

ESTUDO COMPARATIVO DA CONTAMINAÇÃO POR MICRO-ORGANISMOS PATOGÊNICOS EM RESÍDUOS DOMICILIARES E DE SAÚDE EM UBERLÂNDIA (MG)

COMPARATIVE STUDY OF PATHOGENIC MICROORGANISMS
CONTAMINATION IN DOMESTIC SOLID WASTE AND HEALTH IN UBERLANDIA CITY (MG)

Edilza Filice Chayb

Assistente Social. Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO) – Fernandópolis (SP), Brasil.

Dora Inês Kozusny-Andreani

Professora do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais da UNICASTELO. Mestre em Melhoramento Genético e Doutora em Agronomia pela UNICASTELO – Fernandópolis (SP), Brasil.

Endereço para correspondência:

Edilza Filice Chayb – Rua Silvano Brandão, 101, apto. 101 – Centro – 38400-176 – Uberlândia (MG), Brasil – E-mail: edilzafelice@hotmail.com

RESUMO

A proposta do trabalho foi realizar um estudo comparativo da contaminação por micro-organismos patogênicos, que causam potenciais riscos para saúde humana, animal e meio ambiente, associados aos resíduos sólidos domiciliares (RSD) aos resíduos sólidos de saúde (RSS). Os RSD e os RSS foram colhidos em Uberlândia (MG). O estudo foi realizado por meio da abordagem quantitativa, utilizou-se o teste comparativo não paramétrico de Kruskal-Wallis e a comparação múltipla de Dunn *post hoc* e os resultados foram avaliados por técnica multivariada. As comparações foram com a quantidade de um mesmo micro-organismo entre os tipos de RS, comparando a quantidade de todos e os mais frequentes em cada tipo de resíduo. As maiores contagens foram verificadas nos RSD, pois neles a contaminação foi maior e mais diversificada, com periculosidade infectocontagiosa, riscos à saúde pública e ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Palavras-chave: meio ambiente; micro-organismo; resíduo sólido domiciliar; saúde pública.

ABSTRACT

This study aimed to compare the contamination by pathogenic microorganisms, which cause potential risks to human, animal health and the environment, associated with domestic solid waste (DSW), and solid waste of health services (SWHS). DSW and SWHS were collected in the municipality of Uberlândia (MG). A quantitative approach was used in this study, using a non-parametric comparative test by Kruskal-Wallis and a multiple comparison by Dunn *post hoc* and the results were evaluated by a multivariate technique. The quantity of the same microorganism between the types of SW were compared, in addition to their total amounts and the most frequent in each kind of waste. The highest counts were observed in DSW, for the contamination was larger and more diverse in this type, evidencing the danger of infection and contagion, with risks to the public health, the environment, when the waste is managed in an inappropriate manner.

Keywords: environment; microorganism; solid waste domestic; public health.

INTRODUÇÃO

Resíduo ou lixo pode ser qualquer material considerado inútil, supérfluo ou sem valor, gerado pela atividade humana, indesejado e descartado no meio ambiente (GOUVEIA & PRADO, 2010). De acordo com a norma brasileira NBR 10.004 (ABNT, 2004a, p. 1), “Resíduos Sólidos, são os resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

Os resíduos sólidos refletem os hábitos e costumes de uma sociedade. A geração e a composição dos resíduos sólidos variam de acordo com o poder aquisitivo e o nível educacional da população, o número de habitantes da localidade, as condições climáticas, entre outros fatores (TCHOBANOGLIOUS & KREITH, 2002).

Os resíduos sólidos urbanos (RSU), nos termos da Lei Federal nº 12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), englobam os resíduos domiciliares, isto é, aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas, e os resíduos de limpeza urbana, quais sejam, os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, bem como de outros serviços de limpeza urbana.

Com a nova Lei 12.305, a PNRS conduziu as prefeituras brasileiras a uma reestruturação nas atividades de suas secretarias, trazendo a observância de novas responsabilidades na gestão pública, chamando a atenção para a importância do “lixo” no aspecto social, da saúde e ambiental, assim como para a nova terminologia que substituiu o termo “lixo” por resíduo sólido (BRASIL, 2010; MMA, 2012).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013), o país registra a presença de lixões em todos os Estados e cerca de 60% dos municípios brasileiros ainda encaminham seus resíduos para locais inadequados.

Apesar do elevado percentual de municípios que possuem vazadouros a céu aberto, no Brasil e em diversos

países, os aterros representam a principal destinação dos RSU (MONTEIRO *et al.*, 2006; ZHANG *et al.*, 2011; SANG *et al.*, 2012; ZHAO *et al.*, 2013; OTHMAN *et al.*, 2013).

A situação atual é caracterizada pela crescente produção de resíduos sólidos, salientando-se a grande diminuição do seu peso específico, originando um evidente aumento do volume a tratar. Na última década, houve uma duplicação da produção de resíduos por habitante, em termos de peso, e o volume quase quadruplicou (ABRELPE, 2013).

Entre os anos 2003 e 2010, houve um aumento do percentual de resíduos sólidos destinados a aterros sanitários: de 40,5 para 57,6%, respectivamente (ABRELPE, 2004, 2011). Em 2013, a geração total de RSU no Brasil foi de 209.280 t (ABRELPE, 2013).

A disposição inadequada de resíduos no solo em lixões é uma grande fonte de impactos ao meio ambiente, aos meios aquático, atmosférico e terrestre, à saúde pública e ao meio social, sob a forma de poluição visual e sonora (CASTILHOS JUNIOR, 2006).

As alternativas propostas em substituição aos aterros sanitários vêm sendo estudadas e discutidas há muitos anos, mas até hoje não se encontrou opção que apresentasse melhor relação custo-benefício (MANFREDI; TONINI; CHRISTENSEN, 2010; SAWAMURA *et al.*, 2010; MANFREDI; TONINI; CHRISTENSEN, 2011; SANG *et al.*, 2012).

No Brasil, os resultados das análises microbiológicas em amostras de RSS e RSD na pesquisa de Ferreira (1997) apontam para uma razoável semelhança entre eles, a ponto de permitir colocá-los, do ponto de vista gerencial, em uma mesma categoria de risco.

Diante dessa análise, a presente pesquisa foi avaliar, por meio de um estudo comparativo, a diferença entre os tipos de contaminação por micro-organismos patogênicos existentes em resíduos sólidos domiciliares, separados por classe social AB (RSD AB) e CD (RSD CD), e os resíduos advindos de serviços de saúde, separados por comum (RSS C) e infectante (RSS I).

OBJETIVO GERAL

Avaliar, por meio de um estudo comparativo, a contaminação por micro-organismos patogênicos existentes em RSD e RSS e apresentar se houve diferenças ou não quanto à contami-

nação, e discutir os impactos ambientais causados pelo gerenciamento inadequado dos Resíduos Sólidos, bem como os danos sanitários causados à saúde humana e animal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar estatisticamente a diferença entre os tipos de contaminação nos RSS e RSD.
- Comparar a quantidade de um mesmo micro-organismo entre os quatro tipos de resíduos (RSS C; RSS I; RSD AB; RSD CD).
- Discutir sobre a contaminação que os RSD podem ocasionar ao meio ambiente quando não acondicionados, coletados, transportados, tratados e dispostos adequadamente.
- Apresentar os riscos sanitários à saúde humana e animal quando os resíduos são dispostos em lixões.
- Propor medidas adequadas quanto ao gerenciamento dos RSD.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área do estudo

O município de Uberlândia está situado a 18°56'38" de latitude sul do Equador e a 48°18'39" de longitude oeste, a partir de GNT, no Triângulo Mineiro (MG), Brasil. Possui uma área territorial de 4.115,09

km²; destes, 3.896,09 km² correspondem à área rural, e 219 km², à área urbana, e tem uma população de aproximadamente 654.681 habitantes (IBGE, 2011, 2014).

Caracterização da instituição: Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia

O Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HCU-UFU) está dentre os 46 hospitais universitários do Ministério da Educação (MEC), sendo referência para a micro e a macrorregião do Estado de Minas Gerais. Trata-se de uma organização de grande porte que oferece atendimento de alta complexidade nas suas diversas especialidades. Conta com 520 leitos, sendo 30 de unidade de terapia intensiva (UTI) Adulto, 15 de UTI Neonatal, 8 de UTI Pediátrica, 91 no Pronto-Socorro (OS) e os demais distribuídos entre unidades

de internação, com 24 salas cirúrgicas, sendo que, destas, 5 são do Centro Obstétrico. No ano de 2013, foram realizados: 20.127 internações, 192.224 atendimentos no PS, 33.075 cirurgias, 37.085 aplicações quimioterápicas, 80.954 aplicações radioterápicas, 6.818 sessões de hemodiálise, 1.486.678 exames, 658.814 refeições fornecidas e 537.555 atendimentos ambulatoriais. Possui mais de 3.600 colaboradores, além dos acadêmicos e residentes. Tem mais de 51.000 m² de área construída (GHI-HCU, 2013).

Caracterização do resíduo sólido

No período de março a maio de 2014, as amostras dos resíduos sólidos de saúde (RSS) foram coletadas no HC-UFU, e as amostras dos RSD, recolhidas nos caminhões da empresa Limpebrás, contratada pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos da Prefeitura Municipal de Uberlândia.

Os RSS utilizados neste trabalho foram pertencentes ao Grupo A (potencialmente infectantes — risco biológico), compostos por resíduos de produtos biológicos; meios de cultura; bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes; sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos; peças anatômicas (membros) do ser humano; kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores; sobras de amostras

de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções e órgãos, tecidos, fluidos orgânicos.

Os RSD foram provenientes do Grupo D (resíduos comuns). Foram coletados em quatro diferentes bairros de Uberlândia (MG): Morada da Colina e Karaíba, bairros de classe média alta (AB), e Santa Mônica e São Jorge, bairros de classe média baixa (CD). Os resíduos eram compostos por: restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas, verduras, restos de carnes e ossos, papel higiênico, absorvente higiênico, fralda descartável, preservativo e embalagens plásticas e papéis. Todas as amostragens foram realizadas de forma casualizada, constituindo-se em amostras mistas.

Os resíduos dos Grupos B (químicos), C (rejeitos radioativos) e E (perfurocortantes) não entraram na pesquisa.

Resíduos

Foram recolhidos 5 kg de RSS C e RSS I e 5 kg de RSD, recolhidos aleatoriamente em quatro bairros, sendo estes classificados como: de classe média alta (AB) e classe média baixa (CD), foram realizadas amostragens uma vez ao mês, sempre nas segundas-feiras, por um período de 3 meses consecutivos, totalizando em 12 sacos de resíduos recolhidos no período. A coleta dos RSD foi feita em caminhão do tipo caçamba aberta, da Limpebrás, da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos da Prefeitura Municipal de Uberlândia, pela manhã, partindo-se do início do trecho normal de coleta, antes de o caminhão compactar o lixo.

Análise microbiológica

Os 10 g de cada categoria foram diluídos em 90 mL de solução salina estéril de NaCl (0,5%) por 10 min. (esse procedimento foi realizado em duplicata) e de cada amostra retirou-se 1 mL de cada frasco e diluiu-se em 9 mL de solução salina estéril de NaCl (0,5%) em triplicada; após, foram retirados 100 uL dos frascos, que foram distribuídos em diferentes meios de cultura. A partir dessa etapa foram realizadas as análises microbiológicas e encontrados os mesófilos totais,

Análise estatística

Para avaliar a diferença entre o tipo de contaminação existente em RSD, separados por classes AB (RSD AB) e CD (RSD CD), e RSS, separados por comum (RSS C) e infectante (RSSI), foram utilizadas estatísticas descritivas. Foram utilizadas estatísticas descritivas com abordagem do teste comparativo não paramétrico de Kruskal-Wallis, com teste de comparação múltipla de Dunn *post hoc* para as diferenças significativas, com nível de significância de 0,05. As comparações foram realizadas de três modos: 1) comparando a quantidade de um mesmo micro-organismo entre os quatro

Os resíduos foram acondicionados e resfriados em caixas isotérmicas e, em seguida, transportados ao Laboratório de Microbiologia da Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), em Fernandópolis, no Estado de São Paulo, para análise microbiológica. Os resíduos foram selecionados e submetidos aos seguintes procedimentos: por meio de escolha aleatória, os sacos de lixo foram retirados das caixas isotérmicas e com uma pinça esterilizada foi separada uma fração de resíduo, procedendo-se à pesagem de 10 g de cada categoria: RSD AB; RSD CD; RSS I; RSS C.

coliformes totais e fecais, enterobactérias, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, fungos filamentosos e leveduriformes, entre outros. As culturas foram realizadas em meios agarizados: *Levine*, *Cetrimide*, *Salmonella/Shigella*, Sulfato, incubadas a 37°C por 24/48 horas, quando se procedeu à contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) e à identificação dos micro-organismos pelos métodos bioquímicos e pela coloração de Gram.

tipos de resíduos sólidos; 2) comparando a quantidade de todos os micro-organismos em um mesmo resíduo sólido, verificando-se quais tipos de micro-organismos foram mais frequentes em cada tipo de resíduo avaliado; 3) avaliando os resultados por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), técnica estatística multivariada, em que foram identificadas as relações entre o tipo de resíduo sólido e o micro-organismo avaliado. Para as análises, foram utilizados os softwares *Minitab 17* (Minitab, Inc.) e *Statistica 10* (StatSoft, Inc.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi feito por uma abordagem quantitativa, com o objetivo de comparar o comportamento da contagem dos micro-organismos avaliados em cada um dos resíduos sólidos (domiciliar e de saúde) e a contagem de cada um dos micro-organismos em relação aos resíduos sólidos avaliados.

A Tabela 1 mostra as estatísticas descritivas da contagem dos micro-organismos avaliados em relação aos resíduos sólidos.

Os resultados mostraram a existência de diferenças significativas na contagem microbiana de todos os micro-organismos avaliados quando os tipos de resíduos foram comparados ($p < 0,001$), exceto para os mesófilos totais ($p = 0,217$), o qual não apresentou diferença na contagem quando os quatro tipos de resíduos sólidos foram comparados.

As maiores contagens de coliformes totais foram verificadas nos resíduos sólidos domiciliares, independen-

Tabela 1 - Média (mediana) da contagem de micro-organismos em relação aos resíduos sólidos.

Micro-organismo (n=9) ¹	Resíduos sólidos				Valor p [*]
	RSD AB ²	RSD CD ²	RSS C ²	RSS I ²	
Mesófilos totais	8,26.10 ⁶ (7,80.10 ⁶) ^A	6,81.10 ⁶ (7,50.10 ⁶) ^{AB}	7,76.10 ⁶ (7,80.10 ⁶) ^A	7,83.10 ⁶ (7,50.10 ⁶) ^A	0,217
Coliformes totais	5,07.10 ⁴ (5,30.10 ⁴) ^{aAB}	5,47.10 ⁴ (5,50.10 ⁴) ^{aAB}	5,20.10 ⁴ (5,20.10 ⁴) ^{aAB}	3,35.10 ⁴ (3,30.10 ⁴) ^{bA}	<0,001
Coliformes termotolerantes	1,34.10 ³ (1,20.10 ³) ^{bcAB}	1,84.10 ³ (1,90.10 ³) ^{abABC}	1,04.10 ³ (1,10.10 ³) ^{cABC}	1,55.10 ³ (1,50.10 ³) ^{bAB}	<0,001
<i>Escherichia coli</i>	3,27.10 ² (3,30.10 ²) ^{abAB}	2,98.10 ² (3,00.10 ²) ^{bABCD}	2,92.10 ² (2,90.10 ²) ^{bABCD}	4,35.10 ² (4,40.10 ²) ^{aABC}	<0,001
<i>Proteus spp.</i>	0,44.10 ¹ (0,50.10 ¹) ^{aCD}	0,26.10 ¹ (0,20.10 ¹) ^{abF}	0,21.10 ¹ (0,20.10 ¹) ^{bDE}	0,15.10 ¹ (0,20.10 ¹) ^{bBCD}	<0,001
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1,42.10 ² (1,40.10 ²) ^{abABC}	1,36.10 ³ (1,10.10 ³) ^{aBC}	5,90.10 ¹ (6,10.10 ¹) ^{bABCD}	1,00.10 ¹ (1,10.10 ¹) ^{cABCD}	<0,001
<i>Klebsiella spp.</i>	4,20.10 ¹ (3,00.10 ¹) ^{aBCD}	6,40.10 ¹ (6,00.10 ¹) ^{aBCDEF}	0,33.10 ⁰ (0,00) ^{bE}	1,00.10 ⁰ (1,00.10 ⁰) ^{bCD}	<0,001
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,60.10 ¹ (5,00.10 ¹) ^{bcBCD}	1,10.10 ² (1,10.10 ²) ^{abBCDE}	1,00.10 ¹ (0,90.10 ¹) ^{cABCDE}	8,49.10 ² (1,10.10 ³) ^{aABC}	<0,001
<i>Micrococcus spp.</i>	1,08.10 ² (1,00.10 ²) ^{aABC}	3,70.10 ¹ (3,20.10 ¹) ^{abCDEF}	0,46.10 ¹ (0,50.10 ¹) ^{bcBCDE}	0,15.10 ¹ (0,10.10 ¹) ^{cBCD}	<0,001
<i>Bacillus spp.</i>	0,26.10 ¹ (0,20.10 ¹) ^{bD}	1,02.10 ² (3,00.10 ¹) ^{aBCDEF}	0,71.10 ¹ (1,00.10 ¹) ^{bBCDE}	0,75.10 ¹ (0,80.10 ¹) ^{bABCD}	<0,001
<i>Cândida spp.</i>	4,22.10 ¹ (3,00.10 ¹) ^{abBCD}	6,44.10 ¹ (6,00.10 ¹) ^{aBCDEF}	0,53.10 ¹ (0,50.10 ¹) ^{cCDE}	1,10.10 ¹ (0,90.10 ¹) ^{bcABCD}	<0,001
<i>Aspergillus niger.</i>	0,55.10 ¹ (0,50.10 ¹) ^{aCD}	1,13.10 ¹ (1,10.10 ¹) ^{aEF}	0,74.10 ¹ (1,00.10 ¹) ^{aBCDE}	0,00 (0,00) ^{bD}	<0,001
<i>Penicillium spp.</i>	0,21.10 ¹ (0,20.10 ¹) ^{bcD}	2,33.10 ¹ (2,20.10 ¹) ^{aDEF}	0,26.10 ¹ (0,30.10 ¹) ^{abDE}	0,00 (0,00) ^{cdD}	<0,001
<i>Fusarium spp.</i>	3,33.10 ¹ (3,00.10 ¹) ^{aBCD}	9,67.10 ¹ (9,00.10 ¹) ^{aBCDEF}	0,00 (0,00) ^{bE}	0,00 (0,00) ^{bD}	<0,001
<i>Rhizopus spp.</i>	0,48.10 ¹ (0,50.10 ¹) ^{aCD}	1,61.10 ¹ (1,50.10 ¹) ^{aEF}	0,00 (0,00) ^{bE}	0,00 (0,00) ^{bD}	<0,001
Valor p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

*VALOR P REFERENTE AO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS COM 5% DE SIGNIFICÂNCIA; ¹LETRAS MINÚSCULAS DISTINTAS NA MESMA LINHA INDICAM MEDIANAS COM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS PELO TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE DUNN (P<0,05); ²LETRAS MAIÚSCULAS DISTINTAS NA MESMA COLUNA INDICAM MEDIANAS COM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS PELO TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE DUNN (P<0,05).

temente da classe avaliada, sendo que os termos tolerantes apresentaram contagem superior nos resíduos domiciliares das classes C e D (RSD CD). *E. coli* apresentou maior expressão nos resíduos de saúde infectantes (RSS I) e *Proteus spp.* nos resíduos domiciliares das classes A e B (RSD AB). *P. aeruginosa* apresentou-se com maior contagem nos resíduos domiciliares, assim como *Klebsiella spp.* *Staphylococcus aureus* apresentou maior contagem nos RSS I.

Micrococcus spp., *Candida spp.*, *Aspergillus niger*, *Fusarium spp.* e *Rhizopus spp.* apresentaram contagens significativamente superiores nos resíduos domiciliares, independentemente da classe social. *Bacillus spp.* apresentou contagem superior em RSD CD e *Penicillium spp.* destacou-se em RSD CD e RSS C.

A Tabela 2 mostra um resumo sobre a ocorrência das maiores e menores contagens microbianas dentre os resíduos avaliados, por micro-organismo avaliado.

De uma forma geral, os resíduos de saúde, tanto infectante como comum, apresentaram as menores

contagens para grande parte dos micro-organismos avaliados. Vale ressaltar que o RSS I apresentou maior contagem microbiana para *E. coli* e *S. aureus*, e o RSS C, apresentou maior contagem para *Penicillium spp.*, sendo os únicos casos de contagem significativamente superior em relação aos resíduos sólidos domiciliares.

A Figura 1 mostra o comportamento da contagem microbiana em relação aos resíduos avaliados retirando os mesófilos totais, os coliformes totais e os termotolerantes, visto que esses três micro-organismos apresentaram contagens relevantes em todos os resíduos sólidos avaliados.

A Figura 1 mostra que *E. coli* apresentou contagens elevadas em todos os resíduos avaliados, sendo superior no RSS I, enquanto *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* apresentaram maiores contagens no RSD CD e no RSS I, respectivamente.

A Tabela 1 mostra diferenças estatisticamente significativas entre as contagens microbianas quando um mesmo resíduo sólido foi avaliado ($p < 0,001$). Ou seja,

Tabela 2 - Maiores e menores contagens de cada micro-organismo em relação aos resíduos avaliados.

Micro-organismo	Maior contagem	Menor contagem
Coliformes totais	RSD AB/CD	RSS I
Coliformes termos tolerantes	RSD CD	RSS C
<i>Escherichia coli</i>	RSS I	RSD CD/RSS C
<i>Proteus spp.</i>	RSD AB	RSS C/I
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	RSD AB/CD	RSS I
<i>Klebsiella spp.</i>	RSD AB/CD	RSS C/I
<i>Staphylococcus aureus</i>	RSS I	RSS C
<i>Micrococcus spp.</i>	RSD AB/CD	RSS I
<i>Bacillus spp.</i>	RSD CD	RSD AB/RSS C/I
<i>Candida spp.</i>	RSD AB/CD	RSS C
<i>Aspergillus niger</i>	RSD AB/CD	RSS I
<i>Penicillium spp.</i>	RSD CD/RSS C	RSS I
<i>Fusarium spp.</i>	RSD AB/CD	RSS C/I
<i>Rhizopus spp.</i>	RSD AB/CD	RSS C/I

RSD: RESÍDUO SÓLIDO DOMICILIAR; RSS: RESÍDUO SÓLIDO DE SAÚDE.

em todos os resíduos sólidos, houve um micro-organismo ou um grupo de micro-organismos que se destacou com maior contagem.

Mesófilos totais, coliformes totais e termotolerantes apresentaram-se com contagens superiores em todos os resíduos sólidos avaliados, no entanto, *E. coli* apresentou contagem superior em resíduos de saúde (comum e infectante) e em resíduos domiciliares da classe A/B; *P. aeruginosa* apresentou contagens relevantes nos resíduos domiciliares da classe A/B e nos

Abordagem multivariada

Os dados foram avaliados utilizando a ACP. Essa abordagem multivariada teve como objetivo reduzir todos os micro-organismos avaliados em duas componentes que explicam o maior percentual de variação dos dados. Essas componentes agruparam certos micro-organismos por cálculos envolvendo uma matriz de correlação e que se relacionavam de forma direta ou inversa, de acordo com os resíduos sólidos avaliados.

resíduos de saúde comum e *S.aureus* apresentou contagem relevante para resíduos de saúde infectante. Dentre os micro-organismos com menores contagens microbianas, destacam-se *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.* e *Rhisopus spp.* em todos os resíduos sólidos avaliados. Adicionalmente, tem-se *Proteus spp.*, *Bacillus spp.* e *A. niger* para RSD AB, *Proteus spp.* e *A. niger* para RSD CD, *Candida spp.* para RSS C e *Klebsiella spp.* e *A. niger* para RSD AB, *Proteus spp.* e *A. niger* para RSD CD, *Candida spp.* para RSS C e *Klebsiella spp.* e *A. niger* para RSS I.

A Figura 2 mostra os vetores referentes a cada um dos micro-organismos com a localização dos resíduos sólidos no espaço bidimensional. As duas componentes principais (PC1 e PC2) explicaram 86,22% da variação dos dados, sendo que 57,48% da variação foi explicada pela componente 1, e 28,74%, pela componente 2.

A ACP mostrou que a componente 1 foi explicada pelos seguintes micro-organismos: coliformes termotoleran-

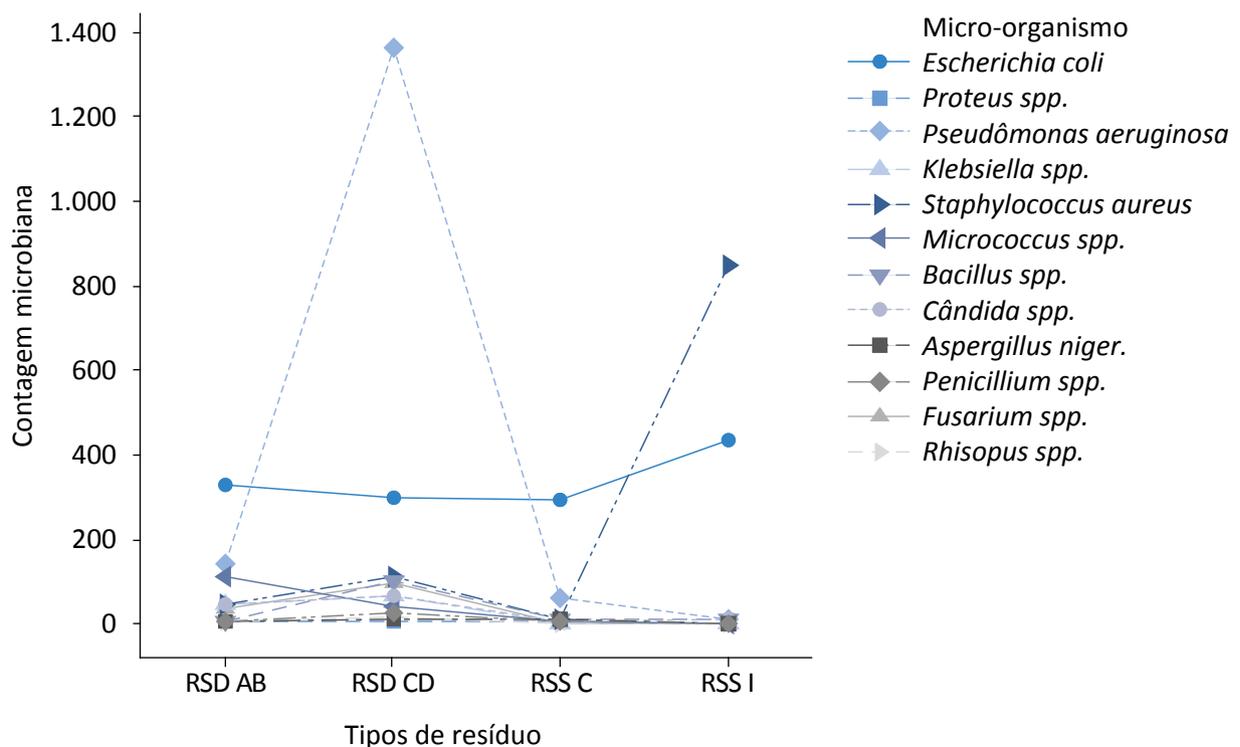


Figura 1 - Comportamento microbiano diante dos resíduos sólidos avaliados.

tes, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella spp.*, *Bacillus spp.*, *Candida spp.*, *Aspergillus niger*, *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.* e *Rhizopus spp.*. Todos esses micro-organismos se relacionaram de forma direta e são característicos do RSD das classes C de D (RSD CD), visto que esse tipo de resíduo se localiza na mesma região do gráfico onde se encontram os vetores referentes a esses micro-organismos mencionados (Figura 3).

A componente 2 foi explicada por dois grupos: o grupo 1, composto por mesófilos totais, coliformes totais e *Proteus spp.*, e o grupo 2, composto somente por *Staphylococcus aureus*, sendo que esses grupos se relacionaram de forma inversa, ou seja, resíduos que apresentaram contagens microbianas superiores do grupo 1 apresentaram contagens inferiores para o micro-organismo do grupo 2 e vice-versa.

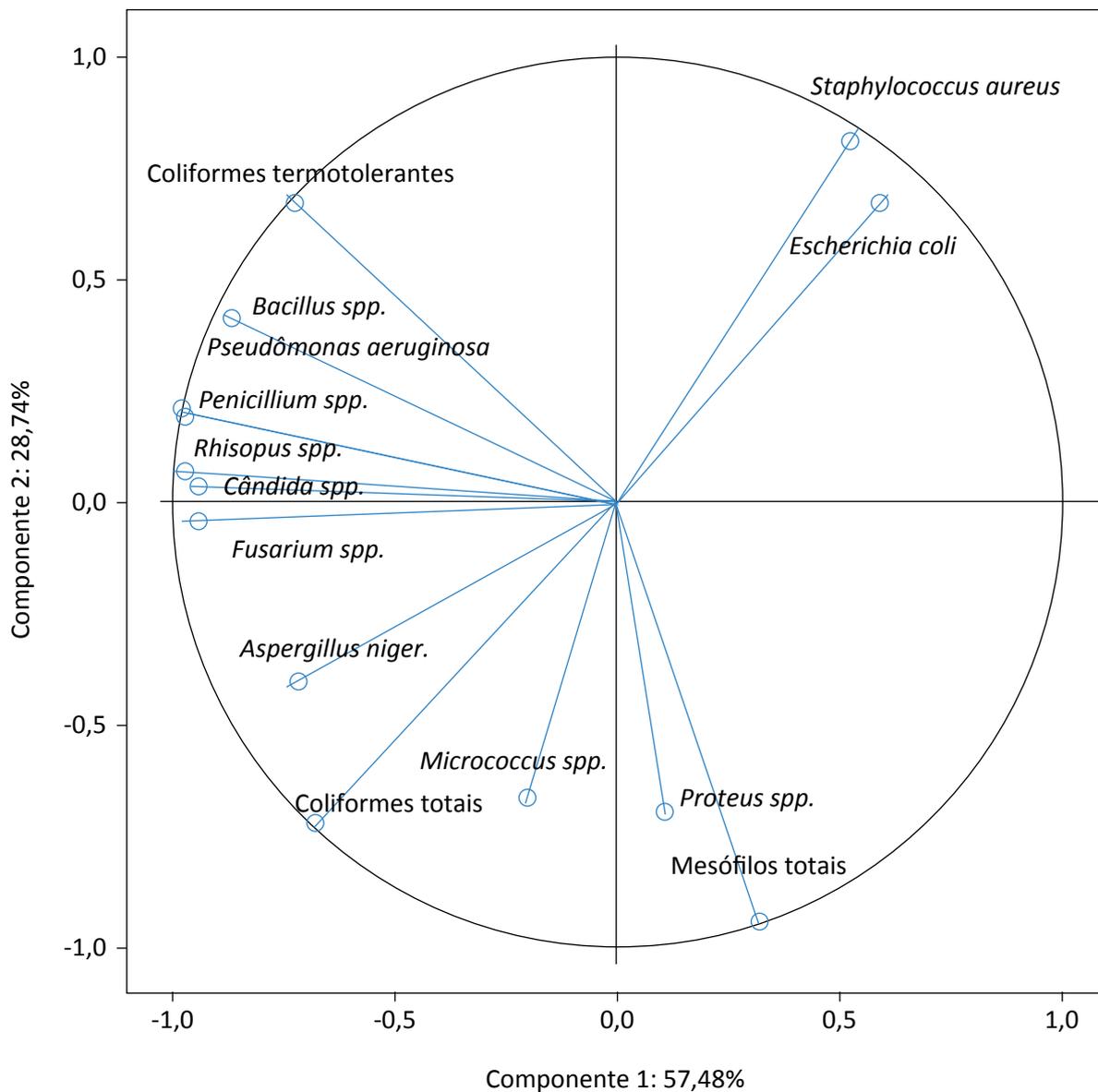


Figura 2 - Análise de Componentes Principais (PC1 e PC2).

Assim, o gráfico da Figura 2 mostra que mesófilos totais, coliformes totais e *Proteus spp.* foram mais frequentes nos resíduos domiciliares das classes A/B e no resíduo de saúde comum, destacando ainda a contagem considerável de *Micrococcus spp.* e *Aspergillus niger*. No entanto, o resíduo de saúde infectante foi caracterizado principalmente pela presença relevante de *Staphylococcus aureus* e *E. coli*, visto que ambos os micro-organismos localizaram-se na mesma região do gráfico onde está localizado o resíduo de saúde infectante, RSS I (Figura 3).

Ainda assim, essa análise permite pressupor que os resíduos RSD AB e RSS C apresentaram baixas contagens de *S. aureus* e *E. coli*, já que esses resíduos se localizaram na parte oposta do gráfico onde esses micro-organismos foram localizados. Além disso,

foi possível pressupor que o RSS I apresenta baixa contagem de mesófilos totais, coliformes totais e *Proteus spp.*

A produção de RSU no Brasil varia em torno de 1,041 kg/hab. dia. A produção nacional diária de RSU pode ser estimada em aproximadamente 209.000 t de resíduos sólidos, que devem ser tratadas e destinadas adequadamente a cada dia (ABRELPE, 2013).

No tocante aos RSU, o país ainda carece de uma coleta universalizada; 100 g por habitante por dia não são sequer coletados, e há registro de um percentual elevado (42%) de resíduos que ainda são encaminhados para destinos inadequados, utilizados por mais de 3.344 municípios, em sua maioria de pequeno porte (ABRELPE, 2013).

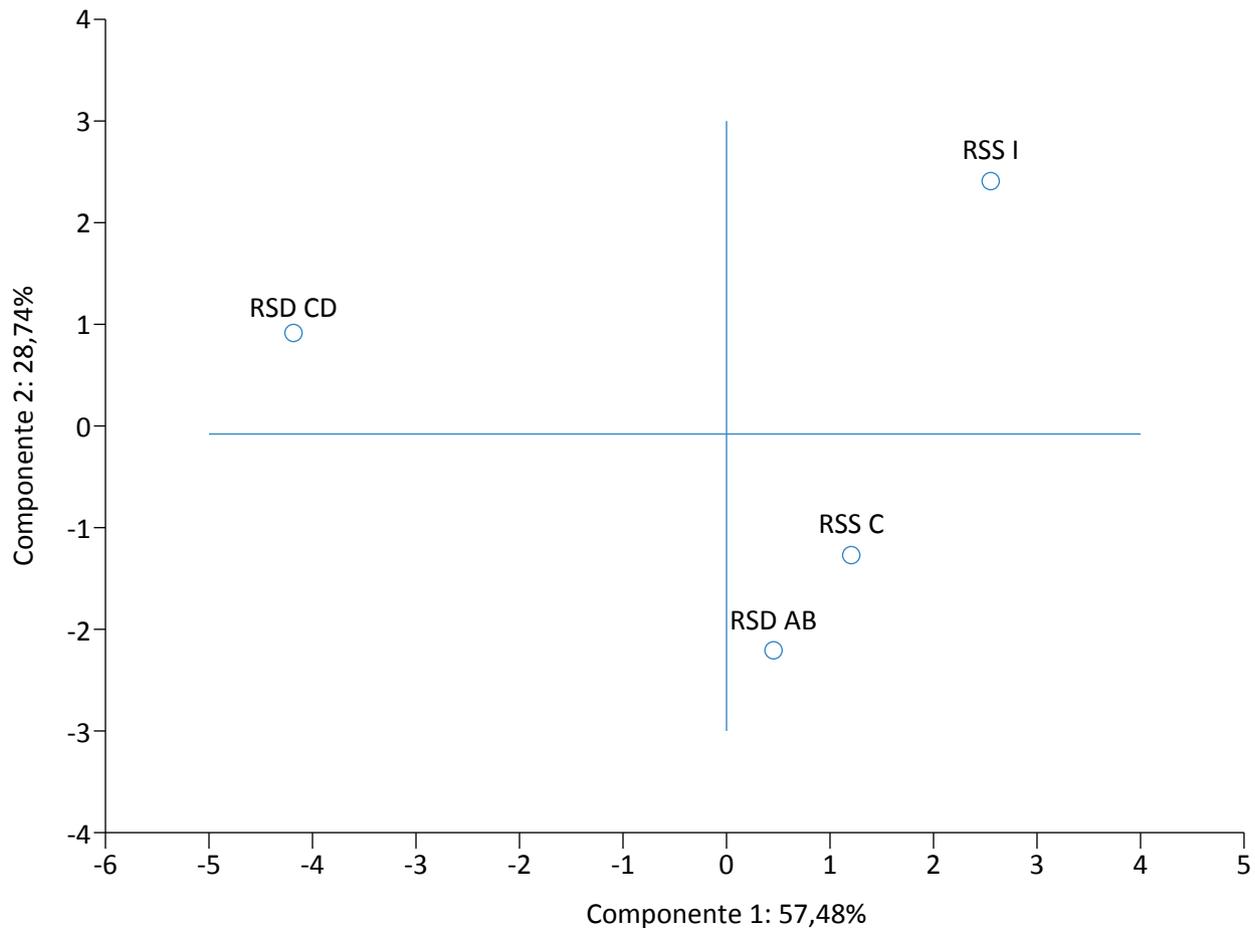


Figura 3 - Análise de Componentes Principais (PC1 e PC2).

Logo, os resíduos domiciliares poderão apresentar conteúdos discutíveis na sua classificação. Como não há uma exigência específica na coleta e disposição, e pelo alto volume produzido, a segregação destes resíduos a níveis seguros se vê dificultada. Por tanto, existe um grande risco que resíduos de classe I (perigosos), considerados domiciliares, sendo depositados no aterro sanitário sem tratamento prévio (ABRELPE, 2013).

Os resíduos que apresentam periculosidade, quando gerenciados de forma inadequada, podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, assim como riscos ao meio ambiente (BRASIL, 2012).

Um resíduo é caracterizado como patogênico se uma amostra representativa dele, obtida segundo a NBR 10.007 (ABNT, 2004b), contiver (ou se houver suspeita de conter) micro-organismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxirribonucleico (ADN) ou ácidos ribonucleicos (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídeos, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais (BRASIL, 2012).

As mudanças ambientais resultantes da atividade humana, como é o caso das áreas de disposição de resíduos sólidos, afetam de maneira significativa os sistemas ecológicos no ambiente, incluindo as comunidades bacterianas. Apesar das pesquisas envolvendo essas comunidades, há pouca informação para o entendimento dos processos biológicos que se sucedem em um aterro de disposição de resíduos sólidos (UCHIDA *et al.*, 2009).

Luna (2002) afirma que fatores demográficos, como a destinação inadequada dos resíduos sólidos, estão envolvidos na determinação da emergência e reemergência de doenças infecciosas.

Silva *et al.* (2002) verificaram que há possibilidade de agravos à saúde humana e ambiental associados a diferentes micro-organismos patogênicos, ressaltando o risco à exposição biológica quando prevalece o gerenciamento inadequado dos RSS, dentro e fora dos serviços de saúde.

Os RSD apresentam composição microbiana variada, sendo possível a ocorrência de vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos (vermes), entre outros (UMAR; AZIZ; YUSOFF, 2011). Esses micro-organismos

se originam de seres humanos, dos animais, dos vegetais e do solo (AVERY *et al.*, 2012). Também são vias de entrada na massa de resíduos: papéis higiênicos, lenços de papel, fraldas descartáveis, absorventes, preservativos, carcaças e vísceras de animais, alimento deteriorado e outros materiais em decomposição, bem como curativos e resíduos de saúde provenientes de doentes em residências e fezes *in natura*, humanas e de animais (especialmente cães e gatos) (CUSSIOL, 2005).

Os agentes biológicos presentes nos resíduos sólidos podem ser responsáveis pela transmissão direta e indireta de doenças. Micro-organismos patogênicos ocorrem nos resíduos sólidos municipais, originados da população, mediante a presença de lenços de papel, curativos, fraldas descartáveis, papel higiênico, absorventes, agulhas e seringas descartáveis e camisinhas, dos resíduos de pequenas clínicas, farmácias e laboratórios e, na maioria dos casos, dos resíduos hospitalares, misturados aos resíduos domiciliares (COLLINS & KENNEDY, 1992; FERREIRA, 1997).

Estudos realizados por Machado, Ambrósio e Moreno (1993) identificaram uma série de micro-organismos presentes na massa de resíduos, indicando o seu potencial de risco. Foram indicados micro-organismos como *Salmonella thyphi*, *Pseudomonas sp.*, *Streptococcus aureus* e *Candida albicans*. A possibilidade de sobrevivência do vírus na massa foi comprovada por poli tipo I, hepatites A e B, influenza e vírus entéricos. Estudos realizados pelos mesmos autores revelaram patógenos em condições de viabilidade por até 21 semanas durante o processo de decomposição de material orgânico. Durante esses estudos, foi verificado o desenvolvimento de bactérias mesófilas (65.450.000/kg de resíduos), esporuladas (2.211.000/kg), termófilas (8.427.000/kg), fungos (500.000/kg) e helmintos (428 ovos/kg).

Os patógenos mais frequentes causadores de infecções são os seguintes: *E. coli.*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* e *Enterococcus*. Enterobactérias são representadas por *E. coli.*, *Klebsiella sp.*, *Proteus sp.*, *Enterobacter sp.*, *Serratia sp.* e *Citrobacter*. As espécies de enterobactérias causadoras de infecções hospitalares incluem *E. coli.*, *Klebsiella sp.*, *Proteus sp.*, *Enterobacter sp.* e *Serratia marcescens*, representando 80% de todos os bastonetes Gram negativos (BIDONE & POVINELLI, 1999; RUTALA & MAYHALL, 1992).

Alguns trabalhos têm focado na detecção de grupos de bactérias patogênicas isolados em amostras de lixo de aterro, como é caso dos estudos de Efuntoye, Bakare e Sowunmi (2011), demonstrando a capacidade de proliferação e os fatores de virulência de *Staphylococcus aureus* e de *Clostridium perfringens* isolados de amostras de lixo.

Grisey *et al.* (2010) utilizaram análises bacterianas para identificar a origem de bactérias patogênicas no lixo de aterro e em águas subterrâneas e fazer correlações com a variabilidade sazonal.

Umar, Aziz e Yusoff (2011) estabeleceram uma metodologia de inativação bacteriana do lixo de aterro por meio da cloração, utilizando a quantificação de bactérias patogênicas indicadoras, como os coliformes totais e a *E. coli*.

No presente estudo, verificaram-se números significativamente elevados de coliformes totais em RSD AB, RSD CD e RSS C, e em menor quantidade nos RSS I. No entanto, constatou-se maior contagem de *E. coli* no resíduo RSS I.

Coliformes totais, *E. coli*, enterococos, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* são capazes de se desenvolver em lixo de aterro; dessa forma, a presença dessas populações pode ser discutida no que tange à saúde pública (GRISEY *et al.*, 2010).

Os coliformes fecais, também conhecidos como “termotolerantes”, por suportarem uma temperatura superior a 40°C, convivem em simbiose com humanos, bois, gatos, porcos e outros animais de sangue quente. São excretados em grande quantidade nas fezes e normalmente não causam doenças (quando estão no trato digestivo). Nesse grupo está presente a bactéria Gram negativa *E. coli*; ao se ingerir alimentos por ela contaminados, os resultados desagradáveis (como uma gastroenterite, por exemplo) podem ser brandos ou desastrosos, dependendo do grau de contaminação (MURRAY *et al.*, 2004).

Nesta pesquisa, os resultados mostraram a existência dos termotolerantes que apresentaram contagem superior nos RSD em detrimento aos RSS.

As análises bacterianas do lixo de aterro revelam um grande número de bactérias patogênicas e oportunistas. Muitas espécies pertencentes ao gênero

Enterobacter, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Serratia*, *Proteus*, *Pseudomonas* e *Staphylococcus* têm sido reportadas por diversos autores (ADEYEMI; OLOYEDE; OLADIJI, 2007; NASCIMENTO *et al.*, 2009; EFUNTOYE; BAKARE; SOWUNMI, 2011; ZHANG *et al.*, 2011).

O gênero bacteriano caracteriza-se pela formação de esporos, podendo persistir no ambiente por longos períodos; *Enterococcus* causa infecções urinárias (no meio ambiente, permanece em formato de “endósporos”); *Staphylococcus aureus* desencadeia pneumonia, septicemia, abscessos em vários órgãos e infecções de feridas cirúrgicas e forma aerossóis secundários no meio ambiente; *Mycobacterium tuberculosis* pode causar tuberculose (na resistência ambiental, forma aerossóis secundários) (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005; LEVINSON & JAWETZ, 2005).

No referido estudo, nas análises microbiológicas nos quatro tipos de resíduos (RSD AB; RSD CD; RSS I; RSS C), foram encontradas bactérias patogênicas oportunistas, como mesófilos totais; coliformes totais; coliformes termotolerantes; *E. coli*; *Proteus spp.*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Klebsiella spp.*; *Staphylococcus aureus*; *Micrococcus spp.*; *Bacillus spp.*; e fungos, como *Candida spp.*; *Aspergillus niger*; *Penicillium spp.*; *Fusarium spp.*; *Rhizopus spp.*

Nesta pesquisa, a *E. coli* e *Staphylococcus aureus* apresentaram maior expressão nos resíduos de saúde infectantes (RSS I), e no resíduo sólido de saúde comum (RSS C), apresentou maior contagem para *Penicillium spp.*, sendo os únicos casos de contagem significativamente superior em relação aos resíduos sólidos domiciliares.

De forma geral, os resíduos de saúde, tanto infectante como o comum, apresentaram as menores contagens para a grande parte dos micro-organismos avaliados. As maiores contagens foram verificadas nos resíduos sólidos domiciliares, independentemente da classe avaliada, estes resíduos foram os que apresentaram maior contagem de quase todos os micro-organismos patogênicos, pois neles a contaminação, além de ter sido maior, foi mais variada, ou seja, apresentou maior variedade de micro-organismos patogênicos. Nos RSS, tiveram micro-organismos que apresentaram contagem nula.

Os resíduos sólidos constituem um problema sanitário de grande importância quando não são acondiciona-

dos, coletados, transportados, tratados e dispostos adequadamente, enfim, quando não recebem os cuidados convenientes (LIMA, 2001).

Os efeitos adversos dos RSD no meio ambiente, na saúde coletiva e na saúde do indivíduo são reconhecidos por diversos autores (ACCURIO *et al.*, 1998; ANJOS *et al.*, 1995; CANTANHEDE, 1997; DIAZ; SAVAGE; EGGERTH, 1997; FERREIRA, 1997; LEITE & LOPES, 2000; MAGLIO, 2000; ROBAZZI *et al.*, 1992; VELLOSO, 1995; ZEPEDA, 1995), que apontam as deficiências nos sistemas de coleta e disposição final e a ausência de uma política de proteção à saúde do trabalhador como os principais fatores geradores desses efeitos.

Diversos autores têm tentado se contrapor ao movimento para um gerenciamento diferenciado dos resíduos dos serviços de saúde, mesmo em países do primeiro mundo, questionando a existência de diferenças significativas entre os resíduos domiciliares e os de serviços de saúde, bem como os maiores riscos para a saúde pública e para os ambientes associados a estes últimos (TURNBERG & FROST, 1990; TURNBERG, 1991; COLLINS & KENNEDY, 1992; RUTALA & MAYHALL, 1992; REINHARDT; GORDON; ALVARADO., 1996; ACCURIO *et al.*, 1998).

Muitos autores relatam que nos RSS não existem riscos para a saúde pública, quando comparado aos riscos ocasionados pelos resíduos domésticos (NAZAR; PORDEUS; WERNECK, 2005).

De acordo com Ferreira (1997), tem sido motivo de grande preocupação, discussão e controvérsia no meio acadêmico, institucional e da população, o risco à saúde humana e animal oferecido pelos RSS, quando comparados aos RSD, porém vários pesquisadores consideram que ambos os resíduos apresentam mais semelhanças do que diferenças quanto às suas características.

Pelos resultados obtidos, verificou-se a existência de diferenças significativas entre os RSD e os RSS. Mesófilos totais, coliformes totais e *Proteus spp.* foram

isolados com maior frequência no resíduo domiciliar das classes A/B e no resíduo de saúde comum, já o resíduo domiciliar C/D apresentou contagem elevada de *Pseudomonas aeruginosa*, enquanto o resíduo de saúde infectante foi caracterizado principalmente pela presença relevante de *Staphylococcus aureus* e *E. coli*. A contaminação dos resíduos sólidos por micro-organismos patogênicos pode apresentar potencial risco à saúde humana e animal e ao ambiente, se gerenciados e dispostos inadequadamente.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004a) classifica resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que esses resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.

A disposição de RSD em aterro é a principal causa de risco para a saúde pública e de impacto ambiental, por meio da transmissão de doenças, da emissão de gases de efeito estufa, da poluição do solo e da contaminação das águas superficiais e subterrâneas (SENG *et al.*, 2013).

Segundo Ferreira & Anjos (2001), os catadores, ao remexerem os resíduos vazados à procura de materiais que possam ser comercializados ou servir de alimentos, estão expostos a todos os tipos de contaminação presentes nos resíduos. Os catadores, além de serem em risco sua própria saúde, servem de vetores para a propagação de doenças contraídas no contato com esses resíduos. Incidentes envolvendo catadores e resíduos de serviços de saúde ocorrem diariamente em vários locais do país, entretanto, não há dados estatísticos precisos.

As medidas tomadas para a solução adequada do problema dos resíduos sólidos têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum a outras medidas de saneamento: o de prevenir e controlar doenças a eles relacionadas. Além desse objetivo, visa-se ao efeito psicológico que uma comunidade limpa exerce sobre os hábitos da população em geral, facilitando a instituição de hábitos salutareos (LIMA, 2001).

CONCLUSÃO

Os resíduos de saúde, tanto o infectante como o comum, apresentaram as menores contagens para a grande parte dos micro-organismos avaliados.

As maiores contagens foram verificadas nos resíduos sólidos domiciliares: independentemente da classe avaliada, estes resíduos foram os que apresentaram

maior contagem de quase todos os micro-organismos patogênicos, pois neles a contaminação, além de ter sido maior, foi mais diversificada, ou seja, apresentou maior variedade de micro-organismos patogênicos.

O estudo comparativo da contaminação por micro-organismos patogênicos mostrou que os RSD apresentaram, por meio da contaminação, periculosidade infectocontagiosa, com riscos à saúde pública, com incidência de doenças e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Há necessidade de planejamento quanto à destinação ambientalmente correta de todos os RSD do município. Destinar ao aterro sanitário apenas os rejeitos, promover o reconhecimento do resíduo sólido domiciliar reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania, propiciar a participação da população nas decisões socioambientais (educação ambiental) e conscientizá-la sobre a geração de resíduos (responsabilidades dos domicílios geradores) são medidas que poderão minimizar o impacto ao meio ambiente e prevenir agravos à saúde pública.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2004*. São Paulo: ABRELPE, 2004.
- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2010*. São Paulo: ABRELPE, 2011.
- ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013*. São Paulo: ABRELPE, 2013.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10.004: resíduos sólidos, classificação*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004a.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10.007: amostragem de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004b.
- ACCURIO, G.; ROSSIN, A.; TEIXEIRA, P. F.; ZEPEDA, F. *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana, 1998.
- ADEYEMI, O.; OLOYEDE, O.; OLADIJI, A. Physicochemical and microbial characteristics of leachate-contaminated groundwater. *Asian Journal of Biochemistry*, v. 5, p. 343-348, 2007.
- ANJOS, L. A.; BARROS, A. A.; FERREIRA, J. A.; OLIVEIRA, T. C. E.; SEVERINO, K. C.; SILVA, M. O.; WAISSMANN, W. *Gasto energético e carga fisiológica de trabalho em coletores de lixo domiciliar no rio de janeiro: um estudo piloto*. Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, 1995.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o Regulamento técnico para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde. Brasília: ANVISA, 2006.
- AVERY, L. M.; BOOTH, P.; CAMPBELL, C.; TOMPKINS, D.; HOUGH, R. L. Prevalence and survival of potential pathogens in source-segregated green waste compost. *Science of the Total Environment*, v. 431, p. 128-138, 2012.
- BIDONE, F. R. A. & POVINELLI, J. *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. São Carlos: EESS/USP, 1999. 120p.

BRASIL. Presidência da República/Congresso Nacional. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*: Lei 12.305, de 2010. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1024358/politica-nacional-de-residuos-solidos-lei-12305-10>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

CANTANHEDE, A. Experiences from the Pan-American Centre of Sanitary Engineering & Environmental Sciences – difficulties and possibilities. In: LATIN AMERICAN-SWEDISH SEMINAR ON SOLID WASTE MANAGEMENT. *Proceedings*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental/Lund University, 1997. p. 163-168.

CASTILHOS JUNIOR, B. A. *Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água*: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 494p.

COLLINS, C. H. & KENNEDY, D. A. The microbiological hazards of municipal and clinical wastes. *Journal of Applied Bacteriology*, v. 1, n. 73, p. 1-6, 1992.

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

DIAZ, L. F.; SAVAGE, G. M.; EGGERTH, L. L. Managing solid wastes in developing countries. *Wastes Management*, v. 10, p. 43-45, 1997.

EFUNTOYE, M. O.; BAKARE, A. A.; SOWUNMI, A. A. Virulence factors and antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus* and *Clostridium perfringens* from landfill leachate. *African Journal of Microbiology Research*, v. 523, p. 3994-3997, 2011.

FERREIRA, J. A. & ANJOS, L. A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, p. 689-696, 2001.

FERREIRA, J. A. *Lixo hospitalar e domiciliar: semelhanças e diferenças. Estudo de caso no município do Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 1997.

GHI-HCU – GESTÃO DE INFORMAÇÕES HOSPITALARES-HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA. Setor de Estatísticas e Informações Hospitalares. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

GOUVEIA, N. & PRADO, R. R. Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos. *Revista Saúde Pública*, v. 44, n. 5, p. 859-866, 2010.

GRISEY, E.; BELLE, E.; DAT, J.; MUDRY, J.; ALEYA, L. Survival of pathogenic and indicator organisms in groundwater and landfill leachate through coupling bacterial enumeration with tracer tests. *Desalination*, v. 261, p. 162-168, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Cidades (2014)*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 out. 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Atlas de Saneamento. 2011*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>. Acesso em: 20 out. 2014.

LEITE, V. D. & LOPES, W. S. Avaliação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais causados pelo lixo da cidade de Campina Grande. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9. *Anais...* Porto Seguro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. CD-ROM IV.

LEVINSON, W. & JAWETZ, E. *Microbiologia médica e imunologia*. 7ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.

LIMA, J. D. *Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil*. Campina Grande: ABES, 2001. 231p.

LUNA, E. J. A. A emergência das doenças emergentes e as doenças infecciosas emergentes e reemergentes no Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 5, p. 229-243, 2002.

MACHADO, V. M. P.; AMBRÓSIO, R. A.; MORENO, J. Diagnóstico dos Resíduos dos Serviços de Saúde no Município de Botucatu. Proposta de Segregação *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS HOSPITALARES*, Cascavel. *Anais...* Cascavel, 1993. p. 91-108.

MAGLIO, I. C. Gestão ambiental dos resíduos sólidos – o papel dos municípios. *In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 9. *Anais...* Porto Seguro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. CD-ROM VI.

MANFREDI, S.; TONINI, M.; CHRISTENSEN, T. H. Contribution of individual waste fractions to the environmental impacts from landfilling of municipal solid waste. *Waste Management*, v. 30, p. 433-440, 2010.

MANFREDI, S.; TONINI, M.; CHRISTENSEN, T. H. Environmental assessment of different management options for individual waste fractions by means of life-cycle assessment modeling. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 55, p. 995-1004, 2011.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. ICLEI – Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano e Departamento de Ambiente Urbano. Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de Orientação. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/manual_de_residuos_solidos3003_182.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2014.

MONTEIRO, V. E. D.; MELO, M. C.; ALCÂNTARA, P. B.; ARAÚJO, J. M.; ALVES, I. R. F. S.; JUCÁ, J. F. T. Behavior study of MSW in an experimental cell and its correlations with microbiological, physical and chemical aspects. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 2, n. 3, p. 223, 2006.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; KOBAYASHI, G. S.; PFALLER, M. A. *Microbiologia Médica*. 4ª ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004.

NASCIMENTO, T. C.; JANUZZI, W. A.; LEONEL, M.; SILVA, V. L.; DINIZ, C. G. 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.

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. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 17, n. 4, p. 237-242, 2005.

OTHMAN, S. N.; NOOR, Z. Z.; ABBA, A. H.; YUSUF, R. O.; HASSAN, M. A. A. Review on life cycle assessment of integrated solid waste management in some Asian countries. *Journal of Cleaner Production*, v. 41, p. 251-262, 2013.

REINHARDT, P. A.; GORDON, J.; ALVARADO, C. J. Medical Waste Management. *In: MAYHALL, C. G. (Ed.) Hospital Epidemiology and Infection Control*. Baltimore: WILLIAMS & WILKINS, 1996. p. 1099-1108.

ROBAZZI, M. L. C.; MORIYA, T. M.; FÁVERO, M.; PINTO, P. H. D. Algumas considerações sobre o trabalho dos coletores de lixo. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 20, p. 34-40, 1992.

RUTALA, W. A. & MAYHALL, C. G. Medical Waste. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, v. 13, n. 1, p. 38-48, 1992.

SANG, N. N.; SODA, S.; ISHIGAKI, T.; IKE, M. Microorganisms in landfill bioreactors for accelerated stabilization of solid wastes. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 114, p. 243-250, 2012.

SAWAMURA, H.; YAMADA, M.; ENDO, K.; SODA, S.; ISHIGAKI, T.; IKE, M. Characterization of microorganisms at different landfill depths using carbon utilization patterns and 16S rRNA gene based T-RFLP. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 109, n. 2, p. 130-137, 2010.

SENG, B.; HIRAYAMA, K.; KATAYAMA-HIRAYAMA, K.; OCHIAI, S.; KANEKO, H. Scenario analysis of the benefit of municipal organic-waste composting over landfill, Cambodia. *Journal of Environmental Management*, v. 114, p. 216-224, 2013.

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 dos serviços de saúde: uma proposta de avaliação. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 18, p. 1401-1409, 2002.

TCHOBANOGLOUS, G. & KREITH, F. *Handbook of solid waste management*. New York: McGraw-Hill, 2002.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 8ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

TURNBERG, W. L. & FROST, F. Survey of Occupational Exposure of Waste Industry Workers to Infectious Waste in Washington State. *American Journal of Public Health*, v. 80, n. 10, p. 1262-1264, 1990.

TURNBERG, W. L. Infectious Waste Disposal. *Journal of Environmental Health*, v. 53, n. 6, p. 21-25, 1991.

UCHIDA, M.; HATAYOSHI, H.; SYUKU-NOBE, A.; SHIMOYAMA, T.; NAKAYAMA, T.; OKUWAKI, A.; NISHINO, T.; HEMMI, H. Polymerase chain reaction – denaturing gradient gel electrophoresis analysis of microbial community structure in landfill leachate. *Journal of Hazardous Materials*, v. 164, p. 1503-1508, 2009.

UMAR, M.; AZIZ, H. A.; YUSOFF, M. F. Assessing the chlorine disinfection of landfill leachate and optimization by response surface methodology (RSM). *Desalination*, v. 274, p. 278-283, 2011.

VELLOSO, M. P. *Processo de trabalho da coleta de lixo domiciliar da cidade do Rio de Janeiro: percepção e vivência dos trabalhadores*. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1995.

ZEPEDA, F. *El manejo de residuos solidos municipales en America Latina y El Caribe*. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud, 1995.

ZHANG, W.; YUE, B.; WANG, Q.; HUANG, Z.; HUANG, Q.; ZHANG, Z. Bacterial community composition and abundance in leachate of semi-aerobic and anaerobic landfills. *Journal of Environmental Sciences*, v. 23, p. 1770-1777, 2011.

ZHAO, R.; GUPTA, A.; NOVAK, J. T.; GOLDSMITH, D.; DRISKILL, N. Characterization and treatment of organic constituents in landfill leachates that influence the UV disinfection in the publicly owned treatment works (POTWs). *Journal of Hazardous Materials*, v. 1, p. 258-259, 2013.