



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUACAO**  
**IFG CAMPUS GOIÂNIA**  
**MESTRADO EM TECNOLOGIA DE PROCESSOS SUSTENTÁVEIS**

**Nády de Sá Almeida Costa Silva**

**COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS EM LARGA ESCALA EM GOIÂNIA/GO**

**Goiânia, 2019.**

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUACAO**  
**IFG CAMPUS GOIÂNIA**  
**MESTRADO EM TECNOLOGIA DE PROCESSOS SUSTENTÁVEIS**

**Nády de Sá Almeida Costa Silva**

**COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS EM LARGA ESCALA EM GOIÂNIA/GO**

Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Tecnologia de Processos Sustentáveis do IFG (PPG-TPS- IFG) - Dissertação de Mestrado Profissional. Área de Concentração: Tecnologia de Sistemas de Produção Limpa. Linha de Pesquisa Redução e Gerenciamento de Resíduos.

Orientador: Prof. Dr. Warde Antonieta da Fonseca Zang

Coorientadora: Prof. Dr. Regina Celia Bueno da Fonseca

**Goiânia, 2019.**

S5861c Silva, Nády de Sá Almeida Costa. .

Compostagem como alternativa para tratamento de resíduos sólidos orgânicos produzidos em larga escala em Goiânia/GO / Nády de Sá Almeida Costa Silva. – Goiânia : Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2019.

72f. : il.

Orientadora: Prof. Dr. Warde Antonieta da Fonseca Zang.

Coorientadora: Prof. Dr. Regina Célia Bueno da Fonseca.

Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis, Coordenação do Programa de Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inclui anexos e apêndices.

1. Compostagem. 2. Resíduos sólidos orgânicos. I. Zang, Warde Antonieta da Fonseca (orientadora). II. Fonseca, Regina Célia Bueno da (coorientadora). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. IV. Título.

**1**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO  
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do(a) Autor(a): **NÁDYA DE SÁ ALMEIDA COSTA SILVA**

Matrícula: **20162011140173**

Título do Trabalho: **COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS EM LARGA ESCALA EM GOIÂNIA-GO**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no ReDi/IFG: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

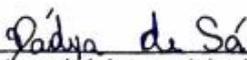
O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

GOIÂNIA, 31 DE JULHO DE 2019.

  
Assinatura do(a) Autor(a) e/ou Detentor dos Direitos Autorais



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás  
Câmpus Goiânia

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**IFG CÂMPUS GOIÂNIA**  
**MESTRADO EM TECNOLOGIA DE PROCESSOS SUSTENTÁVEIS**

**Nádyá de Sá Almeida Costa Silva**

**“COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE**  
**RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS EM LARGA**  
**ESCALA EM GOIÂNIA-GO”**

Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Tecnologia de Processos Sustentáveis do IFG (PPGTPS - IFG) -  
Dissertação de Mestrado Profissional. Área de Concentração: Tecnologia de Sistemas de Produção Limpa.  
Linha de Pesquisa: Tecnologia em Redução e Gerenciamento de Resíduos

Prof(a). Dr(a). WARDE ANTONIETA DA FONSECA-ZANG (presidente e orientadora – PPGTPS / IFG)

Assinatura

Prof(a). Dr(a). REGINA CÉLIA BUENO DA FONSECA (coorientadora – PPGTPS / IFG)

Assinatura

Prof(a). Dr(a). JOACHIM WERNER ZANG (avaliador – PPGTPS / IFG)

Assinatura

Prof(a). Dr(a). SIMONE GONÇALVES SALES ASSUNÇÃO (avaliadora externa – UFG)

Assinatura

Aprovado em: 31/07/2019

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho as duas mulheres que governam a minha vida de maneira absoluta, minha mãe que me permitiu ser quem eu sou, me formando e me informando como ser humano, que me apoiou e apoia em tudo que faço, que sempre esteve e está ao meu lado, que me mostrou através do exemplo o que é correr atrás dos seus sonhos e perseverar. E a minha filha, que me fez enxergar em mim uma força que eu desacreditava possuir, que me faz ser melhor a cada dia, e me demonstra o amor mais puro, que me espera todos os dias com um sorriso nos lábios e os braços abertos.

## AGRADECIMENTOS

Preciso agradecer inicialmente a Deus por me permitir chegar até aqui. Nessa jornada que acabou sendo mais longa que o esperado devo agradecer as pessoas e empresas que tornaram minha caminhada possível e mais leve. Preciso agradecer a Organização das Voluntárias de Goiás (OVG) que me permitiu a realização do estudo de caso apresentado neste trabalho. Agradeço imensamente ao restaurante Cidadão – unidade de Campinas, através da pessoa da nutricionista Francisca Maria de Oliveira Martins, pela prestatividade, disposição e empenho em me auxiliar e facilitar a coleta de dados.

Fico muito grata por ter sido sempre muito bem acolhida por todos os professores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG campus Goiânia), em especial agradeço a minha orientadora Warde Antonieta da Fonseca Zang, que acreditou no meu potencial, e mesmo diante das situações adversas que ocorreram durante a realização do meu trabalho, sempre se manteve animada e firme para me motivar a continuar.

Agradeço aos meus colegas e amigos que juntamente comigo batalharam por notas, apresentações, referências bibliográficas, e entre tantas outras coisas, batalharam contra o cansaço, o desânimo que insistia em bater, a esses que se tornaram parte da família que eu escolhi para vida, muito obrigada (Cleidilene e Fabíola).

E no quesito gratidão não poderia deixar de agradecer, a minha família, à pessoa que sempre esteve comigo em todos os momentos bons e ruins que a vida me apresentou – minha mãe – obrigada! Por ser essa pessoa dedicada, amorosa, brava, inteligente e maravilhosa que você é. Às minhas irmãs minha imensa gratidão pelo carinho e cumplicidade de uma vida inteira. Ao meu pai, obrigada por me desafiar e me obrigar a correr atrás dos meus sonhos. Aos meus sobrinhos (Davi e Rafael) agradeço pelo senso de responsabilidade que me inspiram a ter, para ensinar-lhes através do exemplo. Ao meu cunhado, obrigada por me socorrer em todos os momentos que precisei de auxílio com meu computador kkk. Ao meu marido, obrigada por não desistir e confiar. E à minha filha, obrigada por ser esse universo em expansão que me faz tão feliz.

A todos os leitores, muito obrigada.

## **EPÍGRAFE**

**O objetivo fundamental dos sonhos não é o sucesso, mas nos livrar do fantasma do conformismo.**  
(Augusto Cury)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação por região nos RSU coletados do país .....	20
Figura 2 – Fases da compostagem .....	26
Figura 3 – Comparativo de quantidade de resíduos recebidos pelo aterro sanitário de Goiânia .....	38
Figura 4 – Balança Burg Wachter, profi scale Tara OS 7600 .....	42
Figura 5 – Localização espacial do restaurante Cidadão – Setor Campinas – Goiânia/GO .....	43
Figura 6 - Planta Baixa – Fluxo de atividades .....	46
Figura 7 – Localização dos pontos de coleta de resíduos orgânicos .....	47
Figura 8 – Perfil do público frequentador .....	48
Figura 9 – Destinação dos resíduos e da satisfação dos frequentadores .....	49
Figura 10 – Registros realizados 1º Procedimento .....	50
Figura 11 – Lixeiras do salão de alimentação .....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição gravimétrica dos RSU do Brasil .....	21
Tabela 2 - Critérios considerados para a escolha da área para a instalação do aterro sanitário .....	21
Tabela 3 – O que é e o que não é reciclável .....	23
Tabela 4 – Métodos de compostagem .....	24
Tabela 5 – Dimensões das leiras e área necessária para reviramento .....	24
Tabela 6 - Temperatura ótima para bactérias decompositoras .....	27
Tabela 7- Composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil .....	36
Tabela 8 – Localização dos Restaurantes Cidadãos de Goiás .....	39
Tabela 9 – Cronograma de pesquisa .....	40
Tabela 10 – Identificação dos locais/ Tipos de geração de resíduos/ Destinação .....	44
Tabela 11 – Composição gravimétrica conforme 1º Procedimento .....	50
Tabela 12 – Dados do 2º Procedimento (janeiro-maio, 2018) – Restaurante Cidadão, St. Campinas, Goiânia/GO .....	51
Tabela 13 – Valores médios e desvios .....	53

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

AMMA – Agência Municipal de Meio Ambiente

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MMA – Ministério do Meio Ambiente

OVG – Organização das Voluntárias de Goiás

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

## **RESUMO**

Este trabalho é constituído por três capítulos, sendo o primeiro uma breve introdução ao tema, o segundo um artigo de revisão bibliográfica que conversa diretamente com o terceiro capítulo que é constituído por um artigo científico original. A metodologia utilizada para construção desta dissertação valeu-se desde a pesquisa exaustiva em livros, artigos, periódicos e sites específicos, até o trabalho de campo no restaurante Cidadão do setor Campinas em Goiânia/GO. Os resultados obtidos permitiram concluir que a compostagem de resíduos de grandes geradores é viável e quando realizada conjuntamente com a comunidade local pode obter resultados ainda melhores.

## **ABSTRACT**

This work consists of three chapters, the first being a brief introduction to the subject, the second a bibliographic review article that talks directly with the third chapter which is an original scientific article. The methodology used for the construction of this dissertation ranged from exhaustive research in books, articles, journals and specific websites, to the fieldwork at the Citizen restaurant of the Campinas sector in Goiânia / GO. The results obtained led to the conclusion that the composting of waste from large generators is feasible and when performed jointly with the local community can obtain even better results.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O TEMA DA PESQUISA.....</b>	<b>15</b>
2.1	A DESTINAÇÃO DE RSU .....	15
2.1.1	RESÍDUOS SÓLIDOS DE GOIÂNIA.....	15
2.2	O ATERRO SANITÁRIO.....	15
2.3	COMPOSTAGEM .....	16
2.4	REFERÊNCIAS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O TEMA DA PESQUISA .....	16
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO II – ARTIGO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO III: ARTIGO ORIGINAL.....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>55</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA O ATERRO SANITÁRIO .....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA GRANDE GERADOR.....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS.....</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXO A – SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA.....</b>	<b>71</b>
	<b>ANEXO B - OFÍCIO DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O consumismo acompanhado do aumento populacional ocasiona conseqüentemente a elevação da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), com isso, é produzido um novo problema, onde destinar tanto lixo?

Para IPEA (2017) dos RSU produzidos em território nacional, 57,41% é composto por matéria orgânica e apenas 13% do total foi destinada para reciclagem, não sendo contabilizados nesse percentual os resíduos orgânicos passíveis de reciclagem. Para reduzir e tratar a matéria orgânica, tem-se como metodologia a compostagem, que pode ser realizada de diversas maneiras. O produto final conseguido é chamado de composto e pode ser utilizado como adubo em plantações, até mesmo o chorume decorrente da decomposição da matéria orgânica em ambiente fechado (tal como em reator ou composteira), pode ser aproveitado como fertilizante líquido, dessa maneira nada se perde.

A redução dos resíduos orgânicos por intermédio da compostagem tem a capacidade de aumentar a vida útil dos locais de disposição final, tais como, aterros sanitários, visto que, estes receberiam destinação mais nobre que a realizada atualmente, e que esses resíduos representam mais da metade do que é encaminhada para esses locais.

A instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos através da Lei 12.305:2010 vai de encontro a promoção da sustentabilidade e proteção do meio ambiente, e determina que grandes geradores de resíduos sólidos, tais como, supermercados, restaurantes e condomínios horizontes, se responsabilizem pela destinação dos resíduos produzidos em suas operações, sendo de sua inteira responsabilidade a contratação de empresa devidamente cadastrada e idônea para transportar e realizar a destinação final de seus resíduos.

A Lei Estadual de Goiás nº 9.438:2014 estabelece que são caracterizados como grandes geradores:

I - Proprietários, possuidores ou titulares de estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, entre outros, geradores de resíduos sólidos caracterizados como resíduos da Classe 2, pela NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em volume superior a 200 (duzentos) litros diários (COMURG, 2014).

Esse trabalho apresenta um estudo de caso em um grande gerador de Goiânia, restaurante Cidadão do setor Campinas e tem como objetivo investigar se estabelecimentos que produzem resíduos orgânicos em larga escala têm como possibilidade a utilização da compostagem para reduzir e aproveitar os resíduos orgânicos gerados.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar a compostagem como alternativa viável ou não para o tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

São objetivos específicos deste:

- Apresentar a viabilidade de aplicação da técnica de compostagem para resíduos gerados em larga escala no município de Goiânia/GO;
- Evidenciar o que determina a legislação a respeito da destinação de resíduos de grandes geradores de RSU;
- Destacar a importância da reciclagem dos RSU, especialmente os orgânicos;
- Apresentar a influência da compostagem no aumento do horizonte de vida de aterros sanitários;
- Instigar no usuário dos serviços públicos de limpeza a responsabilidade pelo resíduo gerado;
- Apresentar um estudo de caso realizado no restaurante Cidadão do setor Campinas e diante dos dados observados avaliar se a compostagem é viável ou não para esse tipo de empreendimento.

## **2 CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O TEMA DA PESQUISA**

### **2.1 A DESTINAÇÃO DE RSU**

O IPEA (2017) a partir da composição gravimétrica estimada dos RSU do Brasil considera que 57,41% do total é composta por matéria orgânica e que 33,55% é considerada reciclável, sendo composto por metais, papel, plástico e vidro.

Segundo dados da ABRELPE (2018) do montante de resíduos coletado, 59,1% recebeu destinação ambientalmente correta, sendo, portanto, encaminhado para aterros sanitários, que são assim denominados por serem construídos com requisitos específicos de engenharia, que objetivam reduzir o risco de contaminação do solo, ar e água.

Os demais resíduos produzidos no ano de 2017 tiveram como destinação aterros controlados (àqueles que realizam apenas a cobertura dos resíduos com solo, não deixando de ser considerado como local inadequado para disposição final de resíduos), e lixões (resíduos empilhados de maneira gradativa e exposto a céu aberto).

#### **2.1.1 Resíduos Sólidos de Goiânia**

Em avaliação da composição gravimétrica contida no Plano de Resíduos Sólidos do estado de Goiás (UFG, 2015) observou-se que em Goiânia 61% dos RSU é composto unicamente por matéria orgânica, o que significa que os resíduos do município em comparação com os nacionais apresentam mais potencial de compostagem.

São metas de redução de matéria orgânica presente nos RSU destinados aos aterros sanitários da região Centro-Oeste para os próximos 12 anos o alcance de 50%, a medida visa o aumento da vida útil dos aterros sanitários (UFG, 2015).

### **2.2 O ATERRO SANITÁRIO**

A destinação dos RSU para aterros sanitários tem como finalidade reduzir os riscos de contaminação do solo através do chorume e percolado, contaminação de corpos hídricos e águas subterrâneas, bem como a contaminação do ar por gases decorrentes da decomposição da matéria orgânica, tais como o metano.

Dos 5.570 municípios do Brasil, tem-se que 2.239 destes adotam como disposição final para os seus resíduos o aterro sanitário, 1.772 dispõe seus resíduos em aterro controlado, e 1559 depositam seus resíduos em lixões (ABRELPE, 2018). Esses dados evidenciam que apenas 40,20% dos municípios brasileiros dispõem seus resíduos de maneira ambientalmente adequada.

### 2.3 COMPOSTAGEM

De acordo com a NBR 13.591:1996, define-se como compostagem o processo biológico de decomposição “ [...] da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação” (ABNT, 1996).

A compostagem promove a decomposição controlada da matéria orgânica, essa putrefação natural dosada tem como produto final um composto homogêneo e estável, que pode ser incorporado ao processo agrícola como adubo (RAMEH, 1980). É gerado ainda o composto líquido também conhecido como biofertilizante, quando a compostagem é realizada em sistema fechado, esse composto pode ser utilizado também como fertilizante após diluição (MORADA DA FLORESTA, 2016).

O processo de compostagem pode ser realizado basicamente por três métodos, sendo eles: a natural (em leiras revolvidas), através de aeração forçada (em leiras ou sistema fechado) ou em sistema fechado (em composteira ou reator biológico) (MMA, 2010).

### 2.4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O TEMA DA PESQUISA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.591:1996 - Compostagem**. Rio de Janeiro, 1996.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>> Acesso em: 22 Jun. 2019.

COMURG - COMPANHIA DE URBANIZAÇÃO DE GOIÂNIA. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Goiânia**. Goiânia, 2015. Disponível em: <<https://www10.goiania.go.gov.br/DadosINTER/SISRS/Documentos/PlanoGestaoResiduosSolidos.PDF>> Acesso em: 10 mai. 2018.

GOIÂNIA. **Lei 9.438** - Dispõe sobre a cobrança de preço público decorrente da prestação de serviços de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos produzidos por grandes geradores e dá outras providências. Goiânia, 2014.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem – Estudo do IPEA traz dados sobre a reciclagem no Brasil e a forma de organização dos trabalhadores desse segmento**. IPEA, 2017.

MORADA DA FLORESTA. **Dúvidas frequentes - Composteira doméstica**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://moradadafloresta.eco.br/faq/composteiras-domesticas/>> Acesso em: 18 Jun. 2019.

UFG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. **Plano de resíduos sólidos do estado de Goiás – Elaboração do prognóstico (produto 8)**. [Versão preliminar] UFG – Goiânia, novembro, 2015.

### 3 CAPÍTULO II – ARTIGO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE ATERROS SANITÁRIOS ATRAVÉS DA ADOÇÃO DA COMPOSTAGEM PARA RSU

Nády de Sá Almeida Costa Silva<sup>1</sup>  
Warde Antonieta da Fonseca Zang<sup>2</sup>  
Regina Célia Bueno da Fonseca<sup>3</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo apresentar a compostagem como técnica na redução dos resíduos sólidos urbanos – RSU, avaliando que a referida prática promove a reciclagem dos resíduos orgânicos e aumenta o horizonte de vida de aterros sanitários. A metodologia aplicada foi a exaustiva revisão bibliográfica em livros, manuais, periódicos e artigos específicos. Como mais da metade dos resíduos produzidos no país são compostos por matéria orgânica e que 2.239 municípios brasileiros destinam seus resíduos em aterros sanitários. Entende-se que a compostagem é uma alternativa viável de aplicação no Brasil. Diante do cenário, compreende-se que existe a real possibilidade de expansão da vida útil do aterro através da adoção dessa técnica em dados estimados a longo prazo.

**Palavras-chave:** Resíduos, Compostagem, Redução, Tratamento, Aterro Sanitário.

## INCREASE IN THE LIFETIME OF SANITARY LANDFILLS THROUGH THE ADOPTION OF COMPOSTING OF MSW

**Abstract:** This work aims to present composting as a technique in the reduction of urban solid waste - RSU, evaluating that this practice promotes the recycling of organic waste and increases the life time of landfills. The applied methodology was the exhaustive bibliographical revision in books, manuals, periodicals and specific articles. As more than half of the waste produced in the country is composed of organic matter and 2,239 Brazilian municipalities destine their waste to landfills. It is assumed that composting is a viable alternative for that in Brazil. In the scenario assessment, it is understood that there is a real possibility of expanding the useful life-time of the landfill through the adoption of this technique in the long-term.

**Keywords:** Waste, Composting, Reduction, Treatment, Landfill.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Tecnologias de Processos Sustentáveis.

<sup>2</sup> Orientadora.

<sup>3</sup> Co-orientador.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de resíduos tem se tornado cada dia maior e mais volumosa, o problema é facilmente observado e discutido frequentemente em todas as reuniões e encontros sobre resíduos sólidos urbanos (RSU). Os debates em prol do meio ambiente reforçam a necessidade de se tomar uma atitude urgente para reduzir e tratar esses resíduos, os argumentos adotados são diversos, consistentes e inquestionáveis. É de fato necessário mudar os hábitos adotados pela sociedade, e repensar o consumismo de maneira consciente.

Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2018) no ano de 2017 foram gerados 78,4 milhões de toneladas de RSU, que demonstram um aumento de aproximadamente 1% em comparação com o ano de 2016.

O crescimento dos RSU acontece em todo planeta, em análise dos resíduos produzidos em território nacional é possível observar que, apesar da produção de RSU ter aumentado, o mesmo também ocorreu com a coleta em todos os estados brasileiros quando comparado com anos anteriores, alcançando no último ano informado (2017) o maior percentual de coleta já verificado no país.

Apesar da coleta dos resíduos ser cada vez maior, um dos principais problemas apresentados por esses resíduos é o seu local de disposição final que, demanda espaço físico extenso, para reduzir os impactos ambientais negativos necessita de mão de obra especializada, e estrutura de engenharia empregada, bem como pessoal treinado para sua operação. Tudo isso demanda além de espaço, tempo e dinheiro que geralmente advém de cofres públicos.

Segundo Elk (2007) a forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos mais adequada em termos ambientais é em aterros sanitários. Conceitua-se como aterro sanitário segundo Elk (2007), a obra de engenharia que segue critérios técnicos em seus projetos, que tenha como fim, assegurar que a disposição final dos RSU não cause danos ao meio ambiente ou a saúde humana.

Com o intuito de reduzir o consumo desnecessário de matéria-prima, e prolongar o horizonte de vida dos aterros sanitários, é incentivada a utilização do princípio dos 3R's, que configura em grau decrescente de prioridade: Redução, Reutilização e Reciclagem dos resíduos.

A compostagem é uma técnica adotada para reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos que tem sido altamente difundida. Esse processo caracteriza-se pela decomposição biológica de maneira controlada da fração orgânica dos resíduos de modo a gerar composto estável, semelhante ao húmus, que pode ser plicado como condicionante do solo.

## 2 OBJETIVO GERAL

Diante do exposto, este trabalho de revisão bibliográfica da literatura, tem como objetivo apresentar a compostagem como técnica fundamental na redução dos resíduos sólidos urbanos - RSU, avaliando que a referida prática promove a reciclagem dos resíduos orgânicos e aumenta o horizonte de vida dos locais de disposição final, tais como aterros sanitários.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar os benefícios da reciclagem e da separação dos resíduos secos e orgânicos na disposição final;
- Avaliar a partir da composição gravimétrica dos RSU a influência da compostagem no horizonte de vida dos aterros sanitários;

- Traçar de maneira estimada quanto a reciclagem influenciaria a curto, longo e médio prazos a vida de um aterro sanitário.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho configura um artigo de revisão bibliográfica da literatura, a metodologia aplicada para alcançar os dados apresentados foi a pesquisa exaustiva em livros, manuais, periódicos e artigos específicos, visando alcançar os objetivos apresentados.

O agrupamento dos dados foi realizado de maneira lógica e ordenada para comprovar a necessidade de se adotar a compostagem como alternativa válida e fundamental para o gerenciamento dos RSU no país, o que teria por consequência a redução destes e o aumento da vida útil de aterros sanitários.

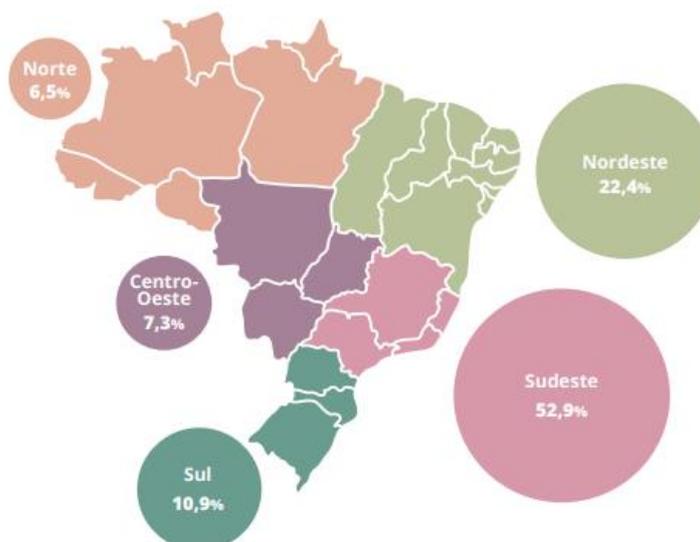
### 4 ATERRO SANITÁRIO

Segundo a ABRELPE (2018) a geração brasileira de RSU anual para 2017 total foi de 78,4 milhões de toneladas, sendo que desse montante 71,6 milhões de toneladas foram coletadas, alcançando cobertura de 91,2%. Apesar da grande cobertura de coleta, ainda se estima que no referido ano, 6,9 milhões de toneladas de resíduos receberam destinação ambientalmente imprópria.

Diante do cenário apresentado, tem-se que 59,1% do que foi coletado recebeu como local de disposição final algum aterro sanitário, os 0,9% restantes, foram dispostos em lixões ou aterro controlado<sup>4</sup>, que são considerados locais ambientalmente inadequados de destinação final, visto que, não apresentam o conjunto de sistemas fundamentais para resguardar o meio ambiente de impactos ambientais negativos, podendo causar degradação e danos ambientais que afetem o meio ambiente e/ou causem prejuízos à saúde humana (ABRELPE, 2018).

A Figura 1 demonstra quanto cada região do Brasil participa percentualmente na quantidade de RSU coletados.

Figura 1 – Participação por região nos RSU coletados do país



Fonte: ABRELPE (2018)

<sup>4</sup> Aterro controlado: Forma inadequada de disposição final de resíduos e rejeitos, no qual o único cuidado realizado é o recobrimento da massa de resíduos e rejeitos com terra (Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2012).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) *apud* Plano Nacional de Resíduos Sólidos elaborado pelo MMA (2012[a]), a composição gravimétrica dos resíduos coletados no Brasil no ano de 2008 possuía 51,4% de matéria orgânica, já em dados mais atuais, observa-se a composição apresentada pela Tabela 1.

Tabela 1 – Composição gravimétrica dos RSU do Brasil

<b>Materiais</b>	<b>Participação</b>
	%
<b>Inertes</b>	0,46
<b>Metais</b>	1,56
<b>Papel, papelão</b>	13,16
<b>Plástico</b>	16,49
<b>Vidro</b>	2,34
<b>Matéria Orgânica</b>	<b>57,41</b>
<b>Outros</b>	8,1

Fonte: IPEA (2017)

Como se pode observar, independente do ano, mais de 50% dos RSU são compostos de matéria orgânica, o que o torna passível de compostagem, ou seja, reciclagem, sendo assim, boa parte deste resíduo não precisaria ser encaminhado para o aterro sanitário, o que aumentaria o horizonte de vida do aterro, e proporcionaria a esses materiais destinação mais nobre.

Dos 5.570 municípios do Brasil, tem-se que 2.239 destes adotam como disposição final para os seus resíduos o aterro sanitário, 1.772 dispõe seus resíduos em aterro controlado, e 1559 depositam seus resíduos em lixões (ABRELPE, 2018). Esses dados evidenciam que apenas 40,20% dos municípios brasileiros dispõem seus resíduos de maneira ambientalmente adequada.

Para Colveiro *et al.* (2015), o fato de a tecnologia de disposição final de resíduos sólidos ambientalmente adequada mais utilizada no Brasil ser o aterro sanitário, é motivada por seus custos reduzidos, e a sua manutenção e operação relativamente simples quando comparado com outras tecnologias existentes.

Alguns critérios são considerados quando da escolha do local de implantação dos aterros sanitários para evitar problemas ambientais, esses critérios podem ser verificados no Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios considerados para a escolha da área para a instalação do aterro sanitário

<b>Dados necessários</b>	<b>Classificação das áreas</b>		
	<b>Sim</b>	<b>Recomendada Com restrições</b>	<b>Não</b>
<b>Vida útil</b>	Menor que 10 anos	Maior que 10 anos ou critério do órgão ambiental	Maior que 10 anos sem aprovação formal do órgão ambiental
<b>Distância do centro atendido: 5 – 20 km</b>	Menor que 10 km	10 – 20 km	Maior que 20 km
<b>Zoneamento Ambiental</b>	Áreas sem restrições		Unidades de conservação ambiental e correlatas

<b>Densidade populacional do entorno</b>	Baixa	Média	Altas
<b>Uso e ocupação das terras</b>	Áreas devolutas pouco valorizadas		Ocupação intensa
<b>Valor da terra</b>	Baixo	Médio	Alto
<b>Aceitação da população e ONG's</b>	Boa	Razoável	Inaceitável
<b>Distância com relação aos cursos d'água</b>	Maior que 200m	Menor que 200m, com aprovação do órgão ambiental	Menor que 200m, sem aprovação específica do órgão ambiental

Fonte:ELK (2007)

#### 4.1 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA MÁ OPERAÇÃO

A má operação de um aterro sanitário pode ocasionar diversos impactos ambientais, alguns deles podem ser destacados, tais como: contaminação de águas subterrâneas e/ou superficiais, contaminação do solo, por carreamento de lixiviado, transferência de gases decorrentes da decomposição da matéria orgânica (MOTA, 2011).

Caso haja rompimento da membrana impermeabilizadora, e ocorra contaminação do lençol freático, as residências localizadas nas áreas próximas ao aterro sanitário que não recebam água encanada, e conseqüentemente utilizam cisternas ou poços artesianos para consumo, logo, os habitantes acabariam ingerindo água imprópria para o consumo (MOTA, 2011).

A norma que regulamenta aterros de resíduos não perigosos em relação a critérios para projeto, implantação e operação da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT é a NBR 13.896:1997. Essa norma determina ainda que mais que os critérios de localização de aterros sanitários informados na Tabela 2, esses devem, controlar suas emissões gasosas de maneira a tratar de forma adequada suas eventuais emanações, o resíduo líquido (percolado e lixiviado) devem ser drenados e tratados, a lâmina de líquido percolado deve evitar ser superior a 30 cm, a segurança do aterro deve ser mantida de forma tal que reduza ao máximo a possibilidade de fogo, explosão, derramamento ou vazamento de resíduos que possa ameaçar a saúde humana ou o meio ambiente (ABNT, 1997).

## 5 A RECICLAGEM

A Lei 12.305:2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, determina como destinação ambientalmente adequada, de acordo com seu Art. 3º, inciso VII como sendo aquela que:

[...] inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes [...] entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

É considerado destinação ambientalmente adequada àquela que dá ao resíduo sua destinação mais nobre, destinando à aterros apenas àquela parte caracterizada como rejeito, em observação às normas técnicas específicas, evitando impactos ambientais negativos e risco à saúde pública ou a segurança.

Segundo a PNRS conceitua-se resíduo sólidos e rejeito de acordo com o Art. 3º, incisos XIV e XV respectivamente como sendo:

Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Para atingir os objetivos da PNRS são incentivadas: "[...] a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos." (Art.7º Inciso II, BRASIL, 2010).

A reciclagem é determinante na redução dos impactos ambientais, a adoção desse procedimento reduz a extração de matérias-primas da natureza, promove a economia de água e energia, e diminui a quantidade de resíduos dispostos de maneira inadequada, além disso, gera renda para catadores, cooperativas e indústrias de reciclagem, bem como, aumenta o horizonte de vida dos aterros sanitários, visto que, apenas rejeitos são dispostos em aterros, assim como determina a legislação.

Alguns materiais que são passíveis de reciclagem e outros que não são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – O que é e o que não é reciclável

O que é reciclável?	O que não é reciclável?	
Folhas e aparas de papel	Papel carbono	Esponjas de aço
Jornais e Revistas	Etiqueta adesivo	Espelhos
Vidros	Fita crepe	Cristais
Caixas e papelão	Guardanapos	Cerâmicas
PET	Fotografias	Porcelana
Recipientes de limpeza	Filtro de cigarros	Pilhas
Latas de cerveja e refrigerante	Papéis sujos	Baterias de celular
Canos	Papéis sanitários	
Esquadrias	Copos de papel	
Arames	Cabos de panelas e tomadas	
Produtos eletrônicos e seus componentes	Clipes e grampos	

Fonte: Adaptado MMA (2012[b])

A segregação dos resíduos pode ser realizada de maneira prática, como por exemplo, em resíduos secos/recicláveis, tais como apresentados na coluna esquerda da Tabela 3, e os resíduos orgânicos, compostos basicamente por restos alimentares, sobras de comida, cascas de frutas e vegetais, folhagens, restos de poda, entre outros. Esse tipo de separação garante o melhor aproveitamento dos resíduos, e permite que a parcela orgânica também possa ser reciclada.

As técnicas que serão aplicadas no processo de reciclagem são diversas e variam de acordo com o material a ser reciclado. Para o caso específico de matéria orgânica, a técnica aplicada para reciclagem é a compostagem que será especificada no tópico 5.

## 6 COMPOSTAGEM

De acordo com a NBR 13.591:1996, define-se como compostagem o processo biológico de decomposição “ [...] da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma

população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação” (ABNT, 1996).

A compostagem promove a decomposição controlada da matéria orgânica, essa putrefação natural dosada tem como produto final um composto homogêneo e estável, que pode ser incorporado ao processo agrícola como adubo (RAMEH, 1980). É gerado ainda o composto líquido também conhecido como biofertilizante, quando a compostagem é realizada em sistema fechado, esse composto pode ser utilizado também como fertilizante após diluição (MORADA DA FLORESTA, 2016).

## 6.1 MÉTODOS DE COMPOSTAGEM

O processo de compostagem pode ser realizado basicamente por três métodos como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 – Métodos de compostagem

<b>Método</b>	<b>Formato</b>	<b>Procedimento</b>
A natural	Em leiras revolvidas (windrow)	O resíduo é disposto sobre o solo, e é realizado revolvimento em períodos estabelecidos, e o resíduo é umedecido esporadicamente. As dimensões das leiras são pré-definidas.
Aeração forçada	Em leiras ou sistema fechado com sistema de aeração (static pile)	Não é realizado o reviramento dos resíduos, sob a massa orgânica é inserida um sistema de tubulação pelo qual a aeração será realizada.
Sistema fechado	Sistema fechado ou reator biológico (In-vessel)	Os resíduos são colocados em um reator biológico, completamente fechado, os parâmetros podem ser controlados inibindo assim, a ação de agentes externos.

Fonte: Adaptado de MMA (2010)

O que determinará qual o método a ser utilizado no processo de compostagem será a quantidade de resíduos será compostada e o espaço disponível para instalação da área e/ou equipamento de compostagem.

### 6.1.1 Método Natural

Esse método pode ser realizado com revolvimento mecânico ou manual, as pilhas de matéria orgânica podem apresentar dimensões que facilitem a decomposição da matéria e o reviramento das pilhas como mostra a Tabela 5:

Tabela 5 – Dimensões das leiras e área necessária para reviramento

<b>Parâmetro</b>	<b>Baixo</b>	<b>Médio</b>	<b>Alto</b>
Altura (m)	0,9	1,4	2,1
Base (m)	3,7	4,3	7,0
Volume/Comprimento (m <sup>3</sup> /m)	2,3	3,1	8,8
Relação superfície/volume (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	2,6	1,6	0,8

Fonte: Hay *et al.*, 1985

As proporções de carbono (C) e nitrogênio para esta modalidade devem variar entre 25:1 e 35:1. O composto geralmente encontra-se estável e pronto para aplicação agrícola após um período variável entre 90 e 120 dias (PEREIRA NETO, 1996; CEMPRE, 2001).

Alguns inconvenientes e impactos ambientais negativos podem ser ocasionados por esse método de compostagem, segundo KNEER (1978) pode ocorrer produção de chorume, gás metano, emissão de odores desagradáveis e a presença de vetores, sendo difícil controlar essas situações, visto que o processo é realizado a céu aberto, o que requer atenção constante.

### 6.1.2 Método de Aeração Forçada

O método de aeração forçada pode ser realizado de duas maneiras, em leiras estáticas ou em reatores.

O método de leiras estáticas com aeração forçada foi desenvolvido inicialmente para tratamento de lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE), mas tem boa aplicação também no tratamento de RSU (TCHOBANOGLIOUS, 1993).

Para Nóbrega (2001), existem três formas de introduzir o ar no processo, sendo eles: através da injeção de ar, considerado como modo positivo; com a sucção de ar, conhecido como modo negativo ou misturando os dois modos, híbrido.

A aeração forçada em reatores fechados pode ser realizada de diversas formas, tanto em torres verticais, quanto em torres horizontais, tanques rotativos, entre outras possibilidades (TCHOBANOGLIOUS, 1993).

Como o resíduo fica confinado há a formação de percolato e gases, mas os mesmos são controlados, é possível manipular com maior facilidade a umidade e a temperatura, e a área utilizada é reduzida em pelo menos 50%. Esse processo reduz o tempo de compostagem que a céu aberto seria de 120 dias para 30 dias (KNEER, 1978).

### 6.1.3 Sistema Fechado

Como pode ser observado, a compostagem em sistema fechado pode ser realizada com aeração forçada (Tópico 5.1.2), mas também pode ser realizada sem ela.

Com o sistema fechado é mais fácil controlar as condicionantes da compostagem, o sistema apresenta condições de homogeneidade que tornam o controle de patógenos mais eficiente, reduzindo a emissão de odores e a presença de vetores. O tempo de decomposição e maturação do composto é encurtado, por isso esse método é conhecido como “compostagem acelerada” (FERNANDES e SILVA, 1999).

Existem três alternativas comumente adotadas para esse tipo de método geralmente empregadas para grande quantidade de resíduo, sendo elas: reatores de fluxo vertical, reatores de fluxo horizontal e reatores de batelada. Nas duas primeiras, o fluxo de resíduos é contínuo, enquanto na última, o processo é realizado em períodos pré-estabelecidos (FERNANDES e SILVA, 1999).

Para pequenas quantidades de resíduos, e espaços reduzidos como áreas residenciais e comerciais, pode ser adotada a composteira doméstica, por exemplo. Esse tipo de sistema fechado é composto por caixas ou baldes que se sobrepõem e podem ter o processo biológico ajudado pela inserção de minhocas da espécie *Eisenia fétida*.

Independente do sistema fechado adotado, tem-se que em média o tempo de decomposição da matéria orgânica inserida somado ao tempo de maturação do composto é de 30 dias.

## 6.2 COMO ACONTECE A COMPOSTAGEM

De acordo com Carvalho (2015), a compostagem é constituída por três fases, sendo elas:

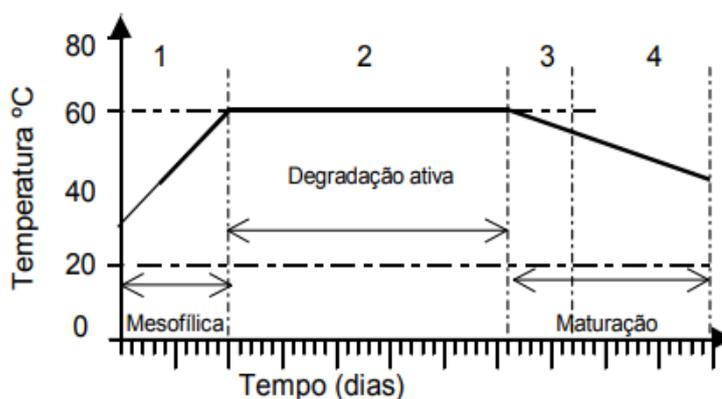
**1° Fase) Mesofílica:** A decomposição da matéria orgânica é iniciada, liberando como resultado da atividade metabólica vapor d'água e calor, há a formação de toxinas que tem curto prazo de duração. Essa etapa costuma durar em torno de 15 dias e as temperaturas alcançadas chegam entre 45° e 70°C (BRUNI, 2005);

**2° Fase) Fase termofílica:** é conhecida como semicura ou como bioestabilização. Nessa fase ocorre a decomposição ativa da matéria e a temperatura é a mais alta de todo processo. O tempo de duração é complexo de ser determinado, mas costuma variar entre 1 e 3 meses (BRUNI, 2005; CARVALHO, 2015);

**3° Fase) Maturação:** segundo Oliveira et al. (2008), nessa fase o composto entra em estado de estabilização e maturação. Essa fase dura entre 30 e 60 dias, a temperatura começa a abaixar gradativamente, e são gerados ácidos húmicos (BRUNI, 2005). O composto estável apresenta odor correspondente ao da terra, a coloração é escura, e pode ser integrado ao solo como adubo (SILVA et al., 2013).

A Figura 2 ilustra de maneira simples e didática as fases da compostagem e a temperatura envolvida em cada uma delas.

Figura 2 – Fases da compostagem



Fonte: Bidone (2003)

Na Figura 2 a fase de maturação é subdividida em duas etapas, de acordo com essa concepção a primeira parte da maturação seria a de resfriamento com duração entre 1 e 5 dias, e a sua outra parte constituiria a maturação de fato (BIDONE, 2003).

### 6.3 FATORES DETERMINANTES

Alguns fatores influenciam diretamente o processo de compostagem, tornando-o mais ou menos eficaz, elevando ou diminuindo o tempo de estabilização do composto e a qualidade e quantidade de húmus e percolato produzidos, sendo eles: pH, temperatura, aeração, relação C/N e umidade.

#### 6.3.1 pH

O pH determinará a fase em que se encontra a decomposição, valores baixos ou altos demais podem reduzir a atividade dos microorganismos decompositores, impossibilitando ou prejudicando o processo de compostagem (ANDREOLI et al., 2002).

### 6.3.2 Temperatura

A temperatura influencia diretamente na população de microorganismos que atuarão no processo de decomposição, as bactérias mais participativas são aeróbias e facultativas, predominam em temperaturas entre 20° e 45° C (mesófilos) e entre temperaturas de 45° e 65°C, sendo que o valor médio de temperatura de compostagem é de 55°C (SILVA, 2007). A Tabela 6, mostra a temperatura em que cada uma dessas bactérias atua de maneira ótima, e qual a temperatura mínima e máxima suportada por estas.

Tabela 6 -Temperatura ótima para bactérias decompositoras

Bactérias	Temp. mínima (°C)	Temp. ótima (°C)	Temp. máxima (°C)
Mesófilas	15 a 25	25 a 40	43
Termófilas	25 a 45	50 a 55	85

Fonte: Institute for solid wastes of American Public Works Association (1970)

A temperatura é ainda determinante para saber qual estágio da compostagem está em atuação.

### 6.3.3 Aeração

A aeração é primordial no processo de compostagem, visto que, esse é um processo aeróbio. Na ausência de O<sub>2</sub> os microorganismos empregados não atuam para decomposição da matéria orgânica dando espaço para atuação de microorganismos anaeróbios. A presença de oxigênio e a quantidade disponível influencia na velocidade de oxidação da matéria, e nos odores emanados da compostagem, pois, na ausência de oxigênio os microorganismos que anaeróbios atuam, e o odores gerados seriam mais presentes (FERNANDES e SILVA, 1999).

### 6.3.4 Relação C/N

Para poderem atuar os microorganismos precisam de carbono como fonte de energia, e nitrogênio para síntese de proteínas, diante disso entende-se que a relação C/N é fator de equilíbrio para sobrevivência no substrato. Sua relação ótima teórica é de aproximadamente 30:1, podendo variar de acordo com o substrato para 20 ou 70 (BRUNI, 2005).

### 6.3.5 Umidade

Fundamental para o metabolismo microbiano, a umidade do composto gira em torno de 50 e 60%. Quando a umidade ultrapassa 65% os vazios que deveriam ser preenchidos por oxigênio são ocupados por água, promovendo zonas de anaerobiose (indesejadas), se a umidade é menor que 40% a atividade biológica é reduzida, o que inibe a biodegradação da matéria orgânica (BRUNI, 2005).

## 7 DISCUSSÃO

Como os RSU são compostos em mais de 50% por matéria orgânica, Tabela 1, entende-se que a adoção de medidas de reciclagem desse resíduo é primordial para o aumento do horizonte de vida de locais de disposição de resíduos não perigosos, tais como aterros sanitários.

Para Oliveira et al. (2017), a compostagem em pequena escala pode ser desenvolvida em ambientes com espaços reduzidos, tais como ambientes residenciais e pequenos comércios, sendo esta uma medida bastante interessante do ponto de vista ambiental.

É válido ressaltar a importância da segregação dos resíduos na fonte para que este receba a destinação mais nobre possível. A mistura dos resíduos orgânicos com outros não orgânicos dificulta o emprego da compostagem como tecnologia de redução e tratamento dos RSU, sendo relevante enfatizar que, considera-se como matéria orgânica do RSU apenas a parcela passível de compostagem contida neste.

A compostagem é um processo de reciclagem da matéria orgânica muito antigo, e que pode ser realizado em pequena e grande escala. Para sua aplicação em locais de espaços limitados, são empregadas técnicas e equipamentos simples, como a composteira doméstica (que pode ser produzida até mesmo com materiais reutilizados) operada facilmente pelo próprio gerador do resíduo, promovendo o tratamento do resíduo na própria fonte (LEITE, 2011). Os custos de operação são baixos, e os riscos ambientais da operação em pequena escala são mínimos. A adoção desse procedimento alcança boa parte dos objetivos da PNRS e promove a sustentabilidade. A compostagem doméstica requer baixos investimentos financeiros, e seu monitoramento e manutenção são acessíveis a usuários com diversas realidades econômicas (GUIDONI et al., 2018).

Em escalas de médio e grande portes esbarra-se na necessidade de adoção de áreas mais extensas para aplicação do método natural ou de aeração forçada, ou de investimentos em tecnologia mais onerosas como para o método de sistema fechado (excetuando-se a composteira). No entanto, a PNRS deixa claro que quem deve arcar com o transporte e os custos da destinação de resíduos de grandes geradores é seu próprio gerador, cabendo a este estudar a melhor tecnologia ou modo de disposição final a ser empregado.

Para implantação de um aterro sanitário os critérios a serem seguidos são diversos, como os apresentados na Tabela 2, não é fácil achar áreas para alocar um aterro, e com o desenvolvimento das cidades, e a expansão da zona urbana tornou-se cada vez mais complexo escolher novas áreas que correspondam às necessidades dos municípios. Diante disto, é emergente a necessidade de expandir ao máximo o tempo de vida dos aterros sanitários já existentes, utilizando-se ao máximo as áreas já destinadas como disposição final de resíduos sólidos.

Ao avaliar o que pode ou não ser reciclado através dos dados da Tabela 3, fica clara a necessidade de separação dos resíduos, no entanto, diferente do que costuma ser divulgado em projetos de educação ambiental, que a separação em resíduos seco/recicláveis e orgânicos é suficiente, percebe-se a necessidade da inclusão de uma terceira categoria, a de rejeitos. De maneira simplória, e resumida, observa-se que os efeitos da separação em três categorias: recicláveis, orgânicos e rejeito, surtiria efeitos mais positivos a médio e longo prazos que a separação incentivada em duas categorias.

O método de compostagem a ser adotado dependerá da quantidade de resíduo e do espaço disponível para inserção das leiras ou equipamentos de compostagem, no entanto, deve-se lembrar que a compostagem é um instrumento da PNRS e, portanto, deverá obrigatoriamente ser empregada dentro das Políticas de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, não constando como alternativa, mas como procedimento obrigatório na redução e gerenciamento dos RSU.

Em uma estimativa matemática, supondo que, um aterro sanitário tenha sido projetado para dispor RSU durante um período médio de 10 anos recebendo resíduos mistos como ocorre atualmente, mas que a partir de trabalho de educação ambiental e fiscalização de grandes empresas, bem como a adoção da Lei de Destinação de Grandes Geradores de Resíduos, a sociedade passe a adotar a compostagem para reduzir e tratar seus resíduos na fonte de maneira tal que o aterro sanitário passe a receber apenas rejeitos e resíduos sem destinação de recicla-

gem definidos, estima-se que horizonte de vida desse aterro passaria a ser pelo menos o dobro do projetado.

## **8 CONCLUSÃO**

O cenário nacional apresenta grande potencial de aplicação da compostagem como tecnologia de redução e gerenciamento de RSU. É possível alcançar melhor aproveitamento dos espaços já utilizados como aterros sanitários a partir da adoção dessa tecnologia em massa. No entanto, para que os números realmente sejam significativos e os esforços válidos é necessário comprometimento de todas as regiões do país, de cada município, e principalmente a consciência individual de cada cidadão.

O trabalho de educação ambiental é fundamental para alcançar as parcelas pequenas da sociedade brasileira, com objetivo de motivar a compostagem doméstica.

Já em relação a grandes empresas e grandes geradores de resíduos, é necessária a aplicação rigorosa da lei acompanhada de ampla fiscalização para que esta seja cumprida com integridade.

Cada dia mais difundida em diversos programas e projetos ambientais, a compostagem já é uma tecnologia bastante conhecida e que merece ser cada vez mais disseminada pelos benefícios atrelados. E apesar de haverem alguns inconvenientes que podem surgir quando da sua má operação, ainda assim é uma alternativa eficiente para o tratamento da matéria orgânica.

Diante de todos os argumentos apresentados nesse trabalho, conclui-se que a compostagem apresenta grande potencial de redução dos RSU do Brasil, e que uma das maneiras mais eficazes de expandir o horizonte de vida de aterros sanitários é através dessa tecnologia, avaliando-se que, o RSU tem mais da sua metade composto por matéria orgânica.

## BIBLIOGRAFIA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.591:1996 - Compostagem**. Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.896:1997**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2018.

ANDREOLI, C.V. et al. Avaliação do processo compostagem utilizando podas verdes e resíduos do saneamento. **Anais FERTIBIO 2002**. Rio de Janeiro, 2002. 5p.

BIDONE, F. R. A., REIS, M., SELBACH, P. **Compostagem – Aspectos teóricos e operacionais**. Apostila do curso realizado pela ABES/RS – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre: ABES, Julho 2003.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>> Acesso em: 22 Jun. 2019.

BRUNI, V. C. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 118p.

CARVALHO, C.R.B. **Compostagem de resíduos verdes e orgânicos alimentares**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de pós-graduação e pesquisa de engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Compostagem: A outra metade da reciclagem**. São Paulo, 2ª Edição, 2001.

COLVERO, D. A.; GOMES, A. P. D.; PFEIFFER, S. C. Análise dos custos das rotas tecnológicas dos resíduos sólidos urbanos de Cidade Ocidental, Goiás. **Revista Sodebrás**, v. 10, n. 117, p. 196–204, 2015.

ELK, A. G. H. P. V. **Redução de emissões na disposição final**. Coordenação de Karin Segala – Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40 p. (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos).

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para compostagem de biossólidos**. Edição FINEP – PROSAB, Rio de Janeiro 92p, 1999.

GUIDONI, L.L.C. et al. **Compostagem domiciliar: implantação e avaliação do processo**. Tecnológica, Santa Cruz do Sul, v.17, n.1, p.44-51, jan./jun.2013.

HAY, J. C. Desinfection of sewage sludge by windrow composting. In "**Desinfection of wastewater effluents and sludges conference**" University of Miami, Miami, Florida, 1984.

INSTITUTE FOR SOLID WASTES OF AMERICAN PUBLICS WORKS ASSOCIATION. **Municipal refuse disposal public administration service**. 3ª ed. Illinois, p. 293-329, 1970.

KNEER, F. X. **Procedimentos gerais para o processo KNEER**. Apostila do autor. Blaube-  
ren, Alemanha: Agosto, 1978.

LEITE, D. F. M. **Avaliação do uso e operação de composteira em pequena escala que uti-  
liza vermicompostagem**. Graduação (Faculdade de Saúde Pública) – Universidade de São  
Paulo, São Paulo, 2011.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: Versão Preli-  
minar para consulta pública**. Brasília, 2012[a]. Disponível em:  
<[http://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos\\_diversos\\_do\\_portal/PNRS\\_Revisao\\_Decreto\\_2808\\_12.pdf](http://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_2808_12.pdf)> Acesso em: 25 Jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Como e porquê separar o lixo?** MMA, 2012[b]. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/informma/item/8521-como-e-porqu%C3%AA-separar-o-lixo>>  
Acesso em: 27 Jun. 2019.

MORADA DA FLORESTA. **Dúvidas frequentes - Composteira doméstica**. São Paulo,  
2016. Disponível em: <<https://moradadafloresta.eco.br/faq/composteiras-domesticas/>> Acesso  
em: 18 Jun. 2019.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. 4ª Edição, Associação Brasileira de Engenharia  
Sanitária e Ambiental – ABES, Rio de Janeiro-Fortaleza, 380 p., 2011.

NÓBREGA, C. C. **Estudo e avaliação de um método de aeração forçada para compostagem em leiras**. Campina Grande, 01/03/1991. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

OLIVEIRA, L.S.B.L.; OLIVEIRA, D.S.B.L.; BEZERRA, B.S.; PEREIRA, B.S.; BATIST-  
TELLE, R.A.G. **Environmental of analysis of organic waste treatment focusing on com-  
posting scenarios**. Journal of Cleaner Production, v.155, p.229-237, 2017.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem – Processo de baixo custo**. Belo Hori-  
zonte: Fundo das Nações Unidas para a Infância, UNICEF, 1996.

RAMEH, C. A. S. Projeto de uma usina de compostagem. 1º Encontro Nacional de Sistemas  
de Biodigestão - Confederação Nacional da Indústria. **Revista DAE**. Edição 124. n. 1237. 24-  
27p. Rio de Janeiro, 1980.

SILVA, L.N. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. Paraná, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná.

SILVA, P.R.D. et al. **Processo de estabilização de resíduos orgânicos**. Vermicompostagem  
versus compostagem. Química Nova, São Paulo, v.36, n.5, p.640-645, 2013.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H; VIGIL, S. **Integrated solid waste management: engineering principles and manages issues**. United States of America, New York: McGraw-Hill, 1993.

#### 4 CAPÍTULO III: ARTIGO ORIGINAL

### **A COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DE GRANDES GERADORES DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA: Estudo de caso do restaurante Cidadão do setor Campinas – Goiânia/GO.**

Nádyá de Sá Almeida Costa Silva<sup>5</sup>  
Warde Antonieta da Fonseca Zang<sup>6</sup>  
Regina Célia Bueno da Fonseca<sup>7</sup>

**Resumo:** Este trabalho apresenta um estudo de caso no restaurante Cidadão, localizado na Avenida Anhanguera, nº 8.473, Quadra 97, Setor Campinas – Goiânia/GO. Pretende-se analisar, caracterizar e quantificar os resíduos através de dois métodos, e a partir dos resultados obtidos de composição, avaliar se a compostagem é viável ou não. São servidas diariamente cerca de 2.400 refeições, e os locais de geração levantados são a cozinha e o salão de alimentação. Entende-se a partir dos resultados e da literatura estudada que a compostagem é viável no local, o melhor método a ser aplicado é o de leiras estáticas com aeração natural. O emprego da compostagem em RSU aumenta consideravelmente a vida de aterros sanitários, sendo a parcela correspondente ao aumento do horizonte de vida dos locais de disposição final relativos apenas aos grandes geradores, cerca de 0,342 anos.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos Urbanos, Compostagem, Grande Gerador De Resíduos.

### **COMPOSITING AS AN ALTERNATIVE FOR THE REDUCTION AND USE OF ORGANIC SOLID WASTE FROM GREAT WASTE GENERATORS IN THE MUNICIPALITY OF GOIÂNIA: Case study of the Citizen restaurant of Campinas - Goiânia / GO sector.**

**Abstract:** This work presents a case study in the restaurant Cidadão, located at Avenida Anhanguera, No. 8.473, Quadra 97, Setor Campinas - Goiânia / GO. It is intended to analyze, characterize and quantify the residues through two methods, and from the results obtained from the composition, evaluate whether the composting is feasible or not. About 2,400 meals are served daily, and raised breeding sites are the kitchen and feeding hall. It is based on the results and the literature studied that composting is feasible at the site, the best method to be applied is that of static trays with natural aeration. The use of composting in MSW considerably increases the life of landfills, and the share corresponding to the increase in the life-span of final disposal sites refers only to large generators, about 0.342 years.

**Keywords:** Urban Solid Waste, Composting, Large Waste Generator.

---

<sup>5</sup> Mestranda em Tecnologias de Processos Sustentáveis.

<sup>6</sup> Orientadora.

<sup>7</sup> Co-orientador.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento paralelo do consumismo com a população, contribuem de maneira diretamente proporcional para o aumento significativo da quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2014), a produção de lixo aumentou 29% em 11 anos, ou seja, aproximadamente cinco vezes a taxa de crescimento da população no mesmo período, que foi de 6%. Apesar do aumento da produção de lixo não parecer tão representativo entre os anos de 2016 e 2017, aumento de 1% aproximadamente, a longo prazo a soma pode ser bastante alarmante ABRELPE (2018).

O principal problema criado pela imensa quantidade de resíduos produzida é o destino que será dado a estes. Para a Lei 12.305:2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Art. 3º, Inciso VII, a destinação final ambientalmente adequada é aquela:

[...] que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA<sup>8</sup>, do SNVS<sup>9</sup> e do SUASA<sup>10</sup>, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

A destinação ambientalmente adequada que cada resíduo deve receber precisa ser determinada de acordo com a sua composição. As características físico-químicas podem ser estabelecidas de acordo com a análise de composição gravimétrica que permite avaliar qual a melhor tecnologia pode ser empregada para redução de volume e tratamento dos resíduos em condições heterogêneas.

A PNRS, em seus princípios e objetivos, institui a responsabilidade pela gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos. Partindo deste princípio, a Prefeitura de Goiânia, através da Lei nº 9.498:2014, estabeleceu que os grandes geradores são responsáveis pelo gerenciamento de seus resíduos, determinando que os resíduos de Classe 2 (definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 10.004:2004, como não perigosos) produzidos por grandes geradores:

[...] poderão ser coletados e transportados, pelos interessados, para o local de tratamento e destinação final, previamente designado pelo ente gerenciador dos serviços públicos de limpeza urbana da municipalidade ou coletados, transportados, tratados e destinados por este ente, mediante a cobrança de preço público específico[...] (GOIÂNIA, 2014).

Para o exercício da Lei 9.438:2014, consideram-se como grandes geradores:

- I - Proprietários, possuidores ou titulares de estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, entre outros, geradores de resíduos sólidos caracterizados como resíduos da Classe 2, pela NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em volume superior a 200 (duzentos) litros diários;
- II - Proprietários, possuidores ou titulares de estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, dentre outros, geradores de resíduos sólidos inertes, tais como entulhos, terra e materiais de construção, com massa superior a 150 (cento e cinquenta) quilogramas diários,

---

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

<sup>9</sup> SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil

<sup>10</sup> SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

considerada a média mensal de geração, sujeitos à obtenção de alvará de aprovação e/ou execução de edificação, reforma ou demolição;

III - condomínios de edifícios não residenciais ou de uso misto, cuja soma dos resíduos sólidos, caracterizados como resíduos Classe 2, pela NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), gerados pelas unidades autônomas que os compõem, seja em volume médio diário igual ou superior a 1.000 (mil) litros;

IV - Condomínios horizontais, geradores de resíduos sólidos caracterizados como resíduos da Classe 2, pela NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (GOIÂNIA, 2014).

De acordo com o IPEA (2017), apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos são destinados para reciclagem, não sendo contabilizados nesses números a parcela orgânica dos resíduos que são destinadas para a compostagem. Do total de RSU produzidos no país, 57,41% é composto por matéria orgânica, no entanto, apenas uma parcela ínfima é encaminhada para reciclagem (compostagem).

Diante do exposto, este trabalho apresenta um estudo de caso no restaurante Cidadão, localizado na Avenida Anhanguera, nº 8.473, Quadra 97, Setor Campinas – Goiânia/GO.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Diante deste cenário, objetiva-se apresentar a compostagem como alternativa viável para tratamento da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos (RSU), considerando que esse tratamento lhe proporciona o aproveitamento e destinação mais nobre possível diante do contexto nacional, estudar de maneira mais ampla a aplicação da compostagem em RSU produzidos em larga escala no município de Goiânia/GO através do estudo de caso realizado no restaurante Cidadão localizado no setor Campinas, avenida Anhanguera.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com esse trabalho objetiva-se:

- Analisar os resíduos do restaurante Cidadão do setor Campinas em Goiânia/GO;
- Caracterizá-los;
- Quantificá-los e classificá-los em duas categorias, e a partir desses dados determinar sua composição gravimétrica;
- A partir dos resultados obtidos na composição dos resíduos determinar se a compostagem seria uma tecnologia viável ou não para tratamento e redução dos resíduos gerados.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2012) o Brasil possui 5.565 municípios que apresentavam população urbana de 159.961.545 indivíduos no ano de 2008, desse total a região Centro-Oeste contribuiu com 466 municípios e população urbana no ano de 2008 igual a 12.161.390 pessoas.

De acordo com o PNRS (Brasil, 2012), a estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil no ano de 2008 apontou que o percentual de ma-

téria orgânica era de 51,4% e que 31,9% dos resíduos poderiam ser classificados como recicláveis.

Segundo o IPEA (2017), a estimativa de composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil pode ser caracterizada de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7- Composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil

<b>Materiais</b>	<b>Participação</b>
	%
<b>Inertes</b>	0,46
<b>Metais</b>	1,56
<b>Papel, papelão</b>	13,16
<b>Plástico</b>	16,49
<b>Vidro</b>	2,34
<b>Matéria Orgânica</b>	<b>57,41</b>
<b>Outros</b>	8,1

Fonte: IPEA (2017)

De acordo com a ABRELPE (2018), foram gerados em 2017 78,4 milhões de toneladas no país, desse total cerca de 42,3 milhões de toneladas de RSU foram coletados e encaminhados para os aterros sanitários, esse montante representou 59,1% dos resíduos coletados. No entanto, aproximadamente 29,2 milhões de toneladas foram dispostas de maneira ambientalmente inadequada em lixões ou aterros controlados.

### 2.1.1 Resíduos Sólidos de Goiânia

Segundo o Plano de Resíduos Sólidos do estado de Goiás, elaborado pela Universidade Federal de Goiás – UFG (2015), a composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Goiânia aponta: 61% de resíduos orgânicos, 30% recicláveis e 9% de outros resíduos (RIBEIRO; PINHO; MELO, 2012 apud UFG, 2015). O que permite avaliar que em comparação com os resíduos sólidos nacionais, o estado apresenta aproximadamente 10% mais resíduos orgânicos em sua composição gravimétrica do que o percentual brasileiro se comparado com as estimativas adotadas para elaboração da PNRS.

Esse percentual de matéria orgânica presente nos RSU pode ser tratada através da compostagem. De acordo com a UFG (2015), a meta de redução de resíduos sólidos orgânicos nos aterros sanitários para região Centro-Oeste era de 15% para o ano de 2015, sendo previsto para os anos de 2019 redução de 25%, para 2023 redução de 35%, 2027 redução de 45% até alcançar em 2031 a redução de 50% de resíduos sólidos orgânicos encaminhados para os aterros sanitários, aumentando assim a vida útil desses.

Para a Prefeitura de Goiânia (COMURG, 2015), aproximadamente 495.528 toneladas de RSU de origem domiciliar e de feiras livres da capital foram destinadas no ano de 2014 ao aterro sanitário e para a estação de transbordo. Baseado na composição gravimétrica deste total, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Goiânia – PMGIRS (Prefeitura de Goiânia, 2015), estima que 311.687,11 toneladas destes sejam resíduos orgânicos que foram dispostos no aterro sanitário do município.

Considerando-se o número de habitantes da zona urbana de Goiânia do IBGE (2013) o PMGIRS (Prefeitura de Goiânia, 2015) estimou que a destinação de resíduos per capita foi da ordem de 0,98 Kg/hab/dia.

## 2.2 COMPOSTAGEM COMO TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Segundo a ABNT NBR 13.591:1995 a compostagem pode ser compreendida como:

Processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação (ABNT, 1995).

Ainda de acordo com a ABNT NBR 13.591:1995 a compostagem pode ser dividida em duas categorias:

- **Compostagem acelerada:** àquela que utiliza equipamentos eletromecânicos e visa tornar o início do processo mais rápido do que o biológico a partir de um ambiente controlado que facilita a manutenção do ambiente, devendo ser continuado no pátio;
- **Compostagem natural:** processo àquele que se vale apenas da aeração natural.

A compostagem é um processo seguro de estabilização da matéria orgânica, o composto produzido pode ser utilizado como fertilizante do solo para produção de novos alimentos. Apesar de ser uma maneira eficaz e baixo investimento para tratamento da matéria orgânica, Kiehl (1985), evidencia que por ser um processo biológico, este é facilmente afetado por qualquer fator que possa influenciar a atividade biológica.

Para Bidlingmaier (1985), o fator mais determinante para que a compostagem aconteça de maneira eficiente é a temperatura, cada fase da atividade biológica apresenta temperatura específica, o que indica de maneira indireta a fase da decomposição da matéria.

Um outro fator que pode influenciar bastante no processo de compostagem é a umidade, que segundo Kiehl (2002), deve apresentar-se entre 40 e 60%, sendo a umidade ótima em torno de 55%.

O revolvimento das leiras, também é um fator que auxilia na produção do composto, visto que, retira o gás carbônico oriundo da respiração dos microorganismos e introduz oxigênio para renovação do processo, quanto mais a matéria orgânica ficar exposta ao oxigênio, mais rápido ocorrerá a sua degradação. De acordo com Gomez e Ferrer (2006), a ausência de oxigênio promove o armazenamento de dióxido de carbono e metano, sendo estes característicos da fermentação anaeróbia.

Outros fatores que podem influenciar na compostagem de resíduos são:

- **Relação Carbono-Nitrogênio:** quando o composto atinge a bioestabilização a relação C:N é de aproximadamente 18:1, após alcançar a maturidade o mesmo apresenta relação em torno de 10:1 (KIEHL, 2002).
- **pH:** no início do processo de degradação da matéria orgânica é comum que o pH atinja valores próximos a 5, mas com a evolução do processo o composto alcança valores em torno de 7 e 8. A faixa de pH para atuação ótima dos microorganismos é entre 6,5 e 8 (PEIXOTO, 1981).
- **Tamanho das partículas:** as partículas utilizadas para compostagem não devem ser pequenas demais a ponto de se compactarem durante o processo de revolvimento da leira, e nem grandes demais a ponto de dificultar o processo de decomposição tornando lento demais.
- **Sementes, patógenos e metais pesados:** estes materiais são considerados indesejáveis no processo de compostagem, pois podem contaminar o composto a ser produzido, impedindo por exemplo a utilização e incorporação destes nos processos de cultura agrícola. Para Queiroz, Lima e Korn (2000), é necessária a monitoração periódica do

composto principalmente quando a utilização for em solos destinados ao cultivo alimentar.

A compostagem pode ser realizada de diversas formas, por exemplo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP, 2009):

- Em composteiras: que podem ser realizadas em caixote, cercado, galão rotacional ou não. Esse tipo de composteira é intensamente utilizada atualmente em pequenos espaços, tais como apartamentos e residências que não tenham espaço suficiente para implantação de outros tipos.
- Em leiras: empregada geralmente em locais em que há espaço mais extenso, costuma ser dimensionada de acordo com o volume de resíduo a ser tratado. Há recomendações para que a mesma não exceda a altura de 1,5 m para que não haja compactação. É mais utilizada quando há grandes volumes para serem tratados, como é o caso dos grandes geradores.

### 2.3 O ATERRO SANITÁRIO DE GOIÂNIA

De acordo com a NBR 8.419:1992 da ABNT define-se aterro sanitário como:

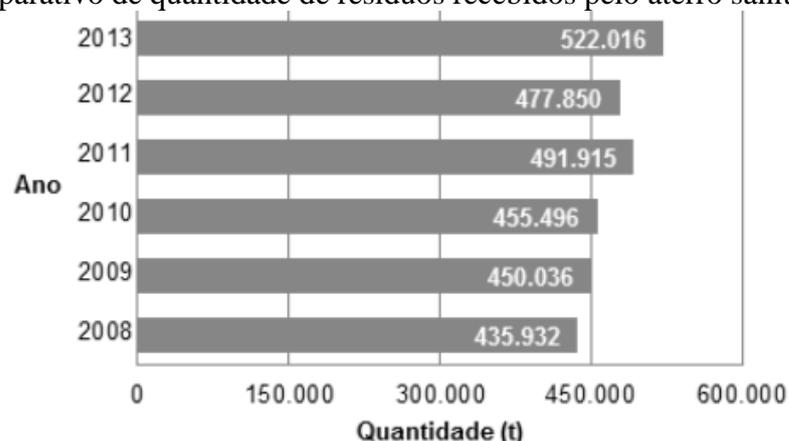
Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (NBR 8419, 1992, p.1).

Recomenda-se a construção de aterros sanitários com horizonte de vida mínimo de 10 anos, segundo a NBR 13.896:1997 (ABNT, 1997) e o monitoramento posteriormente a sua desativação por tempo mínimo de 20 anos.

Segundo o PMGIRS (Prefeitura de Goiânia, 2016) baseado em dados disponibilizados pela COMURG no ano de 2014, o aterro sanitário de Goiânia possui área total de 451.000 m<sup>2</sup> e recebe todo dia em média 1.572 toneladas de resíduos classificados pela NBR 10.004:2004 como Classe II (COMURG, 2015), para tratamento e disposição final

O gráfico da Figura 3 apresenta um comparativo de recebimento de resíduos pelo aterro sanitário de Goiânia no período entre 2008 - 2013 do PMGIRS.

Figura 3 – Comparativo de quantidade de resíduos recebidos pelo aterro sanitário de Goiânia



Fonte: COMURG (2015) *apud* Vilela e Piesanti (2015)

É possível observar que a quantidade de resíduos produzida no decorrer dos anos tem crescido de maneira considerável, a Figura 3 evidencia que a coleta aumentou em 5 anos de 435.932 t em 2008 para 522.016 em 2013, o que representa percentualmente um aumento aproximado de 19,75% na quantidade de resíduos recebidos pelo aterro sanitário de Goiânia.

## 2. 4 OS RESTAURANTES CIDADÃOS EM GOIÁS

Os Restaurantes Cidadãos do estado são administrados pela Organização das Voluntárias de Goiás - OVG, possuindo unidades na cidade de Goiânia, Anápolis e Aparecida de Goiânia, servindo diariamente aproximadamente 6,2 mil refeições, com custo de R\$ 2,00/refeição (OVG, 2013[a]).

Além das unidades citadas, a OVG possui parcerias com alguns municípios, tais como: Rio Verde, Luziânia, Águas Lindas de Goiás, Valparaíso e Minaçu, que somadas servem cerca de 4,8 mil refeições diariamente.

O Restaurante Cidadão faz parte de um programa social criado a partir de uma parceria do governo do estado e a OVG, está atuante desde de julho de 2003, e tem como objetivo proporcionar segurança alimenta à população ofertando alimento de qualidade à baixo custo. As refeições são balanceadas e o cardápio é determinado e monitorado por nutricionistas. As refeições são produzidas diariamente e não há repetição de cardápio por um período de 30 dias (OVG, 2013[b]).

O horário de atendimento das unidades é fixo ocorrendo de segunda a sexta-feira, das 10:30 às 14:00 horas. A localização dos Restaurantes Cidadãos é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Localização dos Restaurantes Cidadãos de Goiás

IDENTIFICAÇÃO	ENDEREÇO	SITUAÇÃO
Unidade I	Av. Goiás, nº 1.176, Centro - Goiânia/GO	Atendimento suspenso temporariamente (em 2018)
Unidade II	Av. Anhanguera, nº 8.473, Qd. 97, Lt. 03, Campinas - Goiânia/GO	Ativo
Unidade III	Rua 1º de Maio, nº 104, Centro - Anápolis/GO	Ativo
Unidade IV	Av. Lago das Garças, Qd. 25, Lts. 20/21 e 30/31, Jardim Tropical - Aparecida de Goiânia/GO	Ativo
Unidade V	BR-153, Km 99, Bairro São João - Anápolis/GO (UEG - Câmpus Henrique Santillo)	Ativo
Unidade VI	Av. Presidente Vargas, nº 2.679, Centro - Rio Verde/GO	Ativo
Unidade VII	Rua Guaracema, Qd. 41, Lts. 49/50, Lojas 06 a 08, Jardim Ingá - Luziânia/GO	Ativo
Unidade VIII	Av. Joaquim Braz de Queiroz, Qd. 01, Lt. 03, Lojas 06/07, Parque Estrela Dalva VII - Luziânia/GO	Ativo
Unidade IX	Área Especial A-1, Qd. L, Mansões Pôr do Sol - Águas Lindas de Goiás/GO	Ativo
Unidade X	Lt. 1, Qd. 23, Bairro Cruzeiro do Sul - Valparaíso de Goiás/GO	Ativo
Unidade XI	Av. Araguaia, Vila Brasília - Minaçu/GO	Ativo
Unidade XII	Av. Dr. Ciro Palmerston quadra B, lote 14 Bairro Parque dos Pomares, Caldas Novas	Ativo

Fonte: OVG (2013[a])

Os resíduos sólidos produzidos nos restaurantes Cidadão recebem duas classificações, sendo elas:

- a) **Resíduos Orgânicos:** compostos por restos de alimentos, sendo eles, tano sobra de comida do salão de alimentação, cascas de frutas, borra de café, papéis sujos de alimentos, e sobras de comida que não foram vendidas.
- b) **Resíduos Recicláveis:** basicamente embalagens, copos descartáveis, papéis limpos, papelão, plástico, entre outros.

#### 2.4.1 O Restaurante Cidadão Unidade II – Setor Campinas

O restaurante Cidadão do setor Campinas em Goiânia fica localizado na Avenida Anhanguera, nº 8.473 Quadra 97 Lote 03, Setor Campinas – Goiânia-GO, em uma região de grande movimento classificada segundo o Plano Diretor de Goiânia (Goiânia, 2007) como Macrozona Construída de predominância comercial, é gerida pela Organização das Voluntárias de Goiás (OVG) e tem sua operação terceirizada pela empresa Gran Nutriz.

A escolha do local onde o restaurante se encontra, segundo a OVG (2016), justifica-se por ser uma região de grande movimentação de pessoas de baixa renda, próxima a meios de transporte de massa e por não haver restaurantes de grande porte com preços acessíveis para população de baixa renda nas proximidades.

### 3 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho, inicialmente foi necessária a proposta de uma parceria entre o mestrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) e Organização das Voluntárias de Goiás (OVG) responsável pela administração do restaurante, a autorização do estudo foi emitida de maneira formal através do Ofício nº 807/2017 (Anexo A).

Foi utilizada a metodologia explorativa de investigação que se subdividiu em nove etapas: 1) Levantamento espacial do objeto alvo deste estudo, 2) Identificação das atividades desempenhadas no empreendimento, 3) Identificação dos pontos de geração de resíduos, 4) Diferenciação dos resíduos, 5) Identificação do perfil do público do restaurante, 6) Avaliação de satisfação dos usuários, 7) Composição gravimétrica e destinação dos resíduos, 8) Análise da compostagem como alternativa para o tratamento dos resíduos gerados e 9) Identificação dos impactos da redução da destinação destes resíduos ao aterro sanitário.

A pesquisa in loco foi realizada no período de 19 de fevereiro a 16 de março de 2018, como mostra o cronograma da Tabela 9.

Tabela 9 – Cronograma de pesquisa

<b>Data</b>	<b>Horário</b>	<b>Dia da semana</b>
19/02/2018	14:30 às 15:30	Segunda-feira
21/02/2018	14:30 às 15:30	Quarta-feira
23/02/2018	14:30 às 15:30	Sexta-feira
27/02/2018	14:30 às 15:30	Terça-feira
01/03/2018	14:30 às 15:30	Quinta-feira
06/03/2018	14:30 às 15:30	Terça-feira
08/03/2018	14:30 às 15:30	Quinta-feira
12/03/2018	14:30 às 15:30	Segunda-feira
14/03/2018	14:30 às 15:30	Quarta-feira
16/03/2018	14:30 às 15:30	Sexta-feira

A seguir é apresentada uma descrição de cada etapa realizada.

### 3.3 ETAPAS DA PESQUISA

A seguir são apresentadas de maneira detalhada as etapas da pesquisa.

#### 3.3.1 Levantamento Espacial

Foi realizado o levantamento espacial do restaurante com identificação do seu posicionamento geográfico através do software ArcGis com auxílio do Subtenente da Polícia Militar e Engenheiro Ambiental Eliel Ferreira di Souza, foi realizado ainda o levantamento dos espaços ocupados pelo restaurante através do software Google Earth (2018).

#### 3.1.2 Identificação das Atividades Desempenhadas

Para identificação das atividades desempenhadas no restaurante Cidadão de Campinas foram realizadas entrevistas com os funcionários e observação do exercício das funções. A metodologia aplicada foi entrevista face a face sem roteiro pré-estabelecido durante as visitas técnicas, as mesmas foram realizadas de maneira informal com funcionários da cozinha, serviços gerais e da área administrativa.

#### 3.1.3 Pontos de Geração de Resíduos

Os pontos de geração de resíduos foram determinados através de visitas técnicas realizadas no restaurante Cidadão de Campinas (Unidade II conforme Tabela 8). E a partir da planta atualizada dos espaços do restaurante Cidadão (Figura 6, pág. 46) foi possível

#### 3.1.4 Diferenciação dos Resíduos

Os resíduos foram classificados em duas categorias secos/reciclável e orgânicos, de acordo com método já adotado no restaurante. Foram considerados resíduos secos àqueles passíveis de reutilização e/ou reciclagem, tais como: papéis, plásticos, vidros e alumínio.

**Obs.: Os resíduos oriundos dos banheiros não foram estabelecidos como secos, visto que, não é possível reutilizar ou reciclá-los. De acordo com a ABNT NBR 10.004:2004 como esses resíduos não possuem tecnologia que permitam a sua reutilização ou reciclagem, esses são classificados como rejeitos.**

#### 3.1.5 Perfil do público do Restaurante

O perfil do público do restaurante foi determinado a partir de entrevistas realizadas com os frequentadores durante um período de um mês e meio, estabelecido entre 15/03/2018 e 30/04/2018, a qual foi possível estabelecer a faixa etária predominante dos frequentadores, status civil e situação profissional (Apêndice A).

#### 3.1.6 Avaliação de Satisfação dos Usuários

Foi apresentado o formulário de satisfação aos usuários do restaurante (Apêndice A) para avaliar a satisfação em relação aos alimentos servidos, mas principalmente o índice de

desperdício gerado, a forma de descarte dos resíduos, e a realização de segregação dos resíduos orgânicos e secos por parte dos usuários.

### 3.1.7 Composição Gravimétrica e Destinação dos Resíduos

A avaliação da segregação dos resíduos foi realizada através da observação visual do procedimento adotado no local, e da explicação apresentada pelos funcionários responsáveis pelo transporte interno dos resíduos. Foram realizados ainda dois processos para determinação da composição gravimétrica dos resíduos:

**1° Procedimento:** Estabelecido em apenas 4 (quatro) dias escolhidos aleatoriamente, com o intuito de identificar a quantidade de resíduos secos descartado juntamente com os resíduos orgânicos do salão, determinando se existia ou não a necessidade de realização de um trabalho de educação ambiental no local e a frequência do mesmo.

A pesagem dos resíduos foi realizada a partir da utilização de balança Burg Wachter, profi scale Tara OS 7600 (Figura 4), na medida Kg, com precisão de três algarismos significativos após a vírgula.

Figura 4 – Balança Burg Wachter, profi scale Tara OS 7600



O espaço amostral estudado foi composto por dois sacos de resíduos classificados como orgânicos advindos da produção do salão de alimentação, os sacos foram pesados 3 (três) vezes antes da segregação (separação de secos e orgânicos) que foi realizada manualmente com uso de equipamento individual de proteção (EPI) – luvas, óculos e jaleco, e após a segregação foram pesados os resíduos separados também 3 (três) vezes cada.

**2° Procedimento:** Quantificação dos resíduos realizado diariamente pelos funcionários do estabelecimento conforme procedimentos internos específicos, os resíduos são separados em secos e orgânicos assim como estabelecido na pesquisa.

Os dados estudados são relativos a todos os dias de funcionamento do restaurante de janeiro a maio de 2018, ou seja, dias úteis de segunda a sexta feira. A avaliação da destinação recebida pelos resíduos foi feita através de entrevistas e a partir das respostas recebidas no questionário contido no Apêndice B.

### 3.1.8 Compostagem como Alternativa

Foi avaliada a compostagem como alternativa para os resíduos oriundos do restaurante - Unidade II, considerando a quantidade de resíduos orgânicos produzidos, a capacidade de realização de parcerias com outros estabelecimentos de preferência públicos, e a redução de custos com a destinação destes resíduos para o aterro sanitário.

### 3.1.9 Identificação dos Impactos da Redução da Destinação destes Resíduos (secos e orgânicos) ao Aterro Sanitário de Goiânia

A identificação da redução dos impactos ocasionados pela destinação destes resíduos foi feita de maneira simplória, segundo análises estatísticas e probabilísticas para médios e longos prazos de destinação, avaliando-se a quantidade média de resíduos produzida de acordo com os dados obtidos na etapa 3.1.7.

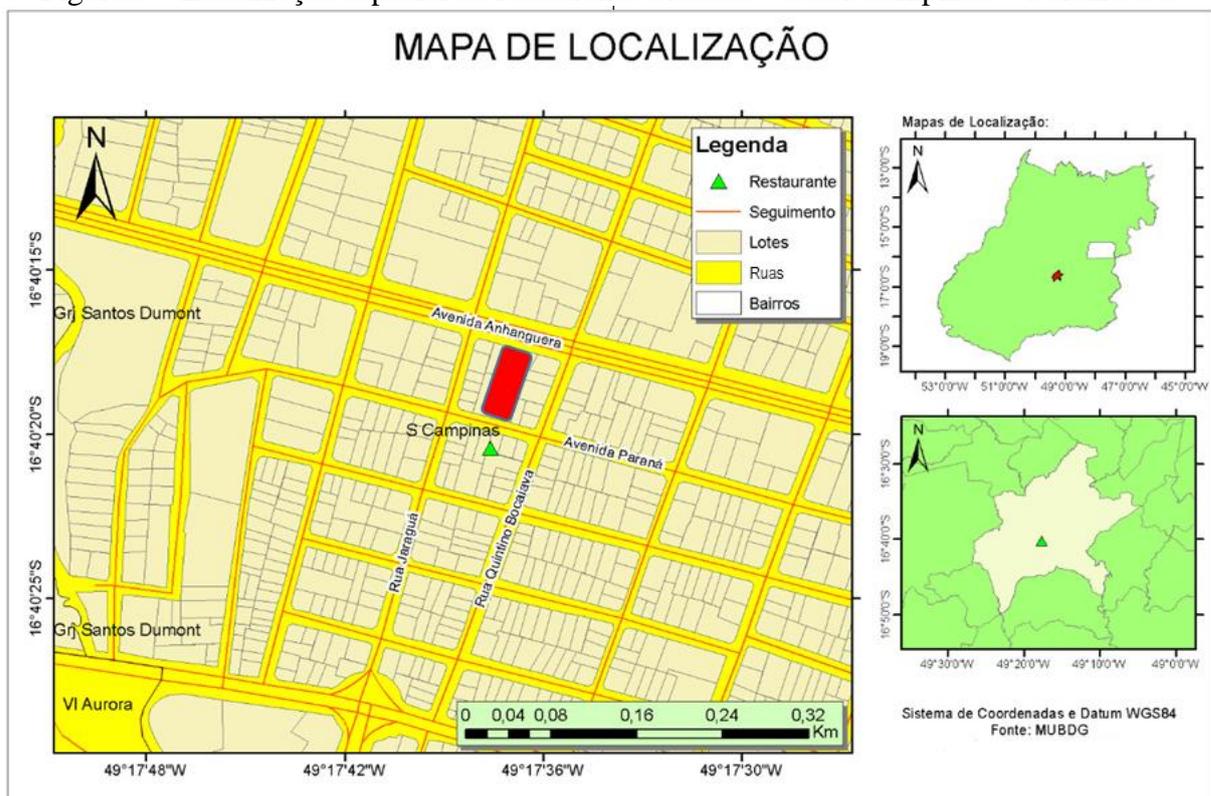
Foi considerado ainda os dados adquiridos nas visitas técnicas realizadas no aterro sanitário nos dias 13/01/2017 e 29/03/2018, e pelas respostas apresentadas pelo formulário contido no Apêndice C respondido pela servidora da COMURG, Eng. Agrônoma Fabíola Adaianne Oliveira coordenadora do aterro sanitário de Goiânia.

## 4 RESULTADOS

A partir dos dados obtidos nas etapas 1.6.1 – 1.6.9 da metodologia, foram obtidos os resultados apresentados a seguir.

O restaurante Cidadão Unidade II fica localizado no setor Campinas em local de grande movimentação como mostra a Figura 5 produzida por intermédio do software ArcGis.

Figura 5 – Localização espacial do restaurante Cidadão – Setor Campinas – Goiânia/GO



Fonte: Di Souza (2018)

A Figura 5 marca o local de saída do restaurante Cidadão de Campinas, que possui entrada de usuários na Avenida Anhanguera e saída pela Avenida Paraná ocupando grande parte da quadra 97.

Segundo levantamento espacial realizado através do software Google Earth (2018), o restaurante cidadão apresenta área de total aproximada de 1.713 m<sup>2</sup>, e a partir da planta baixa disponibilizada pela administração do restaurante, o mesmo apresenta área construída de 1.140,87 m<sup>2</sup>, sendo que, na Figura 6 é possível verificar a planta baixa do restaurante e o indicativo de fluxos deste, destaque para o fluxo de matéria-prima/embalagens (seta roxa) e de resíduos (seta laranja).

O salão de alimentação (refeitório) sozinho possui área de 656,46 m<sup>2</sup>, após o Hall de entrada existem duas catracas que dividem os usuários em duas filas para serem servidos pelos funcionários do centro de distribuição de alimentos (os usuários não se servem), e enfim se sentarem e se alimentarem no salão de alimentação.

O depósito de resíduos fica localizado na Avenida Anhanguera ao lado do portão de acesso de pessoas, o local possui área de 6,26m<sup>2</sup> e os resíduos ficam dispostos em lixeira coberta em área externa ao restaurante.

Desde a sua criação até o início de maio de 2018, o restaurante Cidadão de Campinas funcionava apenas como uma central de distribuição de alimentos que eram produzidos em uma cozinha industrial no setor Goiânia 2, no entanto, durante o projeto de coleta dos dados iniciaram obras de construção de uma cozinha para que os alimentos pudessem ser produzidos dentro das próprias dependências do restaurante, no dia 07/05/2018 foi inaugurada a referida cozinha, o que culminou em considerável redução de resíduos, pois as sobras de comida que advinham da não distribuição foram consideravelmente reduzidas, visto que na cozinha a comida era produzida de acordo com a chegada do público em cada dia, diferente do que ocorria antes, que a comida já chegava pronta e em quantidade para um público pré-determinado, que nem sempre era alcançado.

O alimento produzido/distribuído é determinado por nutricionistas que verificam se o mesmo está balanceado de acordo com os índices nutricionais estabelecidos pelo Ministério da Saúde. De acordo com a pesquisa, são distribuídos por dia aproximadamente 2.400 refeições apenas na unidade de Campinas.

A identificação dos pontos de geração, tipos de resíduos e destinação recebidas foram determinadas a partir das visitas técnicas realizadas nas datas informadas na Tabela 9 e podem ser observados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 10 – Identificação dos locais/ Tipos de geração de resíduos/ Destinação

Local	Resíduo produzido	Tipo de destinação aconselhada
Escritórios	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Papel;</li> <li>▪ Plástico.</li> </ul>	Reciclagem
Banheiros	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Papel higiênico (infectante);</li> <li>▪ Papel toalha.</li> </ul>	Aterro sanitário
Cozinha	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resíduos orgânicos;</li> </ul>	Compostagem
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Papel;</li> <li>▪ Papelão;</li> <li>▪ Copos descartáveis;</li> </ul>	Reciclagem
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resíduos orgânicos;</li> </ul>	Compostagem
Salão de Alimentação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Papel;</li> <li>▪ Papelão;</li> <li>▪ Copos descartáveis;</li> </ul>	Reciclagem

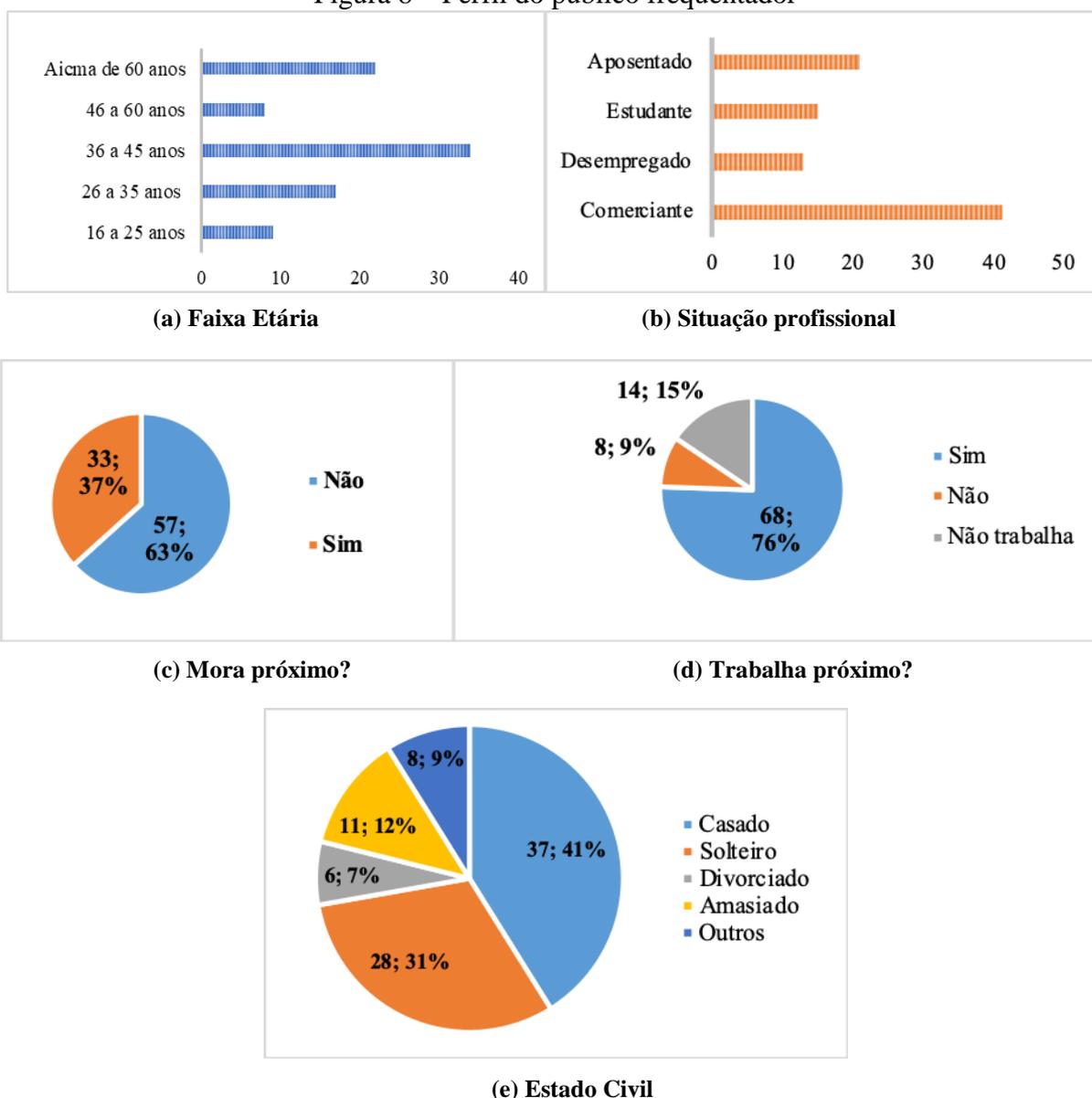
Os pontos de coleta de resíduos sólidos orgânicos e de armazenamento temporário externo foram determinados e mapeados conforme mostra a Figura 7. Nesses mesmo locais de coleta é realizada a separação dos resíduos orgânicos e secos para possibilitar a reciclagem e aproveitamento dos mesmos.

Figura 6 - Planta Baixa – Fluxo de atividades

Figura 7 – Localização dos pontos de coleta de resíduos orgânicos

Segundo os funcionários, em entrevistas sem roteiro pré-estabelecido, o público do restaurante é composto basicamente por comerciantes/comerciários e clientes dos comércios locais. Para determinação do público atendido pelo objeto alvo deste estudo, foram avaliados durante as entrevistas 90 frequentadores (Apêndice A) no período compreendido entre 9 e 13 de abril de 2018, enquanto estes estavam na fila para comprar suas fichas de entrada, o resultado pode ser observado na Figura 8

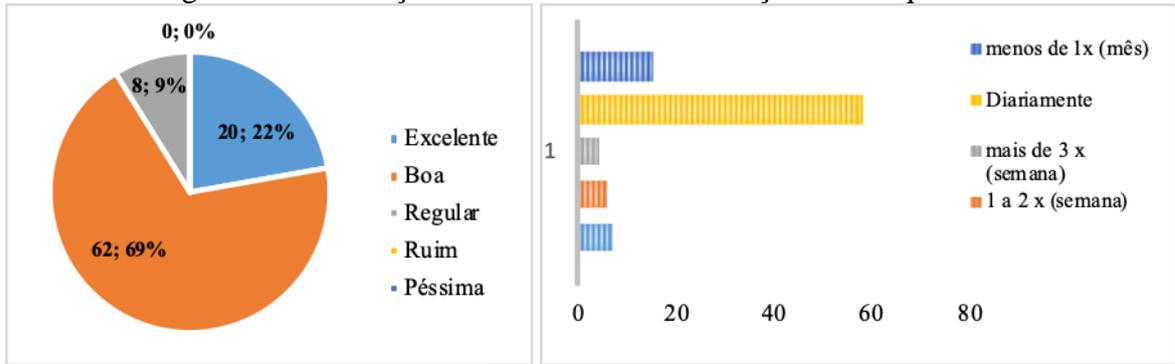
Figura 8 – Perfil do público frequentador



Os resultados obtidos na Figura 8 foram obtidos a partir das respostas do questionário contido no Apêndice C, através do gráfico (Figura 6 (a)) é possível observar que a faixa etária predominante dos frequentadores, 38%, está entre 36 e 45 anos. Na Figura 4 (b) observa-se que a maioria dos frequentadores trabalha no comércio, 46%, confirmando a informação prestada pelos funcionários do restaurante. De acordo com a Figura 4 (c), 63% não mora próximo do restaurante, e frequentadores 75% trabalha nas proximidades do local (Figura 4 (d)). Na Figura 4 (e) vê-se que 41% dos frequentadores apresentam estado civil casado, e encontra no restaurante uma oportunidade de economizar para poder investir em outras áreas, como relatado durante as conversas informais realizadas enquanto os mesmos respondiam o questionário.

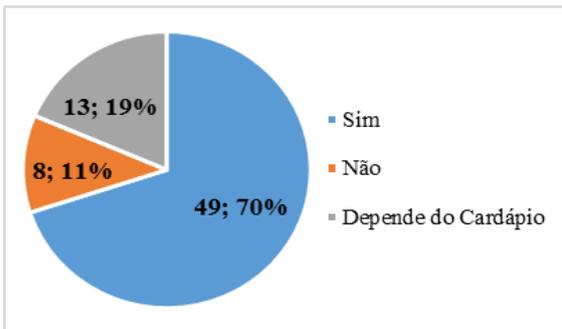
A Figura 9 apresenta resultados relativos à visão dos frequentadores em relação a destinação dos resíduos do restaurante Cidadão de Campinas. Ainda avalia se os mesmos se encontram satisfeitos com as refeições servidas. Avaliar a satisfação dos clientes é critério básico para determinar se há grande indício de desperdícios ou não.

Figura 9 – Destinação dos resíduos e da satisfação dos frequentadores

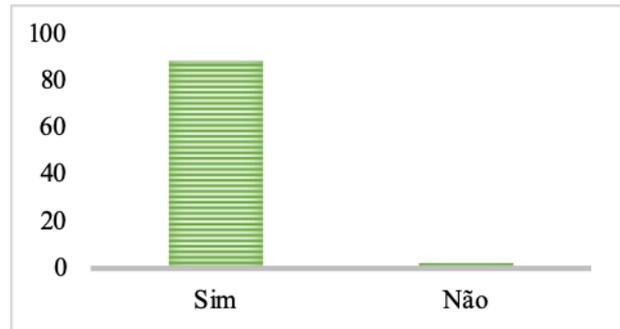


(a) Qualidade da comida servida

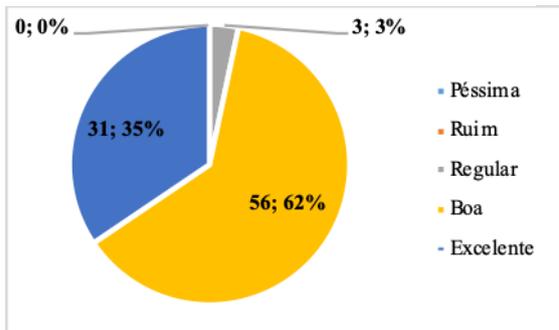
(b) Frequência de refeições



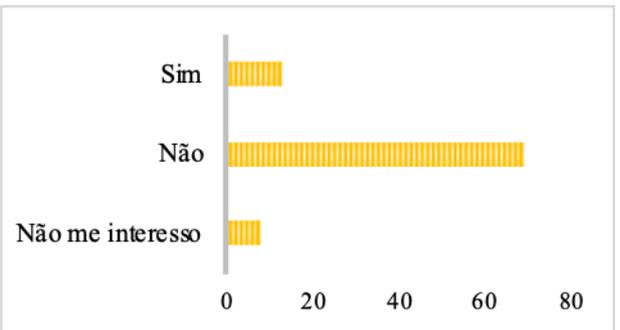
(c) Consome toda comida colocada?



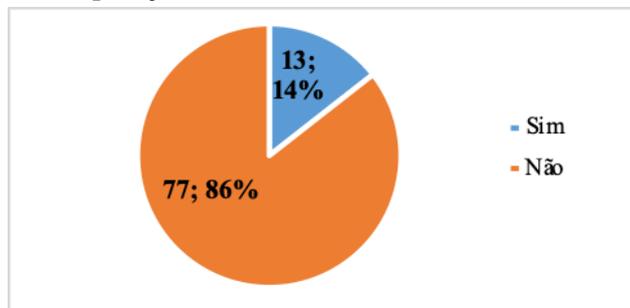
(d) Separa os resíduos no restaurante?



(e) O que acha dessa forma de separação do resíduo?



(f) Sabe para onde vai o resíduo?



(g) Você faz a separação dos resíduos em casa?

No gráfico da Figura 7(a) em relação a qualidade da comida servida a Figura 9, fica bem claro que a maior parte dos frequentadores está satisfeita servida (69% classificou a comida como boa) e que os clientes em sua grande maioria frequentam diariamente o espaço como mostra a Figura 7(b) (64% frequenta todos os dias).

Em relação a Figura 7(c) tem-se que 70% dos clientes alegaram consumir toda a comida colocada no prato, e que 11% destes não consomem tudo, o que acabam gerando desperdícios, ou seja, tomando como sinceras as respostas, estima-se que os resíduos orgânicos do salão são produzidos por apenas 30% das pessoas que frequentam o local.

Considerando a separação voluntária dos resíduos, 98% dos entrevistados informou fazê-la (Figura 7 (d), em relação a segregação, identifica-se que 62% acha a separação em secos e orgânicos boa, e 35% a considera excelente, não houve nenhuma avaliação como ruim.

A respeito da destinação final recebida pelos resíduos gerados (Figura 7 (f)) tem-se que 77% alegaram desconhecer o local de disposição final dos resíduos do restaurante, e 9% informou não se importa com o destino recebido por estes.

Apesar de quase todos os usuários realizarem a separação dos resíduos no restaurante, apenas 14% deles também realizam o processo em suas residências (Figura 7(g)).

A avaliação da composição gravimétrica (etapa 3.1.7) realizada de acordo com o 1º procedimento pode ser observada na Tabela 11.

Tabela 11 – Composição gravimétrica conforme 1º Procedimento

	<b>Total geral (kg)</b>	<b>Seco (kg)</b>	<b>Orgânico (kg)</b>	<b>Total geral (kg)</b>	<b>Seco (Kg)</b>	<b>Orgânico (kg)</b>
	<b>Data: 27/02/2018 – AMOSTRA 1</b>			<b>Data: 27/02/2018 – AMOSTRA 2</b>		
Pesagem 1	15,70	0,14	15,32	19,05	0,22	18,89
Pesagem 2	15,14	0,14	15,13	19,12	0,27	19,00
Pesagem 3	15,46	0,15	15,34	19,10	0,22	18,92
	<b>Data: 01/03/2018 – AMOSTRA 1</b>			<b>Data: 01/03/2018 – AMOSTRA 2</b>		
Pesagem 1	8,97	0,30	8,00	14,01	0,37	13,55
Pesagem 2	8,97	0,43	8,62	13,82	0,37	13,71
Pesagem 3	9,09	0,43	8,32	13,89	0,37	13,28
	<b>Data: 06/03/2018 – AMOSTRA 1</b>			<b>Data: 06/03/2018 – AMOSTRA 2</b>		
Pesagem 1	18,47	0,01	18,44	18,09	0,10	18,01
Pesagem 2	18,37	0,02	18,37	17,94	0,07	17,65
Pesagem 3	18,33	0,00	18,33	17,25	0,10	17,23
	<b>Data: 08/03/2018 – AMOSTRA 1</b>			<b>Data: 08/03/2018 – AMOSTRA 2</b>		
Pesagem 1	16,26	0,08	16,10	13,58	0,02	13,48
Pesagem 2	16,42	0,08	16,30	13,56	0,02	13,53
Pesagem 3	16,24	0,09	16,15	13,54	0,01	13,53

É possível observar na Tabela 11 que a quantidade de resíduos secos (ou passíveis de reciclagem) destinados de maneira incorreta em conjunto com os resíduos orgânicos é bastante reduzida, ou seja, no pior caso representa apenas 0,43 Kg, ocorridos no dia 01/03/2018, que representa 4,79% dos resíduos orgânicos avaliados no dia.

A Figura 10 apresenta registros fotográficos da disposição dos resíduos orgânicos realizados nos dias de coleta de dados do 1º Procedimento da etapa 3.1.7.

Figura 10 – Registros realizados 1º Procedimento





(c) Resíduos orgânicos do salão (27/02/2018 às 14:30 h)

Os dados adquiridos a partir do 2º Procedimento podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12 – Dados do 2º Procedimento (janeiro-maio, 2018) – Restaurante Cidadão, St. Campinas, Goiânia/GO

Data	Tickets não vendidos	Sobras + Resíduos (kg)	Cascas de Frutas (kg)	Observação (Ossos de carnes) (kg)	Total de Resíduos Produzidos (kg)	Observação (Tipo de fruta)
02/01/2018	210	136	***	***	136	***
03/01/2018	110	122	***	***	122	***
04/01/2018	140	155,44	72,32	54,24	282	Banana
07/01/2018	9	78	***	***	78	***
08/01/2018	38	103	***	***	103	***
09/01/2018	30	134	***		134	Abacaxi
10/01/2018	0	124,2	76,8	***	201	Banana
11/01/2018	137	128	***	***	128	***
12/01/2018	0	91	96	***	187	Laranja
15/01/2018	3	133	***	***	133	***
16/01/2018	43	172,8	94,28	***	267,08	Banana
17/01/2018	44	227,8	129,58	***	357,38	Mamão
18/01/2018	126	176,8	***	61,39	238,19	***
19/01/2018	122	164,8	***	91,92	256,72	***
22/01/2018	139	125,2	***	***	125,2	***
23/02/2018	0	127	65	***	192	Laranja
26/02/2018	0	93	***	***	93	***
27/02/2018	38	***	***	***	112,5	Mamão
28/02/2018	38	105	69	***	174	Banana
06/03/2018	0	53	72	***	125	Banana
08/03/2018	79	112	78	***	190	Mamão e banana
09/03/2018	37	110	72	***	182	Laranja
12/03/2018	70	105	72,5	***	177,5	Laranja
13/03/2018	95	120	85	***	205	Melancia
14/03/2018	36	70	***	***	70	***
15/03/2018	106	112	76	***	188	Banana
16/03/2018	29	120,2	86,2	***	206,4	Melancia e abacaxi

Data	Tickets não vendidos	Sobras + Resíduos (kg)	Cascas de Frutas (kg)	Observação (Ossos de carnes) (kg)	Total de Resíduos Produzidos (kg)	Observação (Tipo de fruta)
19/03/2018	85	75	****	***	75	***
20/03/2018	0	70	***	***	70	Maçã
21/03/2018	136	107,45	72,45	***	179,9	Banana
22/03/2018	182	130	28	***	158	Mamão
23/03/2018	97	120	67,2	***	187,2	Laranja
26/03/2018	97	83,5	***	***	83,5	***
27/03/2018	49	***	***	***	112	Melancia
28/03/2018	312	130	85	***	215	Banana e mamão
29/03/2018	628	125	72	***	197	Laranja
03/04/2018	199	122	65	***	187	Melancia
04/04/2018	319	110	54,24	***	164,24	Banana
05/04/2018	379	50	70	***	120	Mamão
06/04/2018	214	103	65	***	168	Laranja
09/04/2018	399	86	***	***	86	***
10/04/2018	254	116	72	***	188	Laranja
11/04/2018	441	97	***	***	97	***
12/04/2018	461	130,8	76,8	***	207,6	Banana, mamão e maçã
13/04/2018	333	115	37	***	152	Abacaxi
16/04/2018	372	69	***	***	69	***
17/04/2018	321	122	53	***	175	Abacaxi
18/04/2018	328	134,8	45	***	179,8	Mamão
19/04/2018	428	149,5	58	52	259,5	Melancia
20/04/2018	276	125,2	58	***	183,2	Laranja
23/04/2018	369	110,6	37	***	147,6	Laranja
24/04/2018	267	113	71	***	184	Banana
25/04/2018	358	110,25	65,21	***	175,46	Mamão
26/04/2018	316	***	***	***	162,4	Maçã, mamão e laranja
27/04/2018	354	125,6	62,2	***	187,8	Laranja
30/04/2018	752	96	***	***	96	***
03/05/2018	297	109	56	***	165	Mamão
09/05/2018	261	112	65	***	177	Melancia
15/05/2018	276	123	35	***	158	Mamão
16/05/2018	343	102	57	***	159	Banana
17/05/2018	437	154	***	***	154	Banana, mamão e maçã
18/05/2018	218	98	51	***	149	Laranja
21/05/2018	417	119	24	***	0	Laranja
22/05/2018	31	***	***	***	57	Melancia
23/05/2018	60	76	***	***	76	***
25/05/2018	167	112	71	***	183	Laranja
28/05/2018	62	53	***	***	53	***

Fonte: Restaurante Cidadão – Unidade Campinas (2018)

As estatísticas dos dados obtidos, como os valores médios de resíduos produzidos por mês, bem como, o desvio padrão e o desvio médio referentes ao 2º Procedimento da etapa 3.1.7, podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13 – Valores médios e desvios

Mês de Referência	$\Sigma$ Tickets não vendidos no mês	Média de Tickets não vendidos/dias	$\Sigma$ Resíduos Produzidos no mês (kg)	Média Resíduos Produzidos (kg/dia)	Desvio padrão	Desvio Médio
Janeiro	1151	76,7	2748,57	183,24	77,77	67,56
Fevereiro	76	19	571,50	142,88	41,21	40,13
Março	2038	119,88	2621,50	154,21	51,12	45,85
Abril	7140	357	3189,60	159,48	44,80	34,88
Maio	2569	233,55	1331,00	121,00	59,53	54,18
<b>TOTAL</b>	12974	193,64	10462,17	156,15	60,67	46,91

O desvio padrão foi calculado segundo a Equação 1, e o desvio médio conforme a Equação 2.

$$DP = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n}} \quad \text{Equação 1}$$

sendo: DP = desvio padrão, xi = valor individual,  $\bar{x}$  = média de valores e n = número de valores.

$$DM = \frac{|xi - \bar{x}|}{n} \quad \text{Equação 2}$$

sendo: DM = desvio médio, xi = valor individual,  $\bar{x}$  = média de valores e n = número de valores.

A partir dos valores obtidos com os desvios foi possível estabelecer o erro padrão e o erro médio, para mais ou para menos, gerado a partir dos dados adquiridos.

### **SOBRE AS LIXEIRAS/COLETORES DE RSU PRODUZIDOS:**

Em todas as lixeiras do salão de alimentação há informações descritivas a respeito de qual resíduo deve ser descartado, como pode ser visto na Figura 11. Em destaque as etiquetas fixadas nas lixeiras especificando de maneira escrita o que deve ser destinado em cada uma, e para usuários analfabetos há ainda nas mesmas a ilustração para facilitar o entendimento.

Figura 11 – Lixeiras do salão de alimentação



(a)

(b)

Todos os resíduos gerados, até mesmo as sobras da cozinha, são destinados ao aterro sanitário por meio da coleta pública que ocorre de dois em dois dias, portanto, os resíduos ficam armazenados em local coberto externo por um período máximo de 1,5 dia.

O dia da semana que apresenta maior fluxo de frequentadores é a terça-feira, sendo o horário de maior fluxo diário o período compreendido entre 11:30 e 12:30 horas. A produção de resíduos é intensificada nos dias em que a sobremesa é uma fruta que precisa ser descascada, tal como: melancia, mamão, abacaxi e banana.

### **ATERRO SANITÁRIO (Segundo dados coletados como resposta do Apêndice A e em entrevistas realizadas com a coordenadora do Aterro Sanitário de Goiânia – Fabiola Adaienne) – COMURG (2018)**

De acordo com a administração do aterro sanitário de Goiânia, este funcionava como lixão até o ano de 1993, e sua área de expansão permanece inacabada desde 2008, atualmente este recebe em média 1.400 toneladas/dia considerando-se nessa contagem apenas a parcela de resíduos sólidos orgânicos.

Os resíduos recebidos devem ser previamente segregados, pois não é realizada nenhuma separação deles nas dependências do aterro. O local destinado a realização de compostagem do aterro tem previsão de retorno de atividades para o ano de 2018.

Os grandes geradores de resíduos contribuem em média com 30% da quantidade total de resíduos coletados, segundo planilhas internas da COMURG, no entanto, até o dado momento, existem apenas 4 (quatro) empresas cadastradas na COMURG como coletoras de resíduos de grandes geradores.

Caso a operação do aterro permaneça no mesmo ritmo atual, prevê-se que o mesmo deverá funcionar por um período aproximado de 2 (dois) anos ou pouco mais que isso somando-se o tempo estimado quando utilizada a área de expansão.

## **4 DISCUSSÃO**

Como pode ser visualizado na Figura 5 a localização do restaurante Cidadão é determinante para que o mesmo receba um grande volume de frequentadores e foi estrategicamente definida para atender o maior número de pessoas possível.

O fluxograma apresentado na Figura 6 evidencia que a direção para qual flui os resíduos gerados é contrária a entrada de produtos, como já esperado. E a Figura 7 mostra de maneira específica onde são armazenados temporariamente os resíduos produzidos. Como é possível verificar, os mesmos ficam dispostos até a realização da coleta pela empresa pública em local de externo e coberto, como determina a legislação ambiental vigente, localizado na avenida Anhanguera ao lado do estacionamento de veículos.

Os resíduos orgânicos são produzidos basicamente na área da cozinha, sendo compostos por sobras de comida, ou seja, àqueles alimentos que foram produzidos, mas não chegaram a ser servidos, e no salão de alimentação (também denominado de refeitório), por restos de comida, ou seja, àqueles que foram distribuídos, mas que não foram consumidos pelos clientes (ABREU et al., 2007).

Segundo Spinelli e Cale (2009) em avaliação de resíduos produzidos em unidade de alimentação e nutrição num município de São Paulo, o somatório de resíduos produzidos em uma semana no horário de almoço e jantar foi de 705,43 Kg (sendo somados apenas confeitaria, salada/açougue e sobras) desse total 375,30 Kg foi gerado somente das sobras de distribuição. A média de restos alimentares produzidos na pesquisa dos autores mencionados foi de 199,50 g/pessoa/dia de restos, valor que se assemelhou ao encontrado por Pinter (2000) nas estimativas feitas pela Associação Brasileira de Bares e Restaurantes, que alcançou entre 15 e 50% da quantidade de alimento consumida.

O procedimento adotado para quantificar os resíduos gerados no restaurante Cidadão da avenida Anhanguera não possibilita a identificação de quanto foi produzido por restos ou sobras, já que os mesmos já haviam sido somados quando a pesagem foi realizada. Além dis-

so, observa-se que há grande variação na quantidade de clientes e de resíduos produzidos por dia, como mostra a Tabela 12. Como o restaurante funcionava apenas como central de distribuição de resíduos, observa-se que sempre há maior quantidade de resíduos gerados nos dias em que há menor número de frequentadores.

Apesar de não ser possível quantificar os restos gerados pelos frequentadores, é possível verificar que a quantidade de resíduos destinados de maneira mista, ou seja, incorretamente, visto na Tabela 11, é representativamente pequena, alcançando no pior dia 4,79% da produção avaliada, e no melhor dia, não foi observado resíduo seco armazenado juntamente com os orgânicos.

A Tabela 13 mostra, assim como esperado, que o mês com maior quantidade de resíduos produzido foi o que teve maior quantidade de tickets não vendidos, no caso, abril.

Sendo o restaurante um grande gerador de resíduos, tem-se alguns exemplos bem-sucedidos que podem ser usados para uma futura implantação no local estudado, tais como:

- Projeto Escola Resíduo Zero (PERZ, 2019), esse projeto aplica conhecimentos de gestão de resíduos dentro das escolas, com o objetivo de despertar o interesse da comunidade, professores e alunos. O projeto recebeu o prêmio Leolídio de Ramos Caiado, concedido pela Câmara Municipal de Goiânia;
- Segundo Siqueira e Assad (2015), em seu trabalho de pesquisa de identificação de experiências de compostagem de RSU no estado de São Paulo foi identificado que iniciativas de bairro, tais como compostagem comunitária, onde são criadas leiras em áreas comunitárias e espaços públicos, conseguem interação da comunidade, não precisando gerar renda e não ter incentivos públicos empregados. O composto gerado é repartido entre os moradores e instituições próximas aos locais;
- Em estudo sobre compostagem de resíduos do restaurante universitário que serve diariamente cerca de 6.000 refeições, observou-se que a melhor alternativa tecnológica para implantação do sistema de compostagem é o realizado com reator por meio de compostagem natural conjuntamente com os resíduos de poda, sendo assim, foi adotado os sistemas de leiras estáticas com aeração natural, esse método garantiu a produção de um composto de melhor qualidade em um prazo mais curto, com área empregada mais reduzida em decorrência da quantidade de resíduos, foi ressaltada ainda, a importância da segregação dos resíduos na fonte (ARAÚJO, ALMEIDA e BASSO, 2015).

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a OVG, responsável pelos restaurantes Cidadão de Goiás, fazer a compostagem dos resíduos orgânicos usando uma composteira de simples construção, manuseio e manutenção, que trará benefícios ao meio ambiente, bem como, fazer o aproveitamento do composto gerado nos jardins, praças e parque da região onde se localizam as unidades dos restaurantes.

O melhor modelo a ser empregado, segundo dados pesquisados e comparação com a literatura acessada seria a de leiras estáticas com aeração natural, mesmo modelo empregado por Araújo, Almeida e Basso (2015), visto que, esse formato apresenta melhor qualidade do composto, minimização do tempo, custo reduzido e menor área aplicada.

Recomenda-se ainda que seja realizado a aplicação de um projeto de educação ambiental, que pode ser realizado de acordo com os moldes implantados no projeto escola resíduo zero, com o intuito de esclarecer a sociedade a importância do consumo consciente, redução de desperdícios, e custo ambiental dos locais de armazenamento definitivo de resíduos.

Conclui-se a partir dos resultados apresentados que a compostagem dos resíduos é uma alternativa viável para o tratamento e redução dos RSU. Há diversas possibilidades de aplicação da compostagem dos resíduos, sendo, de acordo com a literatura a mais viável a realizada a partir de reator com aeração natural.

A participação da comunidade em um projeto de compostagem de resíduos orgânicos seria bastante interessante e proporcionaria maior eficiência ao mesmo, parcerias com projetos já existentes que obtiveram bons resultados podem ocasionalmente promover maior visibilidade ao projeto e maior adesão da população.

A compostagem dos RSU principalmente produzidos por grandes geradores, que representam até a 30% do total de resíduos dispostos no aterro sanitário, pode ampliar muito tempo o seu horizonte de vida. Considerando-se que cerca de 57% desses resíduos é orgânico e que se segregados são passíveis de compostagem, entende-se que o horizonte de vida, previsto para durar apenas mais dois anos, conseguiria um aumento na duração de aproximadamente 1,14 anos. Somente a parcela correspondente à produção orgânica dos grandes geradores de resíduos seria a responsável pelo aumento de vida dos aterros em 0,342 anos (cálculo obtido por regra de três simples).

## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. p. 1–7. Rio de Janeiro, 1992.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13.591:1995 - Compostagem**. Rio de Janeiro, 1995.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13.896 – Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projetos, implantação e operação**. p 1 -12. Rio de Janeiro, 1997.
- \_\_\_\_\_. **NBR 10.004 - Resíduos Sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, 2015.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2018.
- ABREU, E. S. SPINELLI, M. G. N.; SOUZA PINTO, A. M. **Gestão de unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer**. 2ª ed. São Paulo: Metha, 2007. 318p.
- ARAÚJO, A. A. P. S.; ALMEIDA, F. L. de; BASSO, L. de A. **Compostagem dos resíduos dos restaurantes e dos resíduos de poda na cidade universitária Armando Salles de Oliveira**. [Trabalho de formatura] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Hidráulica e Ambiental. São Paulo, 2015. 92p.
- BIDLINGMAIER, I. W. **Quality-testing of waste sewage sludge compost**. Acta Hort, v.172, p.99-116, 1985.
- BRASIL. **NBR 13.591 - Compostagem**. Rio de Janeiro, 1995. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13.591-Compostagem.pdf>> Acesso em: 05 abr. 2018.
- \_\_\_\_\_. **Lei 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010.
- \_\_\_\_\_. MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Versão Pós Audiência e Consulta Pública para os Conselhos Nacionais**. Brasília, 2012.
- COMURG - COMPANHIA DE URBANIZAÇÃO DE GOIÂNIA. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Goiânia**. Goiânia, 2015. Disponível em:<<https://www10.goiania.go.gov.br/DadosINTER/SISRS/Documentos/PlanoGestaoResiduosSolidos.PDF>> Acesso em: 10 mai. 2018.
- DI SOUZA, E. F. Mapa georreferenciado do restaurante Cidadão de Campinas – ArcGis (2018).
- ESCOLA RESÍDUO ZERO. **O projeto**. Goiânia, 2019. Disponível em: <[www.escolaresiduozero.com.br](http://www.escolaresiduozero.com.br)> Acesso em: 10 Jul. 2019 às 14:30h.
- GOIÂNIA. **Lei 9.438 - Dispõe sobre a cobrança de preço público decorrente da prestação de serviços de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos produzidos por grandes geradores e dá outras providências**. Goiânia, 2014.
- GOMEZ, R. B.; FERRER, A. S. **The use of respiration indices in the composting process: A Review**. Waste Management e Research, v.24, n.1, p.37-47, 2006.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem** – Estudo do IPEA traz dados sobre a reciclagem no Brasil e a forma de organização dos trabalhadores desse segmento. IPEA, 2017. Disponível

em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29296:apenas-13-dos-residuos-urbanos-no-pais-vaio-para-reciclagem&catid=1:dirur&directory=1](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296:apenas-13-dos-residuos-urbanos-no-pais-vaio-para-reciclagem&catid=1:dirur&directory=1)> Acesso em: 09 Jul. 2019 às 09:34.

\_\_\_\_\_. **A3P - O que é A3P?** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p>> Acesso em: 27 nov. 2016.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Cerres, 1985. 492p.

\_\_\_\_\_. **Manual da compostagem: maturação e qualidade do composto**. Editado pelo autor. Piracicaba, São Paulo, 2002.

OVG - ORGANIZAÇÃO DAS VOLUNTÁRIAS DE GOIÁS. **Restaurante Cidadão completa 12 anos**. Goiânia, 2013[a]. Disponível em: <<http://www.ovg.org.br/post/ver/200269/restaurante-cidadao-completa-12-anos>> Acesso em: 28 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Restaurante Cidadão**. Goiânia, 2013[b]. Disponível em: <<http://www.ovg.org.br/post/ver/200269/restaurante-cidadao-completa-12-anos>> Acesso em: 28 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Manual normativo de implantação e estruturação das unidades do Restaurante Cidadão – OVG: 2.400 refeições**. Goiânia – Revisão, 2016.

PEIXOTO, J. O. **Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica**. Engenharia Sanitária: 15-18, 1981.

QUEIROZ, J. E. G., LIMA, J. S., KORN, M. G. **Efeito do uso do composto selecionado e não selecionado, provenientes de lixo urbano, no teor de metais pesados e na produção de biomassa na cultura do milho**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 5, p. 59-67. 2000.

SIQUEIRA, T. M. O.; ASSAD, M. L. R. C. L. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil)**. *Ambiente e Sociedade*. Vol. 18. n. 4. São Paul Oct/Dec. 2015.

SOUSA, R. V. **Avaliação ecotoxicológica do solo do aterro sanitário de Goiânia**. [Monografia de Engenharia Ambiental e Sanitária] UFG – Goiânia, julho, 2017.

SPINELLI, M. G. N.; CALE, L. R. **Avaliação der resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição**. *Rev. Simbio-Logias*, V. 2, n. 1, maio/2009.

UFG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. **Plano de resíduos sólidos do estado de Goiás – Elaboração do prognóstico (produto 8)**. [Versão preliminar] UFG – Goiânia, novembro, 2015.

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Manual básico de compostagem** – série: conhecendo os resíduos. Manual adaptado de MEIRA, A. M.; CAZZONATTO, A. C.; SOARES, C. A. Piracicaba, USP Recicla, 2003.

VILELA, D. M.; PIESANTI, J. L. **Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos da UFGD por meio da compostagem**. *Rev. Ciênc. Ext.* v.11, n.3, p.28-39, 2015.

## REFERÊNCIAS GERAIS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419** - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. p. 1–7. Rio de Janeiro, 1992.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13.591:1995** - Compostagem. Rio de Janeiro, 1995.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13.896** – Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projetos, implantação e operação. p 1 -12. Rio de Janeiro, 1997.
- \_\_\_\_\_. **NBR 10.004** - Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2018.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, 2015.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2018.
- ABREU, E. S. SPINELLI, M. G. N.; SOUZA PINTO, A. M. **Gestão de unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer**. 2ª ed. São Paulo: Metha, 2007. 318p.
- ANDREOLI, C.V. et al. **Avaliação do processo compostagem utilizando podas verdes e resí-duos do saneamento**. Anais FERTIBIO 2002. Rio de Janeiro, 2002. 5p.
- ARAÚJO, A. A. P. S.; ALMEIDA, F. L. de; BASSO, L. de A. **Compostagem dos resíduos dos restaurantes e dos resíduos de poda na cidade universitária Armando Salles de Oliveira**. [Trabalho de formatura] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Hidráulica e Ambiental. São Paulo, 2015. 92p.
- BIDLINGMAIER, I. W. **Quality-testing of waste sewage sludge compost**. Acta Hort, v.172, p.99-116, 1985.
- BIDONE, F. R. A., REIS, M., SELBACH, P. **Compostagem – Aspectos teóricos e operacionais**. Apostila do curso realizado pela ABES/RS – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre: ABES, Julho 2003.
- BRASIL. Lei 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.
- \_\_\_\_\_. MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos** - Versão Pós Audiência e Consulta Pública para os Conselhos Nacionais. Brasília, 2012.
- BRUNI, V. C. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005. 118p.
- CARVALHO, C.R.B. **Compostagem de resíduos verdes e orgânicos alimentares**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de pós-graduação e pesquisa de engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Compostagem: A outra metade da reciclagem**. São Paulo, 2ª Edição, 2001.

COLVERO, D. A.; GOMES, A. P. D.; PFEIFFER, S. C. Análise dos custos das rotas tecnológicas dos resíduos sólidos urbanos de Cidade Ocidental, Goiás. **Revista Sodebrás**, v. 10, n. 117, p. 196–204, 2015.

COMURG - COMPANHIA DE URBANIZAÇÃO DE GOIÂNIA. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Goiânia**. Goiânia, 2015. Disponível em: <<https://www10.goiania.go.gov.br/DadosINTER/SISRS/Documentos/PlanoGestaoResiduosSolidos.PDF>> Acesso em: 10 mai. 2018.

ELK, A. G. H. P. V. **Redução de emissões na disposição final**. Coordenação de Karin Segala – Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40 p. (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos).

ESCOLA RESÍDUO ZERO. **O projeto**. Goiânia, 2019. Disponível em: <[www.escolaresiduozero.com.br](http://www.escolaresiduozero.com.br)> Acesso em: 10 Jul. 2019 às 14:30h.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para compostagem de biossólidos**. Edição FINEP – PROSAB, Rio de Janeiro 92p, 1999.

GOIÂNIA. **Lei 9.438** - Dispõe sobre a cobrança de preço público decorrente da prestação de serviços de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos produzidos por grandes geradores e dá outras providências. Goiânia, 2014.

GOMEZ, R. B.; FERRER, A. S. **The use of respiration indices in the composting process: A Review**. Waste Management e Research, v.24, n.1, p.37-47, 2006.

GUIDONI, L.L.C. et al. **Compostagem domiciliar: implantação e avaliação do processo**. Tecnológica, Santa Cruz do Sul, v.17, n.1, p.44-51, jan./jun.2013.

HAY, J. C. Desinfection of sewage sludge by windrow composting. In " **Desinfection of wastewater effluents and sludges conference**" University of Miami, Miami, Florida, 1984.

INSTITUTE FOR SOLID WASTES OF AMERICAN PUBLICS WORKS ASSOCIATION. **Municipal refuse disposal public administration service**. 3ª ed. Illinois, p. 293-329, 1970.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem – Estudo do IPEA traz dados sobre a reciclagem no Brasil e a forma de organização dos trabalhadores desse segmento**. IPEA, 2017.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Cerres, 1985. 492p.

\_\_\_\_\_. **Manual da compostagem: maturação e qualidade do composto**. Editado pelo autor. Piracicaba, São Paulo, 2002.

KNEER, F. X. **Procedimentos gerais para o processo KNEER**. Apostila do autor. Blaube- ren, Alemanha: Agosto, 1978.

LEITE, D. F. M. **Avaliação do uso e operação de composteira em pequena escala que utiliza vermicompostagem**. Graduação (Faculdade de Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: Versão Preliminar para consulta pública**. Brasília, 2012[a]. Disponível em: <[http://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos\\_diversos\\_do\\_portal/PNRS\\_Revisao\\_Decreto\\_2808\\_12.pdf](http://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_2808_12.pdf)> Acesso em: 25 Jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Como e porquê separar o lixo?** MMA, 2012[b]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/8521-como-e-porqu%C3%AA-separar-o-lixo>> Acesso em: 27 Jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **A3P - O que é A3P?** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p>> Acesso em: 27 nov. 2016.

MORADA DA FLORESTA. **Dúvidas frequentes - Composteira doméstica.** São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://moradadafloresta.eco.br/faq/composteiras-domesticas/>> Acesso em: 18 Jun. 2019.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente.** 4ª Edição, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Rio de Janeiro-Fortaleza, 380 p., 2011.

NÓBREGA, C. C. **Estudo e avaliação de um método de aeração forçada para compostagem em leiras.** Campina Grande, 01/03/1991. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

OLIVEIRA, L.S.B.L.; OLIVEIRA, D.S.B.L.; BEZERRA, B.S.; PEREIRA, B.S.; BATISTELLE, R.A.G. **Environmental of analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios.** *Journal of Cleaner Production*, v.155, p.229-237, 2017.

OVG - ORGANIZAÇÃO DAS VOLUNTÁRIAS DE GOIÁS. **Restaurante Cidadão completa 12 anos.** Goiânia, 2013[a]. Disponível em: <<http://www.ovg.org.br/post/ver/200269/restaurante-cidadao-completa-12-anos>> Acesso em: 28 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Restaurante Cidadão.** Goiânia, 2013[b]. Disponível em: <<http://www.ovg.org.br/post/ver/200269/restaurante-cidadao-completa-12-anos>> Acesso em: 28 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Manual normativo de implantação e estruturação das unidades do Restaurante Cidadão – OVG: 2.400 refeições.** Goiânia – Revisão, 2016.

PEIXOTO, J. O. **Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica.** Engenharia Sanitária: 15-18, 1981.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem – Processo de baixo custo.** Belo Horizonte: Fundo das Nações Unidas para a Infância, UNICEF, 1996.

QUEIROZ, J. E. G., LIMA, J. S., KORN, M. G. **Efeito do uso do composto selecionado e não selecionado, provenientes de lixo urbano, no teor de metais pesados e na produção de biomassa na cultura do milho.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 5, p. 59-67. 2000.

RAMEH, C. A. S. **Projeto de uma usina de compostagem.** 1º Encontro Nacional de Sistemas de Biodigestão - Confederação Nacional da Indústria. Revista DAE. Edição 124. n. 1237. 24-27p. Rio de Janeiro, 1980.

SILVA, L.N. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais.** Paraná, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná.

SILVA, P.R.D. et al. **Processo de estabilização de resíduos orgânicos. Vermicompostagem versus compostagem.** Química Nova, São Paulo, v.36, n.5, p.640-645, 2013.

SIQUEIRA, T. M. O.; ASSAD, M. L. R. C. L. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil)**. Ambiente e Sociedade. Vol. 18. n. 4. São Paul Oct/Dec. 2015.

SOUSA, R. V. **Avaliação ecotoxicológica do solo do aterro sanitário de Goiânia**. [Monografia de Engenharia Ambiental e Sanitária] UFG – Goiânia, julho, 2017.

SPINELLI, M. G. N.; CALE, L. R. Avaliação der resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição. **Rev. Simbio-Logias**, V. 2, n. 1, maio/2009.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H; VIGIL, S. **Integrated solid waste management: engineering principles and manages issues**. United States of America, New York: McGraw-Hill, 1993.

UFG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. **Plano de resíduos sólidos do estado de Goiás – Elaboração do prognóstico (produto 8)**. [Versão preliminar] UFG – Goiânia, novembro, 2015.

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Manual básico de compostagem – série: conhecendo os resíduos**. Manual adaptado de MEIRA, A. M.; CAZZONATTO, A. C.; SOARES, C. A. Piracicaba, USP Recicla, 2003.

VILELA, D. M.; PIESANTI, J. L. **Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos da UFGD por meio da compostagem**. Rev. Ciênc. Ext. v.11, n.3, p.28-39, 2015.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA O ATERRO SANITÁRIO

### IDENTIFICAÇÃO

- Nome do Município pesquisado:
- Nome do contato responsável pelas informações:
- Telefone do contato responsável pelas informações (Incluir DDD):
- Cargo do responsável pelas informações:
- E-mail do responsável pelas informações:
- Nome do órgão responsável pelas informações:
- Endereço da instituição responsável pelas informações:
- CNPJ da instituição responsável pelas informações:

### OBTENÇÃO DE DADOS DO ATERRO SANITÁRIO DE GOIÂNIA

Este questionário tem como objetivo conseguir dados a respeito dos resíduos sólidos destinados ao aterro sanitário de Goiânia pelos grandes geradores para posterior análise comparativa quantitativa e qualitativa a respeito dos impactos ambientais causados por estes. As análises realizadas a partir das respostas dadas a este questionário auxiliarão na elaboração do texto da dissertação de conclusão do curso de mestrado do IFG da mestranda Nádyá de Sá Almeida Costa Silva.

1. Quais as normas internas para receber os resíduos Classe 2?
2. E quais as normas para recebimento dos resíduos de Construção e Demolição?
3. Qual é a quantidade média de resíduos que entram no aterro por dia e mês?
4. Qual a quantidade média de caminhões de carroceria (fixa, compactadora, basculante) que entra no aterro sanitário de Goiânia por dia?
5. Existem quantas empresas cadastradas que podem realizar o transporte e destinação de resíduos de grandes geradores em Goiânia?
6. Quantas empresas cadastradas como grandes geradoras fecharam contrato de destinação de resíduos sólidos com o aterro?
7. Qual a composição gravimétrica atual do aterro?
8. Dentro do aterro é feita a separação entre resíduos orgânicos, recicláveis e rejeito? Qual o volume de lixo reciclado (Ton./Mês)?
9. Para onde é destinado o efluente tratado nas lagoas da ETE do aterro?
10. Qual a composição básica do chorume do aterro? Poderia ser classificado como tóxico para o solo e/ou água?
11. Com a atual situação vivida pelo aterro, por quantos anos o mesmo poderia continuar operando?

12. Existe serviço de coleta de resíduos sólidos (Lixo) no município? \* Selecione apenas uma opção.
- Sim
  - Não
  - Não soube avaliar
  - Não respondeu
13. Como é feita a cobrança pelos serviços de coleta (direta e indireta) de lixo: \* Selecione apenas uma opção.
- Cobrança anual
  - Cobrança mensal 3
  - Não há cobrança
  - Não soube avaliar
  - Não respondeu
14. Qual o valor cobrado pela prefeitura de Goiânia para receber esses resíduos? Existe data para revisão/mudança deste valor? Há diferença de valor de acordo com o tipo de resíduo?
15. Qual o número de funcionários empregados no serviço de coleta (direta e indireta) de lixo?
16. Qual o número de funcionários empregados no serviço terceirizado de coleta (direta e indireta) de lixo?
17. Qual o número de funcionários empregados na destinação final do lixo?
18. Qual o custo médio mensal com a mão de obra empregada no sistema de limpeza urbana no ano de 2017 (Valor médio em reais / mês)?
19. : Existe um sistema de atendimento à população (admitem-se múltiplas respostas): Selecione até 6 opções. Selecione até 6 opções.
- Telefone
  - Pessoalmente
  - Correio eletrônico (e-mail)
  - Fax
  - Correspondência
  - Outros
  - Não possui esse sistema
  - Não soube avaliar
  - Não respondeu
20. Qual é a principal reclamação ou solicitação sobre o serviço de manejo de resíduos sólidos (Lixo)? Selecione apenas uma opção.
- Solicitação para implantação da coleta domiciliar regular
  - Solicitação para a implantação de serviços de limpeza pública
  - Reclamação sobre serviços executados
  - Reclamação sobre lançamento clandestino de lixo
  - Outro
  - Não há reclamações
  - Não soube avaliar
  - Não respondeu
21. A instituição possui algum programa social para a preservação do meio ambiente (admitem-se múltiplas respostas) Selecione até 4 opções.

- Programa de educação sanitária e/ou ambiental
  - Programa de mutirão
  - Reuniões com moradores e/ou associados
  - Outro
  - Não possui programa social
  - Não soube avaliar
  - Não respondeu
- 22.** Como é calculada a cobrança pelos serviços regulares de coletas de resíduos sólidos (Lixo)? Selecione apenas uma opção.
- Valor/percentual único em toda a cidade
  - Valor/Percentual calculado sobre o valor do IPTU
  - Cota por metro quadrado de área construída
  - Cota por tipo de construção
  - Cota por localização
  - Outra
  - Não soube avaliar
  - Não respondeu
- 23.** O aterro sanitário de Goiânia é licenciado?
- 24.** O Município possui um Sistema de Informações Ambientais, com dados sobre a Gestão de Resíduos Sólidos, disponível: Selecione apenas uma opção.
- Sim, de acesso interno dos órgão ambientais
  - Sim, de acesso público
  - Em construção / implantação
  - Não possui o Sistema
  - Não soube avaliar
  - Não respondeu
- 25.** Avalie a Política de Gestão de Resíduos existente no município: Selecione a opção que você considera, em sua opinião, mais adequada (a resposta não será divulgada com referência ao município pesquisado), 1 – péssima, 2 – ruim, 3 – regular, 4 – boa, 5 – ótima.
- 26.** Na sua opinião, a Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei n. 12.305/2010 está sendo corretamente efetivada no seu município? Selecione uma opção, de modo subjetivo (a resposta não será divulgada com referência ao município pesquisado)
- Sim, completamente
  - Sim, porém parcialmente
  - Não está sendo efetivada
  - Não soube avaliar
  - Não respondeu
- 27.** Na sua opinião, quais as principais deficiências e o que precisa melhorar na Gestão de Resíduos do Município (a resposta não será divulgada com referência ao município pesquisado).

## **APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA GRANDE GERADOR**

Os dados obtidos a partir deste questionário serão utilizados para elaboração dos resultados do estudo de caso do trabalho da mestrandia Nádyia de Sá Almeida Costa Silva – estudante do curso de Mestrado em Tecnologias de Processos Sustentáveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Após o estudo de caso será apresentada uma proposta para redução e/ou reciclagem dos resíduos e gerenciamento dos mesmo de maneira ambientalmente adequada.

### **1 IDENTIFICAÇÃO**

1.1 Razão Social:

1.2 CNPJ:

1.3 Contato ou pessoa responsável:

1.4 Localização:

1.5 Termo ou acordo de interesse em contribuir para o projeto: item importante, desde que a proposta para estudo de redução e gerenciamento de resíduos de restaurante exige a conscientização dos usuários e colaboradores quanto à questão ambiental para que o projeto possa contribuir de forma contínua para o seu desenvolvimento futuro.

### **2 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO**

2.1 Número de refeições servidas?

2.2 Número de atendimentos diários (pessoas/dia); número de atendimentos total durante a semana?

2.3 Dias de maior fluxo?

2.4 Horários de maior fluxo?

2.5 Qual a quantidade média de resíduos produzida por mês?

2.6 Qual a quantidade de resíduos produzidas por semana?

2.7 Em algum dia da semana a produção de resíduos é mais intensificada?

2.8 O que é feito com as sobras de comida?

2.9 Em que área do restaurante é produzida maior quantidade de resíduos (cozinha, banheiro, local onde os clientes comem, outros)?

2.10 É realizada a segregação dos resíduos em recicláveis e não recicláveis?

2.11 Origem das aquisições e compras de folhas, cereais, carnes e outros para serem preparados no restaurante?

- a) \_\_\_\_\_ carnes, \_\_\_\_\_ origens:  
 \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_;  
 \_\_\_\_\_. Levantar total adquirido em 2016-2017: \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_ Folhagens, \_\_\_\_\_ frutas e \_\_\_\_\_ perecíveis, \_\_\_\_\_ origens:  
 \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_;  
 \_\_\_\_\_. Levantar total adquirido em 2016-2017: \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_ Cereais, \_\_\_\_\_ origens:  
 \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_;  
 \_\_\_\_\_. Levantar total adquirido em 2016-2017: \_\_\_\_\_
- d) outros, especifique \_\_\_\_\_, origens:  
 \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_;  
 \_\_\_\_\_. Levantar total adquirido em 2016-2017: \_\_\_\_\_

2.12 Quantas pessoas empregadas ou colaboradoras: Número de empregados: \_\_\_\_\_ e Número de colaboradores e voluntários: \_\_\_\_\_.

2.13 Programas sociais ou ambientais: ( ) sim ( ) não Especificar: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### 3 ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO

3.1 Onde o resíduo é armazenado até ser transportado para destinação final? ( ) interno ( ) externo/coberto ( ) externo exposto ao ar livre (área sem cobertura).

3.2 Por quanto tempo esse resíduo costuma ser armazenado?

### 4 CARACTERIZAÇÃO DA DESTINAÇÃO

4.1 Como é realização a destinação dos resíduos?

4.2 A coleta dos resíduos para destinação final é realizada pela empresa pública de coleta (COMURG) ou há alguma empresa contratada para isso? Destinação dos resíduos gerados no restaurante: ( ) aterro sanitário, pela coleta da prefeitura (COMURG); ( ) outros, especifique: \_\_\_\_\_; ( ) Frequência da coleta: \_\_\_\_\_/semana.

4.3 Quais resíduos são coletados diariamente?  
 \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_;

### Cronograma para coleta das amostras dos resíduos – trabalho de campo

**Período de coleta:**

**1- Nome responsável pela coleta e Data:**

**2- Horário:**

**3- Local no restaurante:**

**3- Tipo resíduo:**

**4- Pesagem do resíduo bruto na balança:**

**5- Pesagem do resíduo triado na balança: úmido \_\_\_\_\_ (g); reciclável \_\_\_\_\_ (g);  
rejeito \_\_\_\_\_ (g); Logística Reversa \_\_\_\_\_ (g).**

## APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DE PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS

Os dados obtidos a partir deste questionário serão utilizados para elaboração dos resultados do estudo de caso do trabalho da mestranda Nádyá de Sá Almeida Costa Silva – estudante do curso de Mestrado em Tecnologias de Processos Sustentáveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

### 1. IDENTIFICAÇÃO

a) Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

b) Estado civil?

Casado  Solteiro  Divorciado  Amasiado

Outros: \_\_\_\_\_

c) Qual a sua profissão?

Aposentado

Comerciante/comerciante

Estudante

Desempregado

Outros  \_\_\_\_\_

d) Mora próximo do restaurante?

Sim  Não

e) Trabalha próximo do restaurante?

Sim  Não  Não trabalha

### 2. PERCEPÇÃO

a) A comida servida é de qualidade?

Excelente  Boa  Regular  Ruim  Péssima

b) Com qual frequência você realiza refeições no restaurante Cidadão?

Diariamente

mais de 3 vezes na semana

de 1 a 2 vezes na semana

de 2 a 3 vezes no mês

menos de 1 vez por mês

c) Você costuma consumir toda a comida que coloca no prato?

Sim, sempre

Depende do cardápio

Não consumo tudo

d) Você realiza a separação dos resíduos orgânicos e recicláveis quando almoça no restaurante?

Sim

Não.

Por que? \_\_\_\_\_

e) A forma de separação dos resíduos feita no restaurante, na sua opinião, é:

Excelente  Boa  Regular  Ruim  Péssima

Comente: \_\_\_\_\_

f) Você sabe para onde é destinado o resíduo produzido no restaurante?

Não

Não sei, mas não me interessa.

Sim.

Comente para onde: \_\_\_\_\_

g) Você faz a separação dos resíduos recicláveis e orgânicos na sua casa?

Não

Sim.

Comente como: \_\_\_\_\_

Texto do Anexo

## ANEXO A – SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás | Câmpus  
Goiânia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS GOIÂNIA  
COORDENAÇÃO DO MESTRADO EM TECNOLOGIA DE PROCESSOS  
SUSTENTÁVEIS

**Ofício 006/2017-PPGTPS/IFG Câmpus Goiânia**

Goiânia, 28 de agosto de 2017.

Ao Senhor

Major Anderson Augusto Tavares de Souza

Diretor-Geral da Organização das Voluntárias de Goiás

Rua T-14, nº 249, Setor Bueno, Goiânia-GO, 74.230-130

**Assunto: Autorização para Pesquisa de Campo**

Senhor Major Anderson,

1. Por meio deste, apresentamos a acadêmica **Nády de Sá Almeida Costa Silva**, vinculada ao Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG –, Câmpus Goiânia, devidamente matriculada nesta instituição de ensino, sob o nº 20162011140173.
2. Solicitamos a concessão de autorização para a realização de pesquisa de campo, cujos dados seguem:  
Projeto de Dissertação de Mestrado – Estudo de caso: Grandes Geradores de Resíduos Sólidos Urbanos - Restaurante Cidadão.  
Aluna: Nády de Sá Almeida Costa Silva  
Orientadora: Profa. Dra. Warde Antonieta da Fonseca-Zang  
Coorientador: Prof. Dr. Joachim Werner Zang  
Período do projeto: Agosto de 2016 a Agosto de 2018.
3. Solicitamos ainda a permissão para a divulgação desses resultados e suas respectivas conclusões, em forma de pesquisa, preservando os valores éticos inerentes à prática científica.
4. Colocamo-nos à disposição para quaisquer outros esclarecimentos.
5. Agradecemos sua compreensão e colaboração no processo de desenvolvimento desta profissional e da pesquisa científica em nossa região.

Respeitosamente,

**Prof. Dr. FERNANDO SCHMIDT**

**Coordenador do Programa de Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis**

**Portaria nº 001 de 04/01/2016**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Goiânia  
Coordenação do Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis  
Rua 75, nº 46, Sala T-203 – Setor Central, CEP: 74055-110, Goiânia-GO  
Fone: (62) 3227-2811

## ANEXO B - OFÍCIO DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA



*Organização das Voluntárias de Goiás*

Ofício n.º 807/17 – DG

Goiânia, 05 de setembro de 2017.

Ilustríssimo Senhor

**Prof. Dr. Fernando Schmidt**

Coordenador do Programa de Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis  
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Goiânia  
 Rua 75, nº.46, Sala T-203 – Setor Central  
 Goiânia GO CEP: 74.055-110

Assunto: Autorização para Pesquisa de Campo

Senhor Coordenador,

Em atenção ao Ofício 006/2017-PPGTPS/IFG, informamos que está autorizada a Pesquisa de Campo para subsidiar o Projeto de Dissertação de Mestrado – Estudo de Caso: Grandes Geradores de Resíduos Sólidos Urbanos – Restaurante Cidadão, salientando ser imprescindível a preservação dos valores éticos inerentes à prática científica, visando resguardar os registros coletados na referida unidade.

Ao ensejo, externamos protestos de estima e alto apreço.

Atenciosamente,

Anderson Augusto T. de Souza – Major PM  
 Diretor Geral

Helca de Sousa Nascimento  
 Diretora de Ações Sociais

*Recebido em  
 21/09/2017  
 Helena*

