

Gestão de Resíduos Sólidos 2

Leonardo Tullio
(Organizador)



Leonardo Tullio
(Organizador)

Gestão de Resíduos Sólidos

2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de resíduos sólidos 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Gestão de Resíduos Sólidos; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-188-6

DOI 10.22533/at.ed.886191403

1. Lixo – Eliminação – Aspectos econômicos. 2. Pesquisa científica – Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.).
3. Sustentabilidade. I. Tullio, Leonardo. II. Série.

CDD 363.728

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Neste Volume II, são apresentados 18 artigos que analisaram o potencial de uso de diversos materiais em vários setores, propondo destino correto a esses resíduos.

A construção civil apresenta-se como elevado potencial na incorporação desses resíduos industriais, que podem ser utilizados como matéria-prima alternativa, uma vez que disponíveis em grandes quantidades e sem destinação pela indústria que o produz, sua utilização pode levar a vantagens econômicas, técnicas e ecológicas, ademais solução de muitos problemas da indústria.

Também se observa o potencial de utilização de resíduos da atividade agrícola no meio urbano, sendo assim o aproveitamento, além de minimizar os problemas ambientais, é visto como atividade complementar, que pode contribuir para a diversificação dos produtos e para a diminuição do custo final de produtos.

Todavia, a correta destinação de um resíduo deve ser estudada e tratada com cautela, pois o "desleixo" causa impactos ambientais incalculáveis na sociedade.

Bons estudos.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SUSTENTABILIDADE: USO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
<i>Cristine Machado Schwanke</i> <i>Juliana Young</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914031	
CAPÍTULO 2	13
UTILIZAÇÃO DE CARVÃO DE CAROÇOS DE BUTIÁ (<i>BUTIA CAPITATA</i>) COMO MEIO DEPURIFICAÇÃO ALTERNATIVA DE ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO	
<i>Beatriz Stoll Moraes</i> <i>Ferdinando Bisogno de Castro</i> <i>Maick Bravo da Silva</i> <i>Paulo Roberto Diniz da Silva</i> <i>Daniela Lilge Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914032	
CAPÍTULO 3	25
USO DE RESÍDUOS DE CELULOSE NA MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	
<i>Genyr Kappler</i> <i>Carlos Alberto Mendes Moraes</i> <i>Regina Célia Espinosa Modolo</i> <i>Juliana Damasio Waschevicz</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914033	
CAPÍTULO 4	34
REJEITOS RADIOATIVOS DO MAIOR ACIDENTE RADIOLÓGICO DO BRASIL	
<i>Lení Maria de Souza</i> <i>Francisco Itami Campos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914034	
CAPÍTULO 5	46
PRODUÇÃO DE CARBOXIMETILCELULASE E AVICELASE PELO BACILLUS SP SMIA-2 EM MEIO CONTENDO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Andréia Boechat Delatorre</i> <i>Silvania Alves Ladeira</i> <i>Marcela Vicente Vieira Andrade Gonçalves</i> <i>Cristiane de Jesus Aguiar</i> <i>Thiago Freitas de Almeida</i> <i>Meire Leles Leal Martins</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914035	
CAPÍTULO 6	55
O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO MERCADO DE EQUIPAMENTOS GAMER	
<i>Felipe Elsemann Barreto</i> <i>Ana Júlia Senna Sarmiento Barata</i> <i>Ricardo Ribeiro Alves</i> <i>Djulia Regina Ziemann</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8861914036	

CAPÍTULO 7 68

ESTUDO PARA INSTALAÇÃO DE CENTROS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO RIO DE JANEIRO EM SEROPÉDICA

Hélio Fernandes Machado Júnior

Rui de Góes Casqueira

Fabíola Oliveira da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.8861914037

CAPÍTULO 8 78

ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DA SERICINA EMPÓ RESULTANTE DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS DESIDRATADA EM “SPRAY DRYER”

Ana Paula Sone

Camilo Freddy Mendoza Morejon

Marcelino Luiz Gimenes

DOI 10.22533/at.ed.8861914038

CAPÍTULO 9 92

ESTUDO DA CONFORMIDADE DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DE CHAMOTE E CASCA DE ARROZ

Ivando Stein

Maurício Livinali

Éder Claro Pedrozo

Lucas Fernando Krug

DOI 10.22533/at.ed.8861914039

CAPÍTULO 10 103

ESTUDO COMPARATIVO DO LIXIVIADO GERADO POR RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICO E ELETROELETRÔNICO EM SIMULAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

Beatriz Rodrigues de Barcelos

Caio Soares Camargos

Gabriel Alves Teixeira

Lorena Silva Pereira

Ygor dos Santos Carneiro

DOI 10.22533/at.ed.88619140310

CAPÍTULO 11 116

DESMONTAGEM E CARACTERIZAÇÃO DE LÂMPADAS LED PARA RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS

Emanuele Caroline Araujo dos Santos

Alini Luísa Diehl Camacho

Leonardo Daniel Rauber

Carlos Alberto Mendes Moraes

DOI 10.22533/at.ed.88619140311

CAPÍTULO 12 126

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE PETROLINA/PE

David José Oliveira da Silva

Iago Santos Calábria

Walter de Moraes Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.88619140312

CAPÍTULO 13 136

AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE RESÍDUOS GERADOS PELA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE COMO MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA A INDÚSTRIA CIMENTEIRA

Joana Gomes Meller
Letícia Torres Maia
Oscar Rubem Klegues Montedo
Dachamir Hotza
Hiany Mehl Zanlorenzi
Silvana Meister Sommer

DOI 10.22533/at.ed.88619140313

CAPÍTULO 14 147

ANÁLISE DOS PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DO PARANÁ

Daniel Poletto Tesser
Luciana Janoni Botelho de Freitas do Nascimento
Antônio Carlos de Francisco
Cassiano Moro Piekarski

DOI 10.22533/at.ed.88619140314

CAPÍTULO 15 160

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DO AQUECIMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DE UM AQUECEDOR SOLAR FEITO COM MATERIAL RECICLÁVEL

Maiara Stein Wünsche
Nadine Rech Medeiros Serafim
Rafaela Picolotto

DOI 10.22533/at.ed.88619140315

CAPÍTULO 16 170

ANÁLISE DA MISTURA DO AGREGADO RECICLADO DE RCD ASSOCIADO AO SOLO LATERÍTICO PARA UTILIZAÇÃO NA CAMADA DE BASE DE PAVIMENTOS

Natássia da Silva Sales
Caio César Luz Araújo

DOI 10.22533/at.ed.88619140316

CAPÍTULO 17 182

ANÁLISE DA ECOEFICIÊNCIA DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM USINA SUCROALCOOLEIRA NO PIAUI

Lilian de Castro Moraes Pinto
Maria do Socorro Lira Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.88619140317

CAPÍTULO 18 191

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL E INTERNACIONAL SOBRE TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

Manoela Paiva de Amorim Santos
Rafael de Freitas Taves
Alexandre Lioi Nascentes
Armando Borges de Castilhos Junior

DOI 10.22533/at.ed.88619140318

SOBRE O ORGANIZADOR..... 203

ESTUDO COMPARATIVO DO LIXIVIADO GERADO POR RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICO E ELETROELETRÔNICO EM SIMULAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

Beatriz Rodrigues de Barcelos

Universidade Católica de Brasília
Brasília – Distrito Federal

Caio Soares Camargos

Universidade Católica de Brasília
Brasília – Distrito Federal

Gabriel Alves Teixeira

Universidade Católica de Brasília
Brasília – Distrito Federal

Lorena Silva Pereira

Universidade Católica de Brasília
Brasília – Distrito Federal

Ygor dos Santos Carneiro

Universidade Católica de Brasília
Brasília – Distrito Federal

RESUMO: Com o crescimento populacional e o desenfreado consumo de bens, diariamente são geradas toneladas de resíduos sólidos urbanos que, conforme legislação brasileira, devem ser destinados em aterros sanitários que em função da degradação da matéria orgânica disposta gera como subproduto, o lixiviado, que vem se tornando um passivo ambiental em função da carga poluidora. Para destinação de resíduos sólidos, conforme estabelecido pela atual Política de Resíduos Sólidos, nos aterros é necessário realizar a separação dos diferentes resíduos produzidos pela população, em especial os eletrônicos,

visto que sua decomposição ocorre de forma diferente do resíduo orgânico, contribuindo assim para reduzir a carga poluidora do lixiviado. Nesse sentido, o presente estudo visa comparar a produção dos diferentes lixiviados na disposição de diferentes resíduos sólidos. O trabalho foi realizado por meio de projeto piloto onde se utilizou lisímetros para simulação de aterro utilizando resíduos orgânico e eletrônico. Ao analisar os resultados obtidos, é possível averiguar que o resíduo eletrônico apresenta parâmetros de degradação muito diferente do lixo orgânico. O lixiviado produzido no lisímetro contendo apenas resíduos eletrônico apresentou pH mais alcalino, turbidez, cor aparente, sólidos dissolvidos, suspensos e demanda química de oxigênio foram mais baixos que os valores encontrados no lixiviado do lisímetro contendo resíduos orgânico. Assim, verifica-se que é essencial realizar a segregação dos resíduos e monitorar a produção de lixiviado produzida nos aterros sanitários.

PALAVRAS-CHAVE: Lixo eletrônico, Lixiviado, Aterro Sanitário.

ABSTRACT: With the population growth and the uncontrolled consumption of goods, daily losses of urban waste are generated that, according to the Brazilian legislation, should be placed in landfills, generating a by-product from the degradation of matter, the leachate, which has

become a environmental liabilities due to the polluting load. Please refer to the Social Wastes Policy for information on the results obtained. the leaching load. In this sense, the present study aims to compare the production of different leached ingredients in the solid waste disposal. The work was carried out through a pilot project to use lysimeters for ground simulation, using electronic and electronic resources. The analysis of the obtained results, is an indicator that has the possibility to make a process of degradation very different from the organic waste. The leachate did not produce a lysimeter with a minimum of temperature dissipation, showed more alkaline pH, turbidity, apparent color, dissolved in solids, suspended and more chemical of origin were lower than the levels found in the lysimeter leachate. Therefore, make sure that it is essential to carry out segregation of waste and to monitor leachate production as in landfills.

KEYWORDS: Junk mail; Leachate; Landfill.

1 | INTRODUÇÃO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são materiais heterogêneos resultantes das diversas atividades desenvolvidas pelos seres humanos, sendo classificados por sua tipologia. A composição dos RSU varia dependendo da situação socioeconômica e das condições e hábitos de vida. Além disso, a produção dos resíduos acompanha o desenvolvimento humano em função de diversos fatores, tais como: crescimento demográfico dos centros urbanos, mudanças de hábitos de consumo e o desenvolvimento industrial. Tais fatores são indicados como os grandes responsáveis pelo aumento na produção de resíduos e suas variações qualitativas.

No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRALPE), no ano de 2015 foram produzidos cerca de 218.874 toneladas/dia de RSU, um crescimento de 1,7% em relação ao ano de 2014. Com relação a disposição final, para o mesmo ano foi constatado que 3.326 municípios ainda fazem disposições inadequadas e em desacordo com normas técnicas.

Com relação a produção por tipologia, de acordo com Vieira (2018) o Brasil produz cerca de 774 milhões de toneladas por ano. Resíduo eletroeletrônico são 1,5 milhão de toneladas, de acordo com o relatório internacional elaborado pela Universidade das Nações Unidas (UNU) publicado pela Global E-waste Monitor em 2017. Destacando que somente 20% do eletroeletrônico é reciclado (BALDÉ et al., 2017).

Em função do grande quantitativo de resíduos produzidos agregado as diversas tipologias, trata-se de problema sanitário importante principalmente quando não são acondicionados, coletados, transportados, tratados e dispostos de adequada e em conformidade com as normas técnicas e legislação vigente.

Buscando solucionar os problemas gerados pelos RSU urbanos, várias formas de tratamento e disposição final vêm sendo estudadas e aplicadas. Pela legislação vigente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o aterro sanitário é a forma indicada

para a disposição final de resíduos inservíveis, todavia ainda não é a mais praticada.

Corroborando com isso, de toda a produção de RSU no país somente 58,4% ou 41,7 milhões de toneladas foram enviadas para aterros sanitários no ano de 2016, o restante dos resíduos produzidos foi encaminhado para aterros controlados ou lixões. (ABRELPE, 2016). A Figura 1 apresenta comparativo entre a disposição final de RSU nos anos de 2014 e 2015 onde se percebe que a disposição adequada dos RSU ainda é pequena e pode configurar na geração de degradação ambiental.

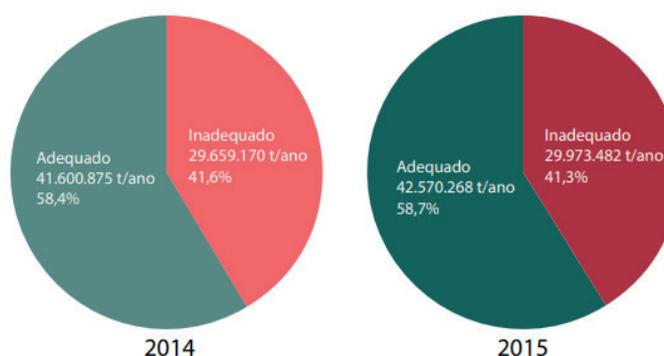


Figura 1. Disposição final de RSU

Fonte: Panorama, 2015.

Como no aterro sanitário a disposição final não ocorre apenas para resíduos inservíveis, mas também de materiais eletroeletrônicos e matéria orgânica, a vida útil desses locais fica limitada. Ademais, em função da digestão do material orgânico disposto nos aterros, ocorre a formação de um líquido denominado lixiviado, que possui carga orgânica elevada, e com a presença de material eletrônico esse líquido pode conter ainda elementos de metais pesados o que acarreta em toxicidade ao meio ambiente.

Avaliar a presença desses materiais e os impactos sobre a produção dos lixiviados é essencial para os gerenciamentos dos resíduos dispostos nos aterros sanitários. Nesse sentido o presente trabalho, utilizando lisímetros, realizou a simulação de aterros sanitários com diferentes tipologias de resíduos sólidos.

2 | OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa foi realizar análise comparativa do lixiviado produzido da decomposição de resíduos sólidos urbanos orgânicos e eletroeletrônico avaliar.

Ademais têm-se como objetivos específicos:

- realizar análise físico-química de lixiviado produzido por resíduo orgânico, eletroeletrônico e da mistura entre orgânico e eletroeletrônico;
- analisar os lixiviados supracitados em condições de solo compactado e não

compactado.

3 | METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em escala piloto na Universidade Católica de Brasília entre 2017 e 2018. As etapas consistiram em: construção dos lisímetros, Monitoramento do lixiviado, análises laboratoriais,

3.1 Construção dos lisímetros

Inicialmente projetou-se a construção de lisímetros de acordo com a NBR 8419:1992, que trata sobre a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, com adequações necessárias as suas dimensões. Em seguida coletou-se amostras de solo do Aterro Sanitário de Brasília (ASB), no qual foram realizados ensaios de caracterização do solo, são eles: limite de plasticidade (LP), NBR 7180/1984; limite de liquidez (LL), NBR 6459/1984; ensaio de massa específica dos grãos, NBR 6508/1984; análise granulométrica, NBR 7181/1984; compactação, NBR 7182/2016; e ensaio de determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável, NBR 14545/2000, adotando a umidade ótima para a compactação do corpo de prova.

Tendo como base as duas normas supracitadas, seguiu-se com a construção e moldagem de seis lisímetros conforme a Figura 3, simulando a composição de um aterro sanitário. Foi determinado que três lisímetros conteriam solo compactado, onde um lisímetro possuiria em sua composição somente lixo orgânico, outro somente lixo eletrônico e o terceiro, a mistura de ambos, os demais três lisímetros apresentariam os mesmos resíduos, só que com o solo na condição de não compactado.

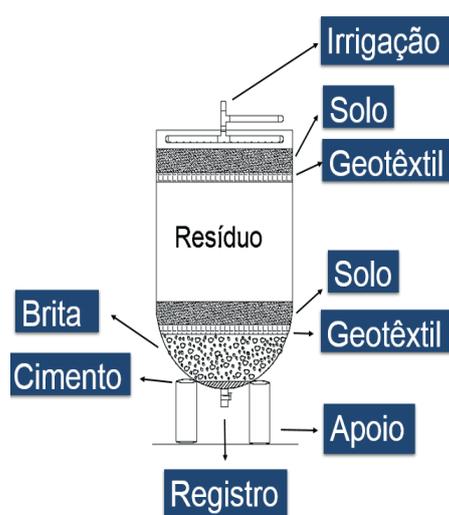


Figura 3. Ilustração interna dos lisímetros.

Fonte: os autores.

Após a construção dos lisímetros, adicionou-se 2l de água em cada um através do

sistema de irrigação, que distribuía por igual a água dentro do lisímetro, para simular a água proveniente da precipitação, fator crucial para a produção do lixiviado. A quantidade de água adicionada inicialmente se deu de modo exagerado para acelerar o processo de geração do lixiviado.

3.2 Monitoramento dos lixiviados

Determinou-se que a coleta dos lixiviados seriam quinzenais e que quando observado a necessidade de se adicionar mais água no sistema, o mesmo seria feito. Ressaltando que as amostras (Figura 4) foram coletadas, identificadas e transportadas de acordo com a NBR 9898:87.



Figura 4. Amostras dos lixiviados.

Fonte: os autores.

A análise laboratorial das amostras dos lixiviados foram realizadas no mesmo dia em que foram coletados, para evitar que sua composição fosse alterada por motivos de armazenamento.

Para questão de identificação, foi previamente determinado que os lisímetros 1 e 2 conteriam em sua composição lixo eletrônico, os lisímetros 3 e 4 a mistura do lixo eletrônico juntamente com o orgânico e os lisímetros 5 e 6, somente lixo orgânico. Além disso, os lisímetros ímpares seriam com solo na condição compactada, e os pares com solo não compactado.

3.3 Análise laboratorial

As análises dos lixiviados foram realizadas no laboratório de caracterização de resíduos com base na metodologia preconizada pelo Standard Methods. Os parâmetros monitorados foram: pH, Turbidez, Sólidos Dissolvidos Totais, Cor Aparente, DQO, Sólidos em Suspensão

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do Solo

A granulometria do solo apresentou as seguintes proporções de composição, de acordo com a NBR 6502/1995 e ASTM (Tabela 1):

Classificação do solo	NBR 6502/1995	ASTM
Areia		
Grossa	14%	0
Média	28%	22,7%
Fina	20%	30,3%
Silte	29%	33,3%
Argila	9%	13,7%

Tabela 1. Composição granulométrica do solo do aterro de Samambaia.

Fonte: os autores.

A Tabela 2 dispõe os demais resultados a respeito de caracterização do solo do aterro de Samambaia.

Parâmetro	Resultado
Limite de liquidez (LL)	44,47%
Limite de plasticidade (LP)	34,39%
Massa específica dos grãos	2,50 g/cm ³
Umidade ótima	23,94%
Coefficiente de permeabilidade	7,46x10 ⁻⁵ cm/s

Tabela 2. Resultados do limite de liquidez, limite de plasticidade, massa específica dos grãos, compactação e coeficiente de permeabilidade.

Fonte: os autores.

A partir dos valores encontrados foi possível classificar o solo, de acordo com o sistema unificado de classificação de solo, em SC, ou seja, areia argilosa.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 1993), possui valores de referência que parametrizam o solo de aterro sanitário, os quais aparecem dispostos na tabela 3, comparativamente aos dados do solo em estudo.

Parâmetro	Solo em estudo	CETESB	
Limite de liquidez (LL)	44,47%	≥30%	Atende
Índice de plasticidade (LP)	10,08%	≥15%	Não atende
Classificação SUCS	CL, CH, SC ou OH	SC	Atende
Coefficiente de permeabilidade (cm/s)	7,46*10 ⁻⁵ cm/s	<1x10 ⁻⁷ cm/s	Não atende

Porcentagem passante na peneira de abertura 0,075 mm (#200)	47%	≥30%	Atende
---	-----	------	--------

Tabela 3. Comparação entre os resultados do solo em estudo e os parametrizados pela CETESB (1993).

Fonte: os autores.

Um aspecto relevante para aterros sanitários é o coeficiente de permeabilidade. Segundo a NBR 13896/1997: “O aterro deve ser executado em áreas onde haja predominância no subsolo de material com coeficiente de permeabilidade inferior a 5×10^{-5} cm/s”; portanto o solo em estudo apresenta resultado um pouco superior que o valor de referência. A composição granulométrica indica baixo percentual de material argiloso, sendo a argila a maior contribuinte para a diminuição da condutividade hidráulica.

A CETESB é ainda mais rigorosa quanto ao coeficiente de permeabilidade, apresentando valor de referência menor que a NBR 13896/1997, entretanto, em ambos os parâmetros, o solo não atende ao requerido.

Outro aspecto que o referido solo não atende é o índice de plasticidade, que corresponde a diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade. Embora o solo estudado e o requerido pela CETESB, possuam plasticidade média, há uma diferença de quase 5% em relação ao limite inferior parametrizado.

Quanto a classificação SUCS, o material em estudo encaixa-se em um dos grupos requeridos: areia argilosa. A mesma apresenta característica de solo grosso com presença de mais de 12% de finos.

4.2 Análises dos lixiviados

Os dados obtidos com os ensaios laboratoriais são apresentados nos gráficos a seguir. O pH mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de determinada solução, onde 0 representa acidez máxima, 7 neutralidade e 14 a alcalinidade máxima, pode-se verificar na Figura 5 que os lisímetros que continham lixo eletrônico apresentaram níveis de pH na faixa dos 10, mostrando que tal resíduo promove à alcalinidade do lixiviado, contendo possivelmente em sua presença sais de ácidos fracos, bicarbonatos, carbonatos, assim como hidróxidos. Já os demais resíduos apresentaram pH constantes, na faixa da neutralidade.

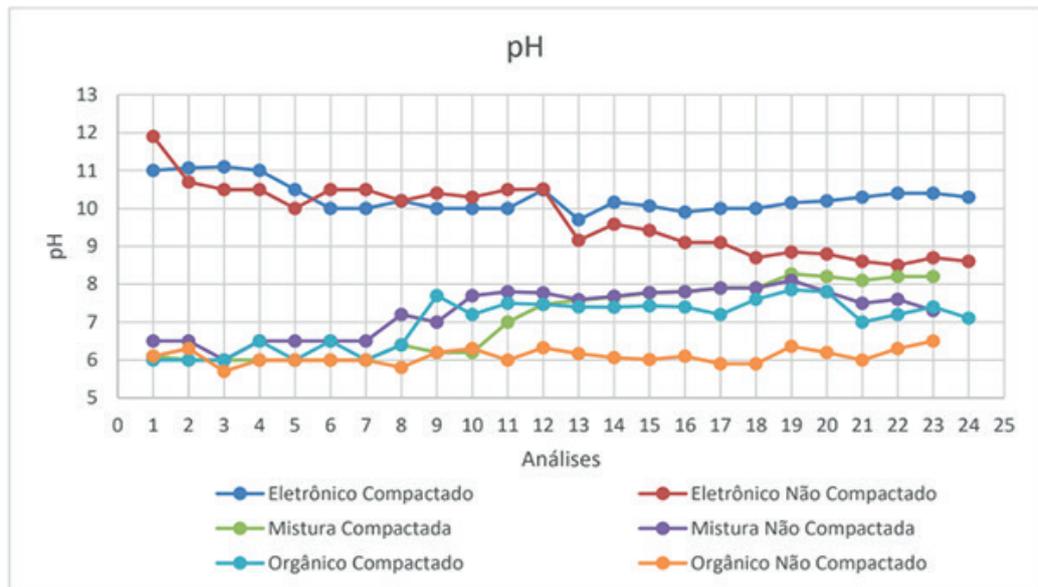


Figura 5. Resultado de pH.

Fonte: os autores.

A turbidez representa a propriedade óptica de absorção e reflexão da luz e é promovida por partículas sólidas em suspensão, quanto menor a turbidez, menor a presença de finos na amostra, tais como frações de argila ou matéria orgânica. A Figura 6 apresenta os resultados de turbidez das supracitadas amostras, dos gráficos da figura pode-se inferir que os resultados não se mantiveram constantes ao longo do tempo, e foram elevados para Analisando a turbidez das amostras (Figura 6), é possível verificar que os resultados não se mantiveram constantes ao longo do tempo, apresentaram-se elevados para os lisímetros que continham somente lixo orgânico na condição compactada e nos lisímetros que possuíam a mistura de ambos os lixos, já na nos lisímetros com lixo eletrônico, a turbidez foi extremamente baixa. Vale salientar que o solo na condição compactada nos casos de lixo orgânico e a mistura de ambos em determinadas análises apresentaram condições de turbidez muito mais elevada que em caso de solo não compactado, o que não era esperado, já que a compactação do solo promove a redução do número de vazios do solo dificultando a percolação da matéria orgânica no solo, mas podemos verificar que não foi o ocorrido.

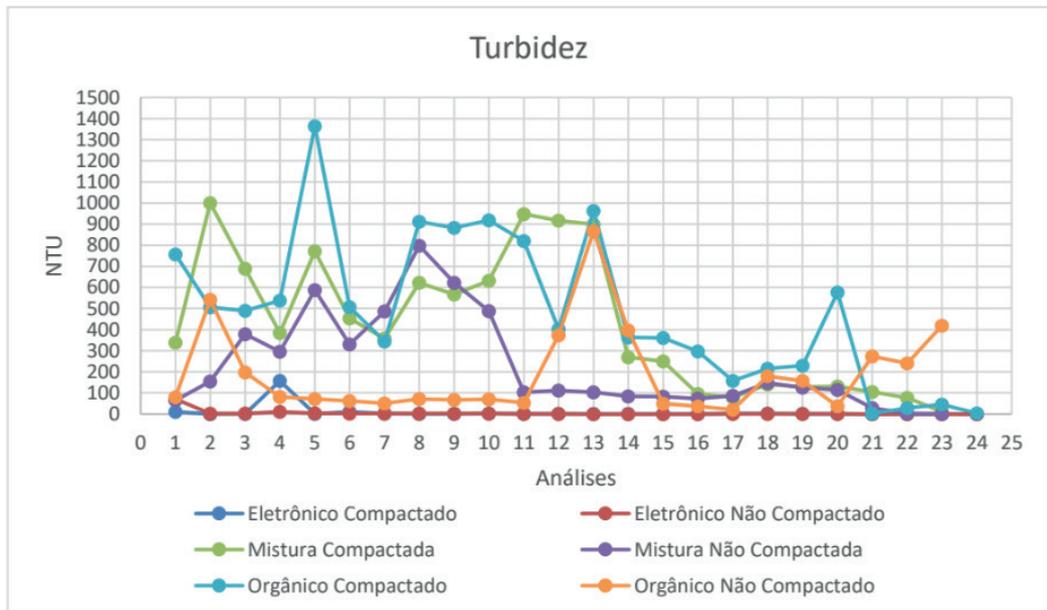


Figura 6. Resultado de Turbidez.

Fonte: os autores.

Os teores de sólidos dissolvidos totais apresentaram-se de forma elevada nas primeiras análises das amostras que continham material orgânico, como verifica-se na figura 7 a seguir, isso pois, os sólidos dissolvidos é o conjunto de substâncias orgânicas ou não, contidas em um líquido, e essa elevada taxa se dá para o processo de degradação da matéria orgânica, por isso que todas as análises que contém material orgânico apresentaram teores elevados, já se tratando do lixo eletrônico, esse teor se manteve constante ao longo das análises, pois o seu percentual de substância que contribui para a composição dos sólidos dissolvidos é muito baixo. Podemos ainda verificar que após a sexta análise, o teor de sólidos dissolvidos apresentou pouca variação, isso pois se espera que o processo de degradação da matéria orgânica já tenha sofrido um decaimento.

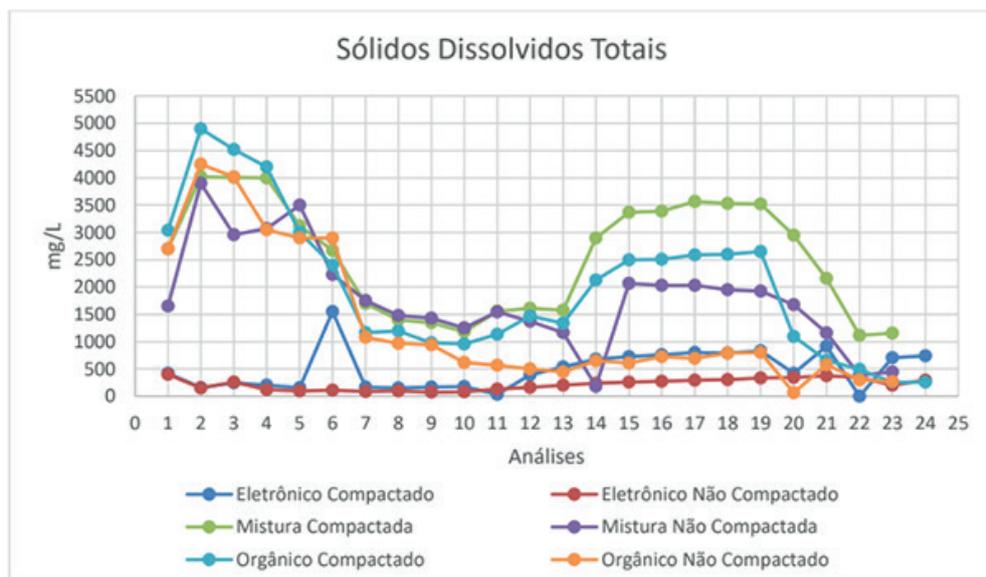


Figura 7. Resultado de Sólidos Dissolvidos Totais.

A análise de cor aparente (Figura 8) refere-se à determinação de cor em amostras com turbidez, tanto que ao analisar o gráfico de turbidez com o de cor aparente, os resultados apresentados são semelhantes. Como a cor geralmente é um indicador da presença de húmus (matéria orgânica proveniente da degradação), era esperado que os lisímetros que contivessem lixo orgânico em sua composição, apresentasse um alto valor de cor aparente, o que é comprovado. Por já ser esperado tal resultado, foi decido realizar somente 10 análises deste parâmetro, por achar que não seria necessário dar continuidade a análise de cor.

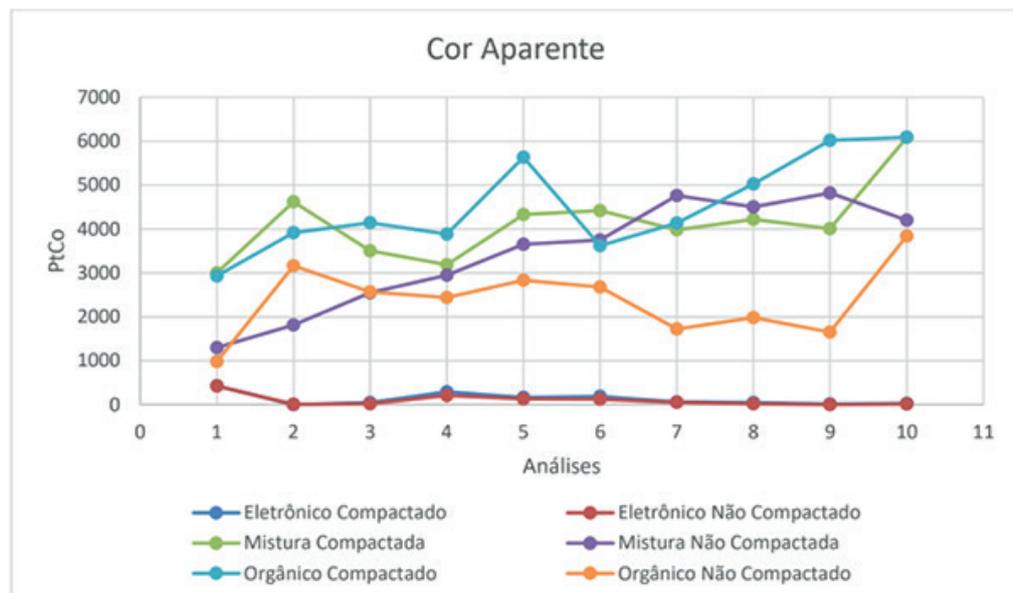


Figura 8. Resultado de Cor Aparente.

Fonte: os autores.

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um parâmetro que avalia a quantidade de oxigênio dissolvido consumido que leva a degradação da matéria orgânica. Ao se analisar a figura 9 percebe-se que os lisímetros que contêm matéria orgânica em sua composição, a taxa de DQO é mais elevada, percebe-se também que a DQO do lixo eletrônico é praticamente nula. Nas primeiras análises a taxa é extremamente alta pois se está no início da degradação da matéria orgânica, logo a taxa de oxigênio consumida é muito maior, tanto que após a quinta análise, a DQO se estabiliza. Ressaltando que as análises 2, 4, 6 e 9 não foram realizadas por falta de reagente no laboratório.

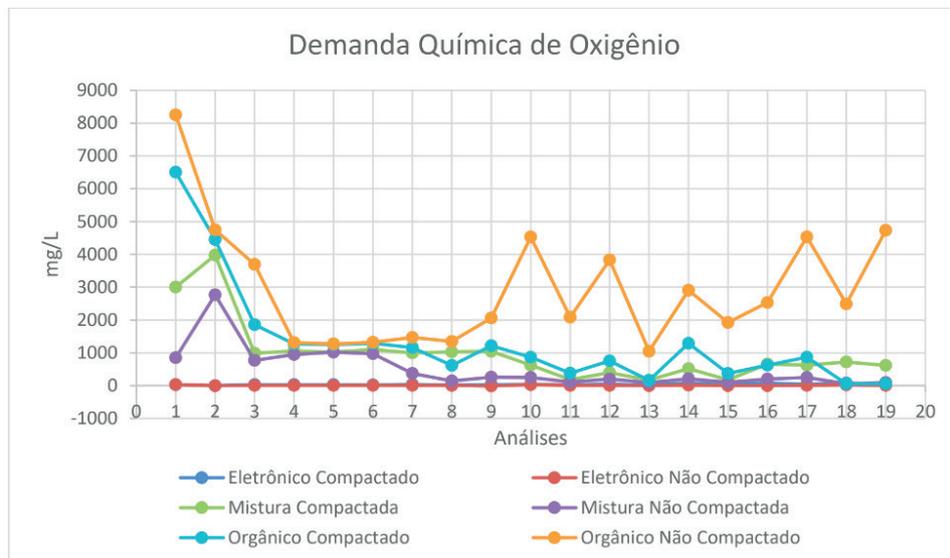


Figura 9. Resultado de Demanda Química de Oxigênio.

Fonte: os autores.

O último parâmetro em análise é o Sólidos em Suspensão (Figura 10), que são partículas que permanecem suspensas na água devido ao movimento da água ou pelo fato da densidade da partícula ser inferior que a da água, são provenientes da matéria orgânica ou inorgânica, logo já era esperado que o lixo orgânico apresentasse uma maior taxa de sólidos em suspensão, justamente por apresentar um maior teor de matéria orgânica, contribuindo para a geração de pequenas partículas suspensas na água. Este parâmetro só começou a ser analisado a partir da 11ª análise por achar que o lixo eletrônico contribuiria com um percentual considerável de sólidos em suspensão, mas não foi o caso.

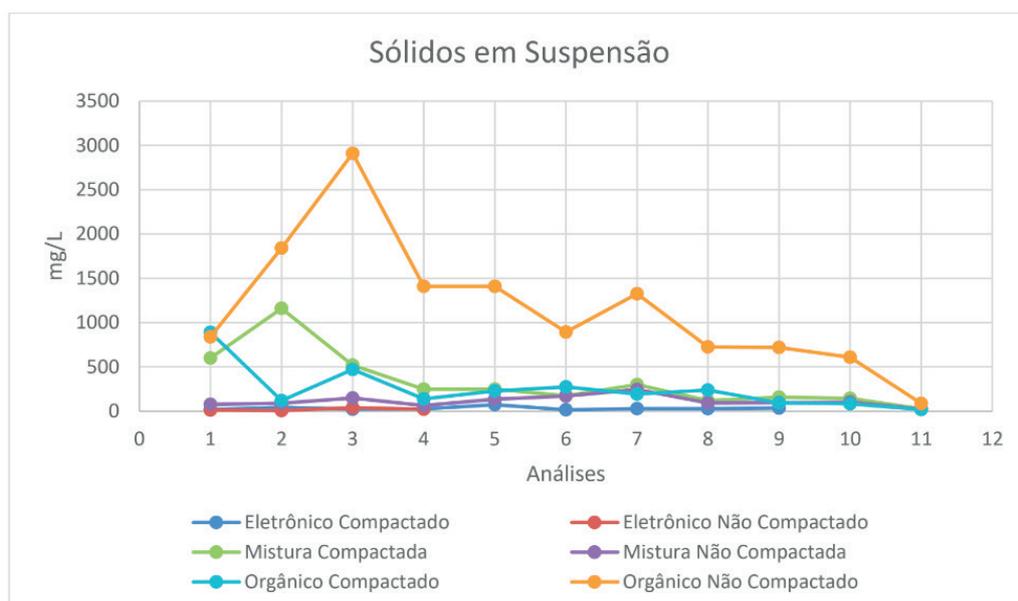


Figura 10. Resultado de Sólidos em Suspensão.

Fonte: os autores.

5 | CONCLUSÃO

Os resultados das análises supracitadas sintetizam que o lixiviado gerado por resíduo eletrônico e o orgânico possuem comportamentos distintos quando depositados no solo. O orgânico possui um lixiviado mais ácido e carrega taxas mais significantes de sedimentos ao percolar no solo, enquanto o eletrônico carrega uma quantidade praticamente nula de sedimentos, porém, carrega uma considerável taxa de metais pesados, como mercúrio, cádmio, berílio e chumbo, provenientes da decomposição dos equipamentos que compõem esse lixo, por ser inorgânico esse tipo de lixo apresenta dificuldades para controle, não podendo ser reduzido com o uso de controle biológico, por meio de microrganismos. Pesquisas recentes demonstraram que os lixos não são separados corretamente por tipo, sendo necessário que o governo federal e demais competências reforcem a conscientização do usuário desses tipos de produtos a importância da separação do lixo eletrônico dos demais lixo, visto que estes podem vir a contaminar a água dos aquíferos, a atmosfera quando queimados, o próprio solo e à nossa saúde.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE): **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896**: Aterro de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14545**: Solo – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Solo - Determinação do limite de liquidez. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508**: Grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm - determinação da massa específica. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo - Determinação do limite de plasticidade. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo - Análise granulométrica. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: Solo - Ensaio de compactação. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. 1992.

BALDÉ, C. P., FORTI, V., GRAY, V., et al. **Quantities, Flows, and Resources**. The Global E-waste Monitor, 2017.

CETESB. Companhia de tecnologia e de saneamento ambiental de São Paulo. **Resíduos sólidos industriais**. São Paulo/SP. 1993.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos**: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. p. 1503-1510, 2012.

MAUS, V. W., COSTA, A. B. da., RIGHES, A. A. **Tratamento do lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos por processo fenton**. V.13, n.1, p. 52-59, 2009.

Organização Nações Unidas Meio Ambiente. **Lixo eletrônico representa 'crescente risco' ao meio ambiente e à saúde humana, diz relatório da ONU**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/lixo-eletronico-representa-crescente-risco-ao-meio-ambiente-e-a-saude-humana-diz-relatorio-da-onu/>>. Acesso 27 mar. 2018.

VIEIRA, F. **Menos de 1% do lixo orgânico é reciclado no Brasil**. Disponível em: <<http://felipevieira.com.br/site/menos-de-1-do-lixo-organico-e-reciclado-no-brasil/>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio prestado pela Universidade Católica de Brasília (UCB) e pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF), pois sem eles, não teríamos conseguido desenvolver o presente trabalho.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio - Doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR (2019-2023), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR (2014-2016), Especialista MBA em Agronegócios – CESCAGE (2010). Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009). Atualmente é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-188-6

