

Universidade Camilo Castelo Branco
Campus de Fernandópolis

EDILZA FILICE CHAYB

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

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

Fernandópolis - SP

2014

EDILZA FILICE CHAYB

ESTUDO COMPARATIVO DA CONTAMINAÇÃO POR MICRO-ORGANISMOS
PATOGENICOS EM RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E DE SAÚDE EM
UBERLÂNDIA – MG

Orientadora: Prof^a. Dr^a.Dora Inês Kozusny-Andreani

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP

2014

Ficha catalográfica

Chayb, Edilza Filice.

C437EESTUDO COMPARATIVO DA CONTAMINAÇÃO POR MICRO-
ORGANISMOS PATOGÊNICOS EM RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES
E DE SAÚDE EM UBERLÂNDIA/MG EdilzaFilice Chayb -
Fernandópolis:SP / UNICASTELO, 2015.

93f.

Orientador: Prof. Dr. Dora Inês Kozusny- Andreani

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco,
como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de
Mestre em Ciências Ambientais.

1Meio Ambiente. 2. Micro-organismo. 3. Resíduo Sólido Domiciliar.
4.Saúde Pública. I. Título

CDD: 574

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou
parcial desta dissertação, por processos xerográficos ou eletrônicos.


Assinatura do aluno:


Data: 08 / 05 / 15.

TERMO DE APROVAÇÃO

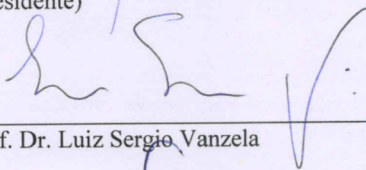
EDILZA FELICE CHAYB

**ESTUDO COMPARATIVO DA CONTAMINAÇÃO POR MICRO-
ORGANISMOS PATOGENICOS EM RESÍDUOS SÓLIDOS DE SAÚDE E
DOMICILIARES.**

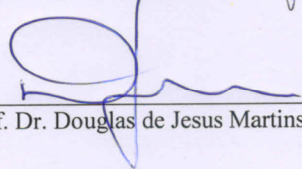
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dra. Dora Inés Kozusny-Andreani
(Presidente)



Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela



Prof. Dr. Douglas de Jesus Martins

Fernandópolis - SP, 24 de novembro de 2014.

Presidente da Banca Prof. Dra. Dora Inés Kozusny-Andreani

Campus • São Paulo
Rua Carolina Fonseca, 584 - Itaquera
CEP: 08230-030 - São Paulo - SP.
Fone: 11 2070.0000
email: unicastelo@unicastelo.br

Campus • Fernandópolis
Est. Projetada F-1, s/n - Fazenda Santa Rita
CEP: 15600-000 - Fernandópolis - SP.
Fone: 17 3465.4200
email: unicasteloc7@unicastelo.br

Campus • Descalvado
R. Hilário da Silva Passos, 950 - Parque Universitário
CEP: 13690-970 - Descalvado - SP.
Fone: 19 3593.8500
email: unicasteloc8@unicastelo.br

Dedico este trabalho à minha mãe Eny Felice Chayb (*in memoriam*), que com seu exemplo de dignidade, força, determinação e sabedoria, prevalecem sobre a morte atravessando o tempo; e à minha filha Bárbara Felice Chayb Camargos (*in memoriam*), que será eternamente meu anjinho amado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita misericórdia que me proporcionou esta conquista, iluminando-me, sendo refúgio e fortaleza nos momentos mais difíceis.

À minha família, especialmente aos meus filhos, Vitória Felice Camargos e Vinicius Felice Camargos pelo amor, carinho, compreensão, apoio, estímulo, incentivo e colaboração em todas as etapas deste trabalho, ao meu Pai Tomaz Edilson Marques Chayb, pelo seu apoio constante, seu exemplo de humildade, alegria e orações em cada passo dado, à minha irmã Edi Felice Chayb, pelo carinho e apoio no cuidado aos meus filhos e à minha cunhada Laudiene Castro S. Filice pela amizade, apoio e colaboração nos recursos didáticos e ao meu irmão Eduardo Filice Chayb pelas palavras de incentivo, força e fé.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Dora Inês KozusnyAndreani pelo acolhimento, confiança, paciência e carinho sempre demonstrados nesta jornada.

Aos professores Dr. Roberto Andreani Junior e Dr^a. Gisele Herbst Vasquez pelas contribuições na qualificação.

Ao Programa de Pós Graduação/Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco por meio do coordenador, Prof. Dr. Luiz Sérgio Vanzela, pela confiança, atenção, apoio e colaboração nesses dois anos, aos demais professores do curso, pelo aprendizado e incentivo, aos secretários Leandro e Ecreziana Silva, sempre dedicados, atenciosos e disponíveis para comigo nas questões administrativas, ao Laboratório de Microbiologia da Unicastelo, em especial a Técnica de Laboratório Selma Aparecida Pereira Bernardo pela disponibilidade, acolhimento, presteza, apoio e colaboração nos experimentos.

Aos meus colegas de pós-graduação, em especial ao Duílio Júlio Oliveira Santos pela confiança, apoio e colaboração em ter me apresentado ao programa, à Edna M. S. Rodrigues pelo companheirismo nas viagens, à Camila Fernandes, pela amizade e apoio, ao Iann Sarquis, pela colaboração e amizade.

À Universidade Federal de Uberlândia, por proporcionar a oportunidade de conquistar mais um objetivo, uma realização pessoal, como também profissional.

À Assessora de RH/UFU, Valéria Oliveira, pela amizade, disponibilidade, dedicação e apoio na revisão final dos textos.

À Bibliotecária Fabiana de Oliveira Silva pela atenção, disponibilidade, presteza na revisão bibliográfica.

Ao Hospital de Clínicas de Uberlândia/HCU-UFU pelo fornecimento dos resíduos infectante e comum.

À Secretaria de Serviços Urbanos da Prefeitura Municipal de Uberlândia, à empresa Limpebrás, por meio do Fiscal de coleta, Marcelo Custodio Pacheco Rocha, pela disponibilidade, atenção em me acompanhar na coleta dos resíduos domiciliares nos bairros.

Registro meus agradecimentos a todos que compartilharam o trilhar de mais esse caminho percorrido, contribuindo, direta e indiretamente para que eu realizasse este trabalho, muito obrigada!

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida saudável, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Artigo 255 da Constituição da República Federativa do Brasil, 1988).

ESTUDO COMPARATIVO DA CONTAMINAÇÃO POR MICRO-ORGANISMOS PATOGENICOS EM RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E DE SAÚDE EM UBERLÂNDIA – MG

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi avaliar a contaminação por micro-organismos patogênicos dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) e de Saúde (RSS). Os resíduos sólidos domiciliares e os resíduos sólidos de saúde, foram colhidos no município de Uberlândia/MG. As amostragens foram realizadas no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia e em 04 bairros da cidade. As amostras foram compostas por 5Kg de resíduos sólidos de saúde; comum, infectante e domiciliar. As amostragens foram aleatórias e realizadas uma vez ao mês, sempre por um período de três meses consecutivos. Os resíduos foram acondicionados e resfriados em caixas isotérmicas, e em seguida transportados ao laboratório para análises microbiológicas. De cada resíduo foram retiradas 2 amostras de 10g, e diluídas em 90mL de solução de NaCl (0,5%). A partir desta solução inicial foram realizadas diluições seriadas, utilizadas para análises microbiológicas para mesófilos totais, coliformes totais e termotolerantes, outras enterobactérias, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, fungos filamentosos e leveduriformes. As culturas foram incubadas a 37°C por 24/48 horas, quando se procedeu a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) e a identificação dos micro-organismos pelos métodos bioquímicos e pela coloração de gram. Todos os experimentos foram conduzidos em triplicata. Os dados obtidos foram analisados pelo teste comparativo não-paramétrico de Kruskal-Wallis, com teste de comparação múltipla de Dunn post-hoc para as diferenças significativas, ao nível de significância de 0,05 e por meio da análise de componentes principais, pela técnica estatística multivariada. 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 ($P = 0,217$), dos quais não apresentaram diferenças na contagem quando os quatro tipos de RS foram comparados. Constatou-se que, os RSS infectante como o comum, apresentaram as menores contagens para a grande parte dos micro-organismos avaliados. As maiores contagens foram verificadas nos RSD, pois neles a contaminação, foi maior e mais diversificada. Contudo, os RSD apresentaram maior contaminação, com riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Dessa forma, concluiu-se que, há necessidade de destinação correta de todos os RSD do município, que sejam depositados no aterro sanitário apenas os rejeitos, promover o reconhecimento do resíduo sólido domiciliar reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, a fim de minimizar o impacto ao meio ambiente e prevenir agravos à Saúde Pública.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Micro-organismo; Resíduo Sólido Domiciliar; Saúde Pública

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

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the contamination by pathogenic microorganisms of Domestic Solid Waste (DSW) and Health (SWH). The domestic solid waste and solid waste health, both were collected in Uberlandia city/MG. These samples were carried out at Clinic Hospital, Federal University of Uberlandia, and they were collected in four districts. These samples were composed by 5 Kg of common health solid waste, by infecting and by domestic ones. The samples were taken randomly and held once a month, and it was always done for a period of three consecutive months. The residues were stored and cooled in ice boxes, and then transported to the laboratory for microbiological analysis. Of each waste were taken out 2 samples of 10g and diluted in 90ml of NaCl solution (0,5%). From this initial solution, serial dilutions were performed and they were used for microbiological analyzes to total mesophilic, thermotolerant and total coliforms, other Enterobacterias, Staphylococcus, Pseudomonas, filamentous fungi and yeast. The samples were incubated at 37 °C for 24-48 hours, when it assessed the counting of colony forming units (CFU) and the identification of microorganisms by biochemical methods and by staining of Gram. All experiments were conducted in triplicate. Data were analyzed by non-parametric comparison test by Kruskal-Wallis, with Dunn post-hoc multiple comparison test to significant differences to a significance level of 0.05 and by main components analysis, by multivariate statistical technique. The results showed the existence of significant differences in microbial count of all microorganisms evaluated, when the types of waste were compared ($P < 0,001$), except for the total mesophilic ($P = 0,217$), which showed no differences in counting when the SWH four types were compared. It was noticed that, the infecting SWH as common, it had the lowest counts for the most of the micro-organisms evaluated. The highest counts were observed in the DSW, because there is contamination in them and it was larger and more diverse. However, the DSW showed the higher contamination, with risk to the public health and the environment. Thus, it was concluded that there is need for proper disposal of all DSW in the city, which must be only deposited tailings on landfill waste, promote the recognition of domestic solid waste which can be reusable and recyclable as well as an economic good and social value, in order to minimize the impact to environment and prevent public health threats.

Key-words: Environment; Microorganism; Solid Waste Domestic; Public Health

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, expressos em toneladas por dia.	28
Figura 2. Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, expressos em toneladas por dia.	28
Figura 3. Participação das Regiões no Total de Resíduos Sólidos Urbanos Coletado.	29
Figura 4. Iniciativas de Coleta Seletiva nos Municípios brasileiros em 2013.	29
Figura 5. Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos coletados no Brasil.	30
Figura 6. Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos coletados na Região Sudeste.	31
Figura 7. Aterro Sanitário de Uberlândia – MG.	41
Tabela 6: Tempo de sobrevivência (em dias) de micro-organismos patogênicos presentes nos resíduos sólidos.	45
Figura 8. Localização de Uberlândia no Triângulo Mineiro.	53
Figura 9. Localização de Uberlândia.	54
Figura 10. Hospital de Clínicas/UFU.	55
Figura 11. Resíduos de Saúde Infectante e Comum (HC/UFU).	56
Figura 12. Resíduo Domiciliar - SMSU/PMU.	56
Figura 13. Coleta do resíduo sólido de saúde no Hospital de Clínicas/UFU.	57
Figura 14. Coleta do resíduo sólido domiciliar no caminhão da Limpebrás/PMU.	58
Figura 15. Amostras de Resíduos Sólidos em 90 mL/NaCl.	59
Figura 16. Amostras em Triplicata/NaCl.	59
Figura 17. Meios de cultura/37 ° - 24/48 Hs.	60
Figura 18. Esfregação do material no fluxo laminar.	60
Figura 19. Contagem das unidades formadoras de colônias/UFC.	61
Figura 20. Identificação da bactéria.	61
Figura 21. Comportamento microbiano frente aos resíduos sólidos avaliados.	66
Figura 22. Comportamento das menores contagens microbianas em relação aos resíduos sólidos.	67
Figura 23. Análise de Componentes Principais (ACP) componente principal 1 (PC1) e componente principal 2 (PC2) referentes aos micro-organismos isolados dos resíduos sólidos domiciliares e de saúde.	69

Figura 24. Análise de Componentes Principais (ACP) componente principal 1 (PC1) e componente principal 2 (PC2), referentes aos micro-organismos isolados dos resíduos sólidos domiciliares CD (bairros de classe baixa), AB (bairros de classe alta) e de saúde RSS I (infectante) e RSS C (comum).69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos RSU quanto à origem e componentes.....	24
Tabela 2. Classificação dos RSU oriundos de fontes especiais.....	24
Tabela 3: Subdivisões do grupo A de Resíduos de Serviços de Saúde, de acordo com a ANVISA e CONAMA.....	33
Tabela 4. Legislação Ambiental no Brasil.	38
Tabela 5. Legislação Ambiental no município de Uberlândia.....	42
Tabela 7: Média (mediana) da contagem de micro-organismos isolados de resíduos sólidos domiciliares e de saúde de Uberlândia/MG.....	64
Tabela 8: Maiores e menores contagens de cada micro-organismo em relação aos resíduos avaliados.	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais;
ACP	Análise Componente Principal;
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária;
ARN	Ácido Ribonucléio;
CENEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear;
CFR	Code of Federal Regulation
C/N	Carbono/Hidrogênio;
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente;
DLU	Divisão de Limpeza Urbana;
DNA	Ácido desoxirribonucleico;
EIA	Estudo de Impacto Ambiental;
HBV	Vírus Hepatite B;
HCU	Hospital de Clínicas de Uberlândia;
HCV	Vírus Hepatite C;
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
MEC	Ministério da Educação;
NaCl	Cloreto de Sódio;
NBR	Norma Brasileira Regulamentada;
ONU	Organização das Nações Unidas;
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde;
pH	Potencial Hidrogeniônico;
PMU	Prefeitura Municipal de Uberlândia;
PNRS	Política Nacional de Resíduo Sólido;
RCC	Resíduo Construção Civil;
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada;
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental;
RSD	Resíduo Sólido Domiciliar;
RSS C	Resíduo Sólido Saúde Comum;
RSS I	Resíduo Sólido Saúde Infectante;

SMSU Secretaria Municipal de Serviços Urbanos;
SNIS Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento;
UFC Unidade Formadora de Colônia;
UFU Universidade Federal de Uberlândia.
UTI Unidade de Terapia Intensiva;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 - Objetivo Geral	21
1.2 - Objetivos Específicos	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 - Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).....	22
2.2 - Situação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil	27
2.3 - Situação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Sudeste	31
2.4 - Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)	31
2.4.1. Segregação	35
2.4.2 - Acondicionamento.....	35
2.4.3 - Transporte interno e armazenamento	36
2.4.4 - Coleta e transporte externos	37
2.4.5 - Tratamento.....	37
2.4.6 - Disposição final	37
2.5 - Legislação Ambiental do Brasil	38
2.6 - Situação dos Resíduos Sólidos Urbano em Uberlândia.....	39
2.6.1 - Aterros Sanitários.....	40
2.6.2 - Resíduos Sólidos dos Serviços da Saúde de Uberlândia/MG.....	41
2.6.3 - Legislação Ambiental do município de Uberlândia - MG.....	42
2.7 - Ecologia Microbiana.....	42
2.7.1 - Diversidade Microbiana.....	43
2.7.2 - Micro-organismos Patogênicos	44
2.7.3 - Enterobactérias	46
2.7.4 - <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	46
2.7.5 - <i>Staphylococcus aureus</i>	47
2.7.6 - <i>Micrococcus</i>	48
2.7.7 - Fungos	49
2.7.7.1 - <i>Aspergillus niger</i>	49
2.7.7.2 - <i>Penicillium spp</i>	50
2.7.7.3 - <i>Fusarium spp</i>	51
2.7.7.4 - <i>Rhizopus spp</i>	51

2.7.7.5 - <i>Candida albicans</i>	52
3. MATERIAL E MÉTODOS	53
3.1 - Localização e Caracterização da Área do Estudo.....	53
3.2 - Caracterização da Instituição – Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia/HCU-UFU.....	54
3.3 - Caracterização do Resíduo Sólido.....	55
3.4 - Resíduos	57
3.5 - Análise Microbiológica.....	58
3.6 - Estatística.....	62
4. RESULTADOS	63
4.1 - Caracterização microbiológica dos resíduos sólidos de saúde e domiciliares .	63
5. DISCUSSÃO	70
6. CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

1. INTRODUÇÃO

Segundo Gouveia e Prado (2010) o “resíduo ou lixo é qualquer material considerado inútil, supérfluo ou sem valor, gerado pela atividade humana, indesejado e descartado no meio ambiente”.

A ABNT (2004) elaborou um conjunto de normas para classificar os resíduos sólidos, sendo estas baseadas no Regulamento Técnico Federal Norte-Americano denominado *Code of Federal Regulation* (CFR). O objetivo da NBR 10.004:2004 é classificar os resíduos sólidos quanto à sua periculosidade, considerando seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.

A classificação dos resíduos envolve a identificação do processo ou atividade de que se originou e de seus constituintes e características e a comparação destes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo de que se originou (ABNT NBR 10.004:2004).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR 2.807/93, define resíduo infectante como aquele gerado em serviços de saúde que, por suas características de maior virulência, infectividade e concentração de patógenos, apresentar risco potencial adicional à saúde pública.

De acordo com essa definição, é de se esperar que uma fração dos resíduos sólidos domiciliares seja composta por resíduos infectantes, já que fezes, sangue, exsudatos e secreções estão presentes em papéis higiênicos, absorventes, fraldas descartáveis, lenços de papel e curativos. Esses substratos contêm alta concentração de micro-organismos, de diferentes níveis de virulência e grande infectividade (CUSSIOL, 2005).

O

lixo hospitalar, particularmente a sua parcela considerada infecciosa é tratada, no Brasil e na América Latina em geral, de forma separada dos resíduos domiciliares (FERREIRA, 1999).

Estudos realizados com Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS) identificaram micro-organismos, como as *Salmonella*, *Shigella spp.*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Staphylococcus*

spp., *Staphilococcus aureus*, *Eschirichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus*, *Klebsiella*, *Candidas albicans*, *Vibrio cholerae*, vírus da Herpes e da Hepatite A, B e C (RUTALA, 1989; BIDONE, 2001).

Quando os resíduos oriundos de unidades hospitalares são descartados juntamente com os resíduos comuns em aterros, as bactérias entéricas, como *E. coli*, originada de resíduos contaminados por fezes, podem estar expostas a diferentes tipos de medicamentos, incluindo antimicrobianos. É possível que micro-organismos possam trocar propriedades de resistência aos antimicrobianos durante longos períodos de incubação dentro do aterro (THREED EACH *et al.*, 2012).

A disposição inadequada de resíduos nos locais de deposição é um grande impacto ao meio ambiente, nomeadamente aquático, atmosférico, terrestre, na saúde pública e no meio social sob a forma de poluição visual e sonora (CASTILHOS JUNIOR, 2006).

Segundo 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.

Constata-se que a gestão de resíduos sólidos tem trazido prejuízos ambientais e econômicos para o Brasil, pois ainda é deficitária e não tem avançado de maneira uniforme nas diversas regiões do país. O setor, apesar de ser sensível e de contar com crescentes atenções, ainda carece de estruturação, gerenciamento e, principalmente recursos para viabilizar os processos completos para implementação de medidas e de procedimentos de gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos sólidos (ABRELPE, 2013).

Alguns dos fatores que contribuem em maior ou menor grau para esta situação são: o pouco interesse que os resíduos comuns, do cotidiano, despertam nos profissionais e pesquisadores, especialmente entre aqueles com formação em países desenvolvidos onde as questões e o nível de conhecimento sobre estes resíduos são relacionados a outro estágio de desenvolvimento. Também contribui para esta situação, a pequena pressão exercida pela população, desde que haja uma coleta domiciliar para os problemas decorrentes da gestão dos resíduos sólidos; a pouca atenção dada pelo poder público às questões de saúde em geral e que repercute também no setor específico dos resíduos (DIAZ *et al.*, 1997).

O lixo quando despejado de modo inapropriado, a exemplo dos lixões, cria condições favoráveis (“habitats”) à proliferação de vários vetores biológicos: moscas,

mosquitos, baratas, ratos etc., além de facilitar a contaminação de animais domésticos. Esses vetores proliferam de forma assustadora em razão da grande quantidade de alimento, facilidade de abrigo, umidade e temperatura adequada. Como carreiam, em seus corpos, micro-organismos perigosos (do lixo domiciliar, de animais mortos, do lixo de serviços de saúde, etc.), esses vetores têm sido responsáveis pela disseminação de várias doenças, acarretando sérios problemas de saúde pública (PEREIRA NETO, 1999).

Os grupos microbianos adaptados ao novo ambiente aumentam, enquanto que aqueles não adaptados às condições ambientais diminuem. A ampla variedade de micro-organismos existentes permite uma rápida adaptação da comunidade microbiana ao novo ambiente (LIMA, 2001).

No entanto, está comprovado o seu papel na transmissão de patologias provocadas por macro e micro-organismos que vivem ou são atraídos pelo lixo. Estes organismos encontram abrigos e alimentos nos resíduos de natureza biológica, como fezes ou restos de origem vegetal, e podem ser agentes responsáveis por enfermidades transmitidas ao homem e aos animais, sendo considerados, portanto, como via indireta de transmissão de doenças. Essa via indireta se desenvolve principalmente devido ao tipo de destinação final que é dada ao lixo (PEREIRA NETO, 1999).

Outros efeitos negativos do aterro incluem a própria rotina, afetando as famílias que residem nos arredores, pelas perturbações, como ruído, poluição visual, maus odores e presença de vetores, e o tráfego de veículos pesados, causando poluição do ar e impactos físicos e estruturais (HAM *et al.*, 2013).

No Brasil os resultados das análises microbiológicas em amostras de resíduos de serviços de saúde e domiciliar na pesquisa de Ferreira (1999), apontam para uma razoável semelhança entre eles, a ponto de permitir colocá-los, do ponto de vista gerencial, numa mesma categoria de risco.

Diante desta análise, a proposta do presente trabalho foi apresentar um estudo comparativo da diferença entre o tipo de contaminação por micro-organismos patogênicos existentes em resíduos sólidos domiciliares e de saúde.

1.1 -Objetivo Geral

Avaliar por meio de um estudo comparativo a contaminação por micro-organismos patogênicos existentes em Resíduos Sólidos Domiciliares e de Saúde e apresentar se houve diferenças significativas ou não, quanto à contaminação e discutir os impactos ambientais causados pelo gerenciamento inadequado dos Resíduos Sólidos, bem como, os danos sanitários causados à saúde humana e animal.

1.2 -Objetivos Específicos

- Avaliar estatisticamente a diferença entre o tipo de contaminação nos Resíduos Sólidos de Saúde/RSS e Resíduos Sólidos Domiciliares/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 Resíduos Sólidos podem ocasionar quando não acondicionados, coletados, transportados, tratados e dispostos adequadamente ao meio ambiente;
- Apresentar os riscos sanitários à saúde humana e animal quando os resíduos são dispostos em lixões;
- Propor medidas adequadas quanto ao gerenciamento dos Resíduos Sólidos Domiciliares.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

A palavra lixo deriva do latim “lix”, que significa cinzas, e devido ao fato de o mesmo quase não conter substâncias líquidas, técnicos dão preferência a denominação resíduos sólidos (CAVINATTO, 1992).

Em 1906 B. Parsons afirmava, no livro *The Disposal of Municipal Refuse*, talvez o primeiro livro cujo conteúdo versava apenas sobre as questões dos resíduos sólidos “...de se verificar as características das diferentes classes de resíduos e prestar atenção ao fato de que esse um método uniforme de nomenclatura e registro das quantidades de resíduos manejado poderá ser mantido pelas várias cidades, então os dados obtidos e a informação assim conseguida, poderá constituir um avanço na deposição sanitária dos lixos. Tal uniformidade não poderá constituir uma fonte de despesas nas cidades, porém comparações diretas e conclusões corretas poderão ser extraídas para benefícios de outras”.

De acordo com a norma brasileira NBR 10.004 (ABNT, 2004) “Resíduos Sólidos, são os resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

Os resíduos sólidos refletem o hábito e os costumes de uma sociedade. A geração e a composição dos resíduos sólidos são variáveis de acordo com o poder aquisitivo e o nível educacional da população, o número de habitantes da localidade, condições climáticas, entre outros fatores (TCHOBANOGLOUS, KRETH, 2002; COMLURB, 2010; ABRELPE, 2011).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da norma NBR 10.004 de 2004 substituiu a palavra lixo pelo termo resíduo sólido e a define como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT – NBR 10.004, 2004, p.71).

Os resíduos sólidos urbanos (RSU), nos termos da Lei Federal nº 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, 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.

A ABNT NBR 10.004 (2004) divide os resíduos em: Classe I – perigosos e Classe II – não perigosos que subdividem em Classe II A e Classe II B.

Classe I – perigosos: são resíduos que em função das suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas pode apresentar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Incluem neste grupo os inflamáveis, corrosivos, tóxicos, reativos e patogênicos;

Classe II – não perigosos, se dividem em:

- **Classe II A** – não inertes – pode ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade, ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com características do lixo doméstico.
- **Classe II B** – inertes – são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (ABNT NBR 10.007 de 2004), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água (ABNT NBR 10.006 de 2004). Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Estes resíduos se degradam muito lentamente e muitos destes são recicláveis.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2003) classifica os RSU de várias formas: 1) por sua natureza física: seco ou molhado; 2) por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica; 3) pelos riscos potenciais ao meio ambiente; e 4) quanto à origem.

A ANVISA classifica os resíduos sólidos em função de sua origem, assim como, os principais componentes encontrados. São subdivididos em função da responsabilidade do gerenciamento, conforme apresentado nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1.Classificação dos RSU quanto à origem e componentes.

CLASSIFICAÇÃO	ORIGEM	COMPONENTES/PERICULOSIDADE
Doméstico ou Residencial	Residências	Orgânicos: restos de alimento, jornais, revistas, embalagens vazias, frascos de vidros, papel e absorventes higiênicos, fraldas descartáveis, preservativos, curativos, embalagens contendo tintas, solventes, pigmentos, vernizes, pesticidas, óleos lubrificantes, fluido de freio, medicamentos, pilhas, baterias, lâmpadas incandescentes e fluorescentes, etc.
Comercial	Supermercados, bancos, lojas, bares, restaurantes, etc.	Os componentes variam de acordo com a atividade desenvolvida, mas, de modo geral, se assemelham qualitativamente aos resíduos domésticos.
Público	Limpeza de vias públicas (inclui varrição e capina), praças, praias, galerias, córregos, terrenos baldios, feiras livres, animais.	Podas, resíduos difusos (descartados pela população): entulho, papéis, embalagens gerais, alimentos, cadáveres, fraldas etc.

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária(ANVISA,2003)

Tabela 2.Classificação dos RSU oriundos de fontes especiais.

CLASSIFICAÇÃO	ORIGEM	COMPONENTES/PERICULOSIDADE
Industrial (não perigoso)	Indústria metalúrgica, elétrica, química, de papel e celulose, têxtil etc.	Composição dos resíduos varia de acordo com a atividade (ex: lodos, cinzas, borrachas, metais, vidros, fibras, cerâmica, etc.). São classificados por meio da Norma ABNT 10.004:2004 em classe I (perigosos) classe II-A e classe II-B (não-perigosos).
Construção Civil	Construção, reformas, reparos, demolições, preparação e escavação de terrenos.	Resolução CONAMA no. 307:2002: A - reutilizáveis e recicláveis (solos, tijolos, telhas, placas de revestimentos) B - recicláveis para outra destinação (plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras etc.) C - não recicláveis D - perigosos (amianto, tintas, solventes, óleos, resíduos contaminados - reformas de clínicas radiológicas e unidades industriais).
CLASSIFICAÇÃO	ORIGEM	COMPONENTES/PERICULOSIDADE
	Serviços de saúde, instituições de pesquisa,	Resíduos contendo substância radioativa

Radioativos	laboratórios e usinas nucleares.	com atividade acima dos limites de eliminação.
Portos, aeroportos e terminais rodoferroviários	Resíduos gerados em terminais de transporte, navios, aviões, ônibus e trens.	Resíduos com potencial de causar doenças - tráfego intenso de pessoas de várias regiões do país e mundo. Cargas contaminadas - animais, plantas, carnes.
Agrícola	Gerado na área rural - agricultura.	Resíduos perigosos - contêm restos de embalagens impregnadas com fertilizantes químicos, pesticidas.
Saúde	Qualquer atividade de natureza médico-assistencial humana ou animal - clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias	Resíduos infectantes (sépticos) - cultura, vacina vencida, sangue e hemoderivados, tecidos, órgão, produto de fecundação com as características definidas pela ANVISA RDC 306:2004, materiais resultantes de cirurgia, agulhas, ampola, pipeta, bisturi, animais contaminados, resíduos que entraram em contato com pacientes (secreções, refeições etc.). Resíduos especiais - rejeitos radioativos, medicamentos vencido, contaminado, interditado, resíduos químicos perigosos. Resíduos comuns - não entram em contato com pacientes (escritório, restos de alimentos etc.).

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA,2003)

De acordo com Bidone e Povinelli (1999), as propriedades físicas, químicas e biológicas dos Resíduos Sólidos são:

Propriedades físicas: Tamanho das partículas, a redução do tamanho das partículas por trituração em veículos de coleta ou em estações de transferências, aumenta significativamente a reatividade do processo, devido ao aumento da área superficial de contato do substrato disponível ao ataque enzimático pelos micro-organismos. Deve-se considerar, no entanto, que o aumento excessivo da hidrólise de polímeros no percolado pode levar, por sua vez, a uma fermentação muito rápida por ácidos voláteis, resultando na inibição das bactérias metanogênicas.

Composição gravimétrica: demonstra o percentual de cada componente em relação ao peso total do lixo. Peso específico: é o peso dos resíduos em função do volume ocupado por eles. Teor de umidade: representa a quantidade relativa de água contida na massa de lixo; varia em função da composição do lixo, das estações do ano e da incidência de chuvas. A umidade é um dos parâmetros mais

importantes, uma vez que não só favorece o meio aquoso essencial para o processo de produção de gás, mas serve como transporte para os micro-organismos dentro do aterro sanitário.

Grau de compactação: indica a redução de volume que a massa de lixo pode sofrer, quando submetida a uma pressão determinada. Produção per capita: é a relação entre a quantidade de lixo gerado e o número de habitantes da região. Está diretamente ligada ao padrão de consumo. Quanto maior o poder aquisitivo, maior o consumo e a produção.

Propriedades químicas: Poder calorífico; é a quantidade de calor liberada durante a combustão de 1 kg de lixo, sob condições controladas. Potencial hidrogeniônico (pH): indica o teor de acidez ou alcalinidade do material. Os micro-organismos podem ser classificados em função do pH e de sua capacidade de crescimento no meio como: acidofílicos, neutrofílicos e alcalinofílicos. Os primeiros apresentam crescimento ótimo no meio em que o pH é baixo, enquanto para os últimos a taxa de crescimento ótimo ocorre em meios alcalinos. A maioria dos micro-organismos são neutrófilos, com melhor crescimento em pH próximo de 7. Relação Carbono /Nitrogênio (C/N): indica a degradabilidade e o grau de decomposição da fração orgânica do lixo. Geralmente os resíduos sólidos urbanos apresentam uma relação C:N em torno de 50:1, superior à relação C:N de 30:1 considerada ótima para a sua estabilização anaeróbia. Alguns pesquisadores acreditam que a suplementação de nitrogênio, corrigindo a relação, acelera a degradação.

Teor de matéria orgânica: representa a quantidade, em peso seco, de matéria orgânica contida na massa de lixo. Compreende tanto a matéria orgânica putrescível (restos de alimento, animais mortos, etc.), como a não putrescível (papel, madeira, trapos, etc.).

Propriedades biológicas: Biodegradabilidade; a decomposição da fração orgânica pode ser aeróbia ou anaeróbia. Na aeróbia, a decomposição é muito mais rápida, resultando em subprodutos como gás carbônico, sais minerais de nitrogênio, fósforo, potássio e outros macro e micronutrientes solúveis em água e facilmente assimiláveis pelo sistema radicular das plantas, e alguns compostos orgânicos de mais lenta biodegradabilidade, geralmente de natureza fibrosa ou coloidal, bons condicionantes do solo, como é o caso do húmus natural. A decomposição anaeróbia é lenta, gerando subprodutos em estágios intermediários de degradação, como a amônia e ácidos orgânicos, que são noci

vose contaminantes, e gases, como o gás sulfídrico, malcheiroso, conferindo efeito estético e indesejado de toxicidade.

Agentes patogênicos: nas massas de resíduos apresentam-se agentes patogênicos e de biodegradabilidade, além de micro-organismos prejudiciais à saúde humana.

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

2.2 - Situação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

No Brasil, a predominância da disposição final de resíduos sólidos urbanos ainda acontece sob a forma de lixões.

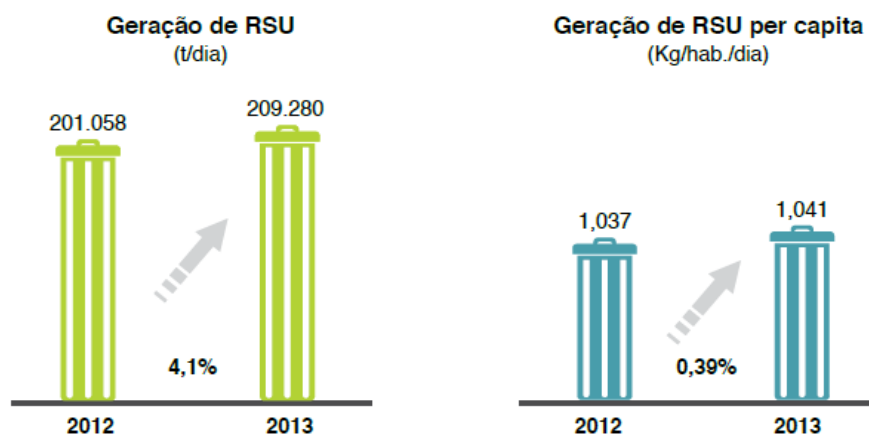
Aos lixões, podem ser somados muitos aterros classificados como controlados, mas que operam em condições precárias, causando também impactos ambientais importantes.

Em 2012, foram coletadas 64 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, estimativa com base em dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

Estima-se que 59% dos municípios brasileiros ainda dispõem seus resíduos de forma ambientalmente inadequada em lixões ou aterros controlados (lixões com cobertura precária). De acordo com as informações levantadas em 2014, das Unidades da Federação, são 2,2 mil municípios que dispõem seus resíduos sólidos urbanos coletados em aterros sanitários, individuais ou compartilhados por mais de um município (SNIS, 2014).

No ano de 2013, 1.865 municípios declararam possuir planos de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos/PNRS (IBGE, 2014).

Em 2013 a geração total de RSU no Brasil foi de 209.280 toneladas (ABRELPE, 2013). O dado de geração diária em 2013, comparado com 2012, é apresentado na Figura 1.

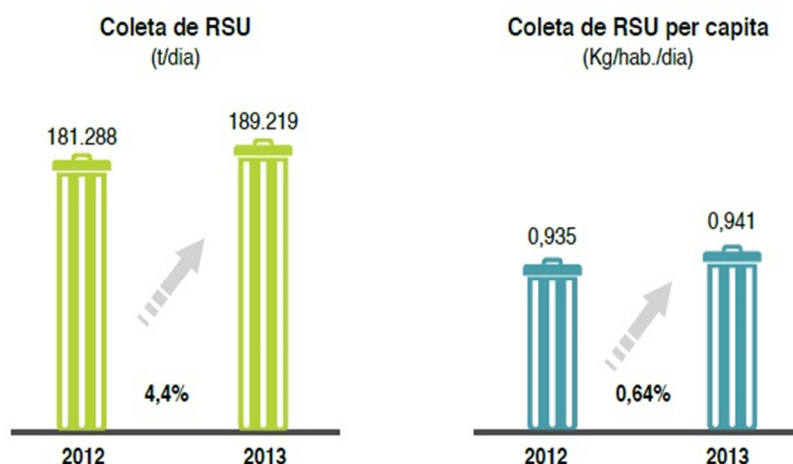


Fontes: Pesquisa ABRELPE e IBGE

Nota: Os índices per capita referentes a 2013 e 2012 foram calculados com base na população total dos municípios;

Figura 1: Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, expressos em toneladas por dia.

Na Figura 2 pode ser observado que estes dados mostraram que houve um aumento de 4,4% na quantidade de RSU coletados em 2013 relativamente a 2012. A comparação deste índice com o crescimento da geração de RSU, mostra uma discreta evolução na cobertura dos serviços de coleta, chegando a 90,4% com um total de 69.064.935 toneladas coletadas no ano.



Fontes: Pesquisa ABRELPE e IBGE

Nota: Os índices per capita referentes a 2013 e 2012 foram calculados com base na população total dos municípios.

Figura 2. Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, expressos em toneladas por dia.

A comparação entre a quantidade de RSU gerada e a coletada em 2013, apresenta que diariamente mais de 20.000 toneladas deixaram de ser coletadas no país e, por consequência, tiveram destino impróprio (ABRELPE, 2013). A distribuição

percentual do total de RSU coletado em 2013 entre as diversas regiões é apresentada na Figura 3.

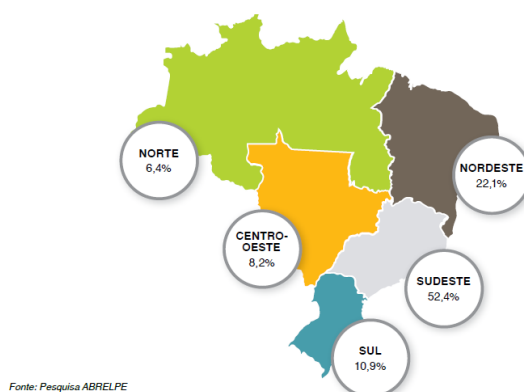


Figura 3. Participação das Regiões no Total de Resíduos Sólidos Urbanos Coletado.

Em 2013, pouco mais de 62% dos municípios registraram alguma iniciativa de coleta seletiva, conforme apresenta a Figura 4. Embora seja expressiva a quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva, convém salientar que muitas vezes estas atividades resumem-se à disponibilização de pontos de entrega voluntária ou convênios com cooperativas de catadores, que não abrangem a totalidade do território ou da população do município (ABRELPE, 2013).



Figura 4. Iniciativas de Coleta Seletiva nos Municípios brasileiros em 2013.

De acordo com a Figura 04, verificou-se que a quantidade de RSU coletados em 2013 cresceu em todas as regiões, em comparação ao dado de 2012. A região

sudeste continua respondendo por mais de 50% dos RSU coletados e apresenta o maior percentual de cobertura dos serviços de coleta do país.

Conforme indicado na Figura 5, a situação da destinação final dos RSU no Brasil em 2013 manteve-se praticamente inalterada em relação a 2012. O índice de 58,3 % correspondente à destinação final adequada no ano de 2013 permanece significativo, porém a quantidade de RSU destinada inadequadamente cresceu em relação ao ano anterior, totalizando 28,8 milhões de toneladas que seguiram para lixões ou aterros controlados (ABRELPE, 2013).

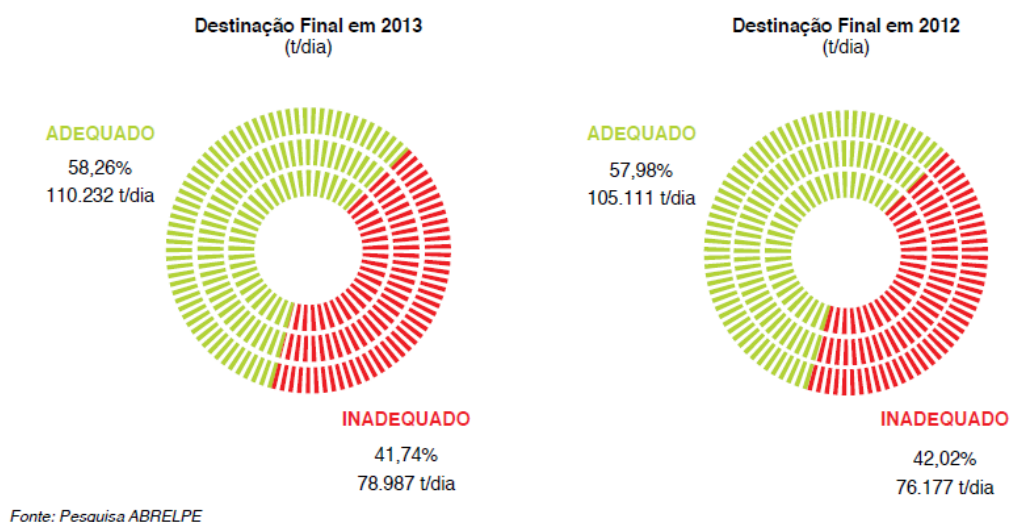


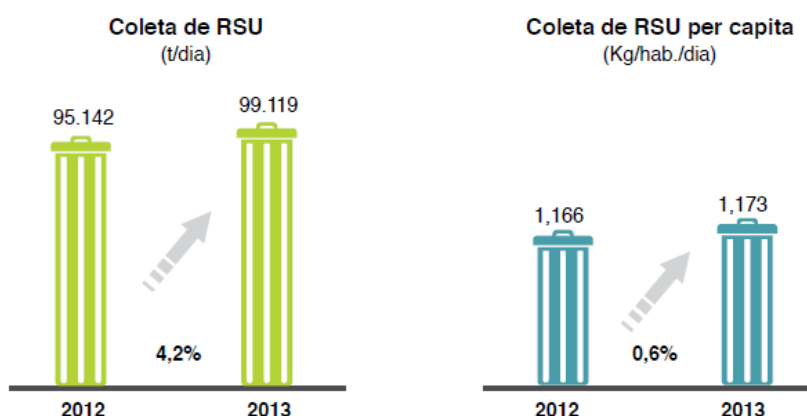
Figura 5. Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos coletados no Brasil.

Merecem destaque os números relacionados à destinação final dos resíduos coletados, revelou-se que 58,3 % seguiram para aterros sanitários em 2013, praticamente sem alteração do cenário registrado no ano anterior. Nesse sentido, é importante ressaltar que os 41,7% restantes correspondem a 79 mil toneladas diárias, que são encaminhadas para lixões ou aterros controlados, os quais pouco se diferenciam dos lixões, uma vez que ambos não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente e saúde pública contra danos e degradações (ABRELPE, 2013).

A quantidade de RSU coletados em 2013 cresceu em todas as regiões, em comparação com o ano de 2012. A região sudeste continua respondendo por mais de 50% dos RSU coletados e apresenta o maior percentual de cobertura dos serviços de coleta do país.

2.3 - Situação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Sudeste

Os 1.668 municípios dos quatro Estados da região Sudeste geraram, em 2013, a quantidade de 102.088 toneladas/dia de RSU, das quais 97,1% foram coletadas. Os dados indicam crescimento de 4,2% no total coletado e aumento de 3,9% na geração de RSU em relação ao ano anterior. A comparação entre os dados relativos à destinação adequada de RSU praticamente não apresentou evolução de 2012 para 2013 na região. Dos resíduos coletados na região, cerca de 28%, correspondentes a 27.475 toneladas diárias, ainda são destinados para lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2013).



Fontes: Pesquisa ABRELPE e IBGE

Nota: Os índices por habitante referentes a 2013 e 2012 foram calculados com base na população total dos municípios.

Figura 6.Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos coletados na Região Sudeste.

2.4 - Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)

No Brasil os resíduos de saúde eram conhecidos como “lixo hospitalar”. Essa dominação foi mudada recentemente ao se verificar que não só os hospitais, mas também outros estabelecimentos prestadores de serviços na área da saúde geram resíduos com características semelhantes (CUSSIOL, 2005).

Os hospitais são os principais geradores de RSS, representando apenas uma fração das unidades de saúde; há ainda a contribuição vinda dos consultórios, clínicas, laboratórios e universidades (RUTALA; MAYHALL, 1992).

A Resolução CONAMA nº 358 (BRASIL, 2005) trata do gerenciamento sob o prisma da preservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Promove a

competência aos órgãos ambientais estaduais e municipais para estabelecerem critérios para o licenciamento ambiental dos sistemas de tratamento e destinação final do RSS. Por outro lado, a RDC ANVISA nº 306 de 2004 concentra sua regulação no controle dos processos de segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final (ABNT, 2004).

Para ANVISA nº 306 (BRASIL, 2004) e a Resolução CONAMA nº 358 (BRASIL, 2005), RSS são todos aqueles gerados em todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, que inclui os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para a saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento, serviços de medicina legal, drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área da saúde, centro de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*, unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura, serviços de tatuagem, dentre outros similares (ABNT, 2004).

A Resolução da ANVISA RDC N° 306 (BRASIL, 2004), em seu capítulo III que trata sobre o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, inferindo que o gerenciamento dos RSS, constitui-se um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com intuito de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente.

O responsável pelo estabelecimento gerador deverá implementar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), definido como um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados baseando-se em normas científicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a produção e proporcionar aos resíduos gerados um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando a proteção dos funcionários, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente (BRASIL, 2004).

O PGRSS deve ser elaborado com base nas características e volume dos resíduos de serviços de saúde gerados, estabelecendo as diretrizes de manejo desses resíduos, incluindo as medidas de: segregação, acondicionamento,

identificação, transporte interno, armazenamento intermediário, armazenamento temporário, tratamento, armazenamento externo, coleta e transporte externo e destinação final. Cada uma dessas etapas é indicada de maneira específica para cada tipo de resíduos de serviços de saúde (BRASIL, 2004).

A classificação adequada dos resíduos gerados em um estabelecimento de saúde permite um manuseio eficiente, econômico e seguro. A classificação facilita uma segregação apropriada, reduzindo riscos sanitários e gastos no manejo (NOBUKUNI, 2011).

A ANVISA, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306 de 2004 e Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA nº 358 (BRASIL, 2005), classifica os RSS em cinco grupos: A, B, C, D e E, assim definidos:

Grupo A - engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas, tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras.

Os resíduos do grupo A são subdivididos em cinco grupos, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 3: Subdivisões do grupo A de Resíduos de Serviços de Saúde, de acordo com a ANVISA e CONAMA.

Subgrupo	Materiais
A1	<p>Culturas e estoques de micro-organismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética;</p> <p>Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes da classe de risco 4, microorganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causadores de doença emergente que setorne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido.</p> <p>Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta;</p> <p>Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.</p>
A2	<p>Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação que foram submetidos ou não a</p>

	estudo anátomo-patológico ou confirmação diagnóstica.
Subgrupo	Materiais
A3	Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares.
A4	Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados; Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico hospitalar e de pesquisa, entre outros similares. Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons. Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo. Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenham sangue ou líquidos corpóreos na forma livre. Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomo-patológicos ou de confirmação diagnóstica. Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações. Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.
A5	Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

Fonte: BRASIL, 2004

Grupo B - contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplo: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados.

Grupo C - quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia.

Grupo D - não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplo: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas, papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, resto alimentar de paciente,

material utilizado em antissepsia e hemostasia de venoclise, equipo de soro e outros similares não classificados como A1.

Grupo E - materiais pérfuro-cortantes ou escarificantes, como exemplo lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e placas de petri.

A ação de gerenciar os RSS no âmbito intra e extra estabelecimento, desde a geração até a disposição final define-se como: Manejo dos RSS, e inclui as seguintes etapas, descritas a seguir de acordo com a Resolução Anvisa RDC nº 306 de 2004. Estas ações devem compor um documento, elaborado pelo estabelecimento de saúde, denominado PGRSS – Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde.

2.4.1.Segregação

A segregação é uma das etapas mais importante, consiste na separação dos resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os possíveis riscos (BRASIL,2004).

A Resolução CONAMA nº 05 (BRASIL,1993) destaca que quando a segregação não ocorre adequadamente, os resíduos comuns que poderiam ser tratados como resíduos domiciliares são contaminados pelos resíduos infectantes, merecendo o mesmo (BRASIL,2004).

2.4.2 -Acondicionamento

Após a segregação acontece o acondicionamento, que consiste no ato de embalar os resíduos segregados, em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e resistam às ações de punctura e ruptura. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo. Os sacos devem ser constituído de material resistente à ruptura e vazamento, impermeável, respeitando os limites de peso de cada saco, sendo proibido o seu esvaziamento ou reaproveitamento (BRASIL, 2004).

A identificação deve estar aposta nos sacos de acondicionamento, nos recipientes de coleta interna e externa, nos recipientes de transporte interno e externo, e nos locais de armazenamento, em local de fácil visualização, utilizando-se

símbolos, cores e frases. A identificação dos sacos de armazenamento e dos recipientes de transporte poderá ser feita por adesivos, desde que seja garantida a resistência destes aos processos normais de manuseio dos sacos e recipientes (BRASIL, 2004).

Grupo A é identificado pelo símbolo de substância infectante, com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos.

Grupo B é identificado através do símbolo de risco, com discriminação de substância química e frases de risco.

Grupo C é representado pelo símbolo internacional de presença de radiação ionizante em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescido da expressão REJEITO RADIOATIVO.

Grupo D, destinados à reciclagem ou reutilização, a identificação deve ser feita nos recipientes e nos abrigos de guarda de recipientes, usando código de cores e suas correspondentes nomeações, baseadas na Resolução CONAMA nº. 275 de 2001, e símbolos de tipo de material reciclável: PAPÉIS – azul, METAIS – amarelo, VIDROS – verde, PLÁSTICOS – vermelho, RESÍDUOS ORGÂNICOS – marrom.

Grupo E são identificados pelo símbolo de substância infectante constante na NBR-7500 da ABNT (2004), com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, acrescido da inscrição de RESÍDUO PERFUROCORTANTE, indicando o risco que apresenta o resíduo.

2.4.3 - Transporte interno e armazenamento

Consiste no traslado dos resíduos dos pontos de geração até local destinado ao armazenamento temporário ou armazenamento externo. O transporte interno de resíduos deve ser realizado atendendo roteiro previamente definido e em horários não coincidentes com a distribuição de roupas, alimentos e medicamentos, períodos de visita ou de maior fluxo de pessoas ou de atividades. Deve ser feito separadamente de acordo com o grupo de resíduos e em recipientes específicos a cada grupo de resíduos, conforme normas reguladoras do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2004).

O armazenamento divide-se em duas etapas: armazenamento interno e armazenamento externo. O armazenamento interno consiste em selecionar um ambiente apropriado, onde serão acumulados temporariamente os resíduos no local

próximo da geração. Armazenamento externo tem a finalidade de depositar os resíduos previamente acondicionados, de acordo com a categoria, em um abrigo a espera da coleta e transporte externo (NAIME et al., 2004).

2.4.4 - Coleta e transporte externos

Consistem na remoção dos RSS do abrigo de resíduos (armazenamento externo) até a unidade de tratamento ou disposição final, utilizando-se técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores. A coleta e transporte externos dos resíduos de serviços de saúde devem ser realizados de acordo com as normas NBR 12.810 e NBR 14652 da ABNT (BRASIL, 2004).

2.4.5 - Tratamento

O processo de autoclavação aplicado em laboratórios para redução de carga microbiana de culturas e estoques de micro-organismos está dispensado de licenciamento ambiental, ficando sob a responsabilidade dos serviços que as possuírem, a garantia da eficácia dos equipamentos mediante controles químicos e biológicos periódicos devidamente registrados. Os sistemas de tratamento térmico por incineração devem obedecer ao estabelecido na Resolução CONAMA nº. 316 de 2002 (BRASIL, 2004).

Em grande parte dos municípios brasileiros os RSS são depositados em aterros sem diminuição da carga microbiana. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais realiza um panorama anual dos resíduos sólidos urbanos, com relação ao tratamento dos RSS em 2012 37,4%, foram para incineração, 13,3%, lixão, 21,7% aterrosanitário, 5,8% vala séptica, 16,6% autoclave e 5,2% microondas (ABRELPE, 2013).

2.4.6 - Disposição final

Para realizar a disposição final do RSS o CONAMA em Resolução Nº 358:2005, estabelece que todos os resíduos sólidos que causam possível infecção devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana, no qual devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final dos RSS (BRASIL, 2004).

2.5 - Legislação Ambiental do Brasil

Alguns dos instrumentos legais mais importantes para o gerenciamento dos resíduos sólidos:

De acordo com os Incisos VI e IX do art. 23 da Constituição Federal, é de competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas, bem como promover programas de construção de moradias e a melhoria do saneamento básico.

Dessa forma, os municípios brasileiros, em geral, são responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos produzidos em seu território, com exceção daqueles produzidos em grandes quantidades e com características tóxicas, como o caso das indústrias, em que o empreendedor é responsável pelo tratamento e/ou destino final.

A Tabela 4 abaixo, apresenta algumas legislações ambientais do Brasil pertinentes ao gerenciamento ao Resíduo Sólido.

Tabela 4. Legislação Ambiental no Brasil.

Lei/Resolução/NBR Número/Data	Aprova/Regulamenta
Lei 6.938/1981	Política Nacional do Meio Ambiente.
NBR/8.419/ABNT/1984	Apresenta projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbano.
NBR/8.849/ABNT/1985	Apresenta projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbano.
Resolução Conama 01/1986	Aprova o EIA (Estudo Impacto Ambiental) e o RIMA (Relatório Impacto Ambiental).
Resolução Conama 005/1993	Estabelece definição, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde...
Resolução Conama 237/1997	Dispõe sobre o sistema de licenciamento ambiental.
Lei 9.605/1998	Crimes Ambientais.
Lei 9.795/1999	Política Nacional de Educação Ambiental.
Resolução Conama 257/1999	Disciplina o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final.
Resolução Conama 308/2002	Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbano gerados em municípios de pequeno porte.
RDC/33/2003/ANVISA	Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde.
RDC/306/2004/ANVISA	Regulamenta o controle dos processos de segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final.
NBR/10.004/ABNT/2004	Classifica resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.
Resolução Conama 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.
Lei 12.305/2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos

Fonte: BRASIL, 2005

2.6 - Situação dos Resíduos Sólidos Urbano em Uberlândia

O Município de Uberlândia por se encontrar na região do Triângulo Mineiro, trás várias peculiaridades de uma grande metrópole, considerada uma cidade referência na logística territorial brasileira, cedia uma grande diversidade em sua infraestrutura, consequências de uma variedade de características socioeconômicas e culturais. Produz um volume heterogêneo de resíduos sólidos de origens variadas, em atividades diversas no setor produtivo e consumo.

Destaca-se os resíduos domiciliares, resíduos comerciais, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos de limpeza e manutenção urbana, resíduos tecnológicos, resíduos de aeroporto, e os resíduos agro-silvo-pastoris.

A Prefeitura de Uberlândia tem a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, com as atribuições de executar as atividades relativas aos serviços de limpeza pública e de sua respectiva fiscalização, promover a execução de serviços de iluminação pública em coordenação com os órgãos competentes do Estado. Além disso, tem como atribuição a promoção da ampla divulgação e conscientização da população sobre a correta disposição dos resíduos sólidos, uso dos Pontos, Pontos Críticos, Coleta Seletiva e Aterro Sanitário.

O sistema de coleta e manejo de resíduos sólidos é um conjunto de atividades, infraestruturas, instalações, e plano de operações sobre a responsabilidade da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos - SMSU. Os serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos urbano são terceirizados para a empresa Limpebras Engenharia Ambiental Ltda. E para outros resíduos sólidos, empresas particulares desenvolvem atividades para o tratamento e destinação correta com a fiscalização da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos.

A coleta é executada em todas as vias públicas oficiais abertas à circulação ou que venham a ser abertas. Nas vias onde há impossibilidade de acesso do veículo coletor, a coleta é feita manualmente. O atendimento regular está distribuído na frequência 33% em coletas diárias, 66% em duas ou três vezes por semana, e 1% em coleta uma vez por semana. Os resíduos tem como destino final, o Aterro Sanitário de Uberlândia, localizado no Distrito Industrial, a cerca de 10 km da Divisão de Limpeza Urbana (SMSU, 2013).

Para executar a programação do Plano de Coleta a área do Município de Uberlândia foi dividida, totalizando 62 setores. O setor está dimensionado por caminhão compactador e em períodos, fazendo a coleta em uma ou mais viagens.

São utilizados caminhões com carroceria tipo baú e comprimento aproximado de 7,5m e largura aproximada de 2,60 m, adaptados e adesivados para a coleta de recicláveis com dispositivos sonoros que servem como alerta a população quanto à passagem do caminhão coletor (SMSU, 2013).

2.6.1 - Aterros Sanitários

O aterro Antigo exauriu sua capacidade de recebimento de resíduos em meados do ano de 2010, tendo funcionado por dezesseis anos, desde julho de 1995, período em que recebeu e deu destinação adequada para cerca de 2.100.000 toneladas de resíduos domiciliares e especiais. A implantação do novo aterro sanitário foi iniciada em meados de 2008 e começou a receber os resíduos em outubro de 2010, substituindo o antigo aterro, que entrou em fase de encerramento.

O novo aterro está localizado em área contígua ao aterro anterior e sua infraestrutura é composta dos seguintes elementos: a) área total do terreno: 300.000 m²; b) área útil do maciço: 200.000 m²; c) área de Reserva Legal: 60.000 m²; d) área de apoio administrativo e infraestrutura: 20.000 m²; e) sistema viário e paisagismo: 20.000 m² (SMSU, 2013).

As instalações que compõem sua estrutura compreendem: a) Impermeabilização da base com 0,60 metros de argila compactada (3 camadas de 0,20m cada, 0,30m de argila adensada (proteção mecânica da geomembrana) e 0,10m de RCC (resíduo de construção civil) para proteção da geomembrana e operacionalidade; b) Seis poços de monitoramento de águas subterrâneas, sendo 2 de montante e 4 de jusante; c) Projeto de destruição controlada do biogás e cogeração de energia elétrica em fase de certificação na Organização das Nações Unidas – ONU, para o biogás gerado nos dois aterros sanitários, objetivando a obtenção do certificado de redução de emissões de gases do efeito estufa (crédito carbono); d) Todos os sistemas de drenagem necessários: chorume, biogás e águas pluviais; e) Guarita, balança, edificações para a fiscalização, administração, restaurante e sanitários, quiosque e Centro de Educação Ambiental (SMSU, 2013).

O novo aterro obteve a Licença de Operação nº 151, e foi projetado para receber 4.200.000 toneladas de resíduos, com vida útil prevista para 21 anos, conforme o estudo que subsidiou o projeto de sua implantação (SMSU, 2013).

Além dos resíduos sólidos domiciliares - RSD, o aterro sanitário também recebe para disposição resíduos sólidos de estabelecimentos comerciais e industriais, não domiciliares de classe II (não perigosos e inertes) (SMSU, 2013).



Figura 7. Aterro Sanitário de Uberlândia – MG.
Fonte: Secretaria Municipal de Serviços Urbanos/2013

2.6.2 - Resíduos Sólidos dos Serviços da Saúde de Uberlândia/MG

Em dezembro de 2004, a ANVISA publicou a RDC nº 306, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde e, em abril de 2005, o CONAMA publicou a Resolução nº 358, que dispõe sobre o tratamento e disposição final desses resíduos. Com o objetivo de fixar prazos para que os geradores se adequem às exigências da Resolução CONAMA nº 358/2005 e de estabelecer diretrizes para a disposição final adequada dos resíduos dos estabelecimentos dos serviços de saúde, publicou a Deliberação Normativa COPAM nº 97/2006, em 12 de abril de 2006.

Em Uberlândia os geradores do serviço de saúde são responsáveis por todo o processo desde a geração até a destinação final. Os serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos do serviço de saúde são realizados por empresa privada. Os sistemas de tratamento adotados são: - Autoclavagem: Resíduos classe A e E; Incineração: Resíduos classe A (carcaça) e B (SMSU, 2013).

Todos os estabelecimentos estão sendo acompanhados e monitorados pela Vigilância Sanitária, por meio das renovações de Alvarás e com a garantia de destinação correta dos seus resíduos através de certificações das empresas licenciadas ambientalmente.

2.6.3 - Legislação Ambiental do município de Uberlândia - MG

A Legislação Ambiental do município de Uberlândia, está representado na Tabela 5 conforme descrito abaixo:

Tabela 5. Legislação Ambiental no município de Uberlândia.

Decreto/Lei Número/Data	Regulamenta/Dispõe
7.401/1997	Regulamenta responsabilidade de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos que menciona e dá outras providências.
9.152/2003	Estabelece forma de repasse dos custos operacionais para destinação final de resíduos sólidos e especiais e dá outras providências.
9.323/2003	Estabelece forma de repasse dos custos operacionais para destinação final de resíduos sólidos e especiais.
412/2005	Para fins de regular o transporte, coleta e destinação dos resíduos sólidos e especiais no município de Uberlândia.
10.643/2007	Dispõe sobre o Programa de Recebimento e Monitoramento de Efontes não domésticos do Município de Uberlândia.
10.019/2008	Institui a separação dos resíduos sólidos descartados pelos órgãos e entidades da Administração Pública Municipal Direta e Indireta, na fonte geradora, a sua destinação às cooperativas e associações de catadores de recicláveis e dá outras providências.
7.404/2010	Decreto estabelece normas para execução da Política Nacional de Resíduos Sólidos, de que trata a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010.
10.700/2011	Dispõe sobre a política de proteção, controle e conservação do Meio Ambiente.

Fonte: UBERLÂNDIA, 2013

2.7 -Ecologia Microbiana

A ecologia microbiana é uma ciência que tem como objetivo compreender como as comunidades microbianas interagem entre si e com o ambiente (SANTOS, 2010).

Atualmente, os estudos em ecologia microbiana permitem responder a questionamentos como, quais fatores influenciam a diversidade microbiana e quão estáveis as comunidades microbianas se apresentam na natureza. As respostas a essas perguntas fundamentam a realização de práticas biotecnológicas. A biotecnologia ambiental aplica os conceitos e as ferramentas da ecologia microbiana para melhor gerenciar seus processos (BASSIN e ROSADO, 2011).

Em contrapartida, a biotecnologia ambiental fornece os modelos de ecossistemas para que os ecologistas microbianos possam estudar e aperfeiçoar os seus conceitos e métodos, tornando a ecologia microbiana e a biotecnologia ambiental intrinsecamente ligadas (BASSIN e ROSADO, 2011).

2.7.1 -Diversidade Microbiana

Rosado e Duarte (2002) afirmam que a diversidade microbiana é tão vasta quanto desconhecida. “Os micro-organismos são o grupo mais diversificado e abundante de organismos na Terra e com a mais longa história evolucionária” (cerca de 3,5 bilhões de anos) (COUTINHO *et al.*, 1999).

Sabe-se que, um pequeno percentual das espécies bacterianas do planeta foi identificado, deixando vasta porção dessa biota desconhecida e não estudada (AMANN *et al.*, 1995).

A utilização de metodologias de cultivo impõe às populações bacterianas uma pressão seletiva, impedindo a detecção de muitos micro-organismos “não cultiváveis” (ZAK *et al.*, 1994; COUTINHO *et al.*, 1999; SANTOS *et al.*, 2009). Torna-se, então, limitante o estudo da diversidade associada a determinado ambiente com a utilização de meios de cultivo seletivos a grupos particulares.

As limitações das técnicas tradicionais de detecção e de identificação de bactérias são ainda maiores quando se quer estudar a diversidade associada a determinado ambiente. Sabe-se que a diversidade das bactérias é maior que a de qualquer outro grupo de organismos, no entanto, os meios de cultivo são seletivos a grupos particulares. Até mesmo quando se quer utilizar um meio seletivo para determinado organismo-alvo, algumas estirpes não cultiváveis, provavelmente, serão excluídas das análises (COUTINHO *et al.*, 1999).

AMANN *et al.* (1995) sugerem que um pequeno percentual das espécies bacterianas do planeta tenham sido identificadas, deixando vasta porção dessa biota

desconhecida e não estudada. De fato, até recentemente, apenas 20% das bactérias que ocorrem naturalmente foram isoladas e caracterizadas (KLAMMER *et al.*, 2008).

Na análise da comunidade microbiana de composto oriundo de diversos materiais, como resíduos orgânicos, lodo de esgoto, fezes de animais e resíduos sólidos urbanos, Klammer *et al.*, (2008) concluíram que os métodos moleculares provaram ser uma poderosa ferramenta na análise comparativa de amostras de resíduos orgânicos em decomposição.

2.7.2 -Micro-organismos Patogênicos

Micro-organismo patogênico é aquele capaz de desencadear doença (BURTON e ENGELKIRK, 2005), sendo patógenos primários, secundários ou oportunistas. Patógenos primários são micro-organismos que causam doenças infecciosas independentes dos fatores do hospedeiro, causa infecções comunitárias e raramente infecções hospitalares. Já os secundários desenvolvem infecção, quando existe desequilíbrio na relação parasito-hospedeiro, principalmente em casos de imunoresistência do hospedeiro (VERMELHO *et al.*, 2006).

Conforme Trabulsio Toledo (2002), as infecções bacterianas podem ser divididas em exógenas (infecções cujo agente saíngem do hospedeiro a partir de um reservatório ou fonte externa) e endógenas (os agentes são constituintes da microbiota normal humana). As fontes dos agentes exógenos, por exemplo, *Mycobacterium leprae* (agente da lepra), *Mycoplasma pneumoniae* (agente da pneumonia), *Streptococcus pyogenes* (agente da faringite), HBV e HCV (agentes das hepatites B e C, respectivamente), entre muitos outros, são o homem e os animais, sendo a grande maioria proveniente do homem.

As infecções causadas por agentes endógenos podem ocorrer pela maioria das bactérias que residem no corpo humano que sejam membros típicos da microbiota normal ou não. Demodo gerais são consideradas oportunistas porque, quase sempre, só expressam sua atividade patogênica quando o hospedeiro oferece condições apropriadas. (TRABULSI; TOLEDO, 2002).

Além desses, devem também ser referidos os micro-organismos responsáveis por dermatites. A transmissão indireta dá pelos vetores que em contram nos resíduos condições adequadas de sobrevivência e proliferação. Entre os resíd

uoscompresençademicro-

organismos, merecem ainda ser mencionados os resíduos infecciosos dos serviços de saúde que, pela falta de um melhor conhecimento dos modos de transmissão dos agentes associados a doenças infecciosas, têm sido alvo de receio exagerado da população em geral (FERREIRA, 1997; REINHARDT et al., 1996; RUTALA; MAYHALL, 1992).

Silva et al. (2002) salientam que diferentes micro-organismos patogênicos presentes nos resíduos de serviços de saúde apresentam capacidade de persistência ambiental, entre eles *Mycobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, vírus da hepatite A e da hepatite B. O tempo de sobrevivência de alguns micro-organismos nos resíduos sólidos está indicada na Tabela 4. *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *S. aureus* são micro-organismos de grande interesse por estarem geralmente envolvidos na infecção hospitalar.

Tabela 6: Tempo de sobrevivência (em dias) de micro-organismos patogênicos presentes nos resíduos sólidos.

Micro-organismos	Doenças	Resíduos sólidos (dias)
Bactérias	-	-
<i>Salmonella Typhi</i>	Febre Tifóide	29-70
<i>Salmonella Paratyphi</i>	Febre paratifoide	29-70
<i>Salmonella sp</i>	Salmoneloses	29-70
<i>Shigella</i>	Desintéria Bacilar	02-07
<i>Escherichia Coli</i>	Gastroenterites	35
<i>Leptospira</i>	Leptospirose	15-43
<i>Mycobacterium Tuberculosis</i>	Tuberculose	150-180
<i>Vibria Chelerae</i>	Cólera	1-13*
Vírus	-	-
Enterovírus	Poliomielite	20-70
Helmintos		
<i>Ascaris Lumbricóides</i>	Ascaridíase	2000-2500
<i>Trichuris Trichiura</i>	Trichiuríase	1800**
<i>Larvas de Ancilóstomos</i>	Ancilostomose	35**
Outras Larvas de Vermes	-	25-40
Protozoários	-	-
<i>Entamoeba Histolytica</i>	Amebíase	08-12

* FELSENFELD (1965) em alimentos

* REY (1976) em laboratório

Fonte: Adaptado de SUBERKROPP (1974) in LIMA (1995)

Os patógenos mais frequentes causadores de infecções são os seguintes: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* e *Enterococcus*, os quais serão abordados a seguir. Enterobactérias são representadas pela *Escherichia coli*, *Klebsiella sp*, *Proteus sp*, *Enterobacter sp*, *Serratia sp*, *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. A *E. coli* é responsável pela maioria das infecções produzidas por este grupo de bactérias (ALTERTHUM, 2004).

2.7.3 -Enterobactérias

As enterobactérias são bastonetes gram-negativos, aeróbios facultativos em sua maioria, que constituem os principais componentes da flora intestinal humana normal, sendo representados pela *Escherichia coli*, *Klebsiella sp*, *Proteus sp*, *Enterobacter sp*, *Serratia sp*, *Citrobacter*. Com relação ao homem, a *Escherichia coli* está entre os principais patógenos causadores de infecção hospitalar (TRABULSI, 2005).

A *Escherichia coli* é um bacilo Gram-negativo, anaeróbio facultativo, é encontrada mais abundante no cólon e na fezes. Tem sido isolada de diversos sítios do corpo humano, causando patologias como infecções do trato urinário, septicemia, meningite neonatal, e diarreia dos viajantes. Como parte da microbiota fecal humana, esse micro-organismo tem papel importante na contaminação fecal dos alimentos. Algumas cepas patogênicas de *E. coli* podem causar diarreias severas em todos os grupos etários e produzir uma potente endotoxina. O tratamento com antimicrobianos dos pacientes infectados é obrigatório, pois caso contrário, a infecção pode levar o indivíduo à morte (TORTORA et al., 2012; LEVINSON; JAWETZ, 2005).

2.7.4 -Pseudomonas aeruginosa

O gênero *Pseudomonas* é representado por bacilos Gram-negativos retos ou ligeiramente curvos, em pares ou cadeias curtas que produzem citocromo oxidase.

Uma das principais características das *Pseudomonas* é a produção de um ou mais pigmentos (piocianina/verde, fluoresceína/amarelo ou piorrubina/vermelho-marrom), pela maioria das cepas, embora algumas cepas sejam apiogênicas. O gênero *Pseudomonas* possui mais de 130 espécies, a maioria delas saprófitas, sendo que várias espécies são associadas às infecções humanas e, dentre elas, destaca-se a *Pseudomonas aeruginosa*, que é considerado um modelo de patógeno oportunista (LINCOPAN; TRABULSI, 2004).

A *Pseudomonas aeruginosa* é um micro-organismo de vida livre e muito encontrado em ambientes úmidos. Quanto à obtenção de energia, é uma bactéria aeróbia não fermentadora que obtém a sua energia de processos oxidativos de carboidrato. Apesar de ser aeróbia, pode crescer anaerobiamente em algumas circunstâncias, usando o nitrato. Este micro-organismo cresce bem em temperaturas variando de 25 a 37°C, mas cresce lentamente em temperatura muito baixas ou muito altas. No entanto, a habilidade de crescer a 42°C a diferencia de muitas outras espécies de *Pseudomonas* (TORTORA et al., 2012; LINCOPAN; TRABULSI, 2004).

Reconhecida como patógeno oportunista, raramente causa doença em indivíduos saudáveis. Entretanto, é uma ameaça para pacientes hospitalizados e tem sido isolada com elevada frequência em infecções associadas a pacientes imunodeprimidos. As principais infecções causadas pela *P. aeruginosa* são: bacteremia, endocardite, traqueobronquite, broncopneumonia, otite, infecções nas feridas, infecções urinárias, gastroenterites e septicemias fatais em crianças. A *P. aeruginosa* resiste a altas concentrações de sal, corantes, muitos anti-sépticos e aos antibióticos mais comumente utilizados. Estas propriedades ajudam a contribuir para a sua alta incidência em infecções hospitalares. A alta mortalidade associada a estas infecções deve-se à combinação de fatores como defesas enfraquecidas do hospedeiro, resistência bacteriana à maioria dos antibióticos e produção de enzimas extracelulares e toxinas (LINCOPAN; TRABULSI, 2004; LEVINSON; JAWETZ, 2005).

2.7.5 - *Staphylococcus aureus*

As bactérias pertencentes ao gênero *Staphylococcus* são patógenos humanos distribuídos na natureza e fazem parte da microbiota normal da pele e mucosas. O gênero *Staphylococcus* é composto por 27 espécies, sendo que algumas espécies são associadas a uma variedade de infecções de caráter oportunista em seres

humanos e animais. As espécies que causa patologia em humanos são: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus* e *Staphylococcus haemolyticus* (LINCOPAN; TRABULSI, 2004; LEVINSON; JAWETZ, 2005).

Os estafilococos são divididos em duas categorias com base na sua habilidade de coagular o plasma, *estafilococos coagulase positivos* e *coagulase negativos*. Entre os coagulase positivos, o *Staphylococcus aureus* representa a espécie geralmente envolvida em infecções humanas, tanto de origem comunitária quanto hospitalar. *Staphylococcus aureus* (coagulase positivo) são cocos Gram-positivos que formam grupos de cocos em forma de cachos. São catalase positivos e são suscetíveis à elevada temperatura. São encontrados na orofaringe, trato gastrointestinal e trato urogenital sendo transportados na superfície cutânea e na nosofaringe (LEVINSON; JAWETZ, 2005).

Os *S. aureus* causam doenças devido à produção de toxinas ou invasão direta e destruição do tecido, além de serem os agentes mais comuns de infecções piogênicas que podem localizar-se na superfície da pele ou em regiões mais profundas. As infecções profundas são de caráter mais grave e ocorrem particularmente em indivíduos debilitados devido a doenças crônicas, ferimentos traumáticos, queimaduras ou imunocomprometidos (TORTORA et al, 2012).

2.7.6 - *Micrococcus*

Micrococcus é um gênero de bactérias gram-positivas, possuem formato esférico, são aeróbicas, pertencente à família *Micrococcaceae*, são comumente não móveis não formadoras de esporos e são geralmente encontradas nos solos próximos a águas frescas e/ou frequentemente, sobre a pele do homem e de outros animais (TRABULSI, 2004)

Espécies de *Micrococcus* são geralmente consideradas como não patogênicas comensais que colonizam a mucosa, pele e orofaringe. No entanto, reconhece-se agora que *Micrococcus* spp. podem ser agentes patogênicos oportunistas em pacientes imunodeprimidos. (Indivíduo que tem as suas defesas imunológicas fracas) (TRABULSI, 2004).

2.7.7 -Fungos

Os fungos são encontrados em quase todos os lugares da terra, alguns vivem da matéria orgânica, na água e no solo e outros vivem na superfície ou no interior de animais e vegetais. Pertencem ao Reino Fungi, sendo unicelulares ou multicelulares e prejudiciais, enquanto outros são benéficos (BURTON e ENGELKIRK, 2005).

Tortora *et al.* (2012); Trabulsi *et al.* (2005), inferem que os fungos são organismos cujas células possuem um núcleo definido que contém material genético da célula (DNA), circundado por uma membrana celular. Fungos como os cogumelos, podem parecer algumas vezes como plantas, mas não são capazes de realizar a fotossíntese; reproduzem-se sexuadamente ou asexuadamente, apresentando formas unicelulares como leveduras, germes ovais, maiores que as bactérias, ou as mais típicas são bolores compostos de longos filamentos que se ramificam e se expandem, algumas vezes encontrados sobre o pão e frutas.

Os fungos se desenvolvem em meios especiais de cultivo formando colônias de dois tipos: leveduriformes e filamentosas. As colônias leveduriformes, em geral, são pastosas ou cremosas e caracterizam o grupo das leveduras. As colônias filamentosas identificam os bolores e podem ser algodinosas, aveludadas, pulverulentas, com os mais variados tipos de pigmentação. Esses organismos são constituídos fundamentalmente por elementos multicelulares, em forma de tubos (hifas) que podem ser contínuas, não septadas ou cenocíticas e septadas (GOMPertz et al., 2004).

Diversos fungos importantes são chamados de dimórficos, ou seja, eles formam estruturas diferentes quando submetidos a diferentes temperaturas. São fungos filamentosos quando estão em vida livre e em temperatura ambiente, e como leveduras nos tecidos do hospedeiro em temperatura corpórea. O *habitat* natural da maioria dos fungos é o meio ambiente, a exceção com a *Candida albicans*, no qual faz parte da flora humana normal (LEVINSON; JAWTZ, 2005).

2.7.7.1 - *Aspergillus niger*

Aspergillus niger é um fungo e é uma das espécies mais comuns do gênero *Aspergillus*. Ela provoca uma doença chamada mofo-preto em algumas frutas e legumes como uvas, cebolas e amendoim, e é um contaminante comum de alimentos. Ele é onipresente no solo e é comumente relatado em ambientes internos, onde suas colônias pretas podem ser confundidas com as de *Stachybotrys* (cujas espécies são também chamadas de "bolor-negro"). Tem sido relatado que algumas cepas de *A. niger* produzem potentes micotoxinas chamadas ocratoxinas, mas outras fontes discordam, alegando que este relatório é baseado em erros de identificação das espécies fúngicas. Evidências recentes sugerem algumas A. verdadeira cepas de *A. niger* produzem ocratoxina (TORTORA et al., 2012).

O gênero *Aspergillus* sp. é um fungo cujos conídios estão presentes no ar, mas normalmente não causam doenças muito sérias. Entretanto, um indivíduo com um status imunológico debilitado pode apresentar reação a este fungo. Este táxon possui mais de 200 espécies 11 variedades e 9 forma especiais válidas na literatura e distribuídas na natureza (TRABULSI et al., 2005).

2.7.7.2 -*Penicillium spp*

O *Penicillium* (lat. *penicillus*= pincel) é um gênero de fungos, o comum bolor do pão, que cresce em matéria orgânica especialmente no solo e outros ambientes húmidos e escuros. Por contágio, contaminam frutas e sementes e chegam a invadir habitações, sendo responsáveis pelos bolores que se instalam em alimentos para consumo humano. Os fungos conidiais sapróbios muito comuns, agentes dos mofos ou bolores azuis que ocorrem em diferentes substratos o *Penicillium* e o agente causador de bolores em citrus, podridões de fruto muito comuns na fase de pós-colheita São patógenos fracos que atacam órgãos de reserva, como sementes e frutos e podem produzir micotoxinas em sementes, as espécies de *Penicillium* têm suas fases teleomórficas nos gêneros *Talaromices* e *Eupenicillium*. O ascoma e cleistotecial, com os ascos esparramados na sua cavidade, sem formar himênio. Os ascos são arredondados e sua parede se decompõe quando os ascósporos amadurecem (TORTORA et al., 2012)

O fungo *Penicillium* sp., é conhecido como o fungo dos bolores, bolor verde ou azul é uma característica específica dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*, essa e

a única estrutura que pode ser vista a olho nu. Algumas espécies de *Penicillium* sp. têm grande valor econômico sendo utilizados na produção de queijos e vinhos (TRABULSI et al., 2005).

2.7.7.3 -*Fusarium spp*

Fusarium spp é um género de fungos da classe *Sordariomycetes*, em geral agrupando espécies que formam anamorfofilamentosos que produzem manchas brancas, rentes ao substrato, agrupadas em aglomerados de reprodução com esporos facilmente reconhecíveis ao microscópio pela sua forma de meia-lua ou de canoa. A maioria das espécies são saprófitos amplamente distribuídos no solo, constituindo membros relativamente abundantes do microbiota do solo das regiões temperadas e subtropicais. Estes fungos são frequentemente patógenos facultativos, capazes de sobreviver na água e solo alimentando-se de materiais em decomposição, mas que podem infectar plantas e animais, incluindo os humanos, causando as doenças conhecidas como fusarioses. Algumas espécies produzem micotoxinas nos cereais e podem, por esta via, entrar na cadeia alimentar e afectar a saúde de pessoas e animais. As principais toxinas produzidas por estas espécies são as fumonisinas e os tricotecenos (TRABULSI et al., 2005).

2.7.7.4 -*Rhizopus spp*

Rhizopus é um "sapróbio comum e parasita facultativo de frutos e vegetais maduros". É um género de bolores que inclui fungos filamentosos cosmopolitas encontrados no solo, frutos e vegetais em decomposição, fezes de animais e pão velho. Os esporangiósporos assexuais são produzidos no interior de uma estrutura com forma de cabeça de alfinete, o esporângio, e são geneticamente idênticos ao seu progenitor. Zigósporos escuros são produzidos após a fusão de dois micélios compatíveis durante a reprodução sexuada. Dão origem a colónias que podem ser geneticamente diferentes dos seus progenitores (TORTORA et al., 2012).

Algumas espécies de *Rhizopus* são agentes infecciosos oportunistas da zigomicose humana. Podem causar infeccções sérias (e muitas vezes fatais) em humanos e animais devido à sua elevada taxa de crescimento e por poderem desenvolver-se a temperaturas relativamente elevadas. Algumas espécies são

patógenos vegetais. Duas são utilizadas na fermentação de alimentos: *Rhizopus oligosporus*, é usada na produção de tempero, um alimento fermentado derivado de grãos de soja, *R. oryzae* é usado na produção de bebidas alcoólicas em partes da Ásia e África (TRABULSI et al., 2005).

2.7.7.5 -*Candida albicans*

A *Candida albicans* é uma levedura quando localizada na membrana da mucosa, do trato gastrointestinal e pele, na qual faz parte da flora normal, porém forma pseudo-hifas e hifas quando invade o tecido. Não há transmissão pessoa a pessoa, é um patógeno oportunista, fatores que predispõem à infecção incluem; imunidade reduzida mediada por células, alterações na pele e nas mucosas, supressão da flora normal e presença de corpo estranho. A *Candida albicans* pode desencadear candidíase oral, candidíase disseminada e candidíase mucocutânea crônica. Em pacientes imunossuprimidos e usuários de drogas intravenosas ocorre a infecção disseminada (LEVINSON; JAWETZ, 2005).

3. MATERIALEMÉTODOS

3.1 -LocalizaçãoeCaracterizaçãodaÁreadoEstudo

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-Minas Gerais-Brasil (Figura 1). Possui uma área territorial de 4.115,206 km². População estimada em 2014 é de 654.681 habitantes. Com uma taxa de urbanização da ordem de 97,56 por cento (IBGE, 2014).

Situado no domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, estando inserido na subunidade do Planalto Meridional da Bacia do Paraná caracterizando-se por ser uma unidade de relevo tabular, levemente ondulado, com altitude inferior a 1.000m. A vegetação predominante do Município de Uberlândia é o Cerrado e suas variáveis como veredas, campos limpos, matas de várzea, matas de galeria ou ciliares e matas mesofíticas. O Clima tem uma temperatura média anual de 22,3 graus centígrados, umidade relativa de 29°C, 48% sensação térmica, temperatura mínima 19° C e temperatura máxima 31° C (IBGE, 2014).

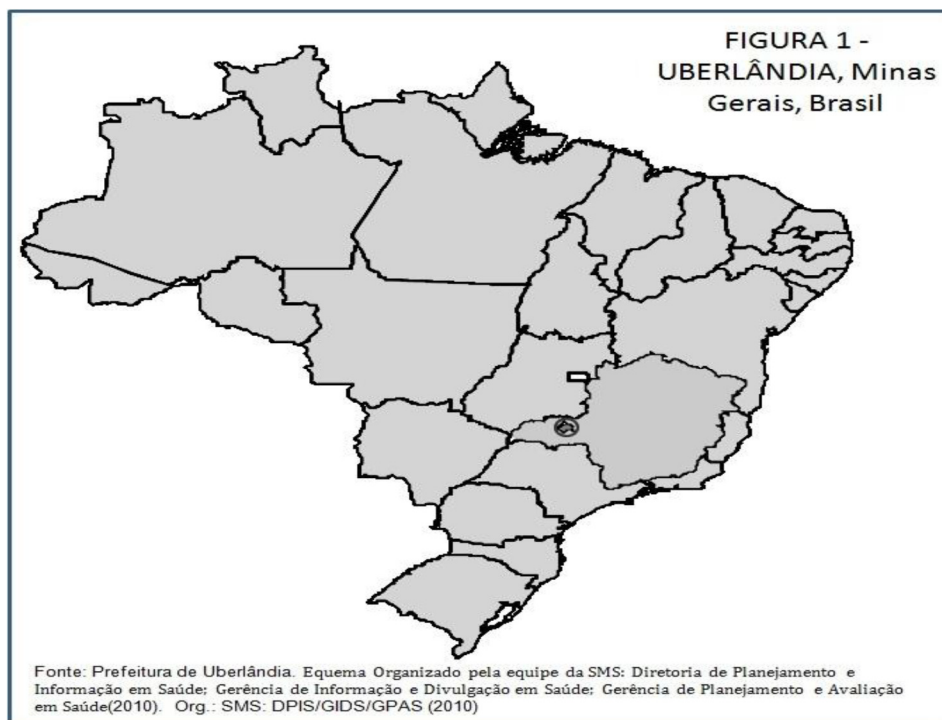


Figura 8.Localização de Uberlândia no Triângulo Mineiro.

Fonte: PrefeituraMunicipaldeUberlândia,2014

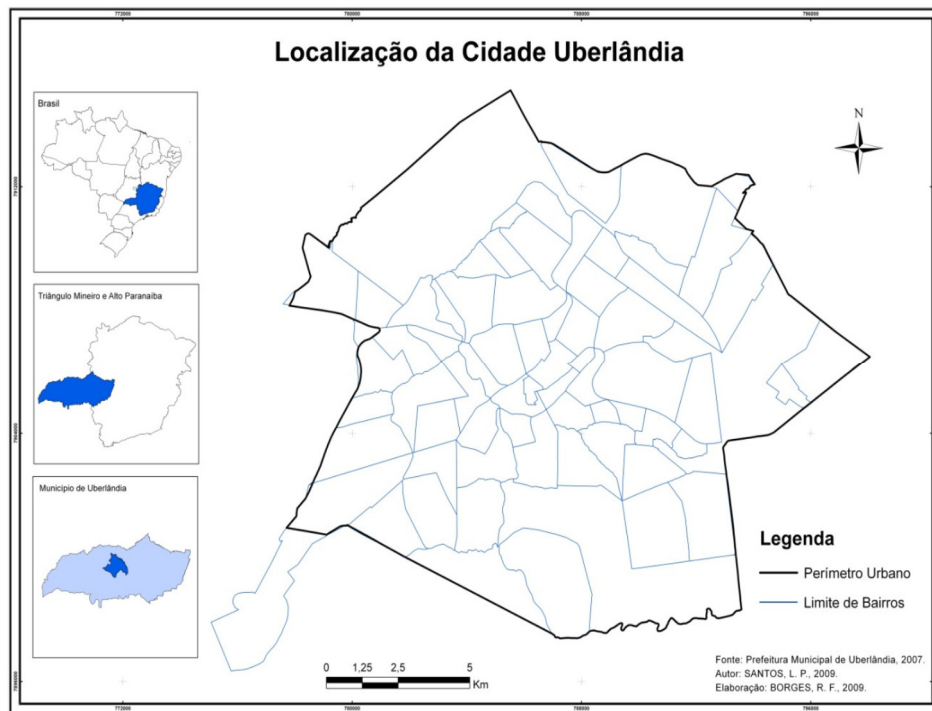


Figura 9. Localização de Uberlândia.
Fonte: SANTOS, L. P., 2009

3.2

-Caracterização da Instituição-

Hospital de Clínicas de Uberlândia da Universidade Federal de Uberlândia/HCU-UFU

OHCU-

UFU é o maior hospital universitário do interior do Brasil, equando entre os 46 hospitais universitários do Ministério da Educação/MEC, sendo referência para micro e macrorregião do estado de MG. Trata-

se de uma organização de grande porte que oferece atendimento de alta complexidade nas suas diversas especialidades. Conta com 520 leitos, sendo destes 30 leitos de UTI Adulto, 15 leitos de UTI Neonatal, 8 leitos de UTI Pediátrica, 91 leitos no Pronto Socorro e os demais distribuídos entre unidades de internação, conta ainda com 24 salas cirúrgicas, sendo destas 5 do Centro Obstétrico. No ano de 2013 foram realizadas 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. Possuímos mais de 3.600 colaboradores, além dos acadêmicos residentes. Sendo que possuímos mais de 51.000m² de área construída. (SEIH/GIH/HCU 2013).



Figura 10. Hospital de Clínicas/UFU.

Fonte: Arquivo Pessoal

3.3 -CaracterizaçãodoResíduoSólido

No período de março a maio de 2014, as amostras dos Resíduos Sólidos de Saúde (RSS), foram coletadas no Hospital de Clínicas/HC-UFU, e as amostras dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD), foram recolhidos nos caminhões da Empresa Limpebrás, contratada pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos da Prefeitura Municipal de Uberlândia.

Os RSS I, utilizados neste trabalho foram pertencentes ao Grupo A (potencialmente infectante – risco biológico), compostos por resíduos de produtos biológicos; Meios de cultura e instrumentais utilizados para pesquisa; 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. E os RSS C, pertencentes ao Grupo D (Comum), foram compostos por copos descartáveis, papel higiênico, papéis, embalagens de isopor e restos alimentares, conforme Figura 11.

Ambos os resíduos foram descartados no período da manhã a coleta foi realizada no período da tarde sempre nas segundas feiras de cada semana

referente aos três meses: março, abril e maio/2014, na Central de Resíduos do Hospital de Clínicas de Uberlândia/UFU.



Figura 11.Resíduos de Saúde Infectante e Comum (HC/UFU).

Fonte: Arquivo Pessoal

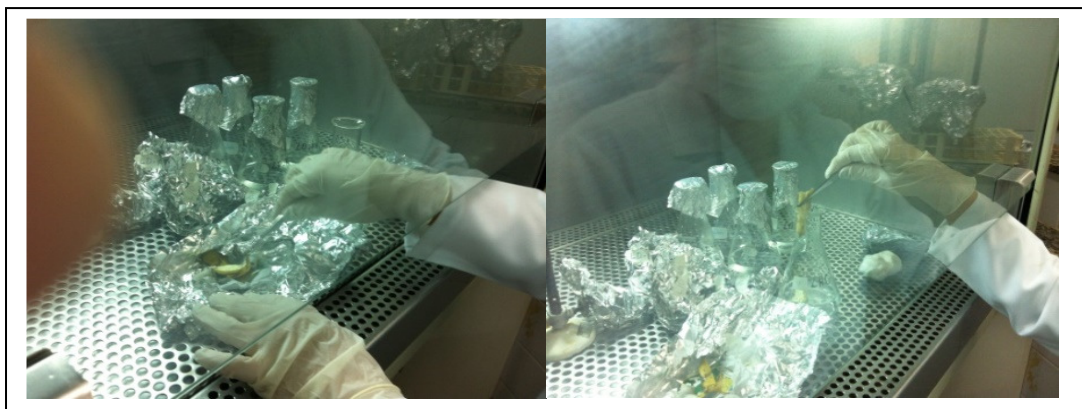


Figura 12.Resíduo Domiciliar - SMSU/PMU.

Fonte: Arquivo Pessoal

Os RSD foram provenientes Grupo D (resíduos comuns). Foram coletados em quatro diferentes bairros de Uberlândia/MG: Morada da Colina, Karaíba, (bairros de classe média alta/categorizados AB); Santa Mônica e São Jorge, (bairros de classe média baixa/categorizados 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, como apresenta na Figura 12.

Todas as amostragens foram de forma casualizada, constituindo-se em amostras mistas. Os resíduos foram descartados um dia anterior, no período da

tarde e a noite, e a coleta foi realizada no período da manhã do dia seguinte ao descarte, sempre nas segundas feiras de cada mês: março, abril e maio/2014.

Os resíduos do Grupo B (químicos); do Grupo C (rejeitos radioativos) e do Grupo E (pérfuro-cortantes), não entraram na pesquisa.

3.4- Resíduos

Foram recolhidos 5 kg de Resíduos Sólidos de Saúde Comum e Infectante (RSS I e C), no período da tarde, após o descarte ter sido realizado no período da manhã, sempre nas segundas feiras, representado na Figura 13.

E 5 kg de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD), recolhidos aleatoriamente nos 4 bairros, dentre eles; de classe média alta (AB), e classe média baixa (CD), foram realizadas amostragens uma vez ao mês, sempre nas segundas-feiras, no período da manhã e o descarte desse resíduos foram realizados no dia anterior à tarde e à noite, por um período de três meses consecutivos, totalizando em 12 amostras 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/PMU, partindo-se do início do trecho normal de coleta, antes do caminhão compactador regular da Limpebrás passar para a coleta habitual, de acordo com a Figura 14.



Figura 13. Coleta do resíduo sólido de saúde no Hospital de Clínicas/UFU.

Fonte: Arquivo Pessoal

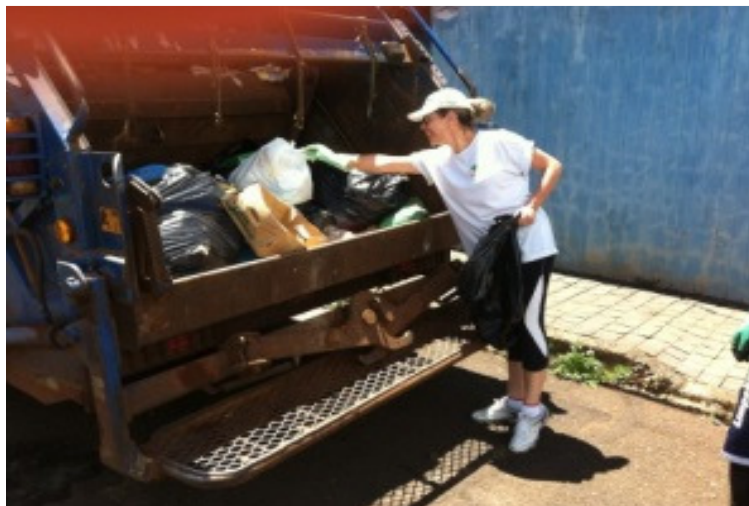


Figura 14. Coleta do resíduo sólido domiciliar no caminhão da Limpebrás/PMU.

Fonte: Arquivo Pessoal

Os resíduos foram acondicionados e resfriados em caixas isotérmicas, e em seguida transportados ao laboratório de Microbiologia da Universidade Camilo Castelo Branco em Fernandópolis no Estado de São Paulo, para análise microbiológica. Os resíduos foram selecionados e submetidos aos seguintes procedimentos:

Os sacos de lixo foram retirados das caixas isotérmicas e por meio de escolha aleatória, pegou-se um determinado resíduo com uma pinça esterilizada e colocou-se em uma balança, com 10 gramas para cada categoria: RSD AB; RSD CD; RSS I; RSS C.

3.5 -AnáliseMicrobiológica

As 10 gramas de cada categoria foram diluídas em 90 mL de solução salina estéril de NaCl (0,5%) por 10 min., este procedimento foi realizado em duplicata, apresentado na Figura 15. 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; 10^1 , 10^2 , 10^3 , de acordo a Figura 16. Após, retirou-se 100 μ l dos frascos 10^2 e 10^3 e distribuiu-se em diferentes meios de cultura.

A partir desta etapa foram realizadas as análises microbiológicas, e foram encontradas as mesófilos totais, coliformes totais e termotolerantes, e outras 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 a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC), representado na Figura 17.

As bactérias foram caracterizadas pela coloração de Gram e os fungos pelo Azul de algodão, e identificados por métodos bioquímicos utilizados por Cappuccino e Sherman (1996). Todos os experimentos foram conduzidos em triplicata.

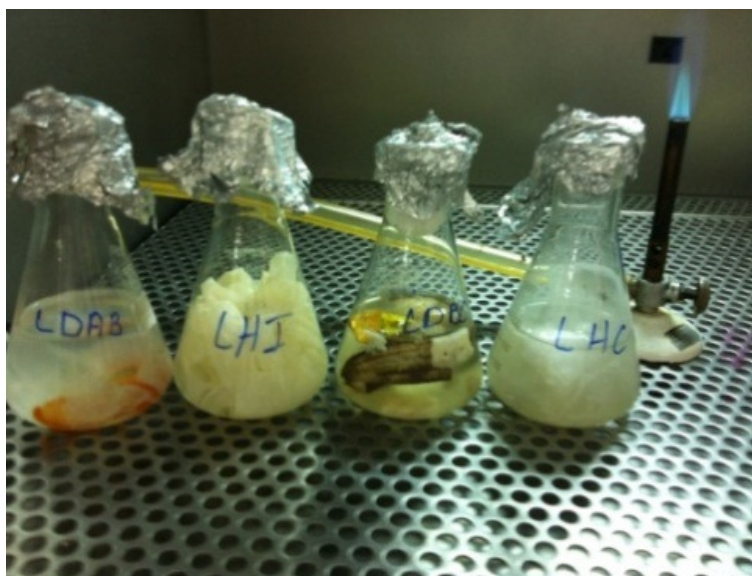


Figura 15. Amostras de Resíduos Sólidos em 90 mL/NaCl.

Fonte: Arquivo Pessoal

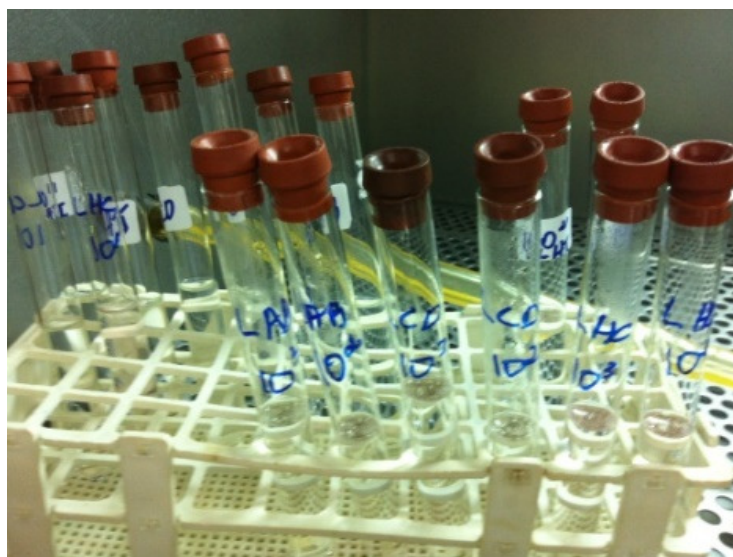


Figura 16. Amostras em Triplicata/NaCl.

Fonte: Arquivo Pessoal

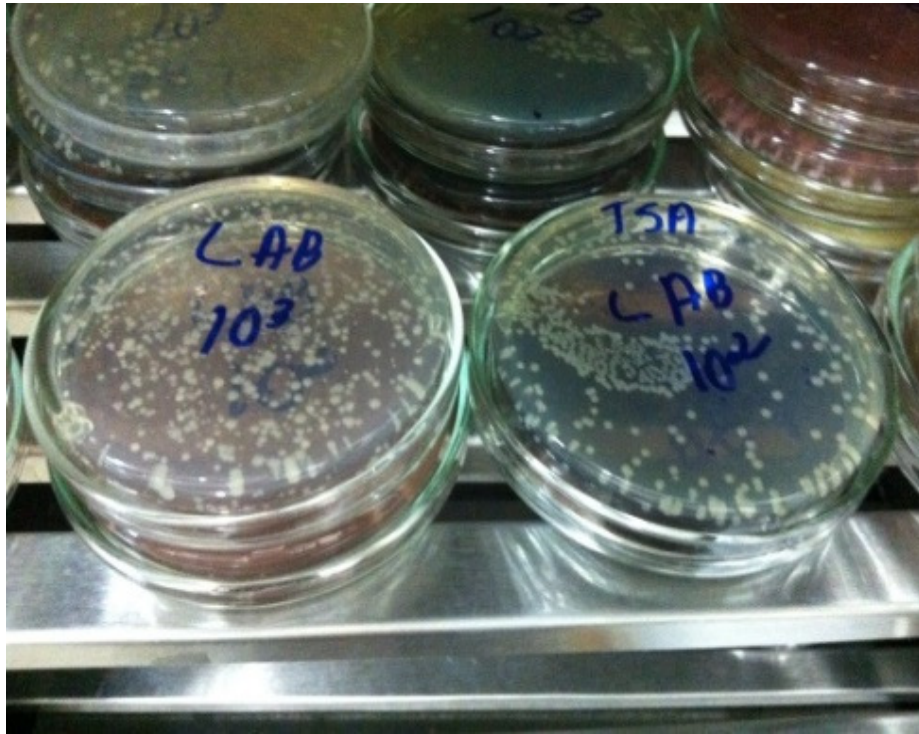


Figura 17. Meios de cultura/37 ° - 24/48 Hs.
Fonte: Arquivo Pessoal

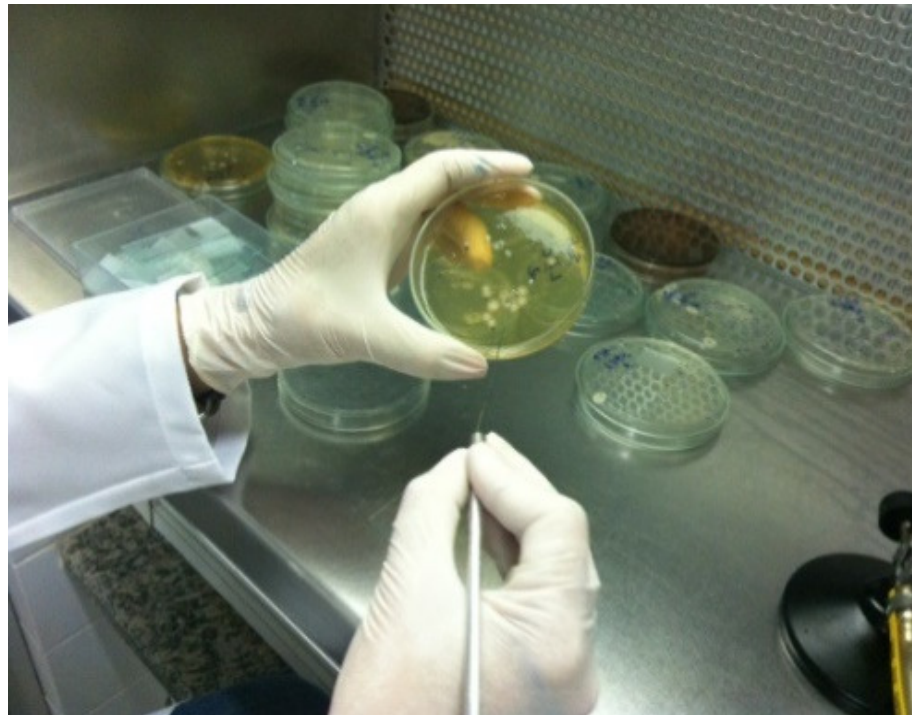


Figura 18. Esfregaço do material no fluxo laminar.
Fonte: Arquivo Pessoal

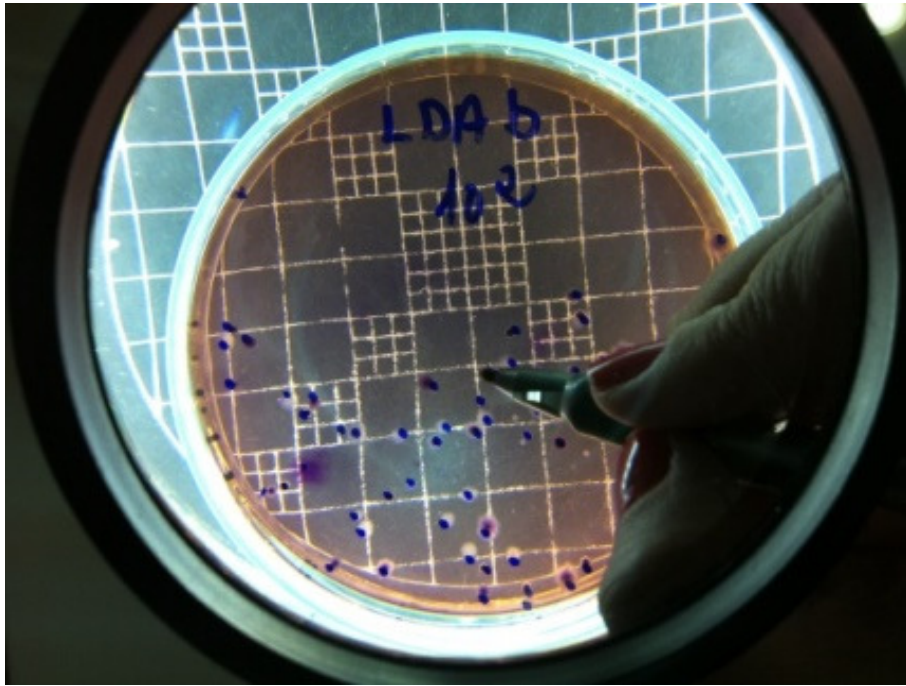


Figura 19.Contagem das unidades formadoras de colônias/UFC.
Fonte: Arquivo Pessoal

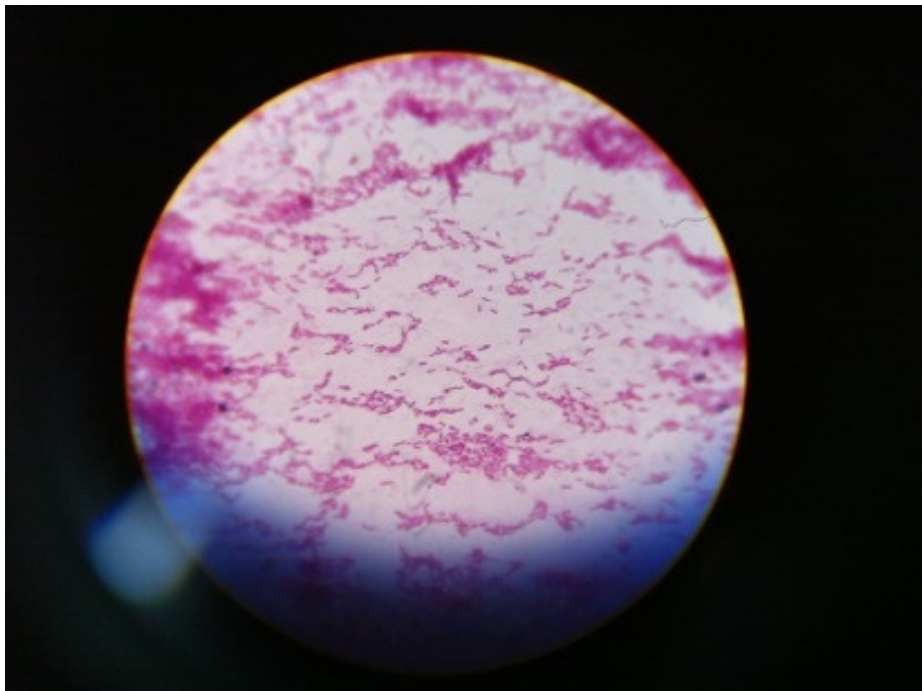


Figura 20.Identificação da bactéria.
Fonte: Arquivo Pessoal

3.6 -Estatística

O estudo utilizou estatisticamente para avaliar a diferença entre o tipo de contaminação existente em resíduos sólidos domiciliares, separados por classe AB (RSD AB) e CD (RSD CD), e resíduos sólidos advindos de serviços de saúde, separados por comum (RSS C) e infectante (RSS I). 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 ao nível de significância de 0,05.

As comparações foram realizadas de três modos: o primeiro, comparando a quantidade de um mesmo microrganismo entre os quatro tipos de resíduos sólidos; a segunda abordagem refere-se à comparação da quantidade de todos os microrganismos em um mesmo resíduo sólido, a fim de verificar quais os tipos de microrganismos que foram mais frequentes em cada tipo de resíduo avaliado. E a terceira abordagem, os resultados foram avaliados por meio da Análise de Componentes Principais, técnica estatística multivariada onde verificou-se as relações entre o tipo de resíduo sólido e o microrganismo avaliado. Para as análises foram utilizados os softwares Minitab 17 (Minitab Inc.) e Statistica 10 (StatSoft Inc.).

4. RESULTADOS

4.1- Caracterização microbiológica dos resíduos sólidos de saúde e domiciliares

Na Tabela 7, estão apresentados os resultados obtidos da contagem dos micro-organismos avaliados em relação aos resíduos sólidos da saúde e domiciliares.

Tabela 7:Média (mediana) da contagem de micro-organismos isolados de resíduos sólidos domiciliares e de saúde de Uberlândia/MG.

Micro-organismo (n=9) ¹	Resíduos Sólidos Domiciliares		Resíduos Sólidos de Saúde		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>Candida 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}	,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 a 5% de significância. ¹Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam medianas com diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Dunn a P<0,05. ²Letras maiúsculas distintas na mesma coluna indicam medianas com diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Dunn a P<0,05.

Os resultados apresentaram 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, independentemente da classe avaliada, sendo que os termotolerantes 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 resíduos de saúde infectantes (RSS I).

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

A Tabela 8 apresenta um resumo sobre a ocorrência das maiores e menores contagens microbianas dentre os resíduos avaliados, por micro-organismo avaliado.

Tabela 8: 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 termotolerantes	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

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 Infectante apresentou maior contagem microbiana para *E. coli* e *S. aureus*, e o RSS Comum apresentou maior contagem para *Penicillium spp.*, sendo os únicos casos de contagem significativamente superior em relação aos resíduos sólidos domiciliares.

A Figura 21 apresenta o comportamento da contagem microbiana em relação aos resíduos avaliados retirando os mesófilos totais, coliformes totais e termotolerantes, visto que esses três micro-organismos apresentaram contagens relevantes em todos os resíduos sólidos avaliados.

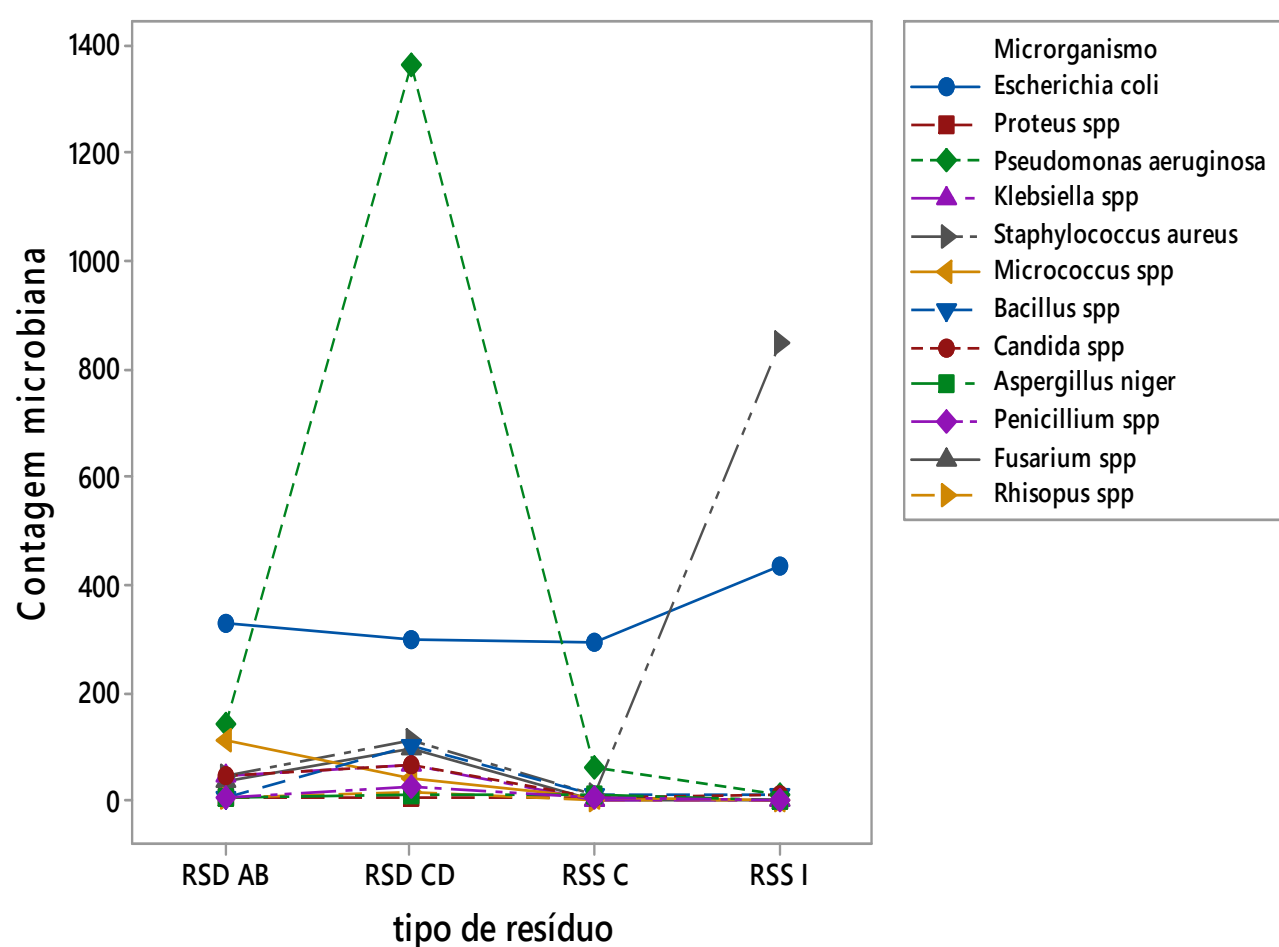


Figura 21. Comportamento microbiano frente aos resíduos sólidos avaliados.

A Figura 22 apresenta o comportamento dos micro-organismos que apresentaram menor contagem microbiana.

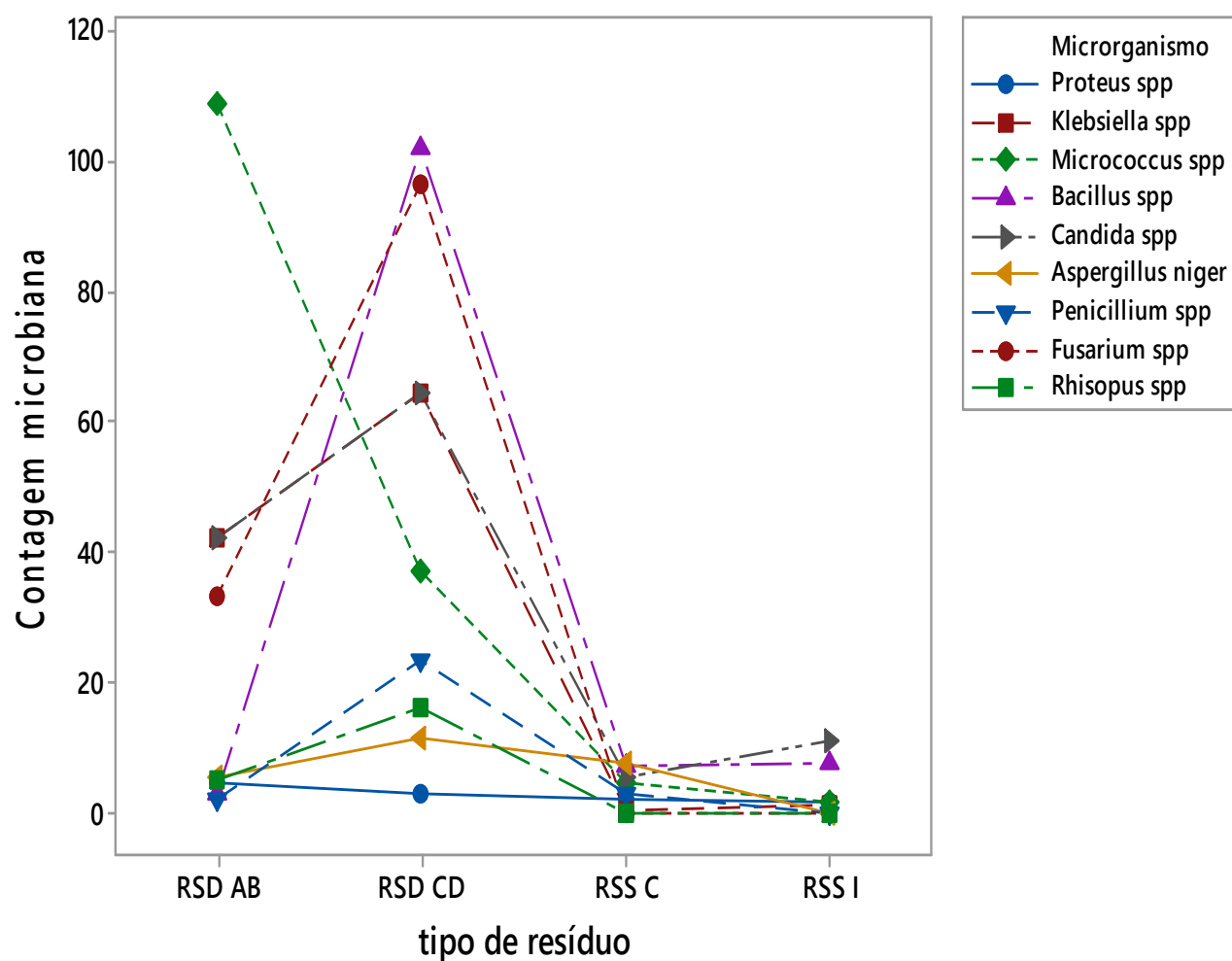


Figura 22. Comportamento das menores contagens microbianas em relação aos resíduos sólidos.

Além disso, a Tabela 07 apresenta diferenças estatisticamente significativas entre as contagens microbianas quando um mesmo resíduo sólido é avaliado ($p < 0,001$), ou seja, em todos os resíduos sólidos houve um micro-organismo ou um grupo de micro-organismos que se destacaram 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 AB; *P. aeruginosa* apresentou contagens relevantes nos resíduos domiciliares da classe AB e nos 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 *Rhizopus 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 RSS I.

A Figura 23 apresenta os resultados obtidos pela Análise de Componentes Principais (ACP), e apresenta os vetores referentes a cada um dos micro-organismos juntamente 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% da variação foi explicada pela componente 2.

A Análise de Componentes Principais que a componente 1 foi explicada pelos seguintes micro-organismos: coliformes termotolerantes, *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 resíduo sólido domiciliar das classes CD (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.

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.

Assim, interpretando o gráfico da Figura 23, mesófilos totais, coliformes totais e *Proteus spp.* foram mais frequentes nos resíduos domiciliares das classes AB 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 *Escherichia coli*, visto que ambos os micro-organismos localizam-se na mesma região do gráfico onde está localizado o resíduo de saúde infectante (RSS I).

Ainda assim, essa análise permite pressupor que os resíduos RSD AB e RSS C apresentam baixas contagens de *S. aureus* e *E. coli*, visto que esses resíduos se localizam na parte oposta do gráfico onde esses micro-organismos estão localizados. Além disso, é possível pressupor que o RSS I apresenta baixa contagem de mesófilos totais, coliformes totais e *Proteus spp.*

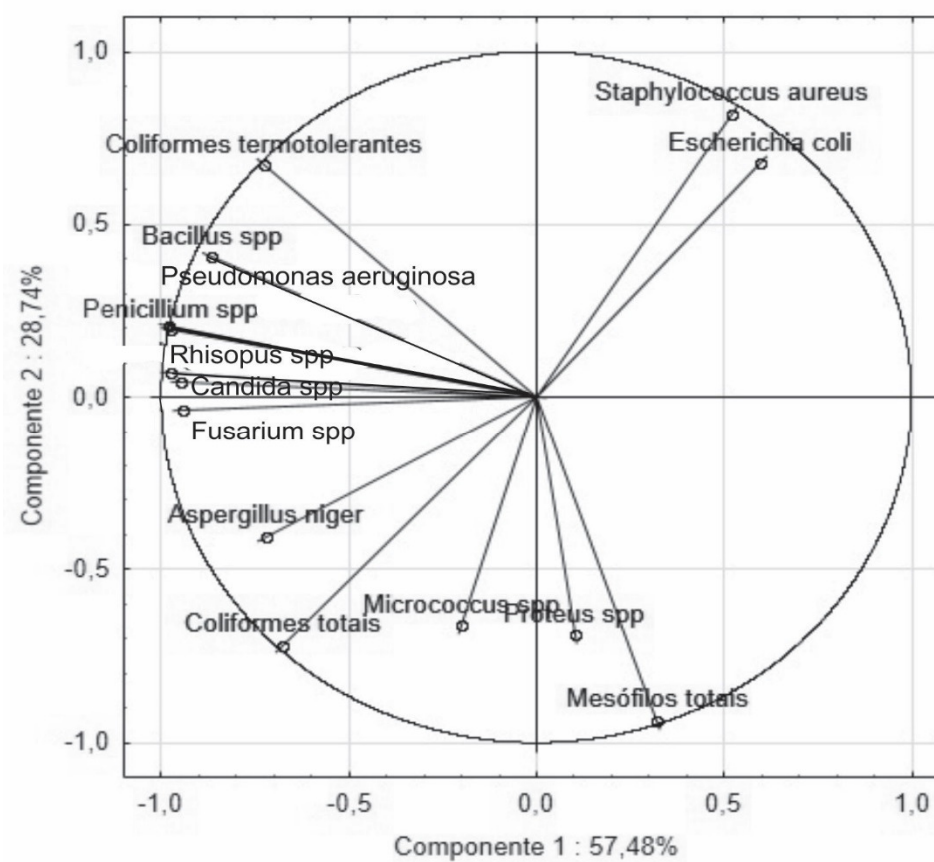


Figura 23. Análise de Componentes Principais (ACP) componente principal 1 (PC1) e componente principal 2 (PC2) referentes aos micro-organismos isolados dos resíduos sólidos domiciliares e de saúde.

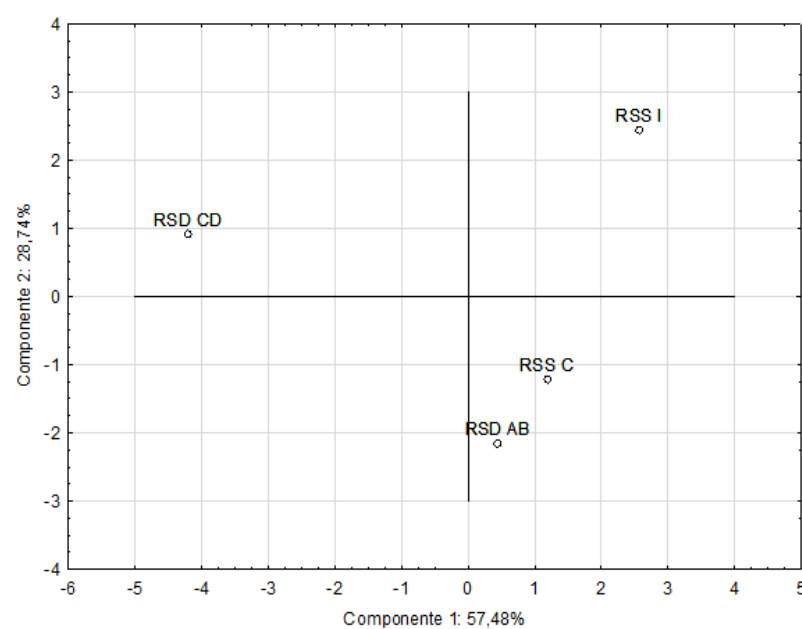


Figura 24. Análise de Componentes Principais (ACP) componente principal 1 (PC1) e componente principal 2 (PC2), referentes aos micro-organismos isolados dos resíduos sólidos domiciliares CD (bairros de classe baixa), AB (bairros de classe alta) e de saúde RSS I (infectante) e RSS C (comum).

5. DISCUSSÃO

A produção de resíduos sólidos urbanos no Brasil pode ser estimada em aproximadamente 209 mil toneladas de resíduos sólidos, que devem ser tratadas e destinadas adequadamente a cada dia (ABRELPE, 2013).

No tocante aos Resíduos Sólidos Urbanos, o país ainda carece de uma coleta universalizada, 100 gramas por habitante por dia, não são sequer coletados e, registra 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. Enquanto que a coleta de Resíduo Sólido de Saúde executada pela maioria dos municípios é parcial, o que contribui significativamente para o desconhecimento sobre a quantidade total gerada e o destino real dos RSS no Brasil. Em consequência existe um grande risco de recepção de resíduos de classe I (perigosos), domiciliar sendo depositado no aterro sanitário (ABRELPE, 2013), sendo que os mesmos apresentam periculosidade com característica nas suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, representando um risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada (BRASIL, 2010).

Um resíduo é caracterizado como patogênico se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10007, contiver ou se houver suspeita de conter, micro-organismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxiribonucléico (ADN) ou ácido ribonucléico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídios, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais (BRASIL, 2010). De acordo com esta classificação, os resíduos domiciliares e de saúde avaliados no presente trabalho, podem ser considerados patogênicos já que nos mesmos foram isolados em número elevado espécies bacterianas potencialmente patogênicas das espécies *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, entre outros, conforme descritos nas Tabelas 7 e 8.

Segundo Brasil (1995), o lixo constitui problema sanitário de importância, quando não recebe os cuidados adequados. As medidas adotadas para a solução adequada têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum à outras medidas de saneamento de prevenir e controlar doenças a ele relacionadas.

Dos 3.344 municípios que ainda fazem uso de locais impróprios para destinação final de resíduos. Desse total, 1.569 municípios utilizam lixões, que é a pior forma de destinação, com o descarte de todos os materiais diretamente sobre o solo, sem nenhum cuidado e nem tratamento (ABRELPE, 2013).

Os lixões são considerados ambientes insalubres, o percolado dos Resíduos Sólidos facilitam a contaminação de rios e outros corpos d'água, a proliferação de insetos vetores, contaminação direta dos catadores de lixo, e outros problemas ambientais, principalmente em época de chuvas fortes. As valas sépticas são aceitas em municípios que não possui recursos financeiros para implantação de outro tipo de tratamento dos RS, os aterros sanitários podem prevenir muitos desses problemas (SOUZA, 2005).

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 resíduos de serviços de saúde, dentro e fora dos serviços de saúde.

Os resíduos sólidos domiciliares apresentam composição microbiana variada, sendo possível a ocorrência de vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos (vermes), entre outros (UMAR *et al.*, 2011). Na presente pesquisa foi verificada a presença de diferentes espécies bacterianas e fúngicas patogênicas e oportunistas, caracterizando resíduo domiciliar, em estudo, como altamente contaminado, constituindo-se em uma fonte de risco à saúde humana e animal de acordo com as Tabelas 7 e 8.

Muitos desses micro-organismos formam parte da microbiota normal de seres humanos, dos animais, dos vegetais e do solo (AVERY *et al.*, 2012). Também

são vias de entrada na massa de resíduos os 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 de fezes *in natura*, humanas e de animais (especialmente cães e gatos) (CUSSIOL, 2005).

LyncheJackson (1991) relataram que micro-organismos potencialmente infectantes são sempre encontrados em substâncias do corpo humano, tais como em fezes, aerossóis, secreções de feridas e, algumas vezes, no sangue, urina e em outros fluidos corpóreos. Resíduos domiciliares contêm fezes, sangue, exsudatos ou secreções em papel absorventes higiênicos, preservativos masculinos, curativos, além de agulhas de pacientes diabéticos dependentes de insulina, e de drogas injetáveis.

Joffre et al. (1993) apresentam estudo comparativo entre a gestão clássica e a gestão avançada dos resíduos dos serviços de saúde. O risco é definido como a medida da probabilidade de ocorrerem efeitos adversos de uma ação particular. O risco ambiental pode ser classificado de acordo com o tipo de atividade, englobando as dimensões de exposição instantânea, crônica, probabilidade de ocorrência, severidade, reversibilidade, visibilidade, duração e ubiquidade de seus efeitos.

Pela sua contaminação, os resíduos sólidos constituem problema sanitário de grande importância, quando não são acondicionados, coletados, transportados, tratados e dispostos adequadamente (LIMA, 2001).

Os efeitos adversos dos resíduos sólidos domiciliares no meio ambiente, na saúde coletiva e na saúde do indivíduo são reconhecidos por diversos autores (ROBAZZI et al., 1992; VELLOSO, 1995; ZEPEDA, 1995; ANJOS et al., 1995; CANTANHEDE, 1997; DIAZ et al., 1997; FERREIRA, 1997; ACCURIO et al., 1998; LEITE e LOPES, 2000; MAGLIO, 2000;) 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.

Apesar desse reconhecimento, são escassos os estudos e pesquisas realizados no Brasil e na América Latina sobre o assunto. Isto se dá, em parte, pelo fato de existirem poucos centros de pesquisas que tratam das questões dos resíduos sólidos municipais e, na maioria das vezes, os trabalhos não incorporam, a não ser em raras ocasiões, os componentes saúde e meio ambiente (FERREIRA, 1997).

Considerando os riscos à saúde humana e animal, é preciso ressaltar que os agentes biológicos presentes nos resíduos sólidos podem ser responsáveis pela

transmissão direta e indireta de doenças (COLLINS e KENNEDY, 1992; FERREIRA, 1997). Estudos realizados por Machado et al. (1993) identificaram uma série de micro-organismos presentes na massa de resíduos, indicando o potencial de risco dos mesmos. Foram indicados micro-organismos como, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas sp.*, *Streptococcus aureus* e *Candida albicans*. Estudos realizados pelo mesmo autor revelaram patógenos em condições de viabilidade por até 21 semanas durante o processo de decomposição de material orgânico. Durante estes 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). Resultados semelhantes foram obtidos na presente pesquisa tanto nos RSD como nos RSS, sendo que se verificou maior carga microbiana nos RSD conforme Tabelas 7 e 8, e Figuras 21, 22, 23 e 24.

O lixiviado de aterro apresenta condições propícias ao desenvolvimento de micro-organismos patogênicos (SOUZA, 2003). Bactérias de interesse médico, como as enterobactérias e *Staphylococcus aureus*, já foram detectadas no lixiviado produzido a partir de RSS dispostos em aterro sanitário, reforçando o papel destes resíduos como reservatórios de patógenos microbianos, bem como, de linhagens resistentes aos antimicrobianos (NASCIMENTO *et al.*, 2009).

Nesse sentido, o aterro sanitário coloca como um sistema heterogêneo complexo quanto às características físicas, químicas e biológicas onde diferentes micro-organismos coexistem e interagem (SZYŁAK-SZYDŁOWSKI e KORNIŁŁOWICZ-KOWALSKA, 2011).

A disposição de resíduos sólidos domiciliares 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).

O grau de conhecimento sobre a composição de micro-organismos em lixiviado de aterro é limitado (GRISEY *et al.*, 2010) em comparação às características físicas e químicas deste poluente (BOUMECHHOUR *et al.*, 2013).

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

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

No presente estudo a presença de coliformes totais foi significativamente elevada em todos os resíduos domiciliares e resíduos de saúde comum (RSD AB; RSD CD; RSS C), exceto em menor quantidade nos RSS I. E a *E. coli* com maior contagem no resíduos RSS I de acordo com a Tabela 07.

Coliformes totais, *E. coli*, enterococos, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, e *Staphylococcus aureus* são capazes de se desenvolver em lixiviado de aterro e, desta forma, a presença destas 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 à 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). Neste grupo está presente a bactéria gram-negativa *Escherichia coli*, e 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).

Os resultados mostraram a existência dos termotolerantes que apresentaram contagem superior nos resíduos sólidos domiciliares em detrimento aos resíduos sólidos de saúde de acordo com as Tabelas 7 e 8; e Figuras 23 e 24.

As análises bacterianas do lixiviado 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 *et al.*, 2007; NASCIMENTO *et al.*, 2009; EFUNTOYE *et al.*, 2011; ZHANG, *et al.*, 2011).

Os gêneros *Clostridium* e *Bacillus* caracterizam-se pela formação de esporos podendo persistir no ambiente por longos períodos. A espécie *Mycobacterium tuberculosis* pode causar tuberculose e na resistência ambiental forma aerossóis secundários (TORTORA, 2013; LEVINSON; JAWTZ, 2005).

Espíndola e Salles (1987), analisaram a composição gravimétrica dos RSS classificados como infecciosos. A partir da proporção de cada material, foi elaborado um “resíduo tipo” usando os mesmos constituintes; a este resíduo foram inoculadas 3 espécies de bactérias: *E. coli*, *S. aureus* e *P. aeruginosa*. Foram realizadas três

repetições, de maneira sequencial. Os experimentos foram mantidos à 25°C durante 16 dias. Constatou a presença das 3 espécies durante os 16 dias sendo que, *S. aureus* teve o menor índice de crescimento, seguido de *E. coli*, *P. aeruginosa* demonstrou a maior taxa de crescimento. As três espécies de micro-organismo foram isoladas no presente estudo, sendo a *P. aeruginosa* com 45,5% e a *E. Coli* com 51,2%.

Espíndola e Salles (1987) relatam que os micro-organismos pesquisados e identificados para avaliação do grau de contaminação dos RSS e do meio ambiente são os coliformes fecais, como *E. coli*, o *Staphylococcus aureus*, a *Candida albicans* e *Pseudomonas aeruginosa*.

Com relação aos riscos de saúde associados a RSS, autores confirmam os riscos desses resíduos, pela sobrevivência de micro-organismos dotados de elevada resistência às condições ambientais (BIDONE, 2001; NASCIMENTO, 2009).

Estudo realizado para avaliar o tempo de resistência ambiental, identificou *Mycobacterium tuberculosis* com persistência de 80 dias na massa de RSS (MOREL; BERTUSSI, 1997). Com relação à *Escherichia coli*, estudo apresenta resistência à dessecação e presença da *E. coli* em fluídos corpóreos, como sangue e derivados (BERTUSSI, 1997).

Estudos identificaram diversos micro-organismos presentes na massa de RSS, como as *Salmonella*, *Shigella spp.*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus*, *Klebsiella*, *Candida albicans*, *Vibrio cholerae*, *Vírus da Herpes e da Hepatite A, B e C* (BIDONE, 2001; RUTALA, 1989).

Os patógenos mais frequentes causadores de infecções são os seguintes: *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* e *Enterococcus*, Enterobactérias são representadas pela *Escherichia coli*, *Klebsiella sp*, *Proteus sp*, *Enterobacter sp*, *Serratia sp*, *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, 2001; RUTALA, 1989).

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; *Escherichia 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*. conforme as figuras 21 e 22. Sendo que *E. coli* e *Staphylococcus aureus* apresentaram maior expressão nos resíduos de saúde infectante (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 representados nas Figuras 23 e 24.

De forma geral, neste estudo, 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 resíduos sólidos de saúde, tiveram micro-organismos que apresentaram contagem nula representados nas Figuras 21 e 22.

Diversos autores relatam que nos RSS não existem riscos para a saúde pública, quando comparado aos riscos ocasionados pelos resíduos domésticos. Porém, há de se considerar não somente o número de micro-organismos encontrados, mas a cepa a que pertencem, sendo estas de origem hospitalar sendo mais resistentes que as domésticas (NAZAR; PORDEUS; WERNECK, 2005).

De acordo com Cussio et al. (2005), pela percepção dos indivíduos, os resíduos provenientes de serviços de saúde apresentam riscos maiores que os resíduos de outras origens. Este fato é decorrente da associação que as pessoas fazem entre esse tipo de estabelecimento e doenças e morte, bem como a aspectos estéticos e desconforto visual, quando os mesmos são lançados de forma imprópria no meio ambiente. Não está claro para as pessoas que a simples presença de patógenos vivos em quantidade nos resíduos, não significa que esses resíduos possam transmitir enfermidade a alguém, sem que haja uma via de transmissão e um meio de entrada (inalação, ingestão, absorção por membranas mucosas ou injeção). A imunização e a suscetibilidade do hospedeiro também precisam ser consideradas.

Segundo Ferreira e Anjos (2001), os catadores, ao mexerem os resíduos vazados à procura de materiais que possam ser comercializados ou servir de alimentos, estão expostos a todos os tipos de contaminação

ãopresentesnosresíduos.Oscatadores,alémdeporémriscosuaprópria saúde,serve mdevetoresparaapropagaçãodoençascontraídasnocontatocomessesresíduos. Incidentesenvolvendocatadoreseresíduosdeserviçosdesaúdeocorremdiarriamenteem várioslocaisdopaís,entretanto,nãohádadosestatísticosprecisos. De acordo com a presente pesquisa os RSD apresentaram carga microbiana superior e com maior número de espécies bacterianas e fúngicas de acordo com as Figuras 23 e 24, apresentando potencial de risco para saúde humana, animal e para o meio ambiente.

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 salutaros (LIMA, 2001).

Contudo, sugere-se algumas ações e medidas que tratam a questão dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil como necessária e urgente:

- Promover a participação da população por meio Conselho Municipal do Meio Ambiente, nas decisões socioambientais;
- Conscientizar a população da geração e tratamento(responsabilidades das fontes geradoras) em todos os setores da produção dos resíduos;
- Responsabilizar de forma compartilhada os resíduos gerados no ciclo de vida dos produtos, individualizado e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos em todo o município;
- Aumentar a eficiência do uso de recursos públicos, no intuito de se obter uma gestão mais eficiente e sustentável sem que haja uma cobrança socialmente justa pelos serviços prestados, assim como em outros serviços, como água, esgoto e energia. Entende-se que a cobrança de uma taxa proporcional às quantidades geradas também é um importante fator de conscientização e educação dos cidadãos para reduzir as quantidades produzidas e o desperdício;
- Promover o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, geradores de trabalho e renda e promotor de cidadania;

- Promover a orientação da disposição e acondicionamento para a coleta adequada dos resíduos;
- Promover a inclusão social dos catadores na forma de cooperativas ou associações nas obtenções dos benefícios das legislações municipal, estadual e federal;
- Utilizar tecnologias limpas que promovam a reciclagem e o reuso; Promover a implantação de sistemas que visam o tratamento mecânico, biológico e térmico que não gerem impacto a sociedade e ao meio ambiente;
- Implantar um sistema de rede integrada de recepção e fornecimento de compostos orgânicos oriundos dos resíduos úmidos domiciliares;
- Promover a integração de informações de pesquisas locais epidemiológicas em áreas adjacentes a unidades de reciclagens, aterros sanitários, pontos críticos, áreas degradadas em recuperação. Para monitoramento de agravos a saúde decorrente do impacto causado por atividades diretas e indiretas.

É preciso buscar uma resposta efetiva ao grande desafio do momento: garantir uma gestão e um destino adequado aos materiais descartados pela sociedade. As soluções já são amplamente conhecidas, sendo as principais: a eliminação de “lixões”; a implantação de aterros sanitários; a efetivação de sistemas de coleta seletiva; o estabelecimento de sistemas de logística reversa, com responsabilidade dos produtores; e a viabilização de plantas de recuperação e aproveitamento de resíduos.

As questões técnicas, econômicas e institucionais dificultam aos municípios brasileiros realizar uma gestão integrada e sustentável dos resíduos de sua competência, tais como os resíduos urbanos e de serviços de saúde produzidos pelas próprias municipalidades.

Um dos aspectos não equacionados é a sustentabilidade financeira dos serviços prestados. No Brasil, mais de 50% dos municípios não cobram pelos serviços públicos de limpeza urbana, e, quando cobrados, esses valores são insuficientes para cobrir as despesas com a prestação dos serviços.

Atualmente, o desafio é inverter a lógica prevalecente e investir cada vez mais na redução da produção excessiva e no desperdício, assim como na coleta seletiva e na compostagem, e cada vez menos na destinação final.

A expansão da coleta seletiva é urgente e estratégica e poderá no futuro se bem conduzida, com transparência e diálogo com os atores envolvidos, representar uma oportunidade de reduzir os custos da cidade com esses serviços, gerar milhares de postos de trabalho e promover maior corresponsabilização dos cidadãos com a limpeza e a sustentabilidade urbana.

O Brasil, a despeito de contar com uma das legislações mais avançadas sobre o tema, ainda carece de uma evolução institucional e priorização desse assunto, mediante o comprometimento da sociedade, que não percebeu os riscos de sua omissão.

6. CONCLUSÃO

Os Resíduos Sólidos 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:

- Os Resíduos Sólidos Domiciliares apresentaram maior diversidade bacteriana e fúngica;
- Os Resíduos Sólidos Domiciliares apresentaram as espécies bacterianas e espécies fúngicas: Coliformes totais; Coliformes termotolerantes; *Proteus spp*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Klebsiella spp*; *Micrococcus spp*; *Bacillus spp*; *Candida spp*; *Aspergillus niger*; *Penicillium spp*; *Fusarium spp* e *Rhizopus spp*.
- Os Resíduos Sólidos de Saúde Infectante apresentaram as espécies bacterianas: *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*.
- Os Resíduos Sólidos Domiciliares pela alta carga microbiana e pela ampla diversidade, apresentaram riscos à saúde pública e ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS

ESPECIAIS (Brasil). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2010.** São Paulo: ABRELPE, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (Brasil). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013.** São Paulo: ABRELPE, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419:** resíduos de serviços de saúde: terminologia. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.849:** resíduos de serviços de saúde: terminologia. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.418:** resíduos de serviços de saúde : procedimentos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.807:** resíduos de serviços de saúde: terminologia. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.896:** resíduos de serviços de saúde : procedimentos. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007:** amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004:** resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.652:** amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ACCURIO, G.; ROSSIN, A.; TEIXEIRA, P. F.; ZEPEDA, F., 1998. **Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe.** OPAS, Serie Ambiental N° 18. Washington D.C.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC33**, de 25 de fevereiro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União 2003; 5 mar.

ADEYEMI, O., OLOYEDE, O., OLADIJI, A. Physicochemical and Microbial Characteristics of Leachate-Contaminated Groundwater. *Asian. J. Biochem.*, v.5, p. 343-348, 2007.

AMANN, R.I.; LUDWIG, W.; SCHKEIFER, K. H. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiology Reviews*, v.59, p. 143, 1995.

ANJOS, L. A.; BARROS, A. A.; FERREIRA, J. A. et al 1995. 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.

ALTERTHUM, F. Classificação dos seres vivos e abrangência da microbiologia. In TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. eds. **Microbiologia**. 4ª. Editora Atheneu. São Paulo, S.P, 2004. p 3-5.

AVERY, L. M., BOOTH, P., CAMPBELL, C. et al. Prevalence and survival of potential pathogens in source-segregated green waste compost. *Science of the Total Environment*, v. 431, p. 128–138, 2012.

BASSIN, J. P.; ROSADO, A. S. Técnicas de biologia molecular aplicadas ao estudo da diversidade microbiana. In: **Processos biológicos avançados para tratamento de efluentes**. Ed Interciência, Rio de Janeiro, 2011, 357 p.

BERTUSSIFILHO, L. A. **Lixo Hospitalar: Higiene** ou Matemática? Divisão de Controle de Qualidade Ambiental da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Curitiba-Paraná, 1998.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Carlos: E

ESS/USP,1999.120p.

BIDONE, F. R. A. **Resíduos Sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**.PROSAB 2. ABES/R.J, 2001, 240p.

BOUMECHHOUR, F., RABAH, K., LAMINE, C. et al. Treatment of landfill leachate using Fenton process and coagulation/flocculation. **Water and Environment Journal**, v. 27, 114–119, 2013.

BRASIL.Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades (2014)**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em: 20 maio 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA, ICLEI – Brasil. **Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano e Departamento de Ambiente Urbano. Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de Orientação**. Brasília,2012.

BRASIL. IBGE Atlas de Saneamento 2011. Disponível no site: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm

BRASIL. **Decreto Federal 7.404/10**. Regulamenta a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. DEC-7404-23-12-2010.pdf (118,3 Kb).

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Publicado no **Diário Oficial da União**, de 02/09/1981.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Publicado no **Diário Oficial da União**, de 17/02/1997.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Publicado no **Diário Oficial da União**, de 28/04/1999.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 1995**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao_de_vida/pnsb/pnsb.pdf> Acesso em 10/03/2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades (2009)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em 12/03/2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o Tratamento e disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Regulamento técnico para o gerenciamento dos resíduos dos serviços de saúde. 2004.

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.

BURTON, G.R.W.; ENGELKIRK, P.G. **Microbiologia: para as ciências da saúde**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

CALDERONI, S. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo: Humanitas, 1998. 345p.

CANTANHEDE, A., 1997. **Experiences from the Pan-American Centre of Sanitary Engineering & Environmental Sciences – Difficulties and possibilities**. In: *Latin American-Swedish Seminar on Solid Waste Management, Proceedings*, pp. 163-168. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental/Lund University

CAPPUCCINO JG, SHERMAN N. **Microbiology A laboratory Manual**. 4^a ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1996. 447p.

CASTILHOSJUNIOR,A.B.(Coord.).**GerenciamentodeResíduosSólidosUrbanoscomÊnfase na Proteção de Corpos d'Água: Prevenção, Geração e Tratamento de Lixiviados de Aterros Sanitários**.Rio de Janeiro:ABES,2006.

CAVINATTO,V.M.**Saneamento básico: fontes de saúde e bem-estar**.São Paulo:Ed.Moderna,1992.

COLLINS, C.H. & KENEDY, D.A. The Microbiological Hazards of Municipal and Clinical Wastes. *Journal of Applied Bacteriology*, 1, 73: 1-6,1992.

COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA - COMLURB. **Caracterização gravimétrica e microbiológica dos resíduos sólidos do município do Rio de Janeiro**. Gerência de Pesquisas Aplicadas. Diretoria Técnica e Logística, 2010.

CONAMA

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 05**, de 5 de agosto de 1993. Dispõe sobre o plano de gerenciamento, tratamento e destinação final de resíduos sólidos de serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários. Diário Oficial da União 1993; 1 out.

_____. **Resolução 237**, de 22 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Publicado Diário Oficial da União, 22/12/1997, p. 30.841– 30.843.

_____. **Resolução 308** de 21 de março de 2002. Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte. Publicado Diário Oficial da União, 29/07/2002, p. 77 – 78.

_____. **Resolução 313** de 21 de março de 2002. Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte. Publicado Diário Oficial da União, 29/07/2002.

COUTINHO, H.L.C.; OLIVEIRA, V. M.; MANFIO, G. P.; et al. Evaluating the microbial diversity of soil samples: methodological innovations. In: **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v 71, n.3, p. 491-503, 1999.

CUSSIOL, N.A.M.A. **Disposição final de resíduos potencialmente infectantes de serviços de saúde em célula especial por co-disposição com resíduos urbanos**. 2005.334f. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

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

DECRETO Nº 7401, DE 26 DE SETEMBRO DE 1997, no artigo 14, da Lei nº 4744, de 05/07/88, alterado pela Lei Complementar nº 171, de 23/06/97.

EFUNTOYE, M. O., BAKARE, A. A., SOWUNMI, A. A. Virulence factors and antibiotic resistance in **Staphylococcus aureus and Clostridium perfringens from landfill leachate**. *Afr. J. Microbiol. Res.*, v. 523, p.3994-3997, 2011.

ESPÍNDOLA, A.R.C. & SALLES, I.B. 1987. **Estudo dos Resíduos Sólidos Hospitalares em Florianópolis - Hospital Gov. Celso Ramos**, COMCAP/FATMA. Florianópolis, mimeo.

FERREIRA, J.A. **Lixo Hospitalar Domiciliar: Semelhanças e Diferenças – Estudo de Caso no Município do Rio de Janeiro**. 1997, 218p., Tese de Doutorado (Área Saúde Pública), Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

FERREIRA, J.A.; ANJOS, L.A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais**. *Cad Saúde Pública*. 1999.

FERREIRA, J.A.; ANJOS, L.A., *Uma Revisão das Técnicas de Tratamento de Chorume e a Realidade do Estado do Rio de Janeiro*. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIEN

TAL,2001,Paraíba.**Anais...RiodeJaneiro:AssociaçãoBrasileiradeEngenhariaSanitária eAmbiental,2001.**

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

GOMPERTZ, O. F., RIVERA, I. N. G., GAMBALE, W.et al. 2004. Características gerais das Micoses. IN: Trabulsi, L. R. **Microbiologia**. Cap. 65. Atheneu, São Paulo, Brasil.

GRISEY, E., BELLE, E. DAT, J. et al.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.

HAM,D.A, ROGNES,M.E, COTTER C.J.et al.**Automating the solution of PDEs on the sphere and other manifolds in FEniCS 1.2**, *GEOSCIENTIFIC MODEL DEVELOPMENT*, Vol: 6, Pages: 2099-2119, 2013.

HUANG, L. N.; ZHU, S.; ZHOU, H. et al. Molecular phylogenetic diversity of bacteria associated with the leachate of a closed municipal solid waste landfill. **FEMS Microbiological Letters**, v. 242, p. 297-303, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008, publicada em setembro de 2010.

IBGE-

InstitutoBrasileirodeGeografiaeEstatística.Pesquisanacionaldesaneamentobásico. 2012

<http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/população/condição-de-vida/pnsb>(acessadoem Mai/2014).

ÍNDEX FUNGORUM, disponível em: <http://www.indexfungorum.org/names/genusrecord.asp?RecordID=9257>, acessado em 15 de abril de 2013.

JOFRE, A.F.; DIE, I.M.; MARUET, J.U. *Gestão avançada de resíduos biosanitários*. **Revista do Hospital**. n.97, v.6, p.13-18. 1993.

KLAMMER, S.; KNAPP, B.; INSAM, H. Bacterial community patterns and thermal analyses of composts of various origins. **Waste Management Research**, v.26, p.173, 2008.

LEITE, V.D.;

LOPES, W.S. Avaliação dos Aspectos Sociais, Econômicos e Ambientais Causados pelo Lixo da Cidade de Campina Grande. In: IX SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000; **Anais...4** CD-ROM. Porto Seguro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

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

LIMA, L.M.Q. **Lixo: tratamento e biorremediação**. 3aed. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 1995.

LIMA, José Dantas. *Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*. Campina Grande: ABES; 2001. 231p.

LINCOPAN, N.; TRABULSI, L. *Pseudomonas aeruginosa*. In "Microbiologia". 4ª edição. São Paulo. 2004. Editora Atheneu, p. 359-368.

LOPES, V.S.A. **Estudo comparativo de alternativas para o tratamento de resíduos dos serviços de saúde: incineração e desinfecção térmica**. 2008. 112p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

LYNCH P, JACKSON M.M.: An attempt to make an issue less murky: **A comparison of four systems for infection precaution**. *Infect Control Hosp. Epidemiol* 12:448-450. 1991.

LUNA, EJA. **A emergência das doenças emergentes e as doenças infecciosas emergentes e reemergentes no Brasil**. *Rev Bras Epidemiol*. São Paulo 2002;5:229-43.

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, 1993, Cascavel. **Anais**. Cascavel, PR: 1993. p.91-108.

MAGLIO, I. C., 2000. Gestão Ambiental dos Resíduos Sólidos – O Papel dos Municípios. In: 9º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, **Anais**. 4 CD-ROM. Porto Seguro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Governo Federal. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. 2014

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

MOREL, M. M. O.; BERTUSSI, L. A. F.: Resíduos de Serviços de Saúde. In: RODRIGUES, E. A. C. **Infecção Hospitalares: Prevenção e Controle**. São Paulo. Savier, 1997. P. 519-534.

MURRAY, P. R. *et al.* **Microbiologia Médica**. 4ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004.

NAIME, R., SARTOR I., GARCIA, H.C.: Uma abordagem sobre a Gestão de Resíduos de Saúde. **Revista Espaço para a Saúde, Londrina**, v. 5, n. 2, p. 17-27, jun. 2004.

NASCIMENTO, T. C.; JANUZZI, W.A.; LEONEL, M. 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.

NAZAR, M.W; PORDEUS, I.A; WERNECK, M.A.F. Gerenciamento de resíduos sólidos de odontologia em postos de saúde da rede municipal de Belo Horizonte, Brasil. **Rev. Panam. Salud Públ. / Pan Am. J. Public Health** 2005; 17(4):237-242.

NOBUKUNI, M.C. **Análise dos pontos críticos de controle no gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde com vistas à minimização de riscos à saúde e impactos ambientais no município de Ilha Solteira**—

SP. 2011. 155p. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2011.

PEREIRA NETO, J.T. **Quanto vale o nosso lixo**. Projeto Verde Vale. Viçosa: Ação e Promoção, 1999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Secretaria Municipal de Serviços Urbano (SMSU). **Registros e Documentos**, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Secretaria Municipal de Planejamento Urbano. **Registros e Documentos**, 2014.

REINHARDT, PETER, A.; GORDON, JUDITH; ALVARADO, CARLA, J., 1996. Medical Waste Management. In: **Hospital Epidemiology and Infection Control** (May Hall, C., Glen, editor), pp. 1099-1108. Baltimore: WILLIAMS & WILKINS.

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

ROSADO, A.S.; DUARTE, G.F. Utilização de eletroforese em gel com gradientes de desnaturantes (DGGE) e gel com gradiente de temperatura para estudar a diversidade microbiana. In: **Genética e melhoramento de microrganismos**. Mello, I.S., Ed. EDUSP: São Paulo, 2002.

RUTALA W. A., 1989. **Management of infectious waste by United States Hospitals**. JAMA. 262:1635-1640.

RUTALA, W. A. e MAYHALL, C. G., 1992. Medical Waste. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, 13, 1: 38-48.

SANTOS, A. L.; PEIXOTO, R.; ROSADO, A. S. New approaches to understanding microbial diversity in wastewater, landfills and leachate treatment. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 631-648, 2009.

SANTOS, A. L. **Diversidade molecular microbiana de lixiviados de aterros**. 2010, 98p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências (Microbiologia), Instituto de Microbiologia Prof. Paulo de Góes da Universidade Federal do Rio de Janeiro,

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. **CadSaúde Pública** 2002; 18: 1401.

SOUZA, L. F. **Codisposição de resíduos sólidos de serviço de saúde com resíduos sólidos urbanos**. 306p, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2003.

SZYŁAK-SZYDŁOWSKI, M., KORNIŁÓWICZ-KOWALSKA, T. The mycobiota of landfill leachates in the pretreatment process in a sequencing batch reactor. **Cent. Eur. J. Biol.**, v. 7, 250-258, 2011.

TCHOBANOGLOUS, G.; KREITH, F. *Handbook of Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill, 2002.

TEIXEIRA, L. M.; BUERIS, V., **Staphylococcus aureus**. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F., Microbiologia. 4^a ed. São Paulo, Atheneu, 2004. P. 175-182.

THREDEACH, S., CHIEMCHAI SRI, W., WATANABE, T. et al.. Antibiotic resistance of *Escherichia coli* in leachates from municipal solid waste landfills: Comparison between semi-aerobic and anaerobic operations. **Bioresource Technology** , v.113, p. 253–258, 2012.

TOLEDO, M. R. F. **Edwardsiella-Citrobacter-Klebsiella-Enterobacter-Hafnia-Serratia-Morganella-Provencia**. In: TRABULSI, L. R. et al. *Microbiologia*. 3 ed. São Paulo, Atheneu, 2002, p. 247-249.

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

TORTORA, G. J. ; FUNKE, B. R. ; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012, 934 p.

TRABULSI, L. R. **Microbiologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

THREDEACH, S., CHIEMCHAI SRI, W., WATANABE, T. et al. Antibiotic resistance of *Escherichia coli* in leachates from municipal solid waste landfills: Comparison between semi-aerobic and anaerobic operations. **Bioresource Technology** , v.113, p. 253–258, 2012.

UBERLÂNDIA. **Banco de Dados Integrados de Uberlândia SEPLAN 2013**, Volume III. Secretaria Municipal de Planejamento Urbano. Disponível no site: http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/1428.pdf

UBERLÂNDIA. **Lei nº 11.291, de 26 de Dezembro de 2012**. Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Uberlândia. 2012. Disponível no site: http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/6958.pdf

UBERLÂNDIA. **Plano de trabalho da Limpebras 2013** Acervo: Limpebras Engenharia Ambiental Ltda e Limpebras Resíduos Ltda.

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.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Hospital de Clínicas de Uberlândia. Gestão de Informações Hospitalares. **Setor de Estatísticas e Informações Hospitalares**. 2013.

VELLOSO, M.P., 1995. **ProcessodeTrabalhodaColetadeLixoDomiciliardaCidadedo RiodeJaneiro:PercepçãoeVivênciadostabalhadores**. DissertaçãodeMestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

VERMELHO, A.B. **PráticasdeMicrobiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ZAK, J. C.; WILLIG, M. R.; MOORTHEAD, D. L.; WILDMAN, H. Functional diversity of microbial communities: a quantitative approach. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, n.9, p. 1101, 1994.

ZEPEDA, F., 1995. **El Manejo de Residuos Sólidos Municipales En América Latina y El Caribe**. Washington, DC: *Organización Panamericana de la Salud*.

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, 1770–1777, 2011.