte devido a presença, nestes resíduos, de materiais perfurantes e cortantes como, por exemplo, tampas de latas, utensílios de vidro ou de porcelana quebrados e agulhas de dependentes de insulina e de usuários de drogas. A pele lesada constitui-se em uma “porta” para que os microrganismos patogênicos penetrem no hospedeiro, lembrando que, se as condições da cadeia epidemiológica forem atendidas, o resultado é uma doença infecciosa. Cabe ressaltar que a falta de higiene pessoal também é um fator que favorece a contaminação de quem manipula os resíduos de uma comunidade.

Diante do exposto, resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar do município de Belo Horizonte foram coletados e analisados quanto à presença de microrganismos que podem afetar a saúde das pessoas, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Este trabalho é parte de uma pesquisa de doutorado do Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG.

MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme Tchobanoglous (1993), a carga total de um caminhão recolhida ao longo de seu itinerário durante um dia típico de coleta, é uma amostra representativa dos resíduos sólidos produzidos nestes domicílios. A regional Venda Nova foi escolhida para a coleta dos resíduos, pela vantagem da proximidade dela com o local da pesquisa (CDTN). A amostragem foi feita nos distritos V15B (área de classe média/baixa), V13A (área de classe média/média) e V5A (área de baixa renda), predominantemente residenciais. Na figura abaixo estão assinaladas as áreas onde as amostras foram coletadas e desenvolvida a pesquisa, respectivamente.



Figura 1: Mapeamento das regionais de coleta em Belo Horizonte.



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

A Secretaria Municipal de Limpeza Pública - SMLU disponibilizou o veículo coletor com caçamba aberta e capacidade de 3 toneladas, além dos recursos humanos (motorista e guarnição) necessários para a coleta e o transporte dos resíduos.

As coletas foram realizadas pela manhã, iniciadas no trecho típico antes da coleta habitualmente feita pelo caminhão compactador da SMLU, e terminaram ao completar a capacidade do caminhão. Os resíduos de construção civil e objetos de grandes proporções tais como caixotes, pneus, mobílias, caixas grandes de papelão e eletrodomésticos em geral foram excluídos da coleta. Ao todo foram feitas três coletas, com espaço de quinze dias entre elas.

Amostragem

A cada campanha, todo resíduo coletado era destinado ao Centro de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte, onde foram submetidos à triagem, a fim de dar preferência aos resíduos de menor porte e os biodegradáveis.

Uma vez segregados os resíduos foram acondicionados em sacos plásticos para serem transportados ao local da pesquisa. Uma amostra aleatória de cerca de 1 quilo de resíduo era retirada de cada saco plástico completo e acondicionada dentro de outro saco plástico. Ao final do dia, o resíduo amostrado era quarteado até obtenção de uma porção de mais ou menos 5 quilos, homogeneizado e picado em pedaços de no máximo 2 cm. Três alíquotas de cerca de 200 g dos resíduos picados e novamente homogeneizado eram, então, acondicionadas em sacos plásticos esterilizados e destinadas, em caixas de isopor, aos laboratórios, para análise microbiológica.

Parâmetros microbiológicos

Foram selecionadas, para análise dos resíduos, alguns indicadores microbiológicos de contaminação, preconizados na legislação brasileira, a saber:

- **Coliformes termotolerantes** (coliformes a 45°C ou coliformes fecais) - indicador de poluição por fezes. Resultado expresso em NMP/g ST.
- **Grupo enterococos** - indicador de poluição fecal que complementa parâmetros de qualidade ambiental. Das espécies do gênero *Enterococcus*, a mais conhecida é o *Enterococcus faecalis*. Resultado expresso em NMP/g ST.
- ***Clostridium perfringens*** (clostrídios sulfito redutores a 46°C) - indicador de contaminação fecal mais remota que aquelas indicadas pela presença de *E. coli*. Resultado expresso em UFC/g ST.

De uma maneira geral, os microrganismos foram caracterizados pelo isolamento em meios de cultura seletivos e/ou diferenciais, repique e isolamento das colônias e provas bioquímicas.

Todas as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com os procedimentos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (20ª edição, 1999) e do Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (3ª edição).

Interpretação dos resultados

Para a interpretação dos resultados, os valores encontrados nas análises realizadas foram comparados com os Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos, conforme estabelecido na RDC nº 12/2001, da ANVISA, partindo-se do pré-suposto que muitos catadores de rua e de lixões retiram algum alimento dos resíduos, para consumo. Considerou-se esta comparação adequada, uma vez que não existe legislação que determine padrões microbiológicos específicos para o descarte de resíduos sólidos. Consideraram-se condições sanitárias insatisfatórias, aquelas cujos resultados foram acima dos limites constantes para amostra indicativa.

Os valores estabelecidos para os microrganismos pesquisados são apresentados na tabela 1. Procurou-se contemplar os alimentos encontrados nos sacos de lixo. Algumas classes foram agrupadas por apresentarem o mesmo padrão microbiológico e nem todos os microrganismos pesquisados têm limites estabelecidos pela ANVISA.



Tabela 1: Padrões microbiológicos sanitários para alimentos segundo a RDC nº 12/2001, da ANVISA, para os microrganismos pesquisados.

Grupo de alimentos		Microrganismo		
		Coliformes termotolerantes (NMP/g) ¹	Grupo enterococos (NMP/g) ¹	<i>Clostridium perfringens</i> (UFC/g) ²
Frutas, produtos de frutas e similares	Morangos frescos e similares, "in natura", inteiras, selecionadas ou não	2x10 ³	-	-
Hortaliças, legumes e similares	Frescas, "in natura", preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto	10 ²	-	-
Raízes, tubérculos e similares	Frescas, "in natura", preparadas para consumo direto	10 ³	-	-
Carnes e produtos cárneos	Carnes resfriadas, ou congeladas, "in natura", de aves (carcaças inteiras, fracionadas ou cortes); Miúdos de aves; Carnes cruas preparadas, bovinas, suínas e de outros mamíferos, refrigeradas ou congeladas, temperadas	10 ⁴	-	-
	Produtos cárneos crus, refrigerados ou congelados (hamburgueses, almôndegas, quibe e similares); produtos a base de sangue e derivados "in natura"; embutidos frescos (lingüiças cruas e similares)	5x10 ³	-	3x10 ³
	Produtos cárneos cozidos ou não, embutidos ou não (mortadela, salsicha, presunto, fiambre, morcela e outros); produtos a base de sangue e derivados, processados	10 ³	-	5x10 ²
	Produtos cárneos cozidos ou não, maturados ou não, fracionados ou fatiados, mantidos sob refrigeração	10 ⁵	-	5x10 ²
Queijos e outros	Umidade média: 36% - prato e mussarela, curado, similares e ralado	10 ³	-	
	Bolos, doces ou salgados, com ou sem recheio e cobertura, estáveis a temperatura ambiente; pastéis, empadas, sanduíches quentes e outros salgados; Sanduíches frios e similares	10 ²	-	10 ³
	Pães doce e salgado, com recheio e/ou com cobertura e similares	10 ²	-	5x10 ³
Pratos prontos para o consumo	A base de carnes, pescados, ovos e similares cozidos	2x10	-	Aus

Fonte: RDC nº 12/2001, da ANVISA. Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos. Adaptado por Noil A. M. Cussiol

1. NMP/g: Número Mais Provável por grama de resíduo

2. UFC/g: Unidades Formadoras de Colônia por grama de resíduo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos coletados nos três distritos apresentaram contaminação quanto aos microrganismos analisados, acima da faixa de tolerância da contagem microbiana para os alimentos considerados.

A quantificação a população de coliformes termotolerantes variou na ordem de 10⁵ a 10⁶, enquanto os limites padrão são de 10¹ a 10⁵, conforme o alimento considerado. Os microrganismos que compõem este grupo são membros da microbiota normal, porém, em condições especiais, podem causar infecções importantes. Compreendem o gênero *Escherichia coli* e, em menor grau, gêneros de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Desses, apenas o *E. coli* tem presença garantida nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, com percentuais em torno de 96% a 99% (Trabulsi, 2002). A cepa *E. coli* O157:H7 é reconhecida como patógeno de origem alimentar desde 1982, respondendo por milhares de casos de diarreia e síndrome hemolítica hemolítica (HUS) nos Estados Unidos, Europa e Japão (Silva e colaboradores, 2001).



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

A densidade populacional de *Clostridium perfringens* variou de 10^2 a 10^4 sendo que os limites padrão variam de Ausente à no máximo 10^3 , também de acordo com o tipo de alimento. Este microrganismo pode causar, algumas vezes, infecções endógenas espontâneas na vigência de um processo patológico subjacente porém, é a infecção exógena a principal carreadora de anaeróbios esporulados. Pode causar diarreia severa e dores abdominais (Guimarães, 1999), além de ser o agente da gangrena gasosa, onde o bacilo geralmente ocorre em associação com outras espécies do mesmo gênero (Trabulsi, 2002).

Não houve como comparar o resultado do grupo enterococos, por não haver limites padronizados na RDC nº 12/2001, da ANVISA. Embora o grupo seja composto por membros da microbiota normal, em condições especiais, podem causar infecções importantes. Estão entre os principais agentes de infecção hospitalar, além de estarem associadas a grande número de infecções da comunidade que exigem hospitalização (Trabulsi, 2002).

Os resultados das análises microbiológicas são mostrados na tabela 2.

Tabela 2: Caracterização microbiológica de resíduos sólidos domiciliares de três distritos de coleta da regional Venda Nova, município de Belo Horizonte.

Data da coleta	Distrito de coleta	Coliformes termotolerantes (NMP/g) ¹	Grupo enterococos (NMP/g)	<i>Clostridium perfringens</i> (UFC/g) ²
21/08/03	V15B	2,40E+05	6,90E+03	2,40E+04
03/09/03	V13A	5,00E+06	1,10E+05	2,60E+04
16/09/03	V2B	1,70E+06	2,30E+01	9,00E+02

1. NMP/g: Número Mais Provável por grama de resíduo

2. UFC/g: Unidades Formadoras de Colônia por grama de resíduo

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que as amostras analisadas de resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar estavam contaminadas por *Clostridium perfringens*, grupo enterococos e coliformes termotolerantes, indicadores de poluição ambiental de origem fecal.

A densidade populacional encontrada para os microrganismos analisados representa risco à saúde de quem manuseia os resíduos sem as precauções necessárias, em condições precárias de higiene ou que consuma alimentos retirados desse meio. Qualquer uma destas situações ou o conjunto delas pode resultar em doença infecciosa à pessoa que tiver todos os requisitos da cadeia epidemiológica atendidos.

Ressalta-se que é sobre a população exposta diretamente aos riscos de infecção (trabalhadores e catadores de rua e lixões) que recai a maior parte dos efeitos negativos decorrentes da coleta e disposição final inadequadas dos resíduos da comunidade.

Resultados adicionais devem ser buscados por meio de pesquisa específica, uma vez que trabalhou-se com amostra indicativa, por não ter sido este trabalho o objetivo principal da pesquisa que está em desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

À FUNASA, pelo apoio financeiro para a execução do projeto, e à Secretaria Municipal de Limpeza Urbana de Belo Horizonte por disponibilizar o veículo coletor e guarnição para a coleta dos resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANVISA. Resolução RDC n.12/2001. Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Ministério da Saúde (D.O.U. de 10/01/2001, Seção 1).



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

2. APHA. *Compendium for the microbiological methods of food*. 4.ed. Washington, 2001.
3. COUTO, R.C.; PEDROSA, T.M.G.; NOGUEIRA, J.M. *Infecção hospitalar: epidemiologia e controle*. 2.ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999. p. 159-205.
4. CUSSIOL, N.A.M. *Sistema de gerenciamento interno de resíduos de serviços de saúde: estudo para o Centro Geral de Pediatria de Belo Horizonte*. 2000. 135p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). DESA/DRH, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
5. GUIMARÃES, R.L. *Microbiologia: mecanismos de doença e o papel do laboratório*. In: COUTO, R.C.; PEDROSA, T.M.G.; NOGUEIRA, J.M. *Infecção hospitalar: epidemiologia e controle*. 2.ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999. p. 159-205.
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000. Acesso em: 23 de Julho de 2003. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/livro>.
7. ROSE, R. Participação estrangeira. *Gerenciamento Ambiental*, ano 5, n.24, p.25, mar./abr. 2003.
8. RUTALA, W.A.; MAYHALL, C.G. Medical waste. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, v.13, n.1, p.38-48. 1992.
9. SILVA, N.; SILVEIRA, N.F.A.; CONTRERAS, C.; BERAQUET, N.J.; YOKYA, F.; NASCIMENTO, C.A.; OLIVEIRA, V.M.; TSE, C.L. *Ocorrência de Escherichia coli O157:H7 em produtos cárneos e sensibilidade dos métodos de detecção*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.21, n.2. Campinas, 2001.
10. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20ª edição, 1999.
11. TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S.A. *Integrated solid waste management – engineering principles and management issues*. McGraw-Hill, 1993. 978p.
12. TRABULSI, L.R. *Bactérias de interesse médico*. In: Microbiologia. 3.ed. São Paulo: Atheneu, 2002, p.119-121.
13. VIEIRA, M.B.C.M. Controle microbiológico da água. In: COUTO, R.C.; PEDROSA, T.M.G.; NOGUEIRA, J.M. (Eds.) *Infecção hospitalar e outras complicações não-infecciosas da doença: epidemiologia, controle e tratamento*. 3.ed. Rio de Janeiro, R.J.: MEDSI, 2003. 904p. cap.19, p.413-428.