

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL

ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE COBRANÇA E
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS
– ESTUDO DE CASO NO LAGO NORTE, DISTRITO
FEDERAL

AMANDA FARAGO DE AZEVEDO

ORIENTADOR: FRANCISO JAVIER CONTRERAS PINEDA

COORIENTADORA: FLORA LYN DE ALBUQUERQUE

FUJIWARA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA
AMBIENTAL

BRASÍLIA/DF: NOVEMBRO/2021

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE COBRANÇA E
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS
– ESTUDO DE CASO NO LAGO NORTE, DISTRITO
FEDERAL**

AMANDA FARAGO DE AZEVEDO

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

APROVADA POR:

**FRANCISCO JAVIER CONTRERAS PINEDA, DSc. (ENC/UnB)
(ORIENTADOR)**

**CLAUDIO HENRIQUE DE ALMEIDA FEITOSA PEREIRA, DSc. (ENC/UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**TUPAC BORGES PETRILLO (EMATER-DF)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 09 DE NOVEMBRO DE 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

AZEVEDO, AMANDA FARAGO

ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE COBRANÇA E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS – ESTUDO DE CASO NO LAGO NORTE, DISTRITO FEDERAL

[Distrito Federal] 2021.

xiii, 91 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Ambiental, 2021)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Resíduos Sólidos Orgânicos
 2. Compostagem Caseira
 3. Pay As You Throw
 4. Comportamento Pró-Ambiental
- I. ENC/FT/UnB

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AZEVEDO, A.F. (2021). *Análise de Alternativas de Cobrança e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos – Estudo de Caso no Distrito Federal*. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 91 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Amanda Farago de Azevedo

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE COBRANÇA E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS – ESTUDO DE CASO NO LAGO NORTE, DISTRITO FEDERAL

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Ambiental / 2021

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta Monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Amanda Farago de Azevedo

amandafarago.a@gmail.com

Brasília/DF – Brasil

DEDICATÓRIA

*Dedico esta monografia à minha família.
Especialmente meus pais, Cristina Farago e Armando Azevedo,
Minha irmã, Beatriz Farago, minha avó, Terezinha Costa,
E meu namorado, Matheus Viana.*

“Quando você muda a forma como olha para as coisas, as coisas que você olha mudam”

Wayne Dyer.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e todas as condições favoráveis para que pudesse completar minha graduação com excelência.

Agradeço aos meus pais, Cristina Farago e Armando Azevedo, por terem me criado com a melhor educação possível, por sempre incentivarem meus estudos, por terem me proporcionado as melhores condições para que eu concluísse meu curso com êxito e por serem os meus maiores exemplos de competência, esforço e trabalho duro.

Agradeço a minha irmã, Beatriz Farago, por ser a melhor companhia que eu poderia ter, por rir e chorar comigo, por me amparar sempre que precisei, por sempre me dar as opiniões mais sinceras e ser minha dupla pra vida.

Agradeço à minha avó, Terezinha Costa, por ser meu porto seguro, por me receber na sua casa de braços abertos a todo momento e por me dar o amor mais puro que eu conheço.

Agradeço ao meu namorado, Matheus Viana, por ser meu companheiro, por me incentivar e apoiar em todas as minhas decisões, por me tornar uma pessoa melhor todos os dias. Te amo e te admiro.

Agradeço aos meus amigos e companheiros da Direx 19, Diretoria Executiva 2019, da Concreta Consultoria e Serviços, por terem enfrentado uma das maiores jornadas de aprendizado e autoconhecimento que pude vivenciar durante a graduação, vocês foram fundamentais para formar a pessoa que sou hoje.

Agradeço à Ambientale Projetos, minha primeira experiência de empreendedorismo, junto com Thiago Koppe, Ikaro Yokoy e Matheus Viana, em que pude aprender sobre o mercado de trabalho e sobre a importância dar a cara a tapa para alcançar objetivos.

Agradeço à minha amiga Ana Alice Marques, que está comigo desde criança, com quem sei que posso contar sempre que precisar e que, mesmo distante, é muito presente na minha vida.

Por fim, agradeço ao meu Professor orientador, Francisco Pineda, por todo o apoio ao longo da graduação e da elaboração deste projeto, seu suporte e contribuição foram fundamentais. Também agradeço à minha coorientadora, Flora Fujiwara, pela assistência ao longo da elaboração deste projeto.

Por fim, agradeço à Universidade de Brasília e aos professores do ENC, por estes 6 anos inesquecíveis e engrandecedores.

RESUMO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei N° 12.305/2012 dispõe a respeito da disposição final de resíduos sólidos apenas para rejeitos, também definidos pela Lei como 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). No Distrito Federal, em 2019, dos resíduos provenientes da Coleta Convencional, 28,8% foram destinados a Unidades de Tratamento Mecânico Biológico (UTMBs), ou seja, 71,2% dos resíduos sólidos orgânicos são enviados ao Aterro Sanitário de Brasília. Neste contexto, este trabalho de pesquisa explorou possibilidades de implementação de dois programas visando a redução e a separação na fonte: implementação do *Pay As You Throw* e incentivo à compostagem caseira. Para isso, foi realizado um estudo de caso na Região Administrativa do Lago Norte, a fim de traçar um perfil (por meio de perguntas da escala *General Ecological Behaviour – GEB*) e estimar a aceitabilidade da área, através de questionário online. Paralelamente, foi realizada a caracterização do atual sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos orgânicos no Distrito Federal, com enfoque nas UTMBs e no Composto Orgânico de Resíduos Sólidos (CORS) produzido, caracterizando sua qualidade. Como resultados, encontrou-se que a contaminação do CORS ultrapassa os valores de referência em mais de 10 vezes e que, ainda assim, a quantidade de composto produzido não supre a demanda, com uma diferença de mais de 13 mil toneladas. Além disso, no formulário enviado, foram coletadas 126 respostas, das quais 42% já realizam compostagem caseira. Também foram coletados dados sobre os principais impedimentos para o início da prática de compostagem, e disposição a pagar pelo descarte de resíduos indiferenciados ou misturados. Por fim, a partir dos dados coletados, foi identificada a principal abordagem que pode ser relevante para políticas públicas de incentivo à compostagem caseira e, por fim, foi estimado o potencial desvio de resíduos sólidos orgânicos do aterramento, que foi de 12,35%.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Orgânicos, Compostagem Caseira, *Pay As You Throw*, Comportamento Pró-Ambiental.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. ECONOMIA CIRCULAR	5
3.2. RESÍDUOS SÓLIDOS E A POLÍTICA AMBIENTAL BRASILEIRA	7
3.3. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	13
3.3.1. Resíduos Sólidos Urbanos Orgânicos	17
3.4. COMPOSTAGEM	17
3.4.1. Compostagem Centralizada	19
3.4.2. Compostagem Descentralizada	21
3.4.2.1. Vermicompostagem	22
3.4.2.2. Compostagem Simples	24
3.5. ESTRATÉGIAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	25
3.5.1. <i>Pay As You Throw</i> – Pague ao descartar	25
3.5.2. Incentivo à Compostagem Caseira	27
3.6. COMPORTAMENTO DOS INDIVÍDUOS E TOMADA DE DECISÃO	29
3.6.1. Comportamento a partir da implementação de sistemas <i>Pay As You Throw</i> . ..	30
3.6.2. Comportamento de Indivíduos que Realizam Compostagem Caseira	31
3.6.3. Comportamento Pró-Ambiental	32
4. METODOLOGIA	35
4.1. ESTUDO DE CASO	35

4.1.1.	Definição dos Critérios para Seleção da Área de Estudo.....	37
4.2.	PESQUISA ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIO	37
4.2.1.	Perguntas, Amostragem e Formulário – Geral.....	39
4.2.2.	Abordagem do Questionário – <i>Pay As You Throw</i>	45
5.	RESULTADOS.....	50
5.1.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	50
5.1.1.	Percentual de Produção de Resíduos Sólidos Orgânicos	50
5.1.2.	Geração per Capita.....	52
5.1.3.	Urbanização horizontal	54
5.1.4.	Área Verde e Área Construída dos Lotes.....	55
5.2.	CARACTERIZAÇÃO DA COLETA E TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO DISTRITO FEDERAL.....	57
5.2.1.	Unidades de Tratamento Mecânico Biológico	61
5.2.2.	Características do Composto Orgânico de Lixo.....	64
5.2.3.	Demanda por Composto Orgânico de Resíduos Sólidos	68
5.3.	ANÁLISE DO QUESTIONARIO	69
5.4.	RESULTADOS APLICADOS – COMPOSTAGEM CASEIRA.....	74
5.5.	RESULTADOS APLICADOS – PAY AS YOU THROW	76
5.6.	RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DESVIADOS DE ATERRAMENTO 79	
6.	CONCLUSÕES.....	83
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
	ANEXO I	i
	ANEXO II	iv

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Redução do percentual de resíduos úmidos disposto em aterros, com base na caracterização nacional de 2013 (%).....	11
Tabela 3.2 - Metas para o manejo de resíduos domiciliares.	12
Tabela 3.3 - Abordagem geral das tecnologias de compostagem	19
Tabela 3.4 - 50 perguntas de comportamentos pró ambientais agrupados em 6 domínios.	34
Tabela 4.1 - Seções, Perguntas, Opções de Resposta e Saltos Lógicos do Formulário	42
Tabela 4.2 - Categorias de cada pergunta CEG	45
Tabela 4.3 - Evolução da Receita do SLU advinda da TLP ao longo dos anos.....	46
Tabela 4.4 - Principais características dos sistemas de cobrança a partir de peso e volume, aplicadas ao contexto da área de estudo.....	48
Tabela 5.1 - Resíduos coletados em 2020 por Região Administrativa do DF	53
Tabela 5.2- Populações, Classes de Renda e Resíduos coletados em 2015 por Região Administrativa do DF.....	54
Tabela 5.3 - Tabela comparativa entre resultados das amostras do SLU e Resolução CONAMA 01/2009 e IN SDA 27/2006.....	65
Tabela 5.4 - Demanda por CORS de produtores rurais segmentado por RA e tamanho da área de cultura no ano de 2020.....	68
Tabela 5.5 - Distribuição de Respostas da Seção de Dados Demográficos	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Economia circular no contexto de gerenciamento e valorização de RSU	6
Figura 3.2 - Gravimetria do RSU no Brasil	14
Figura 3.3 - Diagrama de fluxos de ciclo de vida de materiais e de energia, com suas respectivas emissões e absorções de GEEs	15
Figura 3.4 - Evolução Histórica da Emissão de GEEs no setor de resíduos no Brasil	16
Figura 3.5 - Máquina especializada em revolver leiras de compostagem com capacidade de aerar 2000 toneladas de resíduos por hora.	20
Figura 3.6 - Local de compostagem de lodo de esgoto, mostrando leiras perto da finalização do processo.	21
Figura 3.7 - Desenho esquemático de vermicompostagem doméstica.....	23
Figura 3.8 - Composteira doméstica simples, disponível para compra na internet.....	23
Figura 3.9 - Compostagem simples a nível doméstico	24
Figura 3.10 - Países com altas taxas de reciclagem e compostagem na Europa e Ásia Central	29
Figura 4.1 - Fluxograma com etapas metodológicas e aplicação prática.....	36
Figura 4.2 - Principais alternativas para implementação do PAYT	47
Figura 4.3 - Ciclo de Deming adaptado para design e gerenciamento de sistema PAYT ..	49
Figura 5.1 - Caracterização dos resíduos da coleta convencional no DF – orgânicos, rejeitos e recicláveis	51
Figura 5.2 - Caracterização dos resíduos da coleta seletiva no DF – orgânicos, rejeitos e recicláveis.....	51
Figura 5.3 - Geração de resíduos per capita de acordo com Produto Interno Bruto	53
Figura 5.4 - Mapa com Lotes Registrados e Trechos Rodoviários na RA do Lago Norte e Entorno.....	55
Figura 5.5 - Mapa com Lotes Registrados e Área Verde (Permeável) ao longo das QIs e QIs 1 a 16	56
Figura 5.6 - Mapa Aproximado Lotes Registrados e Área Verde (Permeável) ao longo das QIs e QIs 1 a 16.....	57
Figura 5.7 - Fluxograma de Resíduos Sólidos Domiciliares Coletados pelo SLU/DF (adaptado).....	58
Figura 5.8 - Mapa das Regiões Administrativas do DF atendidas pela Coleta Seletiva.....	59
Figura 5.9 - Etapas Funcionais em uma Usina de Tratamento Mecânico Biológico	61

Figura 5.10 - Fluxograma de processamento dos resíduos na UTMB de Ceilândia.....	62
Figura 5.11 - Fluxo de Referência na UTMB Ceilândia em 2019	63
Figura 5.12 - Esteira transportadora com catadoras realizando a retirada de materiais recicláveis.....	63
Figura 5.13 - Condução dos resíduos em esteiras até a Peneira Trommel (rotativa).....	64
Figura 5.14 - Galpão de Compostagem.....	64
Figura 5.15 - Composto de lixo orgânico proveniente da UTMB de Ceilândia. CORS descartado por apresentar alto nível de contaminação por materiais inertes.	67
Figura 5.16 - Aparência do CORS normalmente produzido	67
Figura 5.17 - Distribuição do rendimento bruto do trabalho principal por faixas de salário-mínimo, Lago Norte, Distrito Federal, 2018.....	70
Figura 5.18 - Frequência dos CEGs de Redução de Resíduos e Reciclagem	72
Figura 5.19 - Gráfico com principais impedimentos para dar início à atividade de compostagem caseira.....	75
Figura 5.20 - Disposição a pagar pelo descarte inadequado (misturado) de RS - Amostra Lago Norte	77
Figura 5.21 - Disposição a pagar por grupo amostral - que realiza e que não realiza compostagem.....	78

LISTA DE NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

ASB – Aterro Sanitário de Brasília
CC – Coleta Convencional
CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal
CORS – Composto Orgânico de Resíduos Sólidos
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CS – Coleta Seletiva
DF – Distrito Federal
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal
GEE – Gás do Efeito Estufa
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
LEVs – Locais de Entrega Voluntária
LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto
ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
PAYT – Pay As You Throw (Pague ao descartar)
PDGIRS – Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PEVs – Pontos de Entrega Voluntária
PIB – Produto Interno Bruto
PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
RA – Região Administrativa
RLU – Resíduos de Limpeza Urbana
RSD – Resíduos Sólidos Domiciliares
RSO – Resíduos Sólidos Orgânicos
SLU – Serviço de Limpeza Urbana
TLP – Taxa de Limpeza Pública
UTMB – Unidade de Tratamento Mecânico Biológico

1. INTRODUÇÃO

O aumento contínuo da população mundial, exacerbado pela urbanização e intensificado pelos padrões de vida, levará a quantidades crescentes de resíduos sólidos urbanos (RSU). Essa questão é complexa pois os RSU possuem diversas frações distintas, como alimentos, papéis, metais, plásticos e resíduos perigosos (Bolton e Rousta, 2019).

Cotidianamente, o ato de descartar resíduos é natural, faz parte da rotina, é apenas “jogar fora”. Mas, jogar “fora” é jogar “dentro”. A Terra é um planeta finito e limitado, não só em recursos materiais e energéticos, mas também em espaço e capacidade de assimilar a poluição gerada (Leitão, 2015).

Dessa forma, faz-se necessário prover uma destinação final a estes resíduos descartados. Tradicionalmente, os RSU têm sido gerenciados utilizando uma série de soluções, desde aterros sanitários bem projetados, até despejos em terrenos abertos. No entanto, pelos fatores citados anteriormente, faz necessário mecanismos alternativos de tratamento (TWB, 2016).

Tendo em vista a possibilidade de valorização dos resíduos, o Fórum Econômico Mundial tem apontado a economia circular como modelo que possibilita a reintrodução dos resíduos na cadeia produtiva, de forma a reduzir a pressão sobre os recursos naturais (Leitão, 2015). Assim, Zago e Barros (2017) abordam os resíduos orgânicos como ponto fundamental para o alcance da economia circular, uma vez que alternativas de tratamento no local podem contribuir para a redução na fonte. Segundo a ABRELPE (2020), dentre os RSU gerados no ano de 2020 no Brasil, a fração orgânica corresponde à maior parte, sendo quase metade do total, representando 45,3%. De forma complementar, na 10ª Conferência Internacional sobre Economia Circular e Resíduos Orgânicos (ORBIT 2016) foram abordados aspectos para gestão e recuperação destes resíduos orgânicos, entre eles a prevenção de resíduos, a separação na fonte, a compostagem e a biodigestão (Zago e Barros, 2017).

Em alternativas centralizadas de gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos, como a compostagem centralizada e a biodegestão anaeróbia, um pré-requisito fundamental é a separação na fonte, que evita o posterior trabalho de separação de resíduos por via mecânica, com custos e eficiência associados. Essa separação evita a contaminação dos resíduos, que interferem na qualidade final do composto orgânico, no caso da compostagem, e podem interromper o metabolismo do processo biológico, no caso da biodigestão anaeróbia (Schalch *et al.*, 2015; Silva, *et al.* 2015).

A compostagem é uma solução sustentável que pode ter baixos custos e requer menos capacidade técnica que outros métodos alternativos de tratamento de orgânicos (TWB, 2016). Através dos anos, a prática da compostagem no meio rural tem sido extensa, utilizando restos vegetais e esterco animal, já no meio urbano, utiliza-se a fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares, de forma controlada (IPT E CEMPRE, 2000).

No Distrito Federal, o Serviço de Limpeza Urbana opera duas usinas de tratamento mecânico-biológico (UTMBs) responsáveis pela geração do Composto Orgânico de Resíduos Sólidos (CORS), que é doado aos agricultores cadastrados. Segundo o SLU (2019), foram produzidas, em 2019, mais de 63 mil toneladas de composto orgânico de lixo, das quais 15 mil toneladas foram doadas para agricultores familiares. No entanto, em função da coleta dos resíduos domiciliares urbanos – separados em coleta convencional e reciclável – as características do composto gerado podem não atender aos padrões de qualidade estabelecidos pelas normas, tanto para comercialização, quanto para uso, causando, inclusive, o descarte do composto ainda na UTMB, a depender da sua qualidade.

Com as limitações da compostagem centralizada, estratégias alternativas podem ser utilizadas, sendo uma delas a compostagem caseira. Entre os benefícios da compostagem caseira, se encontram o desvio de aterramento, a economia de custos, a qualidade do composto orgânico gerado e a sua complementaridade com outras estratégias de desvio (Pai *et al.*, 2019) como o *Pay As You Throw*, que se caracteriza como um sistema tarifário, que impacta diretamente na redução e separação na fonte, conforme resultados encontrados por Houtven e Morris (1999).

Para contribuir com a sustentabilidade financeira do sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos domiciliares existente no DF, é cobrada a Taxa de Limpeza Pública (TLP), juntamente ao Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), que são pagos uma vez ao ano e fornecem acesso ilimitado ao serviço, até o pagamento da taxa ano seguinte. No entanto, o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos prevê como meta, até o ano de 2023, revisar, aprovar e implementar novo modelo de cobrança dos serviços de manejo de resíduos em substituição à TLP. Ainda, segundo a Nota Técnica N° 4/2020, emitida pela Adasa em outubro de 2020, referente à avaliação do cumprimento das metas do PDGIRS, o indicador de sustentabilidade econômico-financeira demonstra que o valor arrecadado com a TLP ainda é insuficiente para cobrir os custos com os serviços de manejo de RS. Neste sentido, o relatório reforça a necessidade de revisão da metodologia de cobrança.

Neste cenário, os modelos *Pay As You Throw*, também definidos como taxaço unitária ou variável, atuam de forma que cada cidadão contribui economicamente com o custo do serviço de coleta e tratamento de resíduos, de acordo com a quantidade efetiva de resíduos que ele descarta. Neste caso, há uma mudança de paradigma, de um sistema embasado em impostos fixos, para um sistema embasado no uso do serviço. Diversos benefícios são identificados ao redor do mundo a partir da implementa  o do *Pay As You Throw*, com destaque para a redu  o de resíduos e o aumento das taxas de reciclagem (Elia *et al.*, 2015).

Neste contexto, será realizada a análise de alternativas de cobrança e gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares, através de estudo de caso na Região Administrativa do Lago Norte, em que serão explorados o atual cenário e a percep  o dos moradores em rela  o    duas questões: compostagem caseira e disposi  o a pagar pelo descarte. Paralelamente, será feito um diagnóstico do atual sistema de triagem e compostagem de resíduos nas UTMBs.

A principal ferramenta de análise utilizada foi um questionário online, distribuído eletronicamente para a popula  o da Região com o intuito de entender as atitudes pr  -ambientais dos moradores, através de perguntas do *General Ecological Behaviour* (GEB) ou Comportamento Ecológico Geral (CEG), nas categorias Redu  o de Resíduos e Reciclagem, e caracterizar a amostra em termos de realiza  o ou não realiza  o de compostagem caseira, além dos tipos realizados, entre outros aspectos relevantes detalhados ao longo do trabalho.

Dessa forma, este trabalho    dividido em seis capítulos, sendo eles: Introdu  o, Objetivos, Revisão Bibliográfica, Metodologia, Resultados e Conclusão. Na Revisão Bibliográfica, serão abordados conceitos como economia circular, a legisla  o brasileira sobre resíduos sólidos, características e descri  o dos resíduos sólidos urbanos e orgânicos, compostagem, estratégias de gerenciamento e cobrança, além de comportamento de indivíduos.

No capítulo de Metodologia, serão abordados os critérios para escolha da Região Administrativa do Lago Norte, a metodologia de estudo de caso selecionada para este trabalho, além da metodologia para elabora  o e aplica  o do questionário.

Já os resultados serão segmentados em caracteriza  o da área de estudo, caracteriza  o do sistema de coleta e tratamento de resíduos sólidos orgânicos no DF, resultados do formulário e, por fim, o cálculo do desvio de resíduos sólidos orgânicos de aterramento.

Ao final, o capítulo de Conclusão sumariza e traz os principais resultados, reflexões e pontos de melhoria para o projeto.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Investigar estratégias de redução de resíduos sólidos orgânicos direcionados à gestão pública, em estudo de caso na região administrativa do Lago Norte. Para tanto, os objetivos específicos são:

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o sistema de compostagem centralizada e a qualidade do composto orgânico produzido no Distrito Federal;
- Identificar a disposição a pagar a partir da implementação do *Pay As You Throw*, analisando-o como estratégia de redução e separação de resíduos na fonte e sua relação com o comportamento dos moradores da área de estudo;
- Analisar o cenário de compostagem caseira na área de estudo com base nos impedimentos para sua realização e possíveis incentivos;
- Determinar a quantidade de resíduos orgânicos desviados de aterramento resultantes da implementação de compostagem caseira na área de estudo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fim de construir a linha de raciocínio acerca do tema deste trabalho, a revisão bibliográfica e o referencial teórico se fazem fundamentais. Para isso, foram utilizados artigos científicos de revistas conceituadas, assim como livros, teses de mestrado e doutorado, além de dados de livre acesso disponibilizados pelo governo para embasar os pontos abordados nesta seção.

Dessa forma, neste tópico, serão apresentados alguns aspectos importantes, tais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), resíduos sólidos urbanos e orgânicos, compostagem centralizada e descentralizada, economia circular, entre outros assuntos relacionados ao tema. Além disso, serão trazidas algumas percepções acerca das temáticas abordadas.

3.1. ECONOMIA CIRCULAR

Atualmente, a forma de consumo da sociedade consiste na aquisição de produtos resultantes da transformação de recursos naturais que, após a sua utilização, são descartados como resíduos. Este padrão é designado modelo linear de economia, ou seja, quanto maior o poder de compra, maior é o consumo de produtos e, conseqüentemente, maior é a produção de resíduos (LIPOR, 2020).

Já na abordagem da economia circular, o que antes era considerado resíduo passa a ser considerado matéria-prima de um novo processo. Dessa forma, o fluxo de materiais pode ser mantido num ciclo fechado (Leitão, 2015).

Assim, a economia circular fomenta novas práticas de gestão, sendo, também, fonte de inovação desde a concepção dos produtos, até sua destinação após o uso. Além disso, proporciona a redução do consumo de recursos naturais, uma vez que recupera e reduz desperdícios e resíduos (Leitão, 2015).

A Diretriz de Aterros, que possui prazo de implementação por todos os estados membro da União Europeia até 2001, impôs pressão sobre as autoridades locais e os moradores, com novas diretrizes como: alguns tipos de resíduos foram banidos de aterramento e metas foram impostas para realizar o pré-tratamento de resíduos sólidos urbanos biodegradáveis (Coggins, 2001).

Em 2016, a Comissão Europeia se reuniu na Conferência sobre a Coleta Seletiva de Resíduos no Contexto da Economia Circular, onde foi discutido que, para atingir suas metas em

economia circular, é fundamental modificar a forma com que os resíduos são coletados dos domicílios (UE, 2016).

Tendo em vista o contexto atual e as mudanças de paradigma nesta perspectiva, Zago e Barros (2017) abordam os resíduos orgânicos como ponto fundamental para o alcance da economia circular, uma vez que o desperdício de alimentos pode ser evitado, priorizando, assim, a sua não geração. Além disso, existem diversas alternativas para a sua recuperação, como a compostagem e a biodigestão para produção de biogás.

Assim, no contexto da economia circular, a inovação entra como chave para o alcance dos novos objetivos econômicos. É a inovação através de pesquisas, políticas, empreendedorismo e outras iniciativas, que irá transformar os resíduos de hoje nos produtos de amanhã. Cidades como Estocolmo e Porto já estão começando a explorar o potencial de converter resíduos sólidos orgânicos (RSO) não apenas em energia e composto, mas em químicos de alto valor agregado e outros produtos (Bell *et al.*, 2017).

Neste contexto, o Relatório Integrado de 2019 elaborado pela LIPOR traz uma ilustração clara da aplicação da economia circular na área de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU), como é possível visualizar na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 3.1 – Economia circular no contexto de gerenciamento e valorização de RSU

Fonte: LIPOR, 2020

Ao observar a imagem, nota-se que o lado esquerdo da cadeia aborda o processo de coleta convencional (indiferenciada) de destinação dos RSU, em que alguns resíduos são reinseridos no mercado, como os metais, há recuperação energética e uma parcela é aterrada. O lado direito traz uma abordagem da coleta seletiva, em que os resíduos, após coletados, são devolvidos à cadeia produtiva, principalmente os recicláveis e de orgânicos. Os recicláveis são reinseridos através da indústria recicladora, enquanto os orgânicos são reinseridos através de uma variedade de iniciativas, como a compostagem caseira (descentralizada, para residências individuais) e a valorização orgânica (centralizada, a partir da coleta de restaurantes e supermercado). Essas duas estratégias, em conjunto, integram uma abordagem embasada na economia circular.

Essa nova visão da economia, da forma de consumo e dos resíduos (que se baseia na sua valorização por meio da reinserção no mercado), já existe na legislação de diversos países, como os Estados Unidos e países da União Europeia. Esta visão também pode ser observada na PNRS, no entanto, a implementação prática destes conceitos é fundamental para que haja reais avanços (Zago e Barros, 2017).

Por fim, todas essas ações são fundamentais para lidar com o aumento da população global, esgotamento dos recursos naturais, pressões ambientais e mudanças climáticas. Além disso, poderão contribuir fortemente para objetivos políticos, como as metas definidas no Acordo de Paris (Bell *et al.*, 2017).

Tendo em vista as alternativas abordadas nesta seção para alcançar uma economia circular, este trabalho terá enfoque na alternativa de Compostagem para RSO que, como já foi abordado anteriormente, é a maior parcela dos RSU produzidos no país. Além disso, será abordada a estratégia *Pay As You Throw* (PAYT), que atua como mecanismo de taxação com objetivo de redução da geração e melhoria na separação de resíduos.

3.2. RESÍDUOS SÓLIDOS E A POLÍTICA AMBIENTAL BRASILEIRA

A fim de entender a evolução das diretrizes e orientações com relação aos resíduos sólidos no Brasil e no Distrito Federal, é necessário abordar os principais marcos da história brasileira no que tange meio ambiente e resíduos sólidos (RS).

- **Política Nacional do Meio Ambiente**

No dia 31 de agosto de 1981, foi aprovada a Lei N° 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Este foi um dos grandes marcos da história ambiental brasileira, quando o desenvolvimento socioeconômico foi atrelado à manutenção do equilíbrio ecológico. Foi a partir desta lei que surgiram, no Brasil, importantes instituições voltadas para o meio ambiente, como o órgão consultivo e deliberativo chamado Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), para assessorar as decisões do Governo Federal relativas ao meio ambiente e aos recursos naturais (Santaella *et al.*, 2014). Além disso, a Lei N° 6.928/81 institui como um de seus instrumentos a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, como a destinação final de resíduos sólidos urbanos (Brasil, 1981).

Um dos pressupostos da PNMA é que o meio ambiente é considerado um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo. Este conceito será posteriormente complementado pela Constituição da República, em 1988, conforme o tópico a seguir.

- **Constituição da República Federativa do Brasil**

A Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, é um marco na história do país e isso se deve ao contexto histórico, sendo a Constituição o divisor entre a ditadura e a democracia. Outrossim, a Carta Magna traz a constitucionalização de questões muito importantes até os dias atuais, como o princípio constitucional da igualdade, o direito da preservação da cultura e da demarcação dos territórios indígenas e o direito à proteção ambiental.

Com isso, no que tange o meio ambiente, a Constituição estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

Além disso, como forma de assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente, a Constituição traz, em seu inciso VI do parágrafo primeiro, uma responsabilidade do poder público que é fundamental quando se fala de resíduos sólidos:

Para assegurar a efetividade deste direito, incumbe ao poder público: [...] VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (Brasil, 1988).

A educação ambiental da população é fundamental para garantir a separação correta dos RS, uma vez que materiais orgânicos puros resultam em um composto de maior qualidade que materiais orgânicos contaminados (TWB, 2016). Dessa forma, como um direito garantido pela Constituição, ressalta-se a importância de ações governamentais no sentido de educar e incentivar a população na redução de geração e na separação de lixo, que é uma atividade cotidiana.

- **Política Nacional de Resíduos Sólidos**

Antes da promulgação de uma lei federal que estabelecesse normas para a gestão ambiental dos resíduos sólidos, as exigências para realizar esta gestão estavam apenas incluídas em algumas leis de maneira inespecífica. Decretos, Portarias e Resoluções complementavam a lei em vigor para aplicação e fiscalização necessárias (Santaella *et al.*, 2014).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/10, traz diretrizes, normas e condutas a serem seguidas pelo poder público, privado, pessoas físicas e jurídicas que são de alguma forma relacionadas com a geração e/ou gestão de resíduos sólidos (Brasil, 2010). Dessa forma, a responsabilidade pela gestão dos RS, bem como as prioridades a serem seguidas, são explicitadas e, com isso, há mais clareza no processo.

Um ponto fundamental instituído pelo Art. 9º da Lei Nº 12.305/10 é que, na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

Além disso, a Lei Nº 12.305/10 também traz, em seu Art. 3º, o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos, caracterizada por um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2010).

Percebe-se que a PNRS não inclui, explicitamente, a compostagem na ordem de prioridade elencada. Por esse motivo, torna-se importante destacar outro conceito, trazido pelo Art. 3º da Lei Nº 12.305/2010, que é a destinação final ambientalmente adequada.

destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, 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).

Ou seja, a compostagem é abordada como uma prática similar à reutilização ou reciclagem, no entanto, o tipo de resíduo destas destinações são distintos. Dessa forma, pode-se elencar a compostagem como de prioridade semelhante a estes processos.

Ainda, na PNRS, há outro momento em que a compostagem é citada, em sua Seção II, que institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Segundo o Art. 36 da Lei N° 12.305/2010:

No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, **observado, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos.** [...] V - implantar sistema de **compostagem** para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (Brasil, 2010).

Em 2012, após o estabelecimento da PNRS, foi elaborado o Plano Nacional de Resíduos Sólidos pelo Ministério do Meio Ambiente. O Plano elaborado discute estratégias, traçadas de acordo com as disposições da PNRS, com tempo de implementação de quatro anos. No que tange a disposição de RSU em aterros sanitários, mais especificamente os RSO, o Plano traz estratégias muito interessantes, abordadas a seguir.

Implementar melhorias na segregação da parcela úmida dos RSU, de forma a propiciar a obtenção de uma fração orgânica de melhor qualidade, otimizando o seu aproveitamento quer seja para utilização de composto para fins agrícolas e de jardinagem ou para fins de geração de energia (MMA, 2012);

Incentivar a compostagem domiciliar no quintal como destino do resíduo orgânico, quando de baixo volume gerado (MMA, 2012);

Promover ações de educação ambiental formal e não formal especificamente aplicadas à temática da compostagem, incentivando a prática correta de separação dos resíduos orgânicos e das diferentes modalidades de compostagem domiciliar, estimulando o uso de minhocários e composteiras (MMA, 2012).

Além disso, o Plano também estabelece metas de redução do percentual de resíduos úmidos dispostos em aterros, conforme a Tabela 3.1, que dependem não só das entidades diretamente

relacionadas ao gerenciamento do RSU, mas do envolvimento e atuação dos três níveis de governo, da sociedade e da iniciativa privada.

Tabela 3.1 - Redução do percentual de resíduos úmidos disposto em aterros, com base na caracterização nacional de 2013 (%)

Meta	Região	Plano de Metas				
		2015	2019	2023	2027	2031
Redução do percentual de resíduos úmidos disposto em aterros, com base na caracterização nacional realizada em 2013	Brasil	19	28	38	46	53
	Região Norte	10	20	30	40	50
	Região Nordeste	15	20	30	40	50
	Região Sul	30	40	50	55	60
	Região Sudeste	25	35	45	50	55
	Região Centro-oeste	15	25	35	45	50

Fonte: MMA, 2012

Nota-se a preocupação do Poder Público em reduzir a quantidade de RSO enviados ao aterro, uma vez que estes resíduos podem ser reinseridos na cadeia produtiva através de processos que visam a sua valorização. Assim, prolonga-se a vida útil dos aterros e a emissão de gases do efeito estufa (GEE) também é reduzida.

Com isso, a fim de ter uma visão mais contextualizada ao Distrito Federal, faz-se necessário analisar e entender o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

- **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**

O Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PDGIRS) foi instituído pelo Decreto N° 38.903 de 6 de março de 2018, como um resultado das exigências da PNRS.

O PDGIRS categoriza os resíduos a partir da sua origem e responsabilidade atribuída ao seu gerenciamento, sendo mais relevante para este trabalho a categoria de RSU, que são classificados como de responsabilidade pública.

O PDGIRS traz algumas tabelas com metas para o manejo de resíduos domiciliares, estabelecendo os seguintes prazos para o seu cumprimento: curto (de 1 a 4 anos); médio (de 5 a 8 anos) e longo (de 9 a 20 anos). Na Tabela 3.2, é possível visualizar algumas destas metas.

A partir das metas descritas, percebe-se claramente dois pontos prioritários: melhorar a separação dos resíduos da coleta seletiva, que impacta na quantidade e na qualidade dos RSO destinados às Unidades de Tratamento Mecânico Biológico (UTMBs), e reformular a atual

forma de cobrança pelos serviços de manejo de resíduos, que é uma prática que pode impactar na geração e separação dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) pela população.

Tabela 3.2 - Metas para o manejo de resíduos domiciliares.

Descrição	Prazo Curto	Prazo Médio	Prazo Longo
Universalizar os serviços de coleta seletiva (resíduos secos e úmidos)			100% até o ano 11
Reformar as UTMBs Asa Sul e Ceilândia, para capacidades de 600 e 1.200 ton./dia, respectivamente	100% até o ano 4		
Implantar nova UTMB, com capacidade de 1.000 ton./dia em local a ser definido com base em estudos futuros de desempenho dos serviços da coleta seletiva		Execução entre anos 8 e 9	Operação a partir do ano 10
Revisar, aprovar e implementar novo modelo de cobrança dos serviços de manejo de resíduos em substituição à TLP		Até o ano 5	

Fonte: adaptado de PDGIRS, 2018.

Assim, nota-se a relevância de tornar a coleta seletiva mais abrangente e eficiente, fator que consequentemente corrobora para a qualidade do resíduo orgânico que chega às UTMBs. Por fim, para implementar as propostas descritas no Plano, também é estratégico que um novo modelo de cobrança pelos serviços de manejo de resíduos seja elaborado, conforme descrito na Tabela 3.2, substituindo o atual modelo de cobrança da Taxa de Limpeza Pública – TLP, contribuindo para a melhoria do cenário de gerenciamento de RS do DF, tanto financeira quanto ambientalmente.

Neste contexto, é importante citar como a atual Taxa de Limpeza Pública é cobrada no DF. Atualmente, a TLP é cobrada juntamente ao Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU, fator que mascara a cobrança da TLP, uma vez que esta taxa não é cobrada separadamente, evidenciando sua relevância. Além disso, segundo o PDGIRS (2018), atualmente não há qualquer relação entre os custos dos serviços de coleta e tratamento de RSU e o valor da Taxa de Limpeza Pública (TLP), o que configura o não atendimento aos conceitos da legislação vigente que preconiza a sustentabilidade dos serviços mediante seu pagamento. Além disso, em 2015, houve uma defasagem entre os custos e a receita adquirida com a TLP de 23%.

3.3. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A necessidade de disposição final dos resíduos humanos começou a se fazer evidente a partir do momento em que a humanidade deixa de ser nômade e começa o processo de aglomeração em núcleos habitacionais (Eigenheer, 2009). Na época, os resíduos sólidos eram, em sua grande maioria, biodegradáveis, uma vez que não existia tecnologia para produção de compostos sintéticos.

No entanto, dispor resíduos orgânicos nas ruas cria condições favoráveis ao desenvolvimento de roedores e outros vetores de doenças. De fato, a Peste Bubônica, que ocorreu no século XIV, na Europa, pode ser parcialmente atribuída à prática de jogar resíduos orgânicos nas ruas, terrenos vazios e cidades da época (Louis, G. E., 2004).

A Revolução Industrial levou a um grande aumento da população das cidades da Europa e dos Estados Unidos (Louis, 2004). Durante o século XX, a Alemanha pode ser vista como um país modelo no sentido de limpeza e ordenamento urbano. Durante este período, foi implementada a coleta seletiva em algumas cidades, sendo os resíduos separados em cinzas e restos, fração orgânica e, por fim, papéis, trapos, cacos e metais (Eigenheer, 2009).

Dessa forma, percebe-se que, com a revolução industrial, houve a diversificação dos resíduos gerados e o aumento dos conglomerados urbanos, tornando o volume de resíduos ainda maior e mais complexo. A partir deste ponto, se iniciam algumas questões que permeiam a gestão de resíduos sólidos até os dias atuais, como coleta na fonte, educação e colaboração da população no processo.

Para definir resíduos sólidos urbanos, é fundamental entender o que a legislação brasileira define, antes, como resíduos sólidos. Dessa forma, a definição dada pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010 Art. 3º é a seguinte:

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 (BRASIL, 2010).

Além disso, a PNRS divide os resíduos sólidos em classes, quanto à origem e periculosidade. No que tange a classificação quanto à origem, a PNRS classifica os resíduos em 11 categorias, das quais vale ressaltar os resíduos sólidos domiciliares (RSD) e os resíduos de

limpeza urbana (RLU) que, juntos, dão origem à classe de resíduos sólidos urbanos (RSU). Dessa forma, constata-se que os RSU, segundo a legislação brasileira, são compostos pelos resíduos domésticos, gerados nas moradias urbanas, além dos resíduos resultantes do serviço de limpeza urbana, compostos por, entre outros, resíduos de poda (como folhas e galhos), de varrição, de desobstrução e de limpeza de bocas de lobo e bueiros.

Segundo a ABRELPE (2020), em 2019, foram geradas 79.069.585 toneladas de RSU no Brasil. Deste total, 54% foram destinados a aterros sanitários, 21% a aterros controlados, 16% a lixões e 9% tiveram destinação não identificada. Ainda, deste total, ao avaliar a composição gravimétrica, nota-se que a maior parte dos resíduos é orgânico, correspondendo a 45,3% do total e caracterizado como sobra e perdas de alimentos, resíduos verdes e madeiras. Em segundo lugar ficam os plásticos, que representam 16,8% do total, seguido dos rejeitos, com 14,1% e do papel e papelão, com 10,4%. A Figura 3.2 mostra os resultados mais detalhados de gravimetria.

Assim, como a quantidade de resíduo gerado é tipicamente proporcional ao crescimento da população e da renda, os impactos e riscos se tornam maiores com o crescimento das cidades e especialmente das megacidades, com maior densidade populacional e menor capacidade de aterramento. Dessa forma, a redução de geração de resíduos, assim como promoção de reciclagem, compostagem e reutilização têm se tornado práticas mais populares do que nunca (Liao e Chiu, 2011).

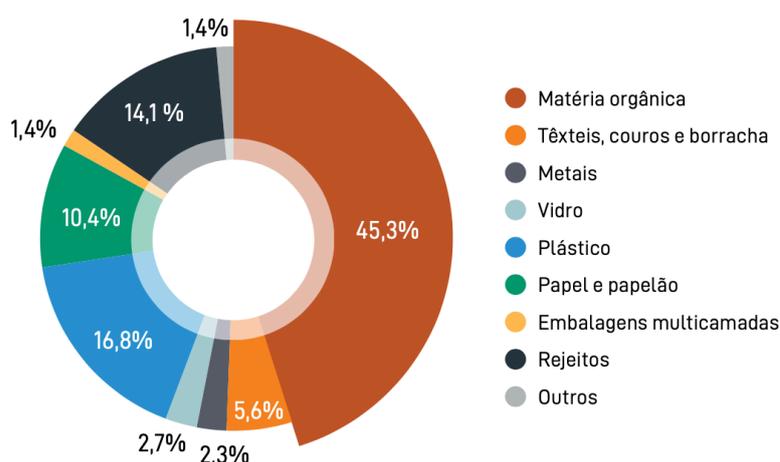


Figura 3.2 - Gravimetria do RSU no Brasil

Fonte: ABRELPE (2020)

Outrossim, com o aumento da complexidade do gerenciamento dos RSU, torna-se evidente a problemática da destinação final ambientalmente adequada dos resíduos, uma vez que o

seu gerenciamento inadequado pode deteriorar o meio ambiente e até mesmo ameaçar a saúde pública. O descarte indiscriminado de resíduos pode contaminar o solo, assim como a água superficial e subterrânea. Em tubulações de drenagem urbana, os RS podem causar obstrução, o que resulta em água parada, que promove a reprodução de insetos e causa alagamentos em períodos de chuva. Essas e outras problemáticas, como a incineração descontrolada dos resíduos, tornam os RSU um dos principais temas quando se trata de poluição ambiental, e um tratamento adequado geralmente se inicia em um gerenciamento de RSU adequado (Liao e Chiu, 2011).

Ainda, mesmo com um gerenciamento de RSU ambientalmente adequado, uma das principais consequências do processo é a emissão de gases de efeito estufa, em diversas fases do ciclo de vida de um material. A Figura 3.3, retirada de um estudo realizado por Weitz *et al.* (2002), aborda as principais fontes de GEE durante todo o ciclo de vida de materiais. Destaca-se, aqui, as etapas do ciclo de vida referentes ao gerenciamento de resíduos, que tem como principais alternativas, no diagrama, a compostagem, a incineração e o aterramento, que conseqüentemente emitem GEE.

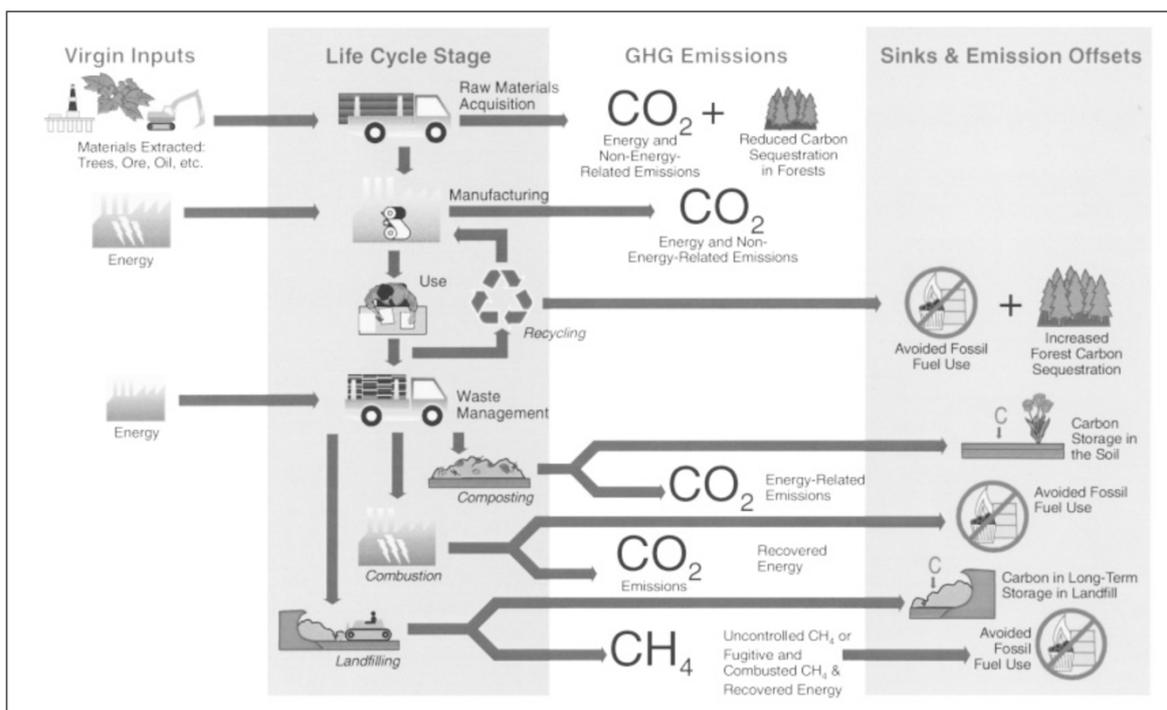


Figura 3.3 - Diagrama de fluxos de ciclo de vida de materiais e de energia, com suas respectivas emissões e absorções de GEEs

Fonte: Weitz *et al.* (2002)

A partir do diagrama ilustrado na Figura 3.3, nota-se que os processos de compostagem e combustão são responsáveis, majoritariamente, pela emissão de dióxido de carbono (CO₂),

enquanto o aterramento emite, principalmente, gás metano (CH₄). Vale ressaltar que, no estudo realizado por Weitz *et al.* (2002), apenas foram consideradas emissões de CO₂ e CH₄, visto que outros GEE como o perfluorocarbono (PFC) e o óxido nitroso (N₂O) apresentam limitações em termos de dados disponíveis para análise. Não obstante, as emissões relativas ao gerenciamento de resíduos podem ser compensadas. No caso da compostagem a compensação ocorre a partir do armazenamento de carbono no solo, já nos casos da incineração e do aterramento, ocorre caso haja recuperação energética dos gases emitidos (Weitz *et al.*, 2002).

Trazendo a abordagem acima para o cenário brasileiro de emissões de GEE decorrentes da atividade de gerenciamento de RS, segundo o SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, 2020), em 2019, o setor de resíduos foi responsável pela emissão de 4% do total de GEE do país, o que corresponde a 96,1 milhão de toneladas de CO₂ equivalente, sendo historicamente considerado o setor da economia que mais aumentou proporcionalmente suas emissões desde 1990: 187% (SEEG, 2020).

Ainda segundo o SEEG (2020), no ano de 2019, do total de emissões de GEE oriundas do setor de resíduos, a maior parte da contribuição está associada à disposição de resíduos sólidos em aterros controlados, lixões e aterros sanitários (65%), seguida pelo tratamento de efluentes líquidos domésticos (26%), como pode ser observado na Figura 3.4.

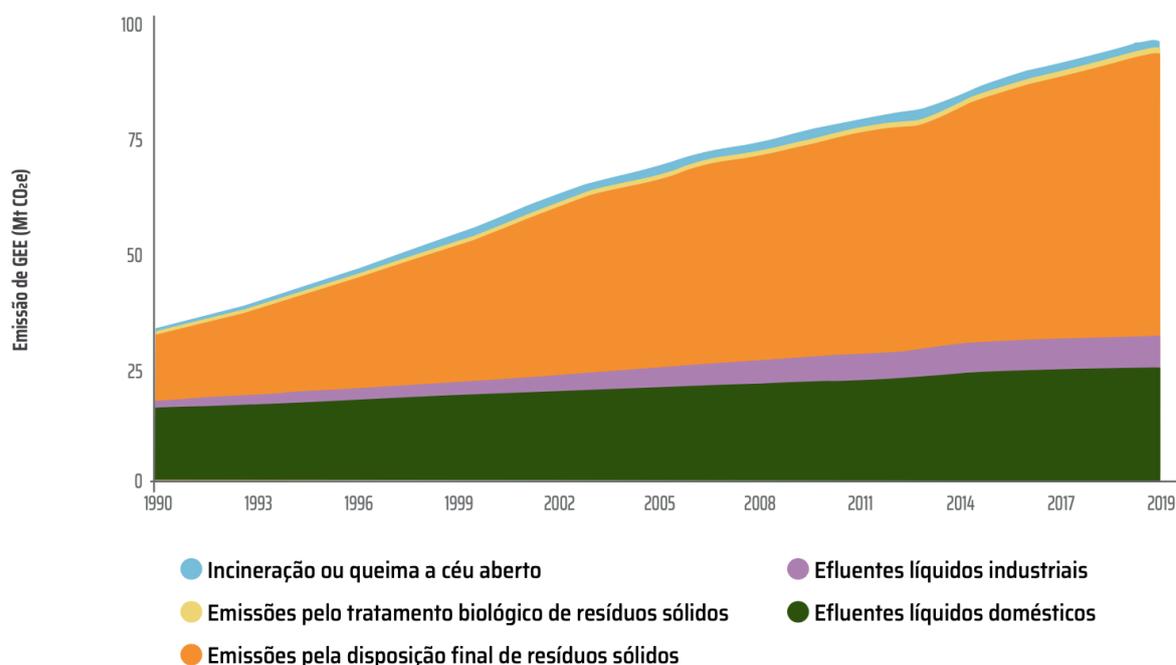


Figura 3.4 - Evolução Histórica da Emissão de GEEs no setor de resíduos no Brasil

Fonte: SEEG (2020).

3.3.1. Resíduos Sólidos Urbanos Orgânicos

De acordo com a Resolução CONAMA N° 481 de 2017, os resíduos orgânicos são aqueles representados pela fração orgânica dos resíduos sólidos, passível de compostagem, sejam eles de origem urbana, industrial, agrossilvipastoril ou outra. Neste trabalho, serão abordados os RSO provenientes dos RSU, em especial de origem domiciliar, ou seja, os resíduos sólidos domiciliares orgânicos. Os RSD orgânicos são compostos, por exemplo, por cascas de frutas e verduras, restos de alimentos preparados nos domicílios ou industrializados.

Todo ano, 170 kg de matéria orgânica são descartados por pessoa no Brasil, o que corresponde a cerca de 36 milhões de toneladas de restos de alimentos e resíduos de poda, que são majoritariamente enviados para disposição final, contribuindo, portanto, para a emissão de GEE, principalmente o metano (ABRELPE, 2020).

Sabendo destes fatos, vale ressaltar que o atual cenário nacional de disposição final de RSO ainda não está, em sua totalidade, em consonância com o estabelecido na PNRS, que define disposição final ambientalmente adequada como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, 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 partir da definição anterior, ressalta-se que a disposição final ambientalmente adequada deve ser feita para rejeitos que, segundo a PNRS, Lei N° 12.305/2010, Art. 3°, são:

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).

Ou seja, a própria PNRS diferencia claramente o que são resíduos sólidos e o que são rejeitos, evidenciando que os RSO não devem ser aterrados, sendo este fim reservado somente aos rejeitos (Schalch *et al.*, 2015). Este ponto é extremamente importante, uma vez que os resíduos orgânicos podem recuperar sua valorização, sendo a compostagem e a biodigestão (com ou sem recuperação energética) as tecnologias mais recomendadas mundialmente para a reciclagem de RSO (Zago e Barros, 2017).

3.4. COMPOSTAGEM

A compostagem como forma de tratamento de RSO é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. Esse processo tem como

resultado um produto – o composto orgânico – que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente (IPT E CEMPRE, 2000).

Visto que o sistema de compostagem utilizado pelo SLU no DF é em leiras revolvidas à céu aberto, faz-se importante trazer um detalhamento de como este processo ocorre, além de seus principais parâmetros.

O processo de compostagem a céu aberto consiste em fazer pilhas sucessivas de matéria orgânica seca (folhagens, serragem e outros resíduos que apresentam baixo teor de umidade) (Herbets *et al.* 2005). Cada pilha deve ter matéria seca (resíduos em que o nitrogênio é o elemento limitante, estando o carbono em excesso com relação C/N superior a 30:1 e baixo teor de umidade), para que haja a aeração adequada do sistema, e logo acima matéria orgânica (resíduos de composição vegetal em que o carbono é o elemento limitante, estando o nitrogênio em excesso, com relação C/N inferior a 30:1) (Herbets *et al.* 2005, *apud* Silva *et al.* 2003).

Além disso, em geral, o processo de compostagem se divide em duas fases: a fase ativa ou de bioestabilização e a fase maturação ou de cura. Outrossim, estas fases possuem estados relacionados à sua temperatura, sendo elas o estado mesofílico, termofílico e maturação.

Na fase de bioestabilização, há intensa atividade microbiológica e rápida transformação da matéria orgânica. Portanto, há grande consumo de O₂ pelos microrganismos, elevação da temperatura e mudanças visíveis na massa de resíduos em compostagem, pois ela se torna escura e não apresenta odor agressivo (Fernandes e Silva, 1996). Com o aumento da temperatura, há predominância de micro-organismos termofílicos e ocorre a sanitização do material (Herbets *et al.* 2005), quando, devido às elevadas temperaturas, os micro-organismos patogênicos presentes nos resíduos morrem.

Na fase seguinte, de maturação ou cura, a matéria previamente oxidada sofre um processo de humificação, isto é, forma um produto rico em matéria orgânica proveniente de animais e vegetais em decomposição, denominado húmus, com odor de terra vegetal, que pode ser facilmente manuseado e armazenado, e quando aplicado ao solo, não causa danos à produção agrícola (Herbets *et al.* 2005, *apud* Silva *et al.* 2003).

Na

Tabela 3.3, é possível visualizar uma sumarização que aborda os tipos de tecnologias de compostagem.

Tabela 3.3 - Abordagem geral das tecnologias de compostagem

Tipo de Compostagem	Escala	Preocupações	Recursos Necessários
Compostagem local: compostagem no local utilizando uma caixa ou uma vala no solo	Pequena	Controle de odor e de vermes	Uma caixa ou uma vala no solo
Vermicompostagem: compostagem em caixas onde minhocas processam materiais orgânicos	Pequena	Sensível a mudanças de temperatura	Caixas para minhocas (minhocário) e minhocas
Sistemas de leiras revolvidas: compostagem externa com resíduos orgânicos estruturados em fileiras e revolvidos / arejados regularmente	Grande	Área para disposição, zoneamento, infraestrutura para escoamento do chorume, odor	Terras, recursos equipamentos, mão de obra contínua
Pilhas estáticas aeradas: compostagem em pilhas estáticas de resíduos orgânicos que são internamente aeradas com ventiladores	Grande	Área para disposição, zoneamento, infraestrutura para escoamento do chorume, odor	Terras, recursos financeiros expressivos, equipamentos, canos e sensores.
Reatores biológicos: compostagem por meio de máquinas mecanizadas que processam resíduos orgânicos. Em seguida, o composto matura em ambiente externo por 2 semanas.	Média	Fonte de energia consistente, expertise técnica, custos elevados	Eletricidade, mão de obra qualificada, recursos financeiros contínuos, disponibilidade de terras (pequena)

Fonte: TWB, 2016.

3.4.1. Compostagem Centralizada

Segundo Schalch *et al.* (2015), instalações de compostagem centralizadas:

tratam-se de centrais de compostagem de média ou grande dimensão, que servem um grande número de produtores, geralmente dispersos geograficamente. Este tipo de sistema tem como vantagens a possibilidade de misturar vários tipos de resíduos orgânicos, provenientes de várias fontes. No entanto, exige um esforço adicional e um cuidado acrescido com a coleta seletiva de forma a viabilizar o funcionamento do sistema e evitar contaminantes que comprometam a qualidade final do composto.

Na compostagem centralizada, o aporte de resíduos orgânicos é alto, variando principalmente de acordo com o tamanho do município em que está implementada. Além disso, os principais tipos de compostagem centralizada utilizados, em geral, são sistemas de leiras revolvidas (*windrow*); sistemas de leiras estáticas aeradas (*static pile*) e sistemas fechados ou reatores biológicos (*in vessel*), sendo o primeiro mais simples, com menor custo operacional e menor uso de tecnologia, resultando em um processo mais demorado, já o

último, um sistema mais tecnológico, que requer mão de obra especializada, mais caro, mas que reproduz um processo acelerado e, portanto, com menor tempo para sua conclusão.

- Sistema de Leiras Revolvidas (*windrow*): a mistura de resíduos é disposta em leiras, sendo que a aeração é fornecida pelo revolvimento dos resíduos e pela convecção e difusão do ar na massa do composto. Uma variante desse sistema, além do revolvimento, utiliza insuflação de ar sob pressão nas leiras (Fernandes e Silva, 1996);
- Sistemas de leiras aeradas (*static pile*): onde a mistura a ser compostada é colocada sobre uma tubulação perfurada que injeta ou aspira ar na massa do composto, não havendo revolvimento mecânico das leiras (Fernandes e Silva, 1996);
- Sistemas fechados ou reatores biológicos (*in vessel*): onde os resíduos são colocados dentro de sistemas fechados, que permitem o controle de todos os parâmetros do processo de compostagem (Fernandes e Silva, 1996).



Figura 3.5 - Máquina especializada em revolver leiras de compostagem com capacidade de aerar 2000 toneladas de resíduos por hora.

Fonte: Kuhlman (1989)



Figura 3.6 - Local de compostagem de lodo de esgoto, mostrando leiras perto da finalização do processo.

Fonte: Kuhlman (1989)

3.4.2. Compostagem Descentralizada

De acordo com Schalch *et al.* 2015, a compostagem descentralizada consiste:

no uso de pequenos compostores ou pilhas de resíduos, localizados nas imediações do local de produção. Este método tem a grande vantagem de diminuir os custos associados à coleta de resíduos e permite a produção de um composto de elevada qualidade, uma vez que a probabilidade de existir contaminantes é menor.

A compostagem em pequena escala apresenta ainda a vantagem de promover o envolvimento da população na questão do tratamento de resíduos que, articulado com as adequadas iniciativas de motivação e formação, representa um fator de mais valia desta solução.

Estes pequenos compostores podem ser os minhocários (como são popularmente conhecidos), que são um tipo de compostagem caseira realizada por vermes, geralmente minhocas. Já as pilhas de resíduos podem ser pequenas leiras de compostagem à céu aberto, geralmente em caixas, implementadas em casas ou condomínios, por exemplo.

Dessa forma, a compostagem descentralizada pode ser vista como uma alternativa para desafogar o sistema centralizado municipal, além ter a possibilidade de trazer benefícios diretos à própria população envolvida, como o recebimento do composto orgânico gerado ou, até mesmo, mudas de plantas de pequeno porte, conforme já realizado por algumas iniciativas privadas no DF.

Além disso, a compostagem descentralizada é incentivada pela PNRS, em seu Art. 45, os consórcios públicos constituídos, nos termos da Lei nº 11.107, de 2005, com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal (Brasil, 2010).

3.4.2.1. Vermicompostagem

Segundo Guo *et al.* 2015, a vermicompostagem é a prática que utiliza minhocas para gerar composto. As minhocas terrestres rapidamente quebram a matéria orgânica e a convertem em nutrientes que as plantas conseguem absorver.

Além disso, a vermicompostagem pode ser uma alternativa quando há pouco espaço disponível e os principais resíduos orgânicos recomendados são restos de legumes e verduras (Lleó *et al.*, 2013).

O regime de temperatura durante o processo de vermicompostagem permanece sempre em uma faixa mesofílica, o que não garante a remoção de microrganismos patogênicos, no entanto, alguns estudos mostram que o produto final é higiênico (Lleó *et al.*, 2013 apud Lazcano *et al.*, 2008). Ademais, apesar de o processo atingir apenas temperaturas mesofílicas, uma das principais vantagens da compostagem caseira é a separação na fonte bem definida e, conseqüentemente, a baixa contaminação dos resíduos, o que já corrobora para um processo de compostagem de melhor qualidade.

A compostagem caseira no DF é feita seguindo um conhecimento geral, que consiste na deposição dos resíduos orgânicos recomendados (frutas e verduras, sem cítricos) na caixa de compostagem (que já contém terra e minhocas), em seguida, os resíduos são cobertos por uma camada de folhas secas ou serragem, garantindo, de forma estimada, a relação carbono nitrogênio do processo. As caixas de compostagem são furadas ao fundo e empilhadas, funcionando em um sistema de revezamento, ou seja, com o preenchimento completo da primeira caixa, esta é alternada com a de baixo, permanecendo em processo de compostagem por cerca de 30 dias. Vale ressaltar que a última caixa ao fundo é fixa e possui uma torneira, que serve para acumular o biofertilizante líquido. A Figura 3.7 explicita o processo detalhado.

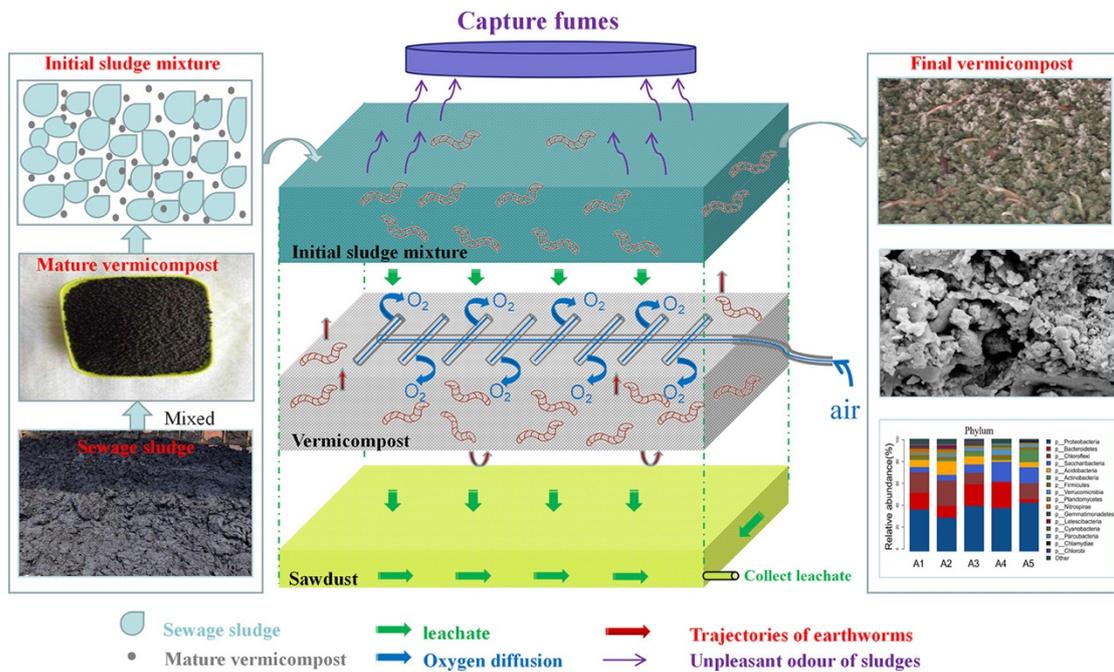


Figura 3.7 - Desenho esquemático de vermicompostagem doméstica.

Fonte: Hu *et al.*, 2020



Figura 3.8 - Composteira doméstica simples, disponível para compra na internet.

Ainda, segundo Muralikrishna e Manickam (2017), a vermicompostagem apresenta as seguintes vantagens com relação aos fertilizantes químicos:

- Restaura a população microbiana, o que inclui fixadores de nitrogênio, solubilizadores de fosfato, entre outros;
- Proporciona macro e micro nutrientes para as plantas;
- Melhora a textura do solo e sua capacidade de retenção de água;
- Proporciona boa aeração do solo, conseqüentemente melhorando o crescimento de raízes a proliferação de microrganismos benéficos ao solo;
- Reduz o uso de pesticidas através do controle de patógenos;

- Melhora a qualidade estrutural do solo, assim, previne a erosão.

3.4.2.2. Compostagem Simples

A compostagem simples, através da manipulação e controle, acelera o processo natural de compostagem de matéria orgânica e consiste em otimizar as condições favoráveis à população de micro-organismos (principalmente bactérias, fungos e actinomicetos) responsáveis pela decomposição. Esses micro-organismos são normalmente encontrados na superfície de folhas, grama e outros materiais orgânicos e crescem em ambientes quentes, úmidos e aeróbicos (Rishell, 2013).

Se for alcançado um ambiente com estas condições favoráveis, a temperatura se elevará, aumentando a velocidade de quebra da matéria orgânica em composto e eliminando possíveis micro-organismos patogênicos (Cogger e Sullivan, 2009).



Figura 3.9 - Compostagem simples a nível doméstico

Fonte: Rishell, 2013

Para realizar a compostagem simples, é necessário uma mistura de matéria seca (carbono) e matéria verde (nitrogênio). A matéria seca pode ser constituída por folhas secas, galhos, serragem ou papel, enquanto a matéria verde é justamente composta pelos resíduos orgânicos de cozinha, o RSO domiciliares (Rishell, 2013).

Tendo isso em mente, inicia-se o processo de construção das pilhas de compostagem. Para o processo, é necessário ter uma proporção de 1/3 de matéria verde para 2/3 de matéria seca e uma composteira, preferencialmente similar às ilustradas na Figura 3.9 (Cogger e Sullivan, 2009). Quando o composto estiver pronto, ele será escuro e quebradiço, como um bom solo, com cheiro de terra. O composto orgânico será retirado pela abertura na base da composteira, a temperaturas similares à ambiente (Rishell, 2013).

3.5. ESTRATÉGIAS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A fim de trazer novas perspectivas a este trabalho, serão apresentadas algumas estratégias de gerenciamento de RSD que podem promover os principais pontos de melhoria abordados ao longo das seções anteriores. As estratégias foram selecionadas visto que possuem como principais resultados: a não geração de resíduos (primeira ação na ordem de prioridade da PNRS), a redução na fonte (segunda ação na ordem de prioridade da PNRS) e a maior eficácia na separação de resíduos na fonte.

Dessa forma, esta seção abordará duas estratégias: *Pay As You Throw* (PAYT) – Pague ao descartar e Incentivo público à compostagem caseira, que foram estratégias utilizadas como base para o desenvolvimento deste trabalho. Por fim, as estratégias citadas a seguir são adaptações das práticas e políticas de cobrança e incentivo, de forma que haja uma mudança no comportamento do indivíduo (assunto detalhado no tópico 3.6), tendo como principal objetivo o beneficiamento do sistema de gerenciamento de RSD, através da redução na fonte e melhoria na separação de resíduos.

3.5.1. *Pay As You Throw* – Pague ao descartar

Quando modelos *Pay As You Throw* (PAYT) – também definidos como modelos de taxa unitária ou variável – são implementados em sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, no qual cada cidadão deve contribuir economicamente com o custo total do serviço, com base na quantidade efetiva de resíduos que ele joga fora (Elia *et al.*, 2015).

O modelo PAYT pode proporcionar incentivos que estimulem os cidadãos a separar seus resíduos de maneira eficiente e efetiva e possui, antes de tudo, um considerável efeito na economia de custos dos cidadãos (UE, 2016).

Existem diversos tipos de programas e formas de implementação e, principalmente, de cobrança nos sistemas PAYT. As principais formas, que requerem menor aporte em tecnologia e menor mudança no sistema convencional estão listadas a seguir.

- **Recipiente variável:** neste programa, os consumidores selecionam a quantidade apropriada ou tamanho dos contêineres para o seu descarte semanal padrão. As taxas para os consumidores que solicitarem dois ou três contêineres são maiores do que as taxas dos consumidores que utilizam um recipiente (Skumatz e Freeman, 2006).
- **Programa de sacos:** neste programa, os consumidores compram sacos impressos com a logo da cidade, e qualquer resíduo que eles desejem que seja coletado deve ser

colocado nas sacolas apropriadas. São comumente vendidas em centros comunitários, mercados e lojas de conveniência. O valor do saco incorpora o custo da coleta, transporte e disposição final do resíduo que está dentro dele (Skumatz e Freeman, 2006).

- **Sistema Híbrido ou Misto:** este sistema é uma mistura entre o sistema de coleta atual e um novo, embasado em tarifa. Neste modelo, há uma contribuição fixa e uma variável, em que a variável acontece a partir da intensidade de uso do serviço, em que o usuário geralmente paga pela quantidade de sacos ou recipientes utilizados (Elia *et al.* 2015, Skumatz e Freeman, 2006)

Dessa forma, os moradores disponibilizam menos resíduos sólidos para coleta, criando potencial para estender as rotas de coleta, reduzindo as frotas de caminhões e reduzindo o tamanho da equipe necessária. Estas economias, somadas à redução de custos com disposição final em aterro sanitário, podem ser utilizadas para expandir os serviços de reciclagem ou podem ser passadas aos residentes, reduzindo as taxas do serviço (Canterbury, 1998).

Em geral, os valores cobrados em cada sistema variam, mas a título de exemplo, na cidade de Fort Worth, Texas, o recipiente (carrinho) de 121 litros custa USD \$11,45/mês, já o carrinho de 363 litros custa USD \$21,45/mês. Já em Dubuque, Iowa, em um sistema híbrido, os moradores pagam uma taxa fixa de USD \$8,70/mês para um contêiner de 132 litros, ou USD \$10,70/mês por um contêiner de 189 litros, sendo os valores adicionais para contêineres extra de USD \$5,00 e \$7,00/mês, respectivamente (Skumatz e Freeman, 2006).

Um dos principais pontos ao falar de PAYT é que ele implica em uma mudança de paradigma, de um sistema embasado em impostos, em que cada usuário contribui com uma taxa fixa para o serviço de coleta, para um sistema embasado no serviço, em que o usuário efetivamente paga de acordo com o nível de consumo do serviço que utiliza (Elia *et al.*, 2015).

Além disso, ressalta-se que, de acordo com Skumatz e Freeman (2006), os programas PAYT em geral são implementados em regiões que possuem altos níveis de renda e de riqueza, sendo o nível de renda geralmente 18% maior do que as demais regiões.

Ao optar por um sistema de tarifa unitário, ou seja, em que o usuário paga por cada saco, o governo deve decidir não apenas o valor tarifário cobrado de cada indivíduo, mas também o valor de cada saco, de acordo com o qual a tarifa é cobrada (OECD, 2008).

No entanto, também existem desvantagens e preocupações a respeito do PAYT. A seguir, são listadas algumas delas.

- **Descarte ilegal:** Em geral, o público resiste à mudança ao PAYT. Receios a respeito de descarte ilegal e ter que pagar por um serviço anteriormente “gratuito” criam algumas barreiras à implementação (Canterbury, 1998). Pesquisas mostram que o descarte ilegal é um medo maior que uma realidade, sendo um problema em cerca de 20% das comunidades (Skumatz e Freeman, 2006). Combinar apoio do poder público à uma campanha de divulgação extensiva ajuda a preparar o campo para a aceitação coletiva do PAYT (Canterbury, 1998).
- **Preocupações com famílias em situação de vulnerabilidade social:** uma das principais questões com relação à cobrança pelos serviços de limpeza pública é justamente impor, sob uma população já em vulnerabilidade, mais um imposto que deve ser pago. Dessa forma, em alguns casos, as comunidades fornecem taxas de desconto para serviços essenciais, como energia, e estes tipos de descontos podem ser estendidos às taxas de coleta de lixo, através de descontos ou isenção nos preços dos sacos, por exemplo (Skumatz e Freeman, 2006).

Um exemplo de redução do custo público e da quantidade de lixo destinado à coleta é o caso de Dover, New Hampshire, EUA, com população de 27 mil habitantes. No município, o PAYT contribuiu para a redução de quase US \$300 mil em custos anuais com resíduos sólidos, sendo que US \$200 mil vieram da redução de custos com a coleta, apenas (Canterbury, 1998). No entanto, vale ressaltar que, para que uma política PAYT seja bem-sucedida, uma série de processos são necessários, com ênfase em consulta pública, uso de medidas de controle e comunicação (EU, 2016). Dessa forma, resultados positivos não podem ser generalizados.

Por fim, ressalta-se a importância de estudar as possibilidades de implementação e adaptação do PAYT e outras formas de arrecadação de acordo com a realidade de cada caso, uma vez que contextos diversos exigem abordagens específicas.

3.5.2. Incentivo à Compostagem Caseira

A implementação de incentivos à compostagem caseira é um passo básico para realizar a transição das cidades industrializadas atuais para cidades sustentáveis e viáveis (Karkanas *et al.*, 2016).

Em pesquisa realizada por meio de entrevistas aos moradores da cidade de Neapoli-Sykies, no norte da Grécia, Karkanias *et al.* (2016) encontraram que as principais motivações para a realização de compostagem caseira são: o recebimento de dicas e informação; a distribuição gratuita ou a baixo custo de composteiras; preocupações ambientais e interesse pessoal.

Em Portugal, a LIPOR – Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto – é a entidade responsável pela gestão, valorização e tratamento dos Resíduos Urbanos produzidos pelos oito municípios que a integram (LIPOR, 2020).

A valorização de bio-resíduos tem sido, desde a fundação da Associação, um dos componentes principais da sua política integrada de gestão de resíduos (LIPOR, 2021).

O fechamento do ciclo de valorização ao nível dos resíduos biodegradáveis é assegurado pelo desenvolvimento complementar de projetos facilitadores da circularidade desta fração de resíduos, que atuam na promoção de práticas de compostagem caseira e comunitária ou, ainda, na criação de espaços de cultivo de alimentos e de jardim em meio urbano – projeto Horta à Porta e Jardim ao Natural – que, no ano em reporte, contabilizou mais de 7.505 m² de área verde gerida de forma sustentável (LIPOR, 2020).

A Associação possui uma série de programas na área de resíduos orgânicos, sendo o mais relevante para este trabalho o programa de compostagem caseira:

- **Compostagem caseira:** tem o objetivo de tratar os bio-resíduos na fonte, em casas que possuam jardim ou cozinhas integradas. Para alcançar este objetivo, é fornecido, para cada família cadastrada, uma caixa de compostagem, sem custos, com treinamento adequado, suporte e monitoramento do processo (LIPOR, 2021).

A prevenção e a redução de resíduos provenientes de alimentos é uma prioridade na Agenda de Desenvolvimento Sustentável 2030, em especial o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 – ODS 12 – que trata do Consumo e Produção Sustentáveis. Este ODS, possui como uma de suas metas, até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso (AGENDA 2030).

O relatório *What a Waste 2.0*, produzido pelo Banco Mundial (2018), traz os países da Europa e Ásia Central com maior taxa de reciclagem e compostagem, sendo esta taxa calculada como um percentual do total de resíduos gerados pelo país, conforme a Figura 3.10:

Table 3.1 Countries with High Recycling and Composting Rates in Europe and Central Asia

	Recycling rate (percent)		Composting rate (percent)
Faroe Islands	67	Austria	31
Liechtenstein	64	Netherlands	27
Iceland	56	Liechtenstein	23
Isle of Man	50	Switzerland	21
Germany	48	Luxembourg	20
Slovenia	46	Belgium	19
San Marino	45	Denmark	19
Belgium	34	Germany	18
Ireland	33	Italy	18
Sweden	32	France	17

Note: Rates represent percentage of total waste.

Figura 3.10 - Países com altas taxas de reciclagem e compostagem na Europa e Ásia Central

3.6. COMPORTAMENTO DOS INDIVÍDUOS E TOMADA DE DECISÃO

Segundo a teoria econômica tradicional, a tomada de decisão individual é baseada em pressupostos de comportamentos racionais e de interesses pessoais, de acordo com os quais, indivíduos fazem escolhas que maximizam seu bem-estar ou utilidade, de acordo com o contexto em que estão inseridos (OECD, 2008). No entanto, existem casos em que as respostas dos moradores às políticas ambientais podem ser diferentes das previstas pela teoria econômica tradicional, visto que a resposta de residências a incentivos econômicos pode ser limitada devido à existência de motivações não econômicas (OECD, 2008).

Quando pessoas que mantêm hábitos positivos ao meio ambiente são perguntadas por que elas o fazem, a maioria responde “para ajudar o meio ambiente” ou, ainda, “para economizar energia” (Tucker e Douglas, 2006). Pesquisadores que estatisticamente testaram a relação entre preocupação ambiental e atitudes ambientais descobriram que a preocupação é um fator significativo para a participação em qualquer ação pró meio ambiente (Tucker e Douglas, 2006).

Tucker e Douglas (2006) também abordam que a virada de chave entre ter preocupação ambiental e, de fato, ter atitudes ambientalmente corretas envolve uma série de fatores, como conhecimento, situações já vivenciadas (positivas e negativas), altruísmo, valores pessoais, normas, hábitos e, até mesmo, pressão social.

Neste sentido, os sistemas de cobrança unitária são atrativos, uma vez que proporcionam um incentivo direto para que as residências diminuam seu uso dos serviços tradicionais de coleta e disposição final de resíduos (Houtven e Morris, 1999).

Segundo a OECD (2008), uma das grandes falhas dos serviços de coleta de RSU é a forma de cobrança em taxas fixas. Este erro acontece pois os indivíduos não são responsabilizados pelo excedente de resíduos produzido, dessa forma, eles tendem a produzir e descartar mais resíduos do que se pagassem pelo excesso. Isso acontece pois os cidadãos não levam em consideração as externalidades negativas de suas ações quando tomam decisões acerca de quanto consumir, o que consumir e como descartar (OECD, 2008).

Assim, os tópicos 3.6.1, 3.6.2 e 3.6.3 a seguir abordam as principais temáticas relevantes para o desenvolvimento deste trabalho, que são: comportamento pró-ambiental e mudanças de comportamento a partir de incentivos, sejam eles o *Pay As You Throw* ou políticas públicas de incentivo à compostagem caseira.

3.6.1. Comportamento a partir da implementação de sistemas Pay As You Throw

Em pesquisa realizada por Houtven e Morris (1999), para conduzir a análise comportamental acerca da implementação de sistemas de cobrança unitária em nível de residências, foi utilizada uma amostra de 398 lares na cidade de Marietta, Georgia, EUA. Para cada uma das casas, sempre foram coletados dados de geração e composição em duas categorias: resíduos recicláveis e resíduos misturados. Para coletar os dados, o estudo foi dividido em duas fases: a primeira teve duração de duas semanas antes da implementação do sistema de cobrança unitária, a segunda fase teve a mesma duração, mas se deu após a implementação da cobrança por unidade. Vale ressaltar que a cobrança foi realizada apenas para resíduos misturados dispostos em sacos, os recicláveis foram coletados gratuitamente.

Como resultados, Houtven e Morris (1999) encontraram que a cobrança por unidade reduz a quantidade total de resíduos descartados e desencoraja o descarte de sacos que não estão cheios, fazendo com que as residências os armazenem por períodos de tempo maiores. Além disso, o programa reduziu o descarte de resíduos misturados em 51% (10,3 kg) no período analisado.

A OECD (2008), em uma profunda análise do comportamento dos indivíduos nos aspectos de geração de resíduos e reciclagem, levou em consideração mais 10 estudos no tema e concluiu que existem fortes evidências que sustentam a introdução de cobrança unitária para

alcançar metas de redução de disposição de resíduos e desvios. Ainda, assim como a teoria econômica aponta, quando há ausência de taxas para descarte pelos usuários, estes tendem a perceber o custo do serviço de coleta como nulo e, conseqüentemente, não possuem incentivos para produzir menos resíduos ou consumir menos (OECD, 2008).

No entanto, vale ressaltar como ponto em comum entre os resultados encontrados por Houtven e Morris (1999) e pelas análises realizadas pela OECD (2008) que, nos estudos realizados, não foram levantados custos efetivos da implementação de um sistema PAYT, que tendem a apresentar custos administrativos mais elevados.

3.6.2. Comportamento de Indivíduos que Realizam Compostagem Caseira

Para entender e analisar comportamento, pré-requisitos e fatores decisivos a respeito do perfil de pessoas que realizam compostagem caseira, Tucker e Douglas (2006) analisaram uma série de pesquisas na área. Como resultados, algumas percepções muito importantes foram coletadas.

Não surpreendentemente, foi descoberto que o tipo de moradia é um fator que prediz o ato de compostar, com as probabilidades aumentando de apartamentos para terraços, casas semi isoladas e casas isoladas, respectivamente (Tucker e Douglas, 2006).

Além disso, a compostagem está inevitavelmente ligada à jardinagem, uma vez que a compostagem é normalmente realizada no jardim e o composto produzido é utilizado nas suas plantas. Não apenas o hábito de jardinagem é relevante, mas o tamanho do jardim também prediz o ato de compostar, sendo a probabilidade maior quanto maior for o quintal (Tucker e Douglas, 2006 *apud* Tucker e Speirs, 2001).

Com relação à motivação ambiental para iniciar a atividade de compostagem, conclui-se que o motivador ambiental é mais comum em jovens com o hábito de compostar, mas os motivos relacionados à jardinagem prevalecem em pessoas de gerações mais velhas (Tucker e Douglas, 2006).

No entanto, ainda prevalece a pergunta: “o que faz a virada de chave entre ter a intenção de fazer compostagem e, de fato, apresentar o comportamento?”. Uma das primeiras conclusões trazidas pelo estudo é que a falta de conhecimento não é um impedimento para iniciar a compostagem, visto que a maioria das pessoas em fase inicial declarou ter muito pouco conhecimento acerca do processo (Tucker e Douglas, 2006).

Já em pesquisas publicadas em 2001 e 2003 por Tucker em Speirs, ao perguntar às pessoas que iniciaram a compostagem recentemente, por que o fizeram, além das motivações anteriormente citadas relacionadas à jardinagem e o meio ambiente, um fator motivador específico foi o valor reduzido das caixas de compostagem. May e Johnson (2005) chegam à mesma conclusão: o valor e acessibilidade à caixa de compostagem é um fator significativo na tomada de decisão.

Por fim, Tucker e Douglas (2006) concluem que a promoção governamental e o acesso facilitado promovem o gatilho necessário para que haja a virada de chave entre intenção e comportamento.

3.6.3. Comportamento Pró-Ambiental

Segundo Steg e Vlek (2008), comportamento pró-ambiental (CPA) é aquele comportamento que prejudica o meio ambiente o mínimo possível ou, ainda, que beneficia o meio ambiente. Apesar de parecer simples, o CPA é uma área de estudo muito complexa, com diversas problemáticas.

Kurusu (2015) aborda uma questão bastante interessante do CPA, visto que alguns comportamentos podem contribuir para reduzir o impacto ambiental sem, de fato, possuir propósitos ambientais. Por exemplo, se uma pessoa escolhe utilizar escadas no lugar do elevador, ela o está fazendo por ter consciência sobre sua saúde, ou seja, seu comportamento não é realizado tendo em vista propósitos ambientais, apesar de contribuir com o meio ambiente.

Por outro lado, ainda segundo Kurisu (2015), algumas pessoas podem ser motivadas a reduzir seu impacto ambiental e, com isso, apresentam comportamentos adequados à crença, mas o impacto ambiental não é de fato reduzido, fazendo com que os seus comportamentos contribuam apenas para o cultivo da consciência ambiental. Com isso, CPA são aqueles comportamentos que realmente contribuem ou são percebidos como contribuintes para a conservação ambiental.

Assim, quando uma pessoa quer atingir um objetivo (conservação ambiental), uma série de atitudes devem ser tomadas e alguns sacrifícios devem ser feitos. Logicamente, quanto mais obstáculos uma pessoa supera, mais esforços a pessoa supera para atingir seu objetivo (Kaiser e Wilson, 2004).

Para mensurar o CPA, pode ser realizada a mensuração de comportamento direcionado a um objetivo, em que cada comportamento pode ser caracterizado pelo esforço pessoal (seu compromisso) e os custos comportamentais envolvidos na sua realização (Kaiser e Wilson, 2004).

Para transformar esta perspectiva teórica em números, de forma consistente, o modelo de Rasch é adequado (Kaiser e Wilson, 2004), conforme retratado na Fórmula 3.1 a seguir:

$$p(x = 1|\theta, \delta) = \frac{\exp(\theta - \delta)}{1 + \exp(\theta - \delta)} \quad (3.1)$$

Em que, a probabilidade (p) de se engajar em um certo comportamento ($x = 1$) é determinado por dois parâmetros: o compromisso da pessoa, expresso pelo nível de desempenho geral (θ), e a dificuldade do comportamento específico (δ) (Kaiser e Wilson, 2004). Para isso, a maioria dos estudos de psicologia ambiental utilizam questionários com respostas de auto-relato (Steg e Vlek, 2009).

A análise de Rasch estabelece uma medida unidimensional do comportamento ambiental, que reflete a frequência com que as pessoas realizam esses comportamentos: quanto menos frequente as pessoas realizarem um comportamento específico, mais difícil será considerado o comportamento (Steg e Vlek, 2009).

Uma escala frequentemente utilizada é o *General Ecological Behaviour* ou Comportamento Ecológico Geral (CEG), que consiste em 50 perguntas, que passaram por diversas checagens de confiabilidade e validade, podendo ser agrupadas em 6 domínios: conservação de energia, mobilidade e transporte, redução de resíduos, consumismo, reciclagem e alguns comportamentos sociais sobre conservação (Kaiser e Wilson, 2004).

Para medir as respostas, em geral são utilizadas respostas de “sim” e “não”, sendo que as perguntas formuladas negativamente têm suas respostas reprogramadas, invertendo os resultados (Kaiser, 1998). Além disso, também podem ser utilizadas escalas de frequência, categorizando “Nunca”, “Raramente” e “Ocasionalmente” como negativas e “Frequentemente” e “Sempre” como respostas positivas (Kaiser e Wilson, 2004).

Uma série de domínios e perguntas podem ser utilizadas para realizar as análises propostas pela escala CEG, conforme abordagens realizadas por Kaiser (1998) e Kaiser e Wilson (2004). Neste trabalho, a escala utilizada por Kaiser e Wilson (2004) foi utilizada como base metodológica e, por isso, abaixo serão listadas na Tabela 3.4 as perguntas trazidas no artigo.

Por fim, análises revelam que os indivíduos podem parecer inconsistentes em seus comportamentos ambientais, o que fazem em um dia, podem não fazer em outro. Isso se dá devido às diversas influências as quais os comportamentos são suscetíveis (Kaiser, 1998). Enquanto uma mesma pessoa apresenta comportamentos positivos de reciclagem, também apresenta comportamentos prejudiciais ao meio ambiente no domínio de transportes. Isso indica que, apesar das considerações ambientais, vários outros fatores influenciam um comportamento, como status, conforto, esforço e oportunidades comportamentais (Steg e Vlek, 2009).

Tabela 3.4 - 50 perguntas de comportamentos pró ambientais agrupados em 6 domínios

Comportamento	
<p>Conservação de Energia</p> <p>1. Eu possuo aparelhos domésticos eficientes em energia</p> <p>2. Eu espero até ter uma cesta cheia antes de fazer minha lavanderia</p> <p>3. Eu lavo roupas sujas sem pré-lavar</p> <p>4. <i>Em hotéis, eu troco as toalhas todos os dias</i></p> <p>5. <i>Eu uso secadora de roupas</i></p> <p>6. Eu comprei painéis de energia solar</p> <p>7. Eu uso fontes de energia renováveis</p> <p>8. <i>No inverno, eu deixo o aquecedor ligado para que eu não tenha que usar casaco</i></p> <p>9. <i>No inverno, eu deixo as janelas abertas por longos períodos de tempo para que entre ar fresco</i></p> <p>10. No inverno, eu desligo o aquecedor quando eu saio do meu apartamento por mais de 4 horas</p> <p>11. Eu prefiro o chuveiro do que a banheira</p> <p>Mobilidade e Transporte</p> <p>12. <i>Eu dirijo meu carro na cidade</i></p> <p>13. Eu dirijo em rodovias em velocidade menor que 100 km/h</p> <p>14. <i>Eu deixo o motor ligado enquanto espero em um cruzamento ou em um engarrafamento</i></p> <p>15. <i>Em sinais vermelhos, eu deixo o motor ligado</i></p> <p>16. <i>Eu dirijo para onde vou fazer caminhada</i></p> <p>17. Eu abro mão de ter um carro</p> <p>18. Eu sou membro de um esquema de caronas</p> <p>19. Eu dirijo de forma que mantenho o consumo de gasolina do carro baixo</p> <p>20. Eu tenho um automóvel com alta eficiência de consumo</p> <p>21. <i>Para viagens longas (mais de 6h), eu vou de avião</i></p> <p>22. Em áreas próximas (cerca de 30km), eu uso transporte público ou vou de bicicleta</p> <p>23. Eu vou de bicicleta ou de transporte público para o trabalho ou para a escola</p> <p>Redução de Resíduos</p> <p>24. Eu compro leite em garrafas retornáveis</p> <p>25. <i>Se me oferecem uma garrafa plástica em uma loja, eu aceito</i></p> <p>26. Eu reutilizo minhas sacolas de mercado</p> <p>27. <i>Eu compro bebidas em lata</i></p> <p>28. Eu compro produtos em garrafas de refil</p>	<p>Consumismo</p> <p>29. <i>Eu uso amaciante de roupas</i></p> <p>30. <i>Eu uso um produto de limpeza para limpar o forno</i></p> <p>31. <i>Eu mato insetos com inseticida</i></p> <p>32. <i>Eu uso purificador de ar químico no banheiro</i></p> <p>33. <i>Eu compro comida de conveniência</i></p> <p>34. Eu compro frutas e verduras da estação</p> <p>35. <i>Eu compro papel higiênico branco e colorido</i></p> <p>36. Eu compro carne e vegetais com selos ambientais</p> <p>37. Eu compro móveis de madeira cultivada internamente</p> <p>Reciclagem</p> <p>38. Eu guardo e reutilizo sobras de papel</p> <p>39. Eu levo garrafas de vidro vazias para reciclagem</p> <p>40. <i>Eu coloco pilhas velhas no lixo comum</i></p> <p>41. <i>Após as refeições, eu jogo os restos no vaso sanitário</i></p> <p>Comportamentos Sociais em relação à conservação</p> <p>42. Após um picnic, eu deixo o lugar tão limpo quanto estava originalmente</p> <p>43. Eu sou membro de uma organização ambiental</p> <p>44. Eu leio a respeito de questões ambientais</p> <p>45. Eu contribuo financeiramente com organizações ambientais</p> <p>46. Eu falo com amigos sobre problemas relacionados ao meio ambiente</p> <p>47. Eu já apontei um problema ecologicamente errado para alguém</p> <p>48. Eu boicoto companhias com histórico ecologicamente errado</p> <p>49. Eu já pesquisei os prós e contras de possuir uma fonte privada de energia solar</p> <p>50. Eu solicitei um orçamento para ter energia solar instalada</p>

Fonte: Kaiser e Wilson (2004) (traduzido)

4. METODOLOGIA

Este trabalho possui como enfoque duas metodologias principais, sendo a primeira de estudo de caso, aplicado à área de estudo selecionada, e a segunda uma metodologia para aplicação de questionário online, que foi incorporada como ferramenta de coleta de dados do estudo de caso. Dessa forma, esta seção será segmentada em duas principais frentes, o estudo de caso e a pesquisa através de questionário.

4.1. ESTUDO DE CASO

Toda pesquisa científica necessita definir seu objeto de estudo e, a partir daí, construir um processo de investigação, delimitando o universo que será estudado (Ventura, 2007). Assim, um estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um caso, de forma que permita seu amplo e detalhado conhecimento (Gil, 1946).

Os estudos de caso são instrumento de investigação, uma modalidade de pesquisa que pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento (Ventura, 2007) e, em geral, seguem o conjunto de etapas a seguir, mas que não necessariamente precisam estar nesta ordem (Gil, 1946):

- a. Formulação do problema ou das questões de pesquisa;
- b. Definição das unidades-caso;
- c. Seleção dos casos;
- d. Elaboração do protocolo;
- e. Coleta de dados;
- f. Análise e interpretação dos dados;
- g. Redação do relatório.

A questão de pesquisa abordada neste trabalho trata de estratégias para o alcance de dois objetivos principais: a redução na fonte e uma maior eficácia na separação de resíduos na fonte. Dessa forma, de acordo com a revisão bibliográfica realizada, pode haver impacto na qualidade do Composto Orgânico de Lixo (COL) produzido nas UTMBs, devido ao menor teor de contaminação de resíduos, assim como pode haver a redução na quantidade de RSO destinados ao sistema de CC. Para isso, as estratégias abordadas neste trabalho foram a implementação do PAYT e o incentivo à compostagem caseira.

Para as etapas “b” e “c”, foi realizado um estudo de caso único decisivo, que é utilizado quando se deseja abordar uma teoria, de forma a confirmá-la, contestá-la ou estendê-la (Gil,

1946). Dessa forma, foi realizado *estudo caso único* na região do Lago Norte, Região Administrativa selecionada de acordo com os critérios descritos na seção 4.1.1 e detalhados na seção 5.1, a fim de validar as hipóteses levantadas e detalhadas a seguir, tendo em vista o cenário do DF trazido ao longo da revisão bibliográfica, principalmente no que tange a perspectiva das metas governamentais, a redução de geração de resíduos, a separação na fonte e o incentivo à compostagem caseira.

A etapa “d”, que trata da elaboração de protocolo consistiu em, de fato, elaborar as hipóteses e perguntas para sua validação através do questionário para os moradores da região selecionada. Já a etapa “e”, de coleta de dados, consistiu no envio do formulário e coleta de respostas. Ambas as etapas “d” e “e” serão melhor detalhadas na seção 4.2 a seguir, uma vez que foram empregadas etapas metodológicas específicas para a pesquisa.

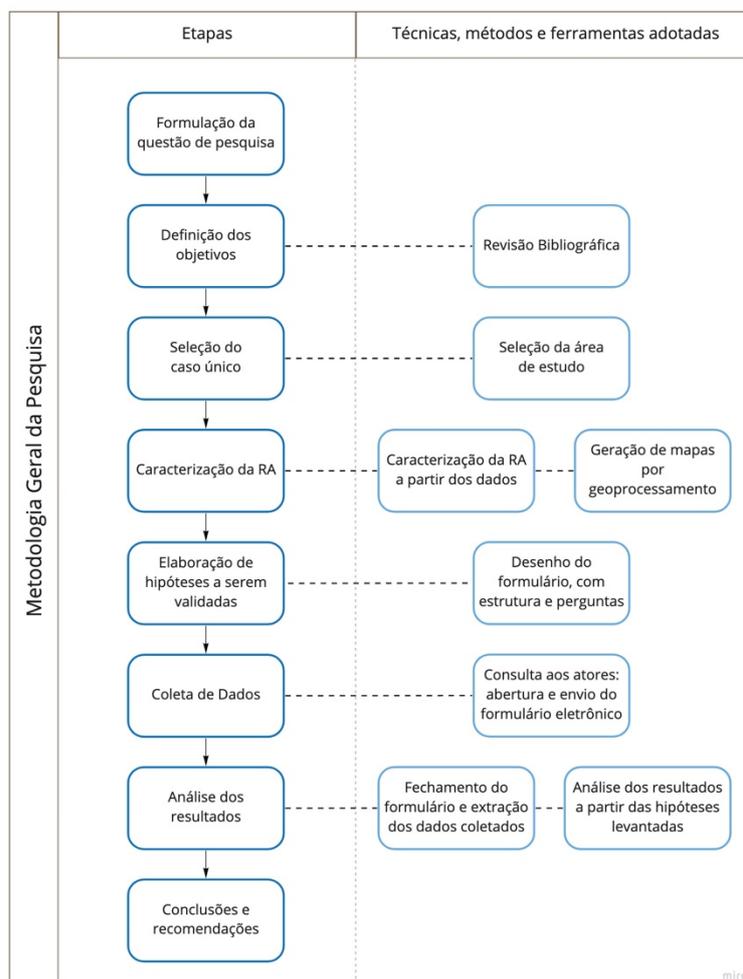


Figura 4.1 - Fluxograma com etapas metodológicas e aplicação prática

Os demais dados da área de estudo foram obtidos a partir da coleta de informações disponíveis online, da busca ativa dos que não estiverem abertos ao público e do cálculo de

indicadores. De forma complementar, foram elaborados mapas da área para melhor caracterização. A Figura 4.1 traz o fluxo de etapas metodológicas e práticas realizadas neste trabalho.

Já as etapas “f” e “g”, que abordam análise e interpretação de dados, e redação do relatório e conclusões estão descritas ao longo dos tópicos 5 e 0.

4.1.1. Definição dos Critérios para Seleção da Área de Estudo

Para selecionar a área de estudo, faz-se necessário estabelecer critérios que embasem a tomada de decisão, com isso, limita-se o arranjo de opções disponíveis, facilitando a escolha da área para realização do estudo de caso. A seguir, estão listados os principais critérios utilizados para definição da área:

- i. **Percentual de produção de resíduos orgânicos:** a alta produção de resíduos orgânicos relativamente ao total é um aspecto fundamental de escolha, a fim de que a compostagem possa ser viável em termos da quantidade de produção de RSO;
- ii. **Urbanização predominantemente horizontal:** em regiões com urbanização horizontal, as residências tendem a apresentar maior área disponível para realização de compostagem caseira.

A partir destes critérios, a Região Administrativa selecionada para estudo foi o Lago Norte, cuja caracterização detalhada que levou à sua seleção encontram-se descritos na seção 5.1 deste trabalho.

4.2. PESQUISA ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIO

A partir da definição da RA em que o estudo de caso foi conduzido, fez-se necessário entender, de forma simplificada, o perfil e atitudes dos moradores da região, a fim de analisar os melhores caminhos para implementação de políticas públicas de incentivo à compostagem caseira e a possibilidade de implementação do *Pay As You Throw*.

Segundo Cozby (2003), a maioria das pesquisas busca testar uma hipótese formulada pelo pesquisador. Ainda, a formulação destas hipóteses pode basear-se em resultados de pesquisas anteriores ou em considerações teóricas.

Para apoiar todo o processo da pesquisa, desde a elaboração do formulário até a análise dos resultados e conclusões, Oppenheim (1992) sugere algumas etapas, que foram adaptadas para este trabalho:

- a. Decidir os objetivos do estudo e, possivelmente, as teorias a serem investigadas, desdobrando-as em hipóteses, ainda de forma generalista;
- b. Revisar a literatura relevante;
- c. Decidir, entre as hipóteses formuladas anteriormente, quais serão investigadas, tendo em vista limitações de tempo, recursos e equipe. Dependendo destes fatores limitantes, os objetivos podem ser reduzidos;
- d. Desenhar e adaptar os instrumentos de pesquisa que serão utilizados, como escalas de atitude, escalas de avaliação e check lists;
- e. Fazer o trabalho de campo, ou seja, coletar as respostas;
- f. Realizar as análises;
- g. Reunir os resultados e testar as hipóteses;
- h. Desenhar as conclusões e interpretações.

Nesta seção, serão detalhadas das etapas “a” até “f”, uma vez que são as etapas de condução do estudo. Já as fases “g” a “j” se encontram nas Seções 0 e 0.

Para as etapas “a” e “b”, a partir dos estudos descritos ao longo do item 3, foram elaboradas as seguintes hipóteses:

- Pessoas residentes em casas com quintal são mais propensas a realizar compostagem caseira;
- Pessoas que apresentam outras atitudes pró-ambientais são mais dispostas a pagar pelo descarte de resíduos indiferenciados* ou misturados;
- As pessoas estão dispostas a pagar pela quantidade de resíduo indiferenciado* que geram.
- Quanto mais simples a implementação da compostagem caseira, mais propensas as pessoas são a realizá-la;
- O nível de escolaridade e renda não são determinantes para a propensão a realizar compostagem caseira;
- A maioria das pessoas não sabe como contribuir para a Taxa de Limpeza Pública;

*Entende-se como resíduo indiferenciado aquele que não pode ser reciclado ou compostado, como o papel higiênico (Polzer, 2012).

Com isso, conforme recomendado na etapa “c”, as quatro primeiras hipóteses listadas acima foram selecionadas para o estudo. A quinta hipótese (escolaridade e renda) foi descartada pois, para ter uma percepção realista, seria importante validá-la numa escala além das limitações de uma RA do estudo de caso, visto que, por ser uma área caracterizada por moradores da alta renda, a própria amostra já enviesaria os resultados. Já a sexta e última hipótese foi descartada por não ser tão relevante para os resultados almejados neste estudo, sendo mais interessante captar a disposição a pagar dos respondentes, em vez de seu conhecimento ou não conhecimento acerca da TLP.

Por fim, esta pesquisa se caracteriza como uma *Pesquisa Descritiva*, que tem como principal objetivo contar quantas pessoas, membros de uma população, possuem uma certa opinião ou característica ou com que frequência determinados eventos ocorrem juntos. Esse tipo de pesquisa não expõe relações causais entre variáveis (Oppenheim, 1992). Optou-se por este tipo de pesquisa uma vez que o tempo disponível para coleta de respostas é limitado, o que também influencia a quantidade de perguntas a serem inseridas no formulário, já que, quanto mais extensa a pesquisa, menor será a disposição a responder por parte da população amostral.

4.2.1. Perguntas, Amostragem e Formulário – Geral

Como a área do estudo é limitada à RA do Lago Norte, o público-alvo da pesquisa e, portanto, do formulário, são os moradores desta região.

Para a elaboração das perguntas, Cozby (2003) traz algumas orientações: simplicidade – as perguntas devem ser simples, de forma que as pessoas sejam capazes de respondê-las com facilidade, por isso, é importante evitar jargões e simplificar a linguagem; questões tendenciosas – a depender da forma como a pergunta é elaborada, pode influenciar a resposta do sujeito, por exemplo “você aprova a implementação de uma taxa para descarte de resíduos misturados?”; formulação negativa – perguntas negativas podem confundir o respondente, portanto, esse tipo de formulação deve ser evitada.

Já para as respostas das questões, optou-se por respostas fechadas, por ser uma abordagem mais estruturada e de codificação mais fácil (Cozby, 2003). Em algumas perguntas, a fim de

evitar falsas respostas, foi dada a opção “Outros”, em que o respondente assinala e escreve brevemente sua resposta.

Ainda, algumas perguntas do formulário apresentam saltos lógicos, ou seja, a depender da resposta do sujeito, a próxima pergunta varia.

A pesquisa foi elaborada em formato virtual, através da plataforma *Google Formulários*. Com relação à distribuição e envio dos formulários, foi gerado um link do formulário que foi posteriormente distribuído em grupos do Aplicativo *WhatsApp* específicos de moradores do Lago Norte, geralmente grupos das quadras e vizinhos. Além disso, o formulário também foi distribuído em redes sociais, como o *Instagram* e o *Facebook*, sendo que, no último, o contato foi feito através da publicação do questionário em um grupo geral de moradores da RA, com acesso restrito apenas aos moradores.

É importante ressaltar que, devido ao cenário de Pandemia da COVID-19 durante a realização do estudo, não foi possível realizar a coleta de respostas da forma tradicional, porta à porta, o que limitou a coleta ao meio digital. Assim, devido ao fato de que os moradores passam mais tempo em casa devido à quarentena e que as respostas não puderam ser coletadas da forma tradicional aleatória, pode ter havido certo grau de viés sobre dados coletados, conforme será discutido no tópico 5.

Na Tabela 4.1, é possível visualizar as perguntas presentes no formulário e os saltos lógicos. As seções foram utilizadas para criar o fio lógico do formulário, além dos saltos lógicos. Ainda, na Tabela 4.1, quando na coluna “salto lógico” é preenchida com “-“, significa que a próxima questão é a que está imediatamente abaixo dessa. As seções foram enumeradas e nomeadas da seguinte maneira:

1. Introdução
2. Qualificação;
3. Perfil compostagem;
4. Faz compostagem caseira;
5. Não faz compostagem;
6. Impedimento;
7. Atitudes pró-ambientais;
8. Tarifa;
9. Dados demográficos e caracterização.

Para as perguntas da seção 7, foi utilizada a escala Likert, que é o tipo de escala mais popular atualmente, visto que é menos trabalhosa que as demais. Nela, os respondentes se identificam em uma das atitudes listadas que, tradicionalmente, variam de “*concordo fortemente*” para “*concordo*”, “*incerto*”, “*discordo*” e “*discordo fortemente*” (Oppenheim, 1992).

No entanto, visto que neste questionário o objetivo é entender a frequência com que os moradores apresentam determinadas atitudes, os termos da escala foram adaptados para “nunca”, “raramente”, “às vezes”, “frequentemente” e “sempre”, nesta ordem.

Na seção 7 foram utilizadas questões adaptadas da escala *General Ecological Behaviour (GEB)* ou Comportamento Ecológico Geral (CEG). O CEG é mensurado a partir da avaliação de comportamentos pró ambientais, em que cada um destes comportamentos apresenta uma certa dificuldade em ser mantido, o que, conseqüentemente, representa uma estimativa das adversidades que vão além do controle das pessoas. Ou seja, quanto mais fácil for o comportamento, menor adversidades a pessoa terá que enfrentar para realizá-lo (Kaiser *et al.*, 1999).

No formulário, questões que apresentam a lógica invertida, como “Se me oferecem uma sacola plástica no mercado, eu aceito” e “Eu compro bebidas em latas” se encontram em itálico, visto que respostas como “sempre” e “frequentemente” têm avaliação negativa e, por isso, os resultados almejados são as opções “raramente” e “frequentemente”.

A escala CEG inclui de 30 a 65 questões que abordam diferentes ações, que podem ser agrupadas em 6 domínios: economia de energia, mobilidade e transporte, redução de resíduos, consumismo, reciclagem e comportamentos sociais acerca de conservação (Kaiser e Wilson, 2004). No entanto, para este trabalho, foram utilizadas apenas as questões referentes às categorias de redução de resíduos e reciclagem, ou seja, as ações diretamente relacionadas à RS. Esta redução de escopo foi feita tendo em vista duas questões principais:

- Este estudo de caso se caracteriza como Pesquisa Descritiva, ou seja, visa descrever os resultados e fazer juízo de valor, mas não será utilizada como base para trazer relações causais entre variáveis;
- Inserir no mínimo 30 questões para análise do CEG tornaria o formulário muito extenso, reduzindo a disposição a responder o formulário por parte dos moradores do Lago Norte. Assim, a praticidade e o número de respostas foram priorizados.

Em contraponto, a escolha metodológica de redução de escopo limita a análise de resultados, impedindo que haja uma escala de comportamento pró ambiental, bem como a realização das análises de Rasch.

Com os resultados obtidos, pretende-se caracterizar a população da área de estudo em termos de comportamentos pró-ambientais nas categorias selecionadas, trazendo algumas referências para balizar a caracterização. No entanto, os resultados não serão estatisticamente analisados.

Por fim, as perguntas selecionadas foram adaptadas para o contexto do Brasil e traduzidas, visto que as atitudes listadas no CEG foram desenvolvidas por pesquisadores do hemisfério norte. Na Tabela 4.2, é possível identificar quais perguntas pertencem a quais categorias.

Tabela 4.1 - Seções, Perguntas, Opções de Resposta e Saltos Lógicos do Formulário

Seção	Pergunta	Respostas	Salto Lógico
1	Introdução ao formulário	-	Seção 2
2	Eu sou morador do Lago Norte	Sim	Seção 3
		Não	Fim do formulário
3	Você realiza compostagem caseira?	Sim	Seção 4
		Não	Seção 5
4	Qual tipo de compostagem você realiza?	Vermicompostagem (minhocário)	Seção 7
		Compostagem simples (em pilhas de orgânicos e folhas)	
		Outros	
5	Você já considerou realizar compostagem caseira?	Sim	Seção 6
		Não	Seção 7
6	Qual foi o principal impedimento para começar a realizar compostagem caseira?	Muito trabalhoso Muito caro Requer muito tempo Receio de atrair insetos Outros	Seção 7
7	Eu compro refrigerante em garrafas retornáveis	1 - Nunca 2 - Raramente 3 - Às Vezes 4 - Frequentemente 5 - Sempre	-
	<i>Se me oferecem uma sacola plástica no mercado, eu aceito</i>	1 - Nunca 2 - Raramente 3 - Às Vezes	-

		4 - Frequentemente 5 - Sempre	
	Eu uso minha própria sacola quando vou ao supermercado	1 - Nunca 2 - Raramente 3 - Às Vezes 4 - Frequentemente 5 - Sempre	-
	<i>Eu compro bebidas em latas</i>	1 - Nunca 2 - Raramente 3 - Às Vezes 4 - Frequentemente 5 - Sempre	-
	Eu compro produtos em embalagens de refil	1 - Nunca 2 - Raramente 3 - Às Vezes 4 - Frequentemente 5 - Sempre	-
	Eu guardo e reutilizo sobras de papel	1 - Nunca 2 - Raramente 3 - Às Vezes 4 - Frequentemente 5 - Sempre	-
	Eu levo garrafas de vidro vazias para reciclagem	1 - Nunca 2 - Raramente 3 - Às Vezes 4 - Frequentemente 5 - Sempre	Seção 8
	Com relação à separação de resíduos recicláveis e orgânicos dos demais, você acredita que:	Deveria haver incentivos para que todos separem	
		Apenas quem tem interesse deveria separá-los	-
		Não vejo necessidade em separar	
8	Caso fosse implementada uma taxa extra para cada saco de 120L descartado de forma misturada (recicladas e demais resíduos), você estaria disposto a pagar por cada saco:	Não estaria disposto a pagar	
		De 1 a 3 reais	
		De 3 a 6 reais	Seção 9
		De 6 a 10 reais	
		De 10 a 15 reais	
9	Em qual quadra ou região do Lago Norte você reside?	Listagem com as QIs e QLS agrupadas de 1 a 16 Núcleos Rurais Centros de Atividade (CAs)	-

Setor de Mansões do Lago Norte		
Em qual tipo de residência você mora?	Casa com quintal	
	Casa sem quintal	-
	Apartamento	
	Quitinete	
Qual o nível de escolaridade da principal pessoa provedora do domicílio?	Sem instrução	
	Ensino fundamental	
	Ensino médio	-
	Ensino superior	
Qual a renda total mensal do seu domicílio (em salários mínimos)	Pós graduação	
	0 a 2	
	2 a 4	
	4 a 10	-
	10 a 20	
Qual a quantidade aproximada de resíduo (lixo) orgânico gerado por semana em seu domicílio? (em kg)	Acima de 20	
	0 a 0,5	
	0,5 a 1	
	1 a 2	
	2 a 3	
	3 a 4	-
	4 a 5	
Acima de 5		
	Não sei informar	
Campo aberto para comentários		

Tabela 4.2 - Categorias de cada pergunta CEG

Categoria	Pergunta
Redução de Resíduos	Eu compro refrigerantes em garrafas retornáveis
	<i>Se me oferecem uma sacola plástica no mercado, eu aceito</i>
	Eu uso minha própria sacola quando vou ao supermercado
	<i>Eu compro bebidas em latas</i>
	Eu compro produtos em embalagens de refil
Reciclagem	Eu guardo e reutilizo sobras de papel
	Eu levo garrafas de vidro vazias para reciclagem

Ao abordar perguntas com relação à disposição a pagar, foi necessário firmar um modelo de cobrança idealizado para este ponto. Dessa forma, a seção 4.2.2 a seguir detalha este processo.

4.2.2. Abordagem do Questionário – *Pay As You Throw*

O primeiro passo planejar um sistema de cobrança unitária é determinar qual modelo será utilizado. A abordagem mista é a mais utilizada, uma vez que garante menos incertezas ao sistema de coleta (Elia *et al.*, 2015), por isso e pelos pontos citados a seguir, essa foi a abordagem selecionada.

Tendo em vista o atual cenário do DF, em que a Taxa de Limpeza Pública (TLP) é implementada desde 2005, e adotando a abordagem realizada por Houtven e Morris (2005), citado no item 3.6.1, optou-se por abordar a cobrança apenas pelos resíduos indiferenciados ou misturados.

Assim, o formulário explora um cenário de cobrança híbrida, em que a TLP continuaria em vigor, com a taxa pelo uso do serviço funcionando como um instrumento complementar, apenas para os resíduos misturados ou indiferenciados.

A seguir, serão abordados os principais pontos do cenário de gerenciamento resíduos sólidos no DF e da revisão bibliográfica, que contribuíram para a decisão da modalidade de cobrança da taxa variável a ser explorada no formulário.

De acordo com o Relatório Anual do SLU de 2020, a evolução da TLP no DF de 2005 a 2020 sofreu um aumento de mais de 300%, conforme apresentado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Evolução da Receita do SLU advinda da TLP ao longo dos anos

Ano	Receita TLP	Ano	Receita TLP
2005	R\$ 60.457.462,85	2013	R\$ 133.964.473,00
2006	R\$ 67.477.330,40	2014	R\$ 130.782.508,70
2007	R\$ 89.260.199,00	2015	R\$ 145.753.320,00
2008	R\$ 88.899.388,98	2016	R\$ 155.527.079,00
2009	R\$ 90.503.558,73	2017	R\$ 161.396.446,00
2010	R\$ 98.620.587,56	2018	R\$ 163.637.281,00
2011	R\$ 106.351.621,97	2019	R\$ 183.140.330,00
2012	R\$ 113.585.231,56	2020	R\$ 182.886.863,00

Fonte: Relatório Anual do SLU (2020)

No entanto, apesar do aumento ao longo dos anos, segundo a Nota Técnica N° 4/2020, emitida pela Adasa em outubro de 2020, referente à avaliação do cumprimento das metas do PDGIRS, o indicador de sustentabilidade econômico-financeira demonstra que o valor arrecadado com a TLP ainda é insuficiente para cobrir os custos com os serviços de manejo de RS. Neste sentido, o relatório reforça a necessidade de revisão da metodologia de cobrança.

A implementação do PAYT em um modelo híbrido, em que a TLP é mantida juntamente à taxa variável, poderia resultar no aumento da arrecadação. Além do aumento da arrecadação, é importante ressaltar que o PAYT é uma estratégia que tem recebido reconhecimento cada vez maior no que tange a redução da geração de resíduos, principalmente os resíduos indiferenciados ou misturados, com um aumento quase que proporcional nos sistemas de coleta seletiva (Reichenbach, 2008), o que traz resultados ainda mais desejados do ponto de vista da ordem de prioridade estabelecida pela PNRS.

Dessa forma, é necessário definir qual a melhor forma de implementação da cobrança pela taxa variável. Para isso, Reichenbach (2008) propõe um diagrama com as principais alternativas de implementação do PAYT, conforme a Figura 4.2.

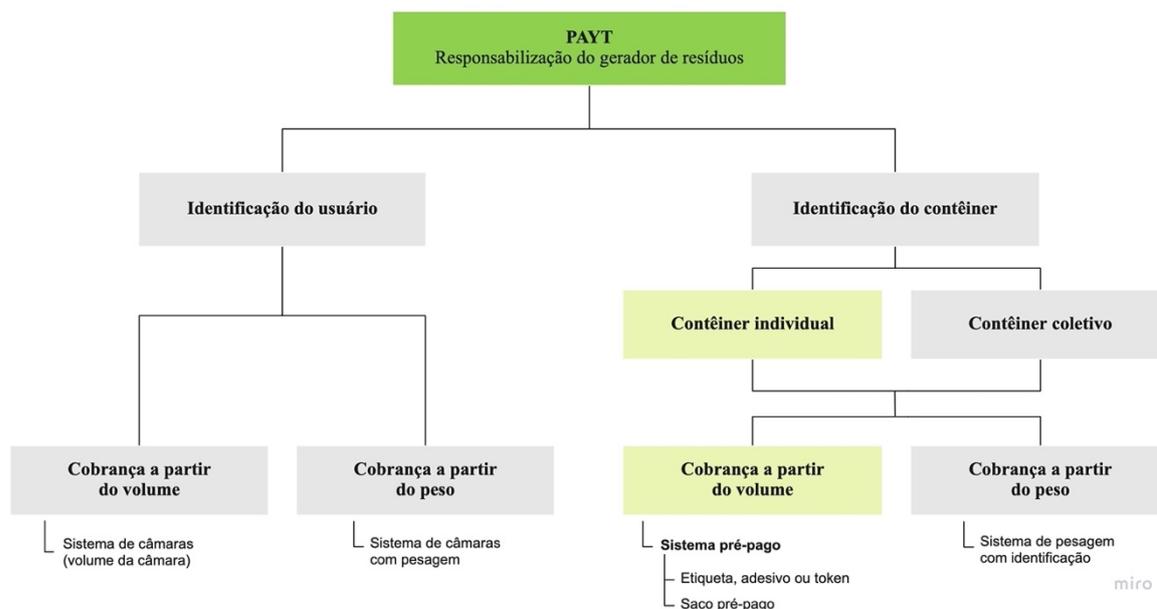


Figura 4.2 - Principais alternativas para implementação do PAYT

Fonte: Reichenbach (2008) adaptado

A forma de identificação do usuário mais comumente utilizada consiste em sistemas de câmaras, em que o usuário leva seu resíduo até o local, onde a quantidade de resíduos gerados pelo indivíduo é registrada e, posteriormente, cobrada em forma de faturas ou o valor é debitado da quantidade de créditos pré-pagos adquiridos pelo usuário (Reichenbach, 2008).

Sabe-se que, atualmente, na região de estudo, a coleta de resíduos é realizada no modelo porta a porta e os contêineres são identificados como das respectivas residências, uma vez que cada casa possui sua lixeira para descarte de resíduos. Dessa forma, seguindo a linha lógica do fluxograma, no Lago Norte, o caminho que requer menor adaptação logística seria o de identificação do contêiner, sendo estes contêineres individuais para cada domicílio.

Por fim, existem os modelos de cobrança a partir do volume e a partir do peso. Dessa forma, a partir da revisão da literatura acerca de ambas as possibilidades, a

Tabela 4.4 foi consolidada com as principais características consideradas para tomada de decisão, identificando as principais particularidades de cada modelo para a implementação na área de estudo, ou seja, em um modelo de contêineres individuais.

Ressalta-se que, em uma área de estudo com características diferentes, por exemplo, urbanização vertical, a análise do Fluxograma apresentado na Figura 4.2 teria sido diferente, resultando em conclusões de implementação distintas.

Tabela 4.4 - Principais características dos sistemas de cobrança a partir de peso e volume, aplicadas ao contexto da área de estudo

Características	A partir do peso	A partir do volume
Forma de implementação	Veículo de coleta ou contêineres individuais devem ser equipados com sensores de pesagem de resíduos. Residências são identificadas durante a coleta.	Sacos, etiquetas ou adesivos pré-pagos. Identificação do usuário feita ao comprar os sacos.
Vantagens	Estima a real quantidade de resíduo coletado de cada usuário, uma vez que essa quantidade é estimada a partir do peso específico de cada material.	É o modelo mais utilizado em coletas porta à porta. Requer pouca tecnologia e, portanto, é barato e a implementação é mais rápida.
Desvantagens	Modelo menos difundido em contextos de coleta porta a porta porque a solução é mais cara.	Não fornece a real quantidade de resíduos gerados por cada indivíduo.
Cálculo da taxa	Taxa calculada proporcionalmente ao peso dos resíduos coletados	Taxa calculada proporcionalmente à quantidade de sacos adquiridos

Tendo em vista os aspectos abordados na Tabela 4.4, entende-se que o sistema a partir de volume é mais adequado à realidade da região de estudo, uma vez que possui custos mais baixos e é o mais utilizado em realidades de coleta porta à porta, benefícios que, de acordo com a abordagem deste estudo, superam a desvantagem de não saber com precisão a quantidade de resíduos gerados por cada indivíduo.

Dessa forma, no formulário enviado aos moradores da região, utilizou-se como premissa o modelo de cobrança por sacos pré-pagos.

Por fim, é importante ressaltar que a implementação do Pay as You Throw é um processo extremamente complexo que, além das variáveis aqui apresentadas, também possui grandes desafios de logística e de adaptação do próprio sistema de coleta e dos seus processos internos e administrativos. Por isso, é fundamental que o PAYT seja um processo de aprendizagem e adaptação constante, de forma que um resultado economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto seja alcançado.

Para isso, Elia et al. (2015) propõe uma adaptação do Ciclo de Deming para desenhar e gerir sistemas PAYT, ilustrado na Figura 4.3.

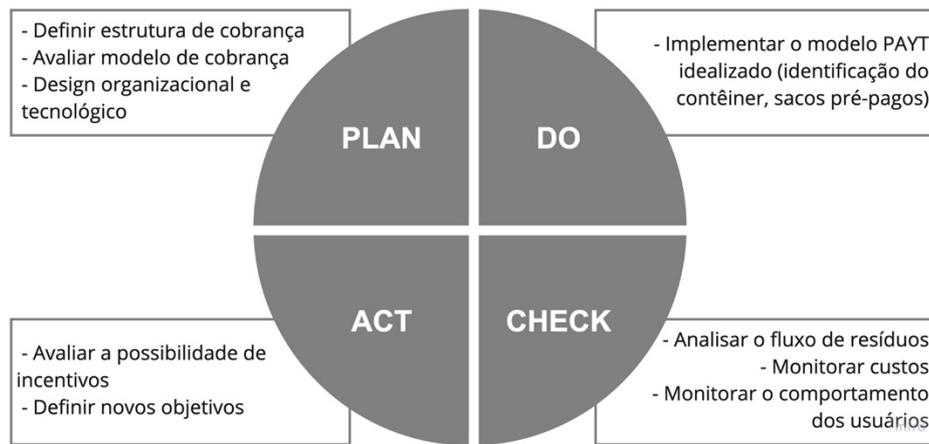


Figura 4.3 - Ciclo de Deming adaptado para design e gerenciamento de sistema PAYT

Fonte: Elia *et al.* (2015).

5. RESULTADOS

A partir da implementação da metodologia pormenorizada anteriormente, serão descritos, nesta seção, os resultados obtidos com este trabalho. Desta forma, os resultados serão segmentados em CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, CARACTERIZAÇÃO DA COLETA E TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO DISTRITO FEDERAL, ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO, RESULTADOS APLICADOS – COMPOSTAGEM CASEIRA, RESULTADOS APLICADOS – *PAY AS YOU THROW* e RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DESVIADOS DE ATERRAMENTO.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste tópico serão abordados os principais aspectos que levaram à seleção da Região Administrativa do Lago Norte como área de estudo, além de outros aspectos relevantes a respeito da área.

Vale ressaltar que, ao longo dos tópicos a seguir, serão descritos dados da análise gravimétrica das RAs do DF relativos aos anos de 2015 e 2016. Segundo o Relatório Anual do SLU de 2019, a última análise gravimétrica realizada no DF ocorreu em 2016, para subsidiar o Plano Distrital de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PDGIRS). Já no Relatório Anual de 2020, também do SLU, informa-se que a equipe de Saúde e Segurança do Trabalho e Ambiental do SLU e a equipe de Geoprocessamento estão construindo uma Nota Técnica para normatizar a análise gravimétrica a ser realizada pelas empresas prestadoras dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

Mais recentemente, em agosto de 2021, ao contatar o SLU, foi possível obter os resultados do total coletado por mês (para CC E CS) nos anos de 2020 e 2021, sendo que em 2020, devido à pandemia da COVID-19, a coleta seletiva foi pausada nos meses de maio a junho, não havendo dados para este período. No entanto, os dados obtidos para os anos mais recentes não foram utilizados uma vez que possuem muitas inconsistências, conforme será detalhado no tópico 5.1.2 e no Anexo I.

5.1.1. Percentual de Produção de Resíduos Sólidos Orgânicos

O primeiro critério para seleção da área de estudo é o percentual de produção de RSO em relação ao total pela RA, uma vez que um alto volume total de resíduos, mas com alto percentual de rejeitos ou de recicláveis torna o processo mais complexo e menos efetivo.

Dessa forma, para identificar essas informações, foram utilizados os dados dos gráficos representados nas Figuras Figura 5.1 e Figura 5.2.

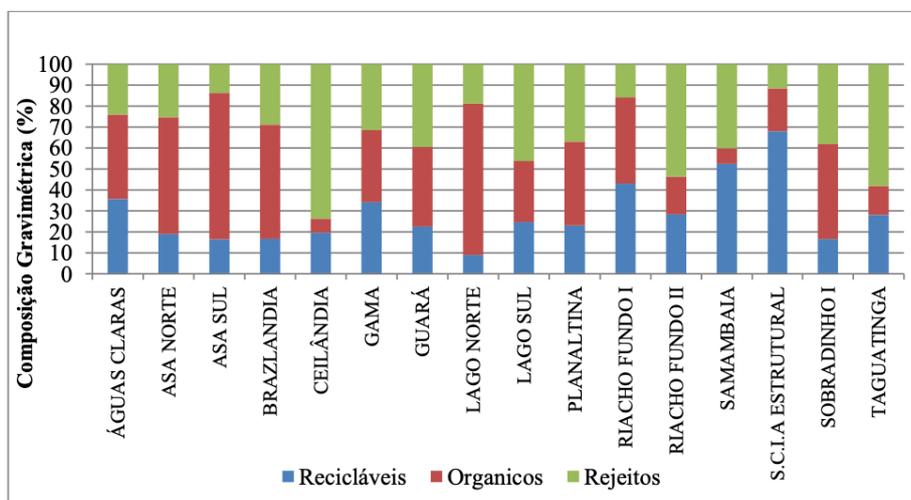


Figura 5.1 - Caracterização dos resíduos da coleta convencional no DF – orgânicos, rejeitos e recicláveis

Fonte: Jucá (2015)

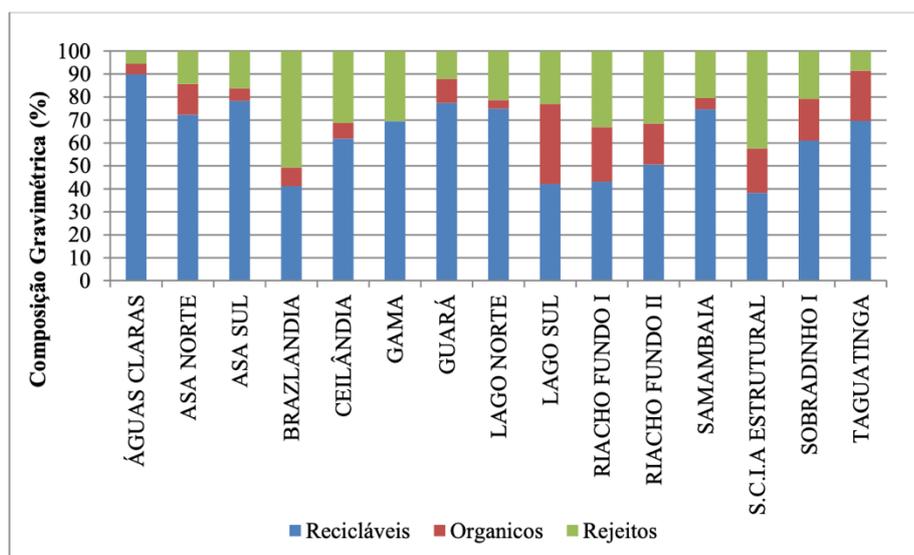


Figura 5.2 - Caracterização dos resíduos da coleta seletiva no DF – orgânicos, rejeitos e recicláveis

Fonte: Jucá (2015)

Ao avaliar os gráficos em conjunto, nota-se que o Lago Norte possui o maior percentual de orgânicos na coleta convencional, com composição gravimétrica de cerca de 70% do total, além de possuir uma coleta seletiva bem efetiva, em que quase 80% dos materiais coletados são, de fato, recicláveis.

Já outra Região Administrativa com características físicas similares, o Lago Sul não apresenta resultados de CS e CC tão favoráveis, tendo um alto percentual de orgânicos misturados à CS, cerca de 30%, além dos rejeitos, que correspondem a mais de 20%, enquanto na CC, o percentual de rejeitos encontrados é muito alto, cerca de 45%, ficando atrás apenas de Taguatinga, Ceilândia e Riacho Fundo II, que apresentam os maiores percentuais de rejeitos na CC.

Uma RA com composição gravimétrica semelhante ao Lago Norte é a Asa Sul, com cerca de 70% de orgânicos na CC e quase 80% de recicláveis na CS. No entanto, por possuir urbanização predominantemente vertical, essa RA não foi selecionada, visto que a compostagem caseira é mais provável de acontecer em residências com jardim.

5.1.2. Geração per Capita

Conforme explicitado na Figura 5.8, o Lago Norte recebe o serviço de coleta seletiva prestado pelo SLU. A fim de quantificar essa participação foram utilizados dados do relatório de Consultoria ADASA/UNESCO, de janeiro de 2016, que trata da proposição de modelagem para execução eficiente dos serviços de coleta seletiva, triagem e destinação dos resíduos recicláveis coletados no Distrito Federal.

A partir dos dados da Tabela 5.2, nota-se que a Região Administrativa do Lago Norte possui bons índices de coleta seletiva, sendo o seu percentual de resíduos advindos da coleta seletiva em relação ao total de resíduos maior que 10%, o que ocorre em poucas regiões.

Além disso, foram solicitados ao SLU dados de quantitativos de resíduos coletados nos anos de 2020, que ainda não foram divulgados. O SLU fez o envio dos dados via Sistema Eletrônico de Informações (SEI), conforme é possível observar no Anexo I, no entanto, os dados não serão utilizados neste trabalho pois ainda estão em fase de tratamento, por isso, estão incompletos, com ausências de dados em diversos meses do ano e com RAs sem dados, tornando-os não confiáveis. Ademais, conforme destacado pelo próprio SLU durante o envio dos dados, nos meses de abril a junho de 2020, a coleta seletiva foi suspensa devido à Pandemia da COVID-19, o que também afeta a característica dos dados, visto que o período de Pandemia em que foram coletados é excepcional.

No entanto, para fins de conhecimento, na Tabela 5.1 encontram-se os resultados consolidados, com as principais RAs em que foi possível extrair dados com alguma consistência e confiabilidade.

Tabela 5.1 - Resíduos coletados em 2020 por Região Administrativa do DF

Regiões Administrativas Distrito Federal	Coleta Convencional (t/mês) 2020	Coleta Seletiva (t/mês) 2020	Total Resíduos (t/mês) 2020	% de Coleta Seletiva
Cruzeiro	591	26	617	4,2%
Lago Norte	1.498	48	1.545	3,1%
Paranoá	1.094	1,04	1.095	0,1%
Plano Piloto	6.224	733	6.957	10,5%
Sobradinho I	1.654	18	1.672	1,1%
Sobradinho II	1.693	50	1.744	2,9%
Sudoeste / Octogonal	1.100	176	1.276	13,8%

Fonte: SLU (2021) adaptado – Anexo I

A partir dos dados apresentados na Tabela 5.2, é possível realizar o cálculo da taxa de geração de resíduos *per capita* (TGP), por meio da Equação 5.1.

$$TGP = \frac{\text{Total de RS coletados}}{\text{População da RA}} \quad (5.1)$$

Assim, os resultados de TGP para o Lago Norte em 2015 são:

$$TGP = 0,03108 \text{ t.habitante}^{-1}.\text{mês}^{-1} \quad \text{ou}$$

$$TGP = 373,06 \text{ kg.habitante}^{-1}.\text{ano}^{-1}$$

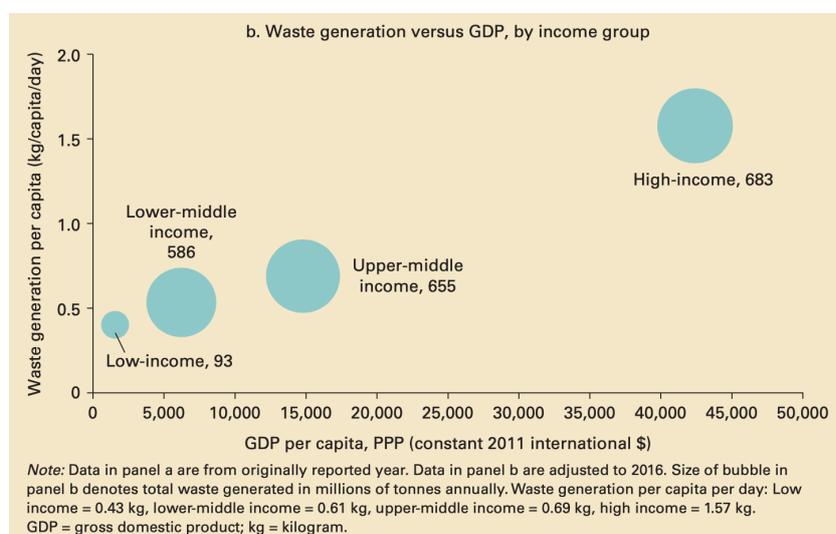


Figura 5.3 - Geração de resíduos per capita de acordo com Produto Interno Bruto

Fonte: TWB, 2018

O valor encontrado como a TGP para resíduos sólidos domésticos pode ser comparado com os valores de referência trazidos no relatório *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management*, produzido pelo Banco Mundial (2018), retratados na Figura 5.3. O relatório traz valores de referência de produção de RS *per capita* de acordo com faixas do Produto Interno Bruto (PIB). Os valores de TGP encontrados para o Lago Norte se

encontram entre os valores de referência para renda média alta e alta renda, que são respectivamente 251,85 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹ e 573,05 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹.

Tabela 5.2- Populações, Classes de Renda e Resíduos coletados em 2015 por Região Administrativa do DF

Regiões Administrativas Distrito Federal	Classificação de renda	Populações Estimadas para 2015	Coleta Convencional (t/mês)	Coleta Seletiva (t/mês)	Total Resíduos (t/mês)	% de Coleta Seletiva
Plano Piloto (V)	alta	231.894	10.165	1.522	11.687	13,0
Taguatinga	média/alta	224.618	8.162	408	8.570	4,8
Ceilândia	média/baixa	471.279	10.601	414	11.015	3,8
Samambaia (S)	média/baixa	231.457	3.918	181	4.099	4,4
Gama (S)	média/baixa	139.716	3.081	102	3.184	3,2
SCIA/Estrutural	baixa	37.528	1.510	32	1.542	2,0
Água Claras (V)	média/alta	127.716	2.016	284	2.300	12,3
Guará	média/alta	131.877	2.543	198	2.742	7,2
Planaltina (S)	média/baixa	189.571	3.087	0	3.087	0,0
Recanto das Emas (S)	baixa	139.968	2.204	95	2.299	4,1
Santa Maria (S)	média/baixa	128.007	2.130	79	2.208	3,6
Sobradinho II	média/alta	102.709	1.793	143	1.936	7,4
São Sebastião (S)	média/baixa	102.703	1.913	0	1.913	0,0
Sudoeste/Octogonal (V)	alta	55.282	1.535	162	1.697	9,6
Lago Sul	alta	32.711	1.416	89	1.505	5,9
Jardim Botânico	alta	27.168	1.176	74	1.250	5,9
Riacho Fundo I (S)	média/baixa	39.076	777	29	806	3,6
Itapoã (S)	média/baixa	63.234	1.033	0	1.033	0,0
Vicente Pires	média/alta	76.836	905	63	968	6,5
Brazlândia (S)	média/baixa	53.175	1.251	122	1.373	8,9
SIA	média/alta	1.874	766	87	854	10,2
Sobradinho I	média/alta	66.788	1.166	93	1.259	7,4
Cruzeiro (V)	média/alta	32.963	678	101	780	13,0
Paranoá (S)	média/baixa	47.813	771	0	771	0,0
Núcleo Bandeirante (S)	média/baixa	24.858	708	54	762	7,1
Park Way (S)	alta	20.712	683	24	707	3,4
Riacho Fundo II	média/baixa	40.979	736	69	806	8,6
Lago Norte	alta	36.059	985	136	1.121	12,1
Candangolândia (S)	média/baixa	17.609	592	26	618	4,1
Varjão	baixa	9.700	265	37	301	12,1
Fercal (S)	baixa	8.948	156	12	169	7,4
TOTAIS		2.914.828	68.725	4.634	73.358	6,3
(S) = Coleta Suspensa (V) = Área Verticalizada						Índices ≥ 10

Fonte: Abreu (2016).

5.1.3. Urbanização horizontal

A distribuição dos lotes e vias da Região a Região Administrativa em questão é apresentada no mapa (Figura 5.4), elaborado com dados do GeoPortal (da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação – Seduh).

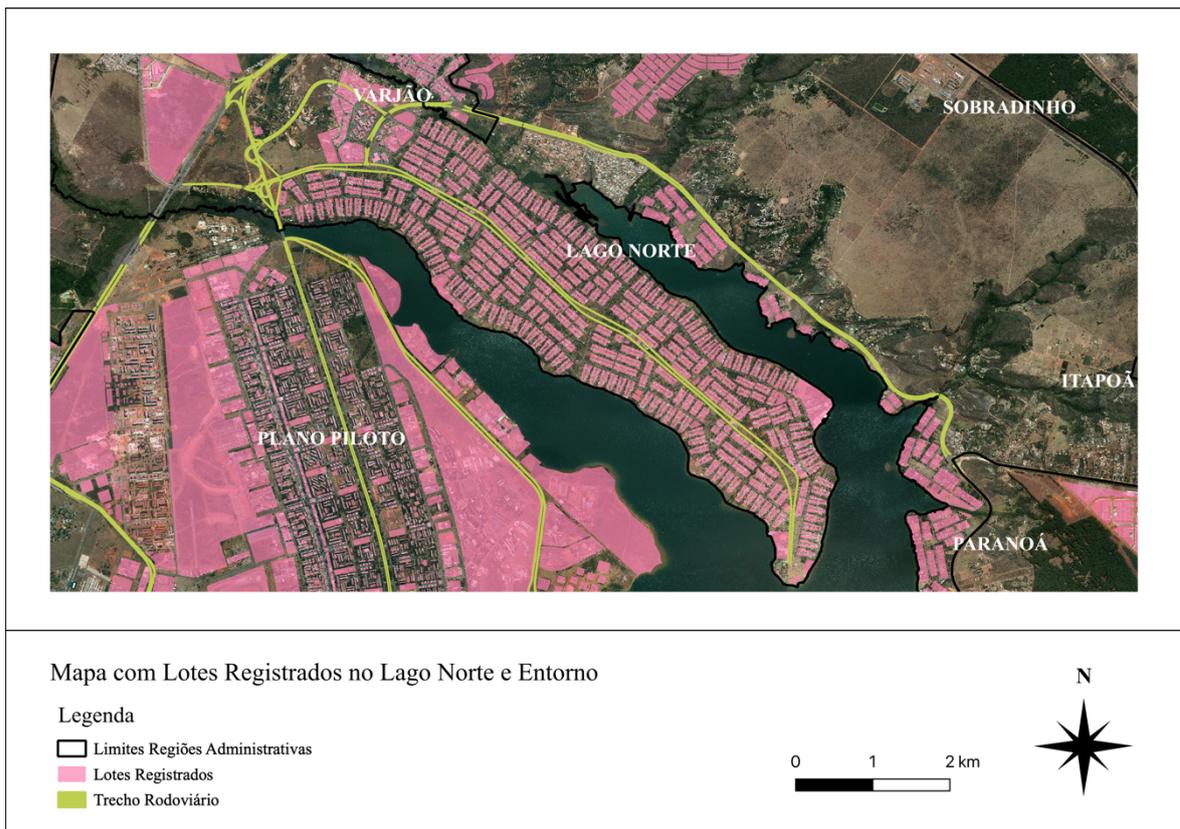


Figura 5.4 - Mapa com Lotes Registrados e Trechos Rodoviários na RA do Lago Norte e Entorno

Fonte: elaboração própria

Ao avaliar a região do Lago Norte, percebe-se que sua configuração é predominantemente horizontal, majoritariamente composto por lotes residenciais, caracterizados por casas com quintais.

5.1.4. Área Verde e Área Construída dos Lotes

A fim de caracterizar as residências da área de estudo, foram utilizados dados do GeoPortal (Seduh), uma vez que a RA é constituída por diversos lotes. Assim, primeiramente, foram baixados os arquivos Shapefile (.shp) das camadas “Lotes Registrados” e “Lotes Implantados”.

Os Lotes Registrados correspondem às áreas reconhecidas pelo Estado que podem ser construídas, seja com casas, piscinas e quadras poliesportivas. Já os Lotes Implantados correspondem a toda a extensão do lote, desde a parte construída, até a parte que não é construída (geralmente os fundos do terreno). Dessa forma, a partir da sobreposição destas camadas no Software QGis, foi possível fazer a diferença entre elas, obtendo apenas a área

permeável, ou seja, o jardim dos lotes. Nos mapas das Figuras Figura 5.5 e Figura 5.6 é possível visualizar o resultado.

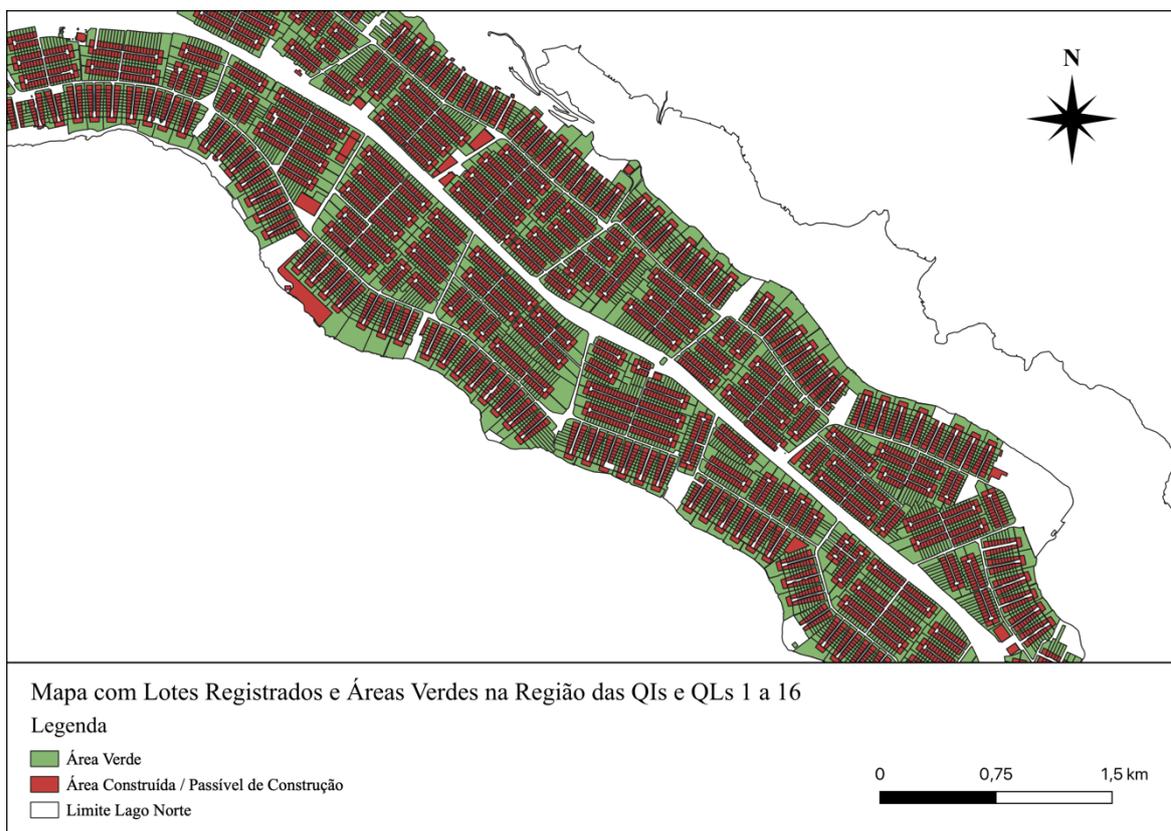


Figura 5.5 - Mapa com Lotes Registrados e Área Verde (Permeável) ao longo das QIs e QLS 1 a 16

Fonte: elaboração própria

Ainda utilizando as ferramentas do software QGis, foi possível calcular a área correspondente à nova camada, o jardim de cada um dos lotes. Em seguida, a partir da tabela de atributos, foi calculada a área média dos lotes registrados, ou seja, área construída, e a área média da área verde dos lotes, ou seja, a área do jardim.

Vale lembrar que a consideração de que a área registrada equivale à área construída e de que a área implantada menos a área registrada equivale à área verde é uma aproximação, uma vez que existem casos divergentes do considerado. Por fim, ao analisar os resultados de “Área Verde”, apenas foram consideradas áreas de até 5 mil metros quadrados, a fim de evitar alterações do resultado devido a valores discrepantes.

Com isso, os valores encontrados foram:

Média da Área de Lotes Registrados: 783,2 m²

Média da Área Verde: 799,4 m²

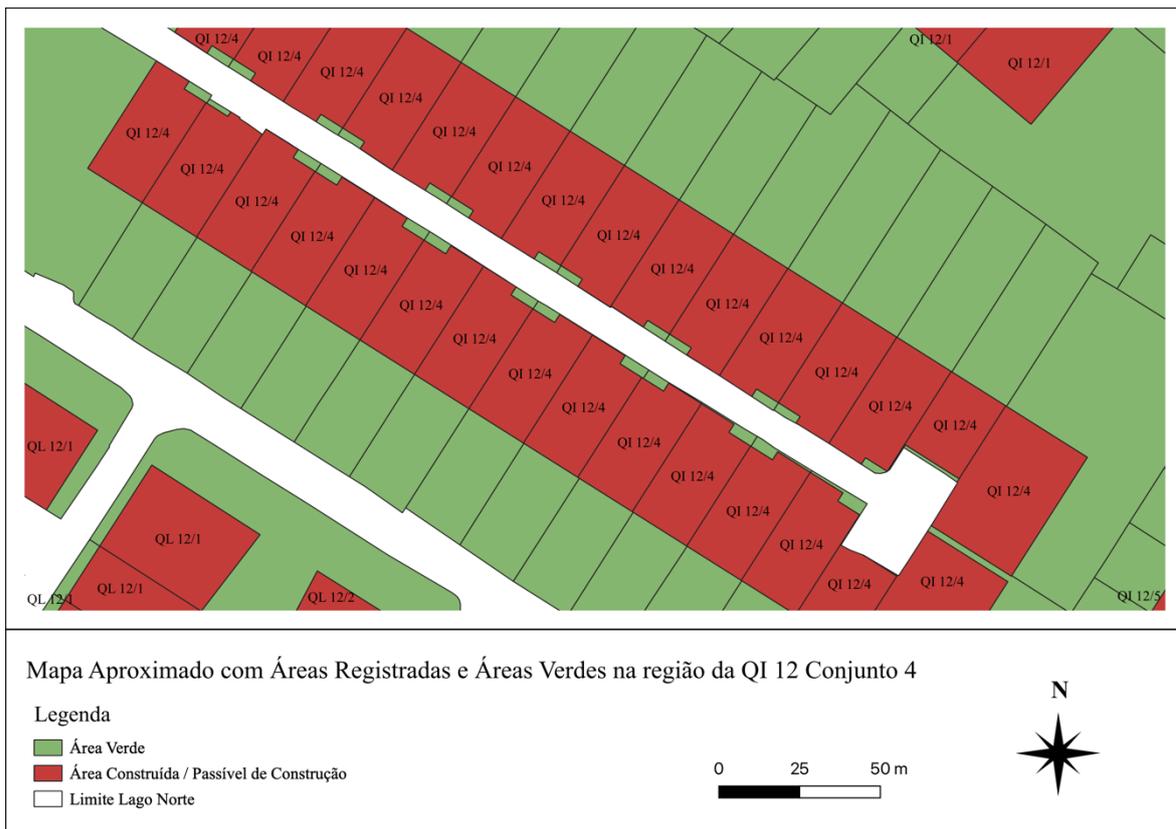


Figura 5.6 - Mapa Aproximado Lotes Registrados e Área Verde (Permeável) ao longo das QIs e QLs 1 a 16

Fonte: elaboração própria

5.2. CARACTERIZAÇÃO DA COLETA E TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO DISTRITO FEDERAL

O atual cenário de gestão RSD orgânicos no DF pode ser brevemente entendido através do Fluxograma de Resíduos Sólidos Domiciliares, Figura 5.7, abordado no Relatório Anual de 2019 elaborado pelo Serviço de Limpeza Urbana (SLU).

Conforme explicitado no fluxograma da Figura 5.7, no Distrito Federal, em 2019 (cenário pré pandemia da COVID 19), foram recolhidos pela coleta convencional, em média, 2.498,8 t/dia de resíduos sólidos domiciliares. No entanto, deste total, apenas 28,8% foram destinados a Unidades de Tratamento Mecânico Biológico (UTMBs), segundo dados do Relatório Anual de 2019 elaborado pelo SLU.

Os demais resíduos foram diretamente enviados ao Aterro Sanitário de Brasília. Os resultados citados reforçam o ponto construído no item 3.3.1, que discorre a respeito de como este cenário de disposição final de RSO vai de encontro ao estabelecido na PNRS. Dessa forma, se houver uma separação mais efetiva na fonte (domicílios), o trabalho nas UTMBs se torna mais eficiente.

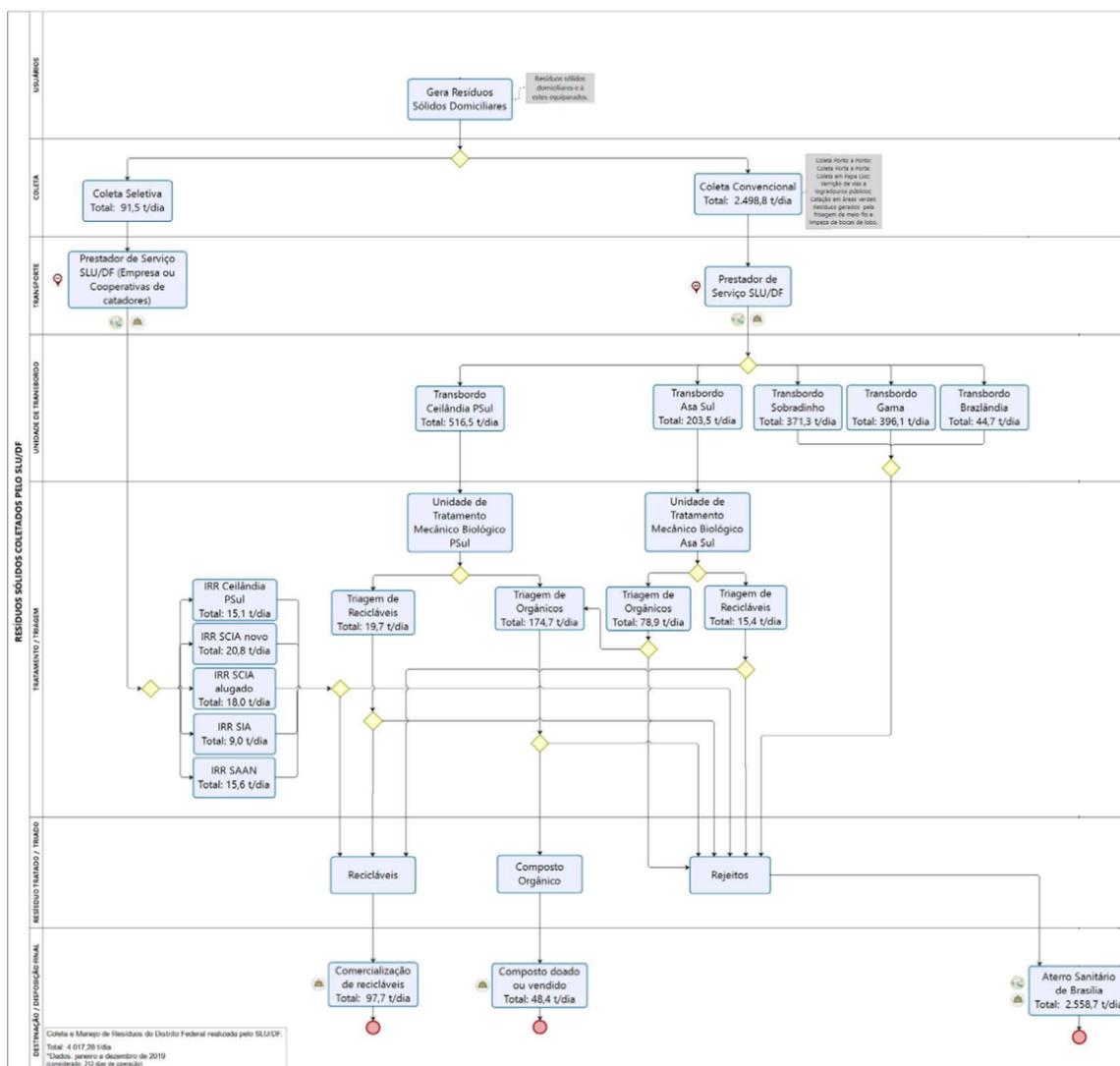


Figura 5.7 - Fluxograma de Resíduos Sólidos Domiciliares Coletados pelo SLU/DF

Fonte: SLU/DF - Relatório Anual 2019 (adaptado).

Vale ressaltar que, de acordo com o Mapa da Coleta Convencional, disponibilizado pelo SLU em plataforma online, a CC no Lago Norte tem destinação à UTMB da Asa Sul, enquanto a CS, de acordo com o Mapa da Coleta Seletiva, tem destinação à Cooperativa CRV.

A coleta seletiva como ocorre atualmente no DF, apesar de não estar diretamente ligada à separação dos resíduos orgânicos, contribui para o trabalho nas UTMBs, visto que reduz a quantidade de resíduos inertes misturados aos orgânicos. O mapa a seguir, Figura 5.8, traz o atual cenário do DF com relação à prestação de serviços de coleta seletiva.

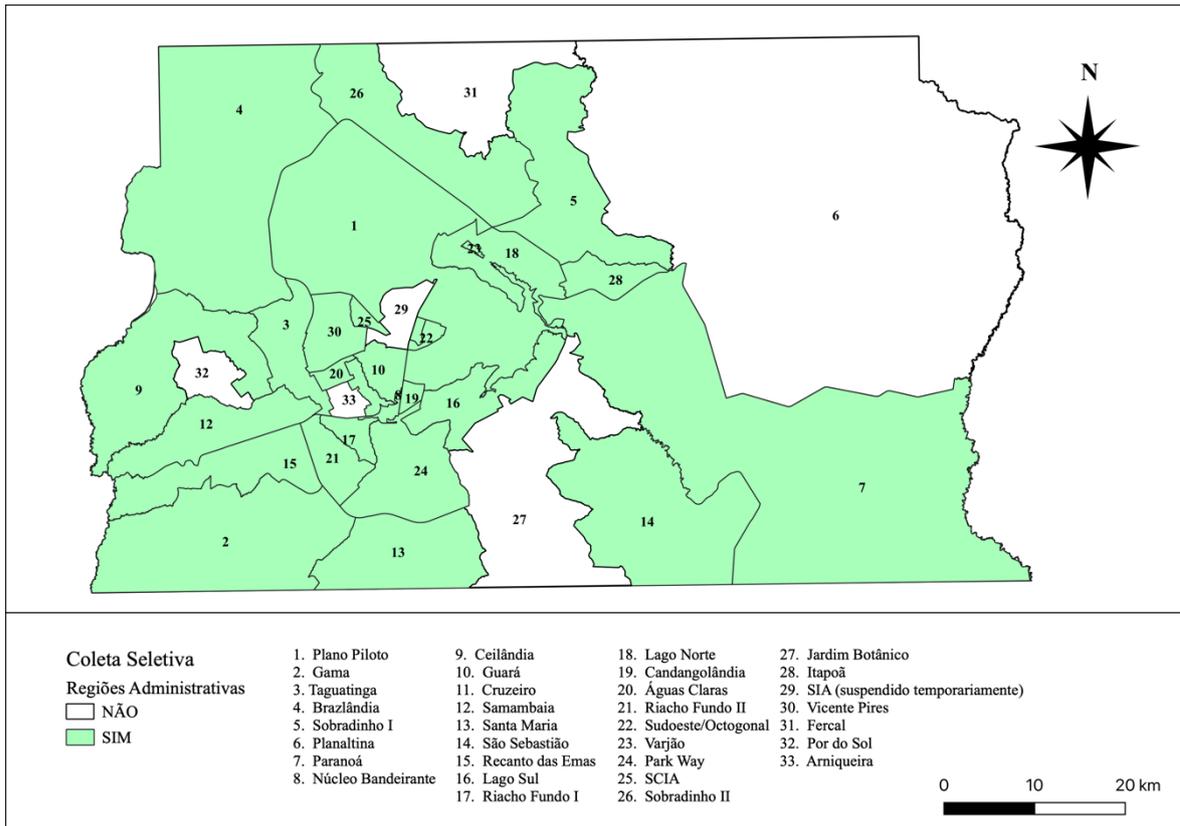


Figura 5.8 - Mapa das Regiões Administrativas do DF atendidas pela Coleta Seletiva

Fonte: elaboração própria

Nota-se que, desde a elaboração do PDGIRS, houve uma evolução significativa na quantidade de Regiões Administrativas (RA) atendidas pela Coleta Seletiva (CS), visto que, no Plano Distrital, constam 13 RA atendidas, enquanto em 2021, há 27 RAs atendidas, o que configura um aumento de 107%.

No entanto, vale ressaltar que, nas RAs com CS, apenas algumas de suas regiões são atendidas, por exemplo, no Lago Norte, apenas as regiões das QIs e QLS 1 a 16, CAs 1 a 11, Setores Habitacionais Taquari e Torto recebem o serviço, enquanto a região do Setor de Mansões do Lago Norte não é atendida.

Atualmente, no Distrito Federal, a compostagem é feita pelo serviço público de forma centralizada, nas Usinas de Tratamento Mecânico Biológico (UTMB). Nestas usinas, a triagem dos resíduos recicláveis é feita por associações/cooperativas de catadores contratados, sendo que em 2020, segundo o Relatório Anual do SLU, as responsáveis pela UTMB de Ceilândia foram a Aporc e a Cataguar, enquanto as responsáveis pela UTMB da Asa Sul foram a Cooperlimpo e a Renove.

Vale destacar que, além da coleta convencional e seletiva realizada pelo Poder Público, existem iniciativas privadas na área, que trabalham com a coleta de orgânicos em regiões pontuais, transportando-os até o local onde a compostagem é realizada. Além disso, alguns condomínios também possuem iniciativas internas em que os resíduos dos moradores são compostados (geralmente por meio da vermicompostagem) *in loco*.

Assim, percebe-se que a CS, responsável por 91,5 t/dia, é implementada na maioria das RA do DF. Além disso, a quantidade destinada à coleta convencional (CC) é de 2.498,8 t/dia. Além da tradicional coleta porta a porta realizada para resíduos domiciliares, também existem alguns Locais de Entrega Voluntária (LEV) e Pontos de Entrega Voluntária (PEV), em que a população pode levar, respectivamente, resíduos recicláveis secos e resíduos de poda domiciliar, que não é coletado pelo SLU no modelo porta a porta.

O Distrito Federal tem instituída a Lei Distrital nº 5.418/2014 que determina a Política Distrital de Resíduos Sólidos, dessa forma, a Lei traz as principais diretrizes e a base para realizar a gestão de RS no DF. Dessa forma, ressalta-se no Capítulo VI – DA RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA, Art. 28 o trecho a seguir.

Art. 28. No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, observado, se houver, o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos: [...] V - implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (Brasília, 2014).

Ainda, segundo Rorat e Vandembulcke (2019), levando em consideração as políticas pró meio ambiente ao redor do mundo, a compostagem pode ser considerada uma interessante inovação em tratamento de biorresíduos. Além disso, ela se encaixa perfeitamente no conceito da economia circular, transferindo diferentes tipos de resíduos orgânicos em energia renovável ou composto orgânico.

Assim, percebe-se a importância de prover destinação adequada aos resíduos orgânicos, poupando espaço no aterro sanitário e aumentando o seu tempo de vida útil. Por fim, no atual cenário do DF, a compostagem, seja ela centralizada ou descentralizada, é a uma forma conhecida e prática de atingir este fim.

5.2.1. Unidades de Tratamento Mecânico Biológico

No esforço de evitar a presença de resíduos biodegradáveis em aterros e recuperar materiais recicláveis que podem estar misturados à coleta convencional, as Usinas de Tratamento Mecânico Biológico (UTMBs) têm tido um significativo aumento de capacidade nas últimas duas décadas. O objetivo destas plantas é separar e estabilizar os resíduos de rápida degradação, bem como recuperar os resíduos recicláveis misturados (Montejo *et al.*, 2012).

Tratamento Mecânico Biológico (TMB) é um termo genérico que se refere a sistemas desenvolvidos para o tratamento de resíduos domésticos e comerciais. Nas UTMBs é onde ocorrem os processamentos mecânico (por exemplo, trituradores, peneiras, aeradores), biológico e físico (Boldrin *et al.*, 2011).

O fluxograma da Figura 5.9 explica, de forma geral, as etapas incluídas em um Tratamento Mecânico Biológico.

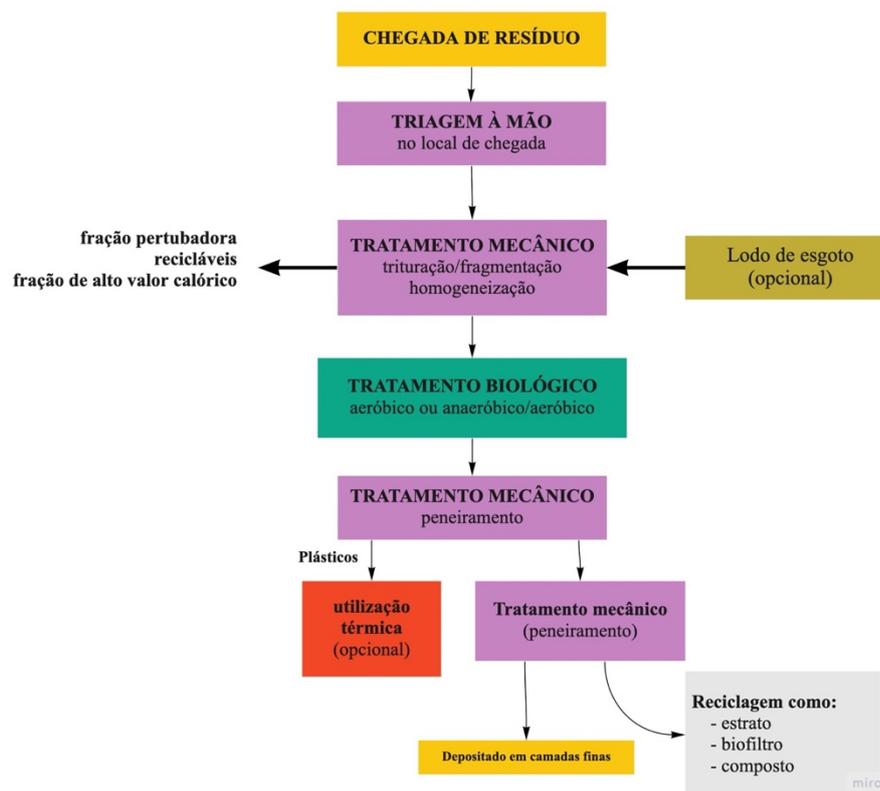


Figura 5.9 - Etapas Funcionais em uma Usina de Tratamento Mecânico Biológico

Fonte: Münnich *et al.*, 2005 (adaptado).

Para o tratamento biológico, existem dois métodos: processos aeróbicos (compostagem) e anaeróbicos (fermentação). Esses processos podem ser implementados com vários padrões tecnológicos (Münnich *et al.*, 2005). Processos anaeróbicos tendem a ser classificados como

plantas de alta tecnologia. Ao considerar as condições gerais em países em desenvolvimento, plantas que requerem baixa tecnologia são a escolha óbvia para implementação (Münnich *et al.*, 2005).

Geralmente, a fase mecânica do tratamento consiste em uma combinação de separação, trituração e triagem, com o objetivo de maximizar a recuperação de recicláveis e condicionar os resíduos restantes para o tratamento biológico subsequente (Siddiqui *et al.*, 2013). Além disso, ao realizar a triagem dos resíduos, a qualidade final do composto orgânico gerado é maior, contendo menor quantidade de resíduos inertes.

No entanto, é importante ressaltar que composto orgânico resultante de TMB proveniente de resíduos sólidos urbanos que não tenham sido separados na fonte são improváveis de serem adequados e não estarão, em qualquer caso, dentro dos padrões regulamentares, para ser utilizado como fertilizante ou condicionador de solo (Münnich *et al.*, 2005 *apud* WRAP, 2005).

Na Unidade de Tratamento Mecânico Biológico de Ceilândia (PSul), o tratamento dos resíduos é similar ao retratado anteriormente. Na Figura 5.10, é possível visualizar, de forma geral, como funciona o processo de entrada, triagem, e processamento dos resíduos na usina.

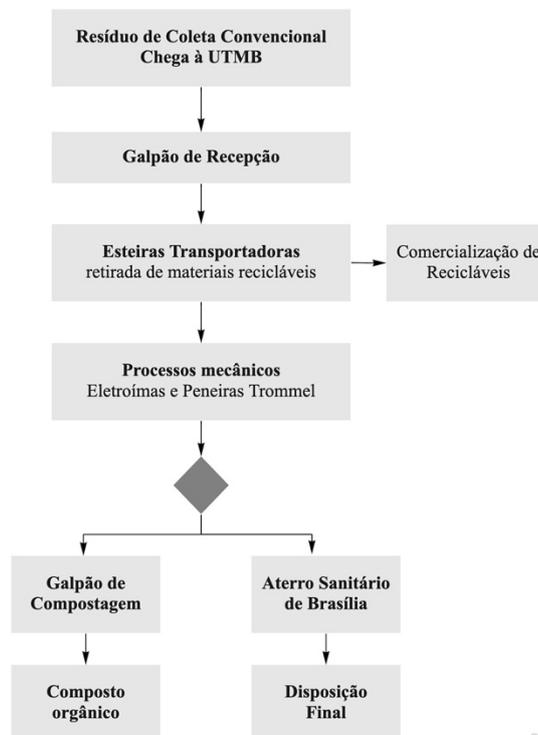


Figura 5.10 - Fluxograma de processamento dos resíduos na UTMB de Ceilândia

Fonte: elaboração própria

Além disso, no fluxograma abordado na Figura 5.11, observa-se uma abordagem geral do percentual de rejeitos destinados ao aterro sanitário, à comercialização de recicláveis e à conversão em composto orgânico.

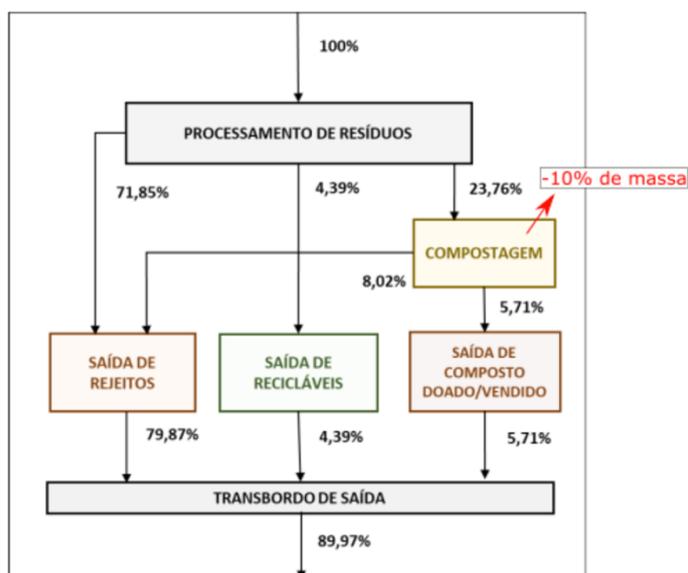


Figura 5.11 - Fluxo de Referência na UTMB Ceilândia em 2019

Fonte: Silva, A. C. N da (2020)

Para ilustrar os processos citados no fluxograma acima, seguem as Figuras Figura 5.12 Figura 5.13 Figura 5.14, da UTMB de Ceilândia.



Figura 5.12 - Esteira transportadora com catadoras realizando a retirada de materiais recicláveis

Fonte: EMATER DF (2018).

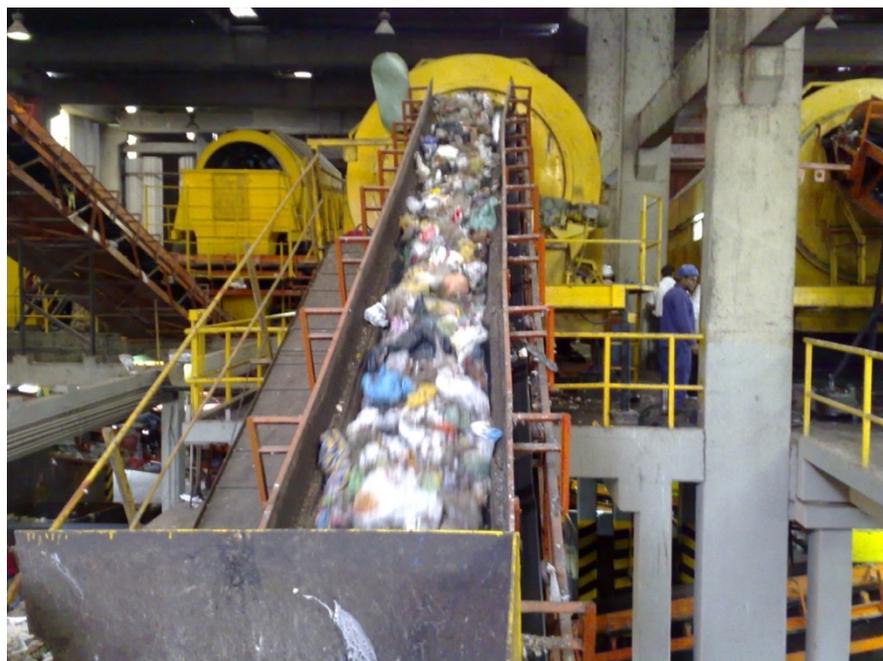


Figura 5.13 - Condução dos resíduos em esteiras até a Peneira Trommel (rotativa)

Fonte: EMATER DF (2018).



Figura 5.14 - Galpão de Compostagem

Fonte: EMATER DF (2018).

5.2.2. Características do Composto Orgânico de Lixo

Esta seção é destinada à análise do enquadramento do composto orgânico de lixo (COL) nos padrões de qualidade impostos pela Resolução CONAMA N° 01/2009, de 15 de dezembro de 2009, que dispõe da regulamentação da produção, distribuição e aplicação do composto

orgânico de lixo na agricultura. No entanto, ao abordar padrões de qualidade, a Resolução em questão aborda, apenas, padrões liberados para uso. Por isso, além dessa, também será analisado o enquadramento das amostras nos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa SDA N° 27 de 5 de junho 2006, que dispõe sobre a importação ou comercialização, para produção, de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes.

Na Tabela 5.3, são apresentados os parâmetros químicos e biológicos de cinco amostras do dia 01 de março de 2021, e os respectivos valores máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 01/2009. Os laudos das análises laboratoriais foram obtidos junto à EMATER-DF, uma vez que não se encontram no site do SLU. No Anexo II, é possível acessar os relatórios de forma íntegra. Vale lembrar que é obrigação da operadora dos serviços de compostagem fornecer estas informações em sua plataforma online, conforme disposto em Parágrafo único do Art. 11 da Resolução CONAMA N° 01/2009:

A operadora de serviços de compostagem disponibilizará, em sua página eletrônica, os resultados das análises laboratoriais químicas, físicas e biológicas, atualizados mensalmente, a fim de subsidiar a recomendação técnica, bem como informações do processo de compostagem, composição do COL, benefícios e eventuais riscos relacionados ao uso e critérios de aplicação e os procedimentos estabelecidos nesta norma (CONAMA, 2009)

Na Tabela 5.3, é possível comparar os resultados encontrados nas amostras e os valores de referência presentes na Resolução CONAMA 01/2009 e na IN SDA N° 27/2006. Os parâmetros analisados são aqueles que se encontram em comum entre ambos normativos.

Tabela 5.3 - Tabela comparativa entre resultados das amostras do SLU e Resolução CONAMA 01/2009 e IN SDA 27/2006.

Parâmetro	Resultados Amostras					CONAMA 01/2009	IN SDA 27/2006
	1	2	3	4	5		
As (mg/Kg)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	20	20
Cd (mg/Kg)	8,59	7,23	4,25	3,56	3,09	13	3
Cr VI (mg/Kg)	10,15	9,08	2,66	1,74	2,36	500	2
Pb (mg/Kg)	45,02	26,74	23,62	10,67	16,35	250	150
Hg (mg/Kg)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	4	1
Ni (mg/Kg)	10,42	7,66	6,31	3,71	5,51	210	70

Se (mg/Kg)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	8	80
Coliformes Termotolerantes (NMP/g de MS)	Ausência	300	180	240	60	103 (NMP/g de ST)	1.000
Ovos viáveis de helmintos (n° por 4g de ST)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	1	1
<i>Salmonella</i> sp (em 10g de MS)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Materiais inertes V, P, M – retidos em peneira >2mm (% em MS)	13	18,4	24,1	26,8	28,3	N/A	0,5%
Materiais inertes Pedras – retidas em peneira >5mm (% em MS)	41,8	41,2	27,9	50,2	37,4	N/A	5%

Identificação das amostras: (1) L675 L681 L676 L677; (2) P683 P686 P690 P691; (3) L684 L685 L687; (4) L689 L692; (5) P678 P679 P680 P682. Legenda: MS – matéria seca; ST – sólidos totais; NMP – número mais provável; Materiais inertes V, M, P – Materiais inertes vidros, plásticos, metais.

Ressalta-se que a Resolução CONAMA em questão dispõe a respeito da presença de materiais inertes no Composto Orgânico de Resíduos Sólidos (CORS), no entanto, não traz valores de referência para este parâmetro. Além disso, nos relatórios de análise, consta como Valor Máximo Permitido para pedras igual a 0,5%, no entanto, a IN SDA 27/2006 estabelece percentual máximo de 5%.

Ao analisar comparativamente os resultados e as normas, observa-se que a amostra analisada de CORS atende aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 01/2009 para uso, no entanto, ultrapassa diversos valores máximos permitidos pela IN DAS 27/2006 para comercialização, sendo excedidos os valores de Cádmio, Cromo Hexavalente e o percentual de materiais inertes, tanto vidros, plásticos e metais, quanto pedras.

Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de a separação na fonte ser mais efetiva, reduzindo o percentual de mistura de materiais inertes com os orgânicos, uma vez que, mesmo com todos os processos existentes na UTMB, desde triagem até peneiramento, a contaminação do CORS com materiais inertes é muito alta, ultrapassando os valores de referência em mais de 10 vezes.

As Figuras Figura 5.15 e Figura 5.16 a seguir, também fornecidas pela EMATER, mas não de período coincidente às análises das amostras, ilustram a presença de materiais inertes no CORS.



Figura 5.15 - Composto de lixo orgânico proveniente da UTMB de Ceilândia. CORS descartado por apresentar alto nível de contaminação por materiais inertes.

Fonte: EMATER-DF (2018).



Figura 5.16 - Aparência do CORS normalmente produzido

Fonte: EMATER-DF (2018)

5.2.3. Demanda por Composto Orgânico de Resíduos Sólidos

A fim de mensurar a atual demanda de produtores rurais por Composto Orgânico de Resíduos Sólidos (CORS), foi realizado contato com a EMATER DF - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal, para entender o processo de visita, recomendação e solicitação de CORS pelos agricultores. Com isso, foi possível ter acesso a dados de demanda deste composto, que estão explicitados na Tabela 5.4 a seguir.

Tabela 5.4 - Demanda por CORS de produtores rurais segmentado por RA e tamanho da área de cultura no ano de 2020

Demanda de CORS por RA	Demanda por faixa de área dos produtores rurais solicitantes					Total (ton)
	0 a 1 ha	1 a 2 ha	2 a 3 ha	3 a 4 ha	Mais de 4ha	
Brazlândia	1608	1174	1785	402	150	5119
Ceilândia	2844	6189	10035	0	1020	20088
Gama	522	360	1440	0	150	2472
São Sebastião	51	93	0	98,1	150	392

Fonte de dados: EMATER-DF (2021)

Quando comparada a geração e doação total de CORS pelo SLU em 2019, percebe-se que a demanda por CORS é alta, superando 28 mil toneladas, no total. Ainda, a RA com maior demanda é a Ceilândia (mais de 20 mil toneladas).

Segundo dados do Relatório Anual do SLU (2019), em 2019 foram produzidas 63,1 mil toneladas de CORS, sendo que, deste montante, 14,9 mil toneladas foram doadas a pequenos agricultores rurais. Dessa forma, pode-se estimar uma diferença de 13 mil toneladas entre a demanda e a oferta por CORS.

Com isso, percebe-se que, com a melhoria da separação na fonte de resíduos, dois principais pontos seriam impactados:

- Redução da quantidade de resíduos inertes misturados do CORS, melhorando a qualidade do composto e reduzindo a contaminação do solo ao utilizá-lo.
- Redução da quantidade de composto orgânico descartado por baixa qualidade, o que pode aumentar a oferta de CORS aos agricultores.

5.3. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

O formulário foi mantido aberto para respostas por um período de 8 dias, do dia 19/09/2021 até o dia 26/09/2021 e, neste período, foram coletadas 126 respostas, sendo 125 de moradores do Lago Norte (o respondente de outra RA foi automaticamente descartado da pesquisa). Levando em consideração a quantidade de moradores da RA, abordada na Tabela 5.2, a quantidade de respostas obtidas corresponde a 0,35% da população da RA.

A fim de entender as características da amostra, foram realizadas perguntas demográficas, como a quadra ou região do Lago Norte em que o respondente reside, o tipo de residência em que habita, o nível de escolaridade da principal pessoa provedora do domicílio, a renda total mensal e a quantidade de resíduos orgânicos produzidos pela residência por semana (em kg).

Em relação à representatividade em termos de regiões abrangidas pelo formulário, foi possível coletar respostas de todas as regiões do Lago Norte, com exceção da QI ou QL 9, conforme mostra a Tabela 5.5.

Para entender a amostra em termos de escolaridade, renda e tipo de habitação, foram utilizados dados da última Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD – realizada em 2018 pela CODEPLAN em parceria com o Governo do Distrito Federal (GDF). Segundo a PDAD, da população maior de 25 anos que reside no Lago Norte, 73,5% possuem ensino superior completo e 14% ensino médio completo. Os dados de escolaridade coletados na pesquisa deste trabalho mostram um nível de escolaridade maior do que os alcançados no PDAD, conforme ilustra a Tabela 5.5.

Já em termos de tipo de habitação, segundo a PDAD (2018), 76,5% da população do Lago Norte reside em casas, enquanto 20,2% residem em apartamentos. Nesta pesquisa, a amostra reside predominantemente em casas, o que era esperado, tendo em vista que o público principal da pesquisa são os residentes das QIs e QLS 1 a 16, que são casas que recebem o serviço de coleta seletiva.

Por fim, em termos de renda a comparação é um pouco mais complexa, visto que o valor do salário-mínimo aumentou de R\$ 954,00 em 2018 para R\$1.100,00 em 2021. Além disso, as faixas salariais utilizadas no PDAD são ligeiramente diferentes das utilizadas nesta pesquisa, que foi embasada nas faixas utilizadas pelo IBGE. A Figura 5.17 a seguir mostra os

resultados do PDAD. Como principal característica, nota-se que a renda da amostra desta pesquisa é consideravelmente maior do que a renda calculada na PDAD.

Assim, a Região Administrativa selecionada apresenta altos níveis de renda, fator que se repete nas regiões normalmente selecionadas para implementação do PAYT, ou seja, a RA é compatível com as experiências internacionais listadas na literatura no quesito renda domiciliar.

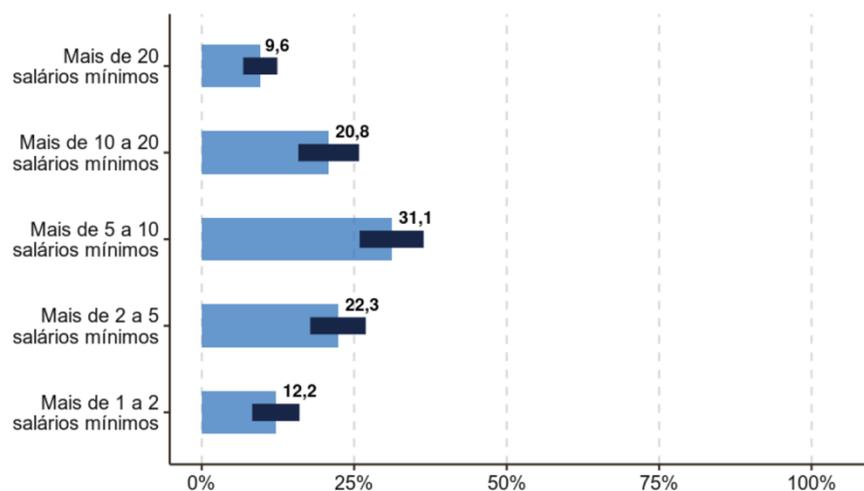


Figura 5.17 - Distribuição do rendimento bruto do trabalho principal por faixas de salário-mínimo, Lago Norte, Distrito Federal, 2018

Fonte: Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (2018)

Tabela 5.5 - Distribuição de Respostas da Seção de Dados Demográficos

Dado Demográfico	Distribuição das Respostas
Região	CAs 1 a 12 – 8,0%
	QI ou QL 1 – 4,0%
	QI ou QL 2 – 3,2%
	QI ou QL 3 – 4,8%
	QI ou QL 4 – 4,0%
	QI ou QL 5 – 6,4%
	QI ou QL 6 – 4,0%
	QI ou QL 7 – 6,4%
	QI ou QL 8 – 4,8%
	QI ou QL 9 – 0%
	QI ou QL 10 – 6,4%
	QI ou QL 11 – 3,2%
	QI ou QL 12 – 8,8%
	QI ou QL 13 – 6,4%
	QI ou QL 14 – 12%
	QI ou QL 15 – 4,0%
QI ou QL 16 – 5,6%	

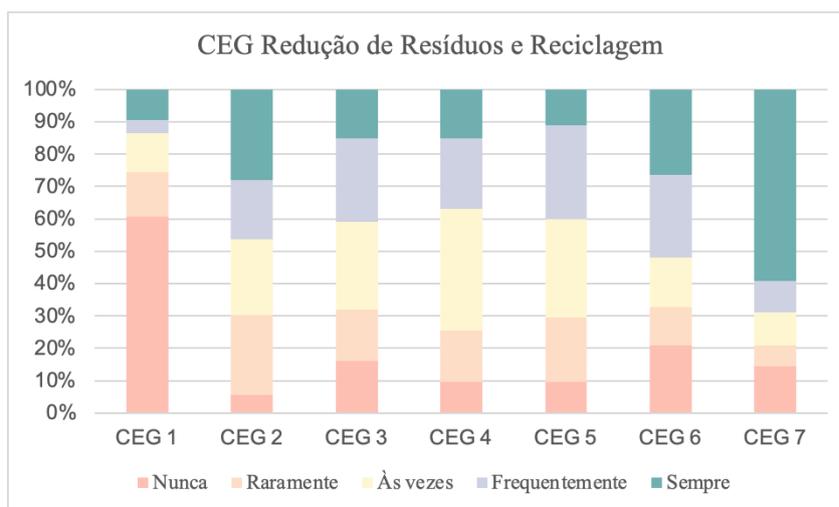
	Núcleos Rurais – 3,2% Setor de Mansões do Lago Norte – 3,2% Setor Habitacional Taquari ou Torto – 1,6%
Tipo de Habitação	Casa com quintal – 92% Casa sem quintal – 0,8% Apartamento – 4,8% Quitinete – 2,4%
Escolaridade	Sem instrução – 0% Ensino Fundamental – 0% Ensino Médio – 0,8% Ensino Superior – 40% Pós-graduação – 59,2%
Renda total mensal (em salários-mínimos)	De 0 a 2 salários – 0,8% De 2 a 4 salários – 1,6% De 4 a 10 salários – 16,8% De 10 a 20 salários – 36% Acima de 20 salários – 44,8%
Quantidade de RSO produzidos semanalmente (em kg)*	De 0 a 0,5kg – 0% De 0,5 a 1kg – 1,6% De 1 a 2kg – 8% De 2 a 3kg – 17,6% De 3 a 4kg – 16% De 4 a 5kg – 18,4% Acima de 5kg – 18,4% Não soube informar – 20%

*para facilitar a identificação da quantidade de resíduos produzidos, foi dito no formulário que um saco de mercado cheio de RSO pesa aproximadamente 1,2kg. Estimativa calculada tendo em vista uma sacola de 9 litros e um peso específico de 130,7 kg.m³.

Além disso, com objetivo de identificar o perfil dos moradores do Lago Norte com relação a atitudes ambientais, foram realizadas perguntas embasadas no Comportamento Ecológico Geral (CEG). No gráfico retratado na Figura 5.18, é possível visualizar a distribuição de respostas para cada um dos comportamentos avaliados.

Nota-se que o primeiro CEG, “Eu compro refrigerantes em garrafas retornáveis” teve uma resposta com altos índices de “Nunca”, o que pode apontar a falta de preocupação dos moradores com essa questão, ou a predominância de um comportamento antiecológico. No entanto, é importante ressaltar duas questões: a primeira é que diversos moradores relataram em seus comentários que responderam “Nunca” nesta questão porque não possuem o hábito

de comprar refrigerantes, mas que se a palavra fosse substituída por “bebidas”, por exemplo, o resultado poderia ter sido diferente, talvez mais positivo. Este é um aprendizado importante, visto que esta questão foi adaptada do inglês, em que as garrafas abordadas eram de leite, e como não há garrafas de leite retornáveis no DF, foi adaptado para “refrigerantes”. Outro ponto importante de ressaltar é que, atualmente, no DF, o uso de garrafas retornáveis é pouco comum, independentemente da bebida. Geralmente, as garrafas de vidro coletadas são recicladas por empresas privadas ou enviadas ao Aterro Sanitário de Brasília (ASB).



CEG 1 - Eu compro refrigerantes em garrafas retornáveis

CEG 2 - Se me oferecem uma sacola plástica no mercado, eu aceito

CEG 3 - Eu uso minha própria sacola quando vou ao supermercado

CEG 4 - Eu compro bebidas em latas

CEG 5 - Eu compro produtos em embalagens de refil

CEG 6 - Eu guardo e reutilizo sobras de papel

CEG 7 - Eu levo garrafas de vidro vazias para reciclagem

Figura 5.18 - Frequência dos CEGs de Redução de Resíduos e Reciclagem

O CEG 2 fala sobre aceitar sacolas plásticas em mercados, o que é uma prática bem comum no DF, visto que não há legislação que implemente a cobrança pelas sacolas ou práticas similares, como há em outras cidades do Brasil. As respostas obtidas foram distribuídas, sendo as frequências “sempre”, “frequentemente”, “às vezes” e “raramente” com 28%, 18%, 23% e 25% de respostas, respectivamente. Vale lembrar que este comportamento é antiecológico e, por isso, nesta questão, as opções “nunca” e “raramente” são as mais almejadas.

Os resultados encontrados podem ser comparados com os encontrados por Garcia (2018) em estudo realizado em Campinas/SP com uso da escala CEG. Para o CEG 2, foram encontrados

resultados das escalas “sempre”, “frequentemente” e “às vezes” de aproximadamente 6%, 23% e 27%. Assim, os resultados das classes “frequentemente” e “às vezes” são similares, mas a escala “sempre” difere em 22%. Essa diferença pode decorrer do banimento da distribuição de sacolas plásticas gratuitas na cidade.

O CEG 4 também é considerado um comportamento antiecológico por Kaiser e Wilson (2004) devido à baixa qualidade desta embalagem. No entanto, no Brasil, a taxa de reciclagem das latas de alumínio é de quase 99% (ABRELPE, 2014). Nesta questão, as opções “frequentemente” e “às vezes” foram as mais votadas, com 22% e 38%, respectivamente. Neste CEG 4, assim como no CEG 2, as opções “nunca” e “raramente” são as mais almejadas.

Com relação ao CEG 3, 15% das pessoas afirmam utilizar sua própria sacola no mercado “sempre”, 26% a utilizam “frequentemente” e 27% utilizam “às vezes”. Os resultados encontrados nas mesmas categorias por Garcia (2018) foram, respectivamente, 23%, 22% e 25%. Novamente, nota-se a diferença na categoria “sempre” (8% a mais em Campinas), o que talvez também possa ser atribuído ao banimento das sacolas plásticas.

Para o CEG 5, 11% das pessoas compram embalagens de refil “sempre” e 29% “frequentemente”. Garcia (2018) encontrou que 15% as compram “sempre” e 35% “frequentemente”, o que já demonstra resultados similares.

Já no CEG 6, as frequências “sempre” e “frequentemente” foram assinaladas por 26% da amostra, cada, totalizando 52% dos respondentes com respostas positivas de reutilização de sobras de papel. Garcia (2018) encontrou que 42% da amostra apresenta o comportamento “sempre” e 28% “frequentemente”, o que totaliza 60% da amostra com resultados positivos. Estes resultados podem evidenciar que o comportamento de reutilizar sobras de papel é fácil de ser realizado.

Por fim, o CEG 7, que trata de levar garrafas de vidro para reciclagem, aponta que 59% da amostra “sempre” entrega suas garrafas em LEVs ou pontos de coleta da iniciativa privada, e 10% o fazem “frequentemente”, totalizando 69% da amostra. Este fator pode indicar que este comportamento é simples de ser realizado, talvez pelo fácil acesso aos pontos de entrega de vidro espalhados na cidade.

5.4. RESULTADOS APLICADOS – COMPOSTAGEM CASEIRA

Um dos objetivos do formulário aplicado na área de estudo é verificar a melhor abordagem aos moradores em um possível cenário de implementação de políticas públicas de incentivo à compostagem caseira. Para isso, foram elaboradas perguntas que visam identificar qual parcela da população já realiza compostagem caseira, qual tipo e, nos casos em que não realizam, quais foram os principais impedimentos para dar início à prática.

Dos moradores que já realizam compostagem, 96% moram em casas com quintal, enquanto apenas 2% em apartamentos, 2% em casas sem quintal e nenhum em quitinete, resultado alinhado com a revisão bibliográfica realizada, e já esperado, tendo em vista a característica horizontal da área de estudo.

Já os resultados obtidos com relação ao percentual de pessoas que realiza compostagem foram surpreendentes. Foi constatado que 42% da amostra já realiza algum tipo de compostagem caseira, sendo os principais tipos a compostagem simples (em pilhas) (65%) e a vermicompostagem (27%), mas também foram citados métodos alternativos, como o Método Lages, desenvolvido por um professor da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc).

O percentual encontrado supera os resultados e estimativas de estudos na área de compostagem caseira. Segundo Pai *et al.* (2019), recomenda-se o uso de uma taxa de aceitabilidade de 10% em residências unifamiliares para backyard composting, ou seja, compostagem doméstica, realizada em jardins. Com isso, pode-se entender que, apesar de positivos, os resultados encontrados são uma distorção da realidade, visto que não foi possível encontrar na revisão bibliográfica, taxas similares a esta, mesmo em regiões que possuem incentivos à realização da compostagem caseira. Ainda, este resultado pode ter sido obtido devido à forma de disseminação da pesquisa que, por ter sido enviada de forma online, conforme explica a Metodologia, pode ter sido disseminada em grupos de interesse (que realizam a compostagem) e, com isso, impactado nos resultados.

Além disso, é importante ressaltar a desinformação que existe com relação à compostagem caseira. Isso se tornou evidente quando, na quarta pergunta, “Qual tipo de compostagem você realiza?” houve respostas no campo “Outros” do tipo: “Bato todos os resíduos orgânicos no liquidificador e coloco no pé das plantas” ou “apenas enterro tudo em um buraco”.

Com relação aos moradores que não realizam compostagem caseira, 38% nunca pensou em realizar e 62% já considerou. No caso das pessoas que já pensaram em iniciar a prática, buscou-se entender quais as suas principais concepções que os impedem de começar. Para isso, foram dadas 4 opções de respostas fixas e um campo chamado “Outros”, em que o respondente escreve sua resposta. Apenas uma opção poderia ser assinalada, o que foi feito para entender o principal impedimento de forma mais objetiva e prioritária. Os resultados se encontram na Figura 5.19.

Nota-se que, dentre as opções fixas fornecidas, “Requer muito tempo” e “Muito trabalhoso” foram as respostas mais assinaladas, com respectivamente 26% e 19%. No entanto dentre todas as opções, “Outros” foi a mais escolhida. Neste caso, ao observar as respostas, alguns fatores relevantes foram citados, como apoio dos familiares, falta de conhecimento sobre o método, experiências anteriores que não deram certo e falta de espaço (nos casos dos moradores que moram em apartamento).

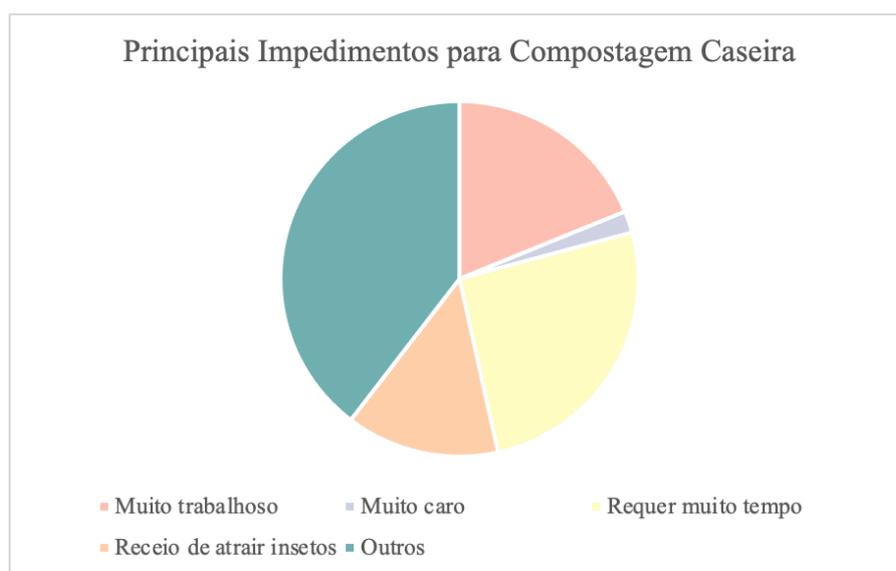


Figura 5.19 - Gráfico com principais impedimentos para dar início à atividade de compostagem caseira

Outro fator relevante de ser observado é a opção “Muito caro”, que teve uma taxa de resposta de 2%, fator que contrapõe os resultados obtidos por Tucker e Speirs (2001, 2003) e May e Johnson (2005), abordados no tópico 3.6.2. Este fator revela que incentivos financeiros por parte do governo provavelmente não resultariam no aumento de residências que realizam compostagem caseira. Este ponto pode ser associado aos resultados de renda citados na Tabela 5.5: como a renda de mais de 80% da amostra é maior que 10 salários mínimos, consequentemente o valor para adquirir uma caixa de compostagem não é um fator limitante.

Dessa forma, a partir dos resultados desta seção do formulário, entende-se que a principal e mais efetiva estratégia para aumento da compostagem caseira seriam campanhas de conscientização dos moradores, ensinando-os as modalidades mais comuns de compostagem, os mitos acerca da temática (como mau cheiro e a atração de insetos e roedoras), os erros normalmente cometidos por quem realiza a compostagem e, principalmente, uma estimativa realista do trabalho e do tempo (que são bem relacionados) necessários para essa prática. Além disso, como a taxa de moradores que realizam a compostagem é alta, pode ser uma boa estratégia e coleta e divulgação de depoimentos dos moradores e a criação de grupos comunitários para discutir sobre a temática.

Não apenas neste estudo, mas também de acordo com Karkanias et al. (2016), nos dois maiores e mais extensivos estudos realizados na Grã-bretanha a respeito de compostagem caseira, no primeiro em que mais de 20 mil pessoas foram entrevistadas por telefone e o segundo em que 1594 pessoas foram entrevistadas no modelo porta à porta, campanhas de conscientização se provaram fundamentais para promover a compostagem caseira. De acordo com o primeiro estudo, houve um aumento significativo na quantidade de residências que realizam compostagem caseira após as campanhas, de 29% para 34%. Desde então, a proporção se manteve fixa ao longo dos anos.

No entanto, vale ressaltar que existem em estudos realizados nos Estados Unidos, Canadá e Austrália, que indicam que a ação ambiental é extremamente complexa e é influenciada por uma série de alternativas e fatores externos, que envolvem mais do que consciência e conhecimento ambiental (Barr, 2004). Dessa forma, os resultados encontrados neste estudo devem ser desenvolvidos em análises mais extensas, a fim de chegar a direcionadores de políticas públicas que sejam mais assertivos.

5.5. RESULTADOS APLICADOS – PAY AS YOU THROW

Nesta seção, além dos resultados na pesquisa relacionados à possível taxação pelo descarte de resíduos, serão abordadas referências relevantes que auxiliaram na interpretação dos resultados obtidos.

Na seção “Tarifa” foram realizadas duas perguntas. A ordem das perguntas foi elaborada de forma que, primeiro, o respondente reflita sobre o que acredita quando o assunto é separação de resíduos sólidos, especialmente recicláveis e orgânicos. Logo em seguida, tendo isso em mente, o respondente é questionado sobre a sua disposição a pagar pelo descarte inadequado.

A primeira pergunta – Com relação à separação de resíduos recicláveis e orgânicos dos demais, você acredita que: – teve 97,6% das respostas alocadas no primeiro item “Deveria haver incentivos para que todos os separem”, enquanto a segunda opção, mais moderada, “Apenas quem tem interesse deveria separá-los” obteve 1,6% dos votos. Estes resultados trazem a percepção clara de que a maior parcela amostral concorda que a separação dos resíduos deve ser realizada pelas residências.

A segunda pergunta da seção aborda a disposição a pagar pelo descarte inadequado dos usuários. Para esta pergunta, a sugestão de modelo utilizado seria um modelo pré-pago, em que a tarifa é cobrada através da compra de sacos específicos para o descarte, que seriam ofertados pelo governo em supermercados e estabelecimentos similares. Vale ressaltar que, nesta pergunta, a TLP não foi abordada, ou seja, as respostas levam em consideração um modelo híbrido, em que além da TLP, os usuários pagariam pelo descarte de resíduos misturados ou indiferenciados.

A partir do contexto e da análise explanada no tópico 4.2.2, perguntou-se, na seção “Tarifa”, após a pergunta sobre incentivos para separação de resíduos, “Caso fosse implementada uma taxa extra para cada saco de 120L descartado de forma misturada (recicláveis e demais resíduos), você estaria disposto a pagar por cada saco:”, em seguida foram dadas faixas de preço e a opção “Não estaria disposto a pagar”. Os resultados estão ilustrados na Figura 5.20.

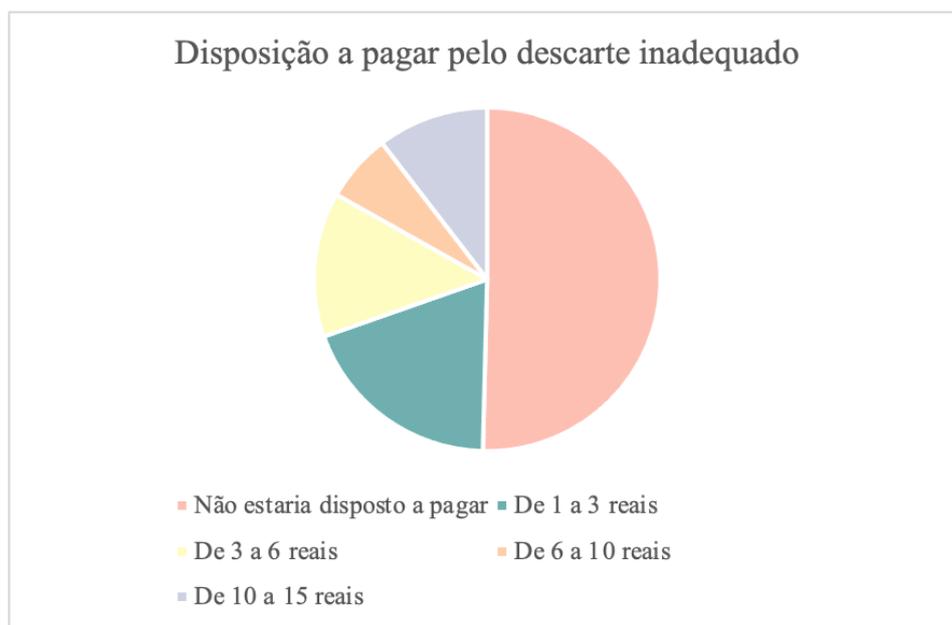


Figura 5.20 - Disposição a pagar pelo descarte inadequado (misturado) de RS - Amostra Lago Norte

Como resultados, obteve-se que 50,4% da amostra não estaria disposta a pagar pelos sacos de resíduos inadequados, apesar de mais de 97% da amostra concordar que a população deve separar os resíduos. Por outro lado, 49,6% da amostra está disposta a pagar pelo descarte misturado, sendo que 19,2% pagaria valores entre 1 a 3 reais, 13,6% entre 3 e 6 reais, 6,4% entre 6 e 10 reais e 10,4% pagaria valores entre 10 e 15 reais.

É importante destacar que os resultados encontrados para disposição a pagar pelo descarte inadequado são superiores àqueles trazidos pela literatura. De acordo com Brown e Johnstone (2013), os níveis de apoio à implementação do PAYT em países em que a prática já ocorre varia de 35% a 44% da população, sendo que, no Canadá 35% da população apoia o PAYT, na Holanda 43% da população apoia, na Suécia 44% e na Suíça 41%.

Segundo Brown e Johnstone (2013), aqueles que têm mais a perder a partir da implementação da cobrança unitária – que são aqueles que geram relativamente mais resíduos – se apresentam muito menos favoráveis ao PAYT. Essa afirmativa se provou verdade dentro da amostra de estudo. Ao avaliar as respostas “Não estaria disposto a pagar” pelo espectro daqueles que realizam ou não realizam compostagem caseira, percebe-se a esta questão. O gráfico da Figura 5.21 demonstra os resultados.

Vale ressaltar que residências que realizam compostagem caseira tendem a gerar menos resíduos orgânicos, conseqüentemente, num cenário de cobrança por resíduos não recicláveis, estas residências seriam menos impactadas pela taxaço.

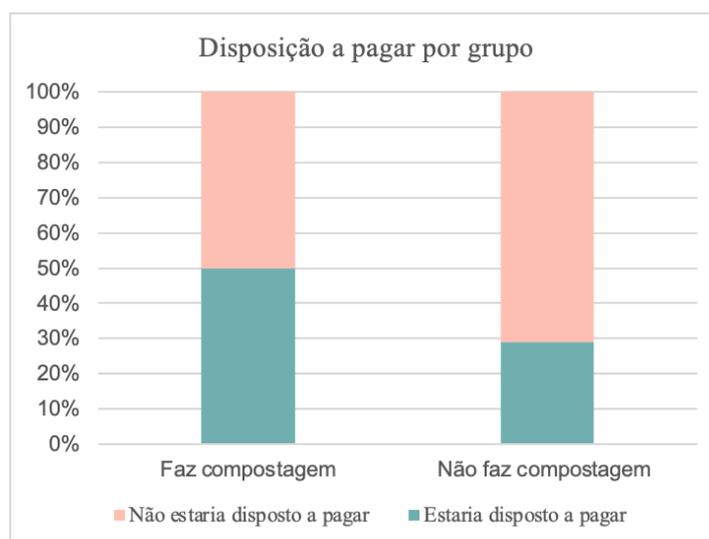


Figura 5.21 - Disposição a pagar por grupo amostral - que realiza e que não realiza compostagem

Enquanto 50% da população amostral que realiza compostagem estaria disposta a pagar algum valor pelo descarte inadequado de resíduos, apenas 29% dos indivíduos que não realizam compostagem caseira estariam dispostos a pagar algum valor.

Dessa forma, com os resultados dessa questão ressalta-se dois pontos importantes:

- O apoio da comunidade local é fundamental para o sucesso da implementação do PAYT. Para isso, segundo Canterbury (1998), existem algumas estratégias que se mostraram eficientes, como construir um senso de comunidade no local em questão, implementando, desde reuniões públicas, até campanhas publicitárias, como em jornais e revistas. Resumidamente, combinar o poder público com campanhas extensivas ajuda a “preparar o terreno” para a implementação do novo modelo.
- A implementação de uma taxa variável apenas para os resíduos enviados para destinação final é bem mais fácil de ser implementada, uma vez que não enfrenta oposição da opinião pública tão forte quanto a taxação pela coleta de todos os resíduos, independente da sua classificação (Karagiannidis *et al.*, 2008).

Tendo em vista os pontos abordados acima, a implementação do PAYT apenas para resíduos não recicláveis é uma alternativa já bem aceita por quase metade da amostra, que está disposta a pagar algum valor pelo serviço. Além disso, pesquisas mais extensas na região, fóruns de debate para a população impactada e campanhas publicitárias de conscientização são fundamentais para que haja aceitabilidade e adaptação ao novo modelo.

5.6. RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DESVIADOS DE ATERRAMENTO

Considerando os resultados apresentados ao longo deste trabalho, é possível realizar a estimativa da quantidade de RSO que seriam desviados de aterramento, a partir de um cenário definido.

Para definir este cenário, faz-se necessário algumas premissas, que foram definidas a partir dos resultados da pesquisa, juntamente à revisão bibliográfica. Primeiramente, como descrito no tópico 5.4, os principais impedimentos para realização da compostagem caseira na área de estudo se referem ao tempo e trabalho que as pessoas acreditam que o processo requer. Dessa forma, a primeira premissa para cálculo do desvio é um cenário em que haja:

- Políticas públicas de incentivo à compostagem caseira, com uma abordagem instrutiva, ressaltando, principalmente, a facilidade, a simplicidade e os ganhos com a realização do processo;

A quantidade de pessoas que relataram estes dois principais impedimentos é equivalente à 15% do total amostral. Dessa forma, num cenário otimista, poder-se-ia considerar que estes 15% seriam convertidos após as campanhas de incentivo. No entanto, a bibliografia recomenda o uso de uma taxa de aceitabilidade de 10% em residências unifamiliares Pai *et al.* (2019). Com isso, optou-se por um cenário realista, em que, de fato, 10% das residências seriam convertidas, tendo em vista a complexidade do comportamento pró-ambiental e a abrangência limitada de escala do formulário. Com isso, a segunda premissa para cálculo do desvio é um cenário em que haja:

- Adesão de 10% da população a partir do incentivo promovido pelas campanhas.

A partir disso, é possível realizar o cálculo do desvio de RSO de aterramento. Primeiramente, é necessário entender a atual situação da área de estudo. Para isso, será realizado o cálculo da taxa de geração de resíduos orgânicos *per capita* (TGP'), em que:

$$TGP' = \frac{\text{Total de RSO coletados}}{\text{População da RA}} \quad (5.2)$$

Tendo em vista a quantidade total de RSU coletados no Lago Norte e a população estimada no mesmo período, documentados na Tabela 5.2, e a análise gravimétrica por RA, abordada nas Figura 5.1, obtêm-se que a TGP':

$$TGP' = 0,027316 \text{ t.habitante}^{-1}.\text{mês}^{-1} \quad \text{ou}$$

$$TGP' = 327,80 \text{ kg.habitante}^{-1}.\text{ano}^{-1}$$

Na RA em estudo, a partir do total coletado em CC e das análises gravimétricas, têm que os RSO coletados por mês, são:

$$\text{RSO Coletado} = 710,68 \text{ t.mês}^{-1}$$

Em seguida, de acordo com o Mapa da Coleta Convencional, disponibilizado pelo SLU em plataforma online, a CC no Lago Norte tem destinação à UTMB Asa Sul, ou seja, os resíduos passam pelo processo de triagem e os RSO são então encaminhados à UTMB Ceilândia para compostagem. Para estimar a quantidade de RSO provenientes da CC do Lago Norte que são compostados, será utilizado o fluxograma abordado na Figura 5.11 como referência.

Ressalta-se aqui que o ideal seria um fluxograma que retrata os resultados da UTMB Asa Sul, mas em falta desta informação, será utilizado o fluxograma da UTMB Ceilândia.

Assim, têm-se que 23,6% dos RS da CC são destinados à compostagem, 4,39% são recuperados para reciclagem e 71,85% são considerados rejeitos e destinados ao aterramento. Assim, de todos as 985 t.mês⁻¹ geradas no Lago Norte, apenas 23,6% são compostados:

$$\text{RSO Compostado} = 232,46 \text{ t.mês}^{-1}$$

A partir da diferença entre a quantidade de RSO gerados na RA e a quantidade de RSO compostados, é possível mensurar a quantidade de RSO que são aterrados como rejeitos:

$$\text{RSO Aterrado} = 478,22 \text{ t.mês}^{-1}$$

Ou seja, cerca de 67% de todos os RSO gerados no Lago Norte são aterrados, apesar da CC passar pelo processo de triagem para compostagem centralizada.

Dessa forma, caso as premissas abordadas anteriormente fossem implementadas, haveria um cenário em que mais 10% da população aderiria à compostagem caseira – ressalta-se aqui que a população que já realiza compostagem caseira não é contabilizada, uma vez que seus RSO não são destinados ao sistema de coleta e, conseqüentemente, não são contabilizadas nos dados utilizados para cálculo da TGP', RSO Coletado, Compostado e Aterrado – o que corresponde a 3.606 pessoas. Além disso, é importante lembrar que, devido às suas limitações, nem todos os resíduos sólidos orgânicos são passíveis de compostagem caseira, ou seja, não é possível assumir que, por realizar a compostagem caseira, 100% dos RSO produzidos por determinada pessoa serão desviados de aterramento. De acordo com Smith e Jasim (2009), em estudo conduzido por 3 anos na Inglaterra, foram encontrados resultados de que a compostagem caseira reduz em 60% o descarte de RSO, valor que será utilizado como referência.

Por fim, tendo em vista a TGP' orgânicos calculada, o percentual de adesão da população estimado (população) e a referência de percentual de redução de descarte (% de redução), é possível estimar os resíduos desviados de aterramento.

$$\text{RSO Desvio} = \text{TGP}' * \text{População} * \% \text{ de redução} \quad (5.3)$$

$$\text{RSO Desvio} = 0,027316 * 3.606 * 0,6$$

$$\text{RSO Desvio} = 59,1 \text{ t.mês}^{-1}$$

Ou seja, seria possível reduzir o aporte de RSO ao sistema de coleta em 8,32% e reduzir a quantidade de RSO aterrados em 12,35%.

Avaliando este resultado em desvio *per capita*, considerando apenas a população que realiza compostagem, obtém-se:

$$\text{Desvio } per \text{ capita que composta} = 196,68 \text{ kg.habitante}^{-1}.\text{ano}^{-1}$$

Este valor de desvio é maior que 87 kg.residência⁻¹.ano⁻¹, conforme previsto por Smith e Jasim (2009) *apud* Parfitt (2006). No entanto, este mesmo valor é significativamente menor do que o encontrado por Smith e Jasim (2009), de 370 kg.residência⁻¹.ano⁻¹. A partir disso, percebe-se a divergência de resultados em diversos estudos e a consequente necessidade de aprofundamento dos estudos acerca do desvio de resíduos do aterramento provenientes da compostagem caseira.

Caso o cálculo seja realizado utilizando toda a população da região administrativa, obtém-se:

$$\text{Desvio } per \text{ capita geral} = 19,67 \text{ kg.habitante}^{-1}.\text{ano}^{-1}$$

6. CONCLUSÕES

Este trabalho de pesquisa explorou possibilidades de implementação de dois programas em uma área de estudo delimitada: implementação do PAYT e incentivo à compostagem caseira. Para traçar um perfil e estimar a aceitabilidade da área, foi realizado estudo de caso através de questionário online.

Para elaborar o formulário, fez-se necessário entender qual seria a melhor abordagem do PAYT para a região. Dessa forma, a partir da revisão bibliográfica e do entendimento da área, optou-se pelo modelo híbrido, composto pela taxa fixa (imposto) juntamente à taxa variável, devido ao maior grau de estabilidade financeira promovido pelo modelo. Além disso, o programa selecionado para cobrança da taxa variável foi o pré-pago em sacos, visto que requer menor adaptação tecnológica e é o mais utilizado em modelos de coleta porta a porta.

Para elaboração do formulário online, foram levantadas algumas hipóteses que serão aqui discutidas. As evidências apontam que a primeira hipótese “Pessoas que residem em casas com quintal são mais propensas a realizar compostagem caseira” é válida, visto que, de todos os casos que realizam compostagem caseira, 96% residem em casa com quintal. No entanto, uma crítica que pode ser realizada a este resultado é que a área de pesquisa é composta predominantemente por casas com quintal, o que traz viés aos resultados. Dessa forma, para realizar uma validação completa, poder-se-ia realizar a pesquisa em uma RA predominantemente vertical, de forma a analisar comparativamente ou, ainda, realizar a pesquisa em uma RA mista, que já poderia trazer uma percepção mais completa.

As evidências apontam que a segunda hipótese “Pessoas que apresentam outras atitudes pró-ambientais são mais dispostas a pagar pelo descarte de resíduos indiferenciados ou misturados” também é válida. Aqui, optou-se por utilizar como balizador para atitude pró ambiental a realização de compostagem caseira, em vez das perguntas CEG, uma vez que, por terem sido muito simplificadas, analisar os resultados obtidos com as perguntas CEG estaria metodologicamente equivocado. Assim, constatou-se que 50% da população amostral que realiza compostagem estaria disposta a pagar algum valor pelo descarte inadequado de resíduos, apenas 29% dos indivíduos que não realizam compostagem caseira estariam dispostos a pagar algum valor.

Já a terceira hipótese “As pessoas estão dispostas a pagar pelos resíduos indiferenciados que geram”, de acordo com os estudos realizados, é parcialmente válida, uma vez que 49,6% da

amostra estaria disposta a pagar algum valor para resíduos misturados. Aqui, ressalta-se como principal ponto de melhoria para pesquisa a melhor elaboração da pergunta, que foi elaborada como “Caso fosse implementada uma taxa extra para cada saco de 120L descartado de forma misturada (recicláveis e demais resíduos), você estaria disposto a pagar por cada saco:”, mas que causou certa confusão em algumas pessoas, que entenderam que a coleta seria sempre misturada e não haveria mais a CS. Assim, uma versão mais completa que poderia melhorar os resultados coletados seria “Caso fosse implementada uma taxa extra para cada saco de 120L descartado de forma misturada, sendo os recicláveis coletados de forma gratuita, você estaria disposto a pagar por cada saco:”.

Já quarta e última hipótese “Quanto mais simples a implementação da compostagem caseira, mais propensas as pessoas são a realizá-la”, de acordo com as evidências, é válida, visto que os dois principais impedimentos relatados foram “Requer muito tempo” e “Muito trabalhoso”, o que reforça a importância de campanhas de instrução sobre a compostagem, enfatizando na simplicidade do processo. Ainda, relatos frequentes na opção “Outros” estavam associados a falta de conhecimento sobre como realizar o processo, que impediam o início da atividade, o que reforça a necessidade de instrução da população sobre o processo.

Ainda, em um cenário em que 10% da população adota a compostagem caseira, seriam desviados 12,35% dos RSO atualmente aterrados, o que corresponde a 59,1 t.mês⁻¹ ou 709,2 t.ano⁻¹.

No que tange a compostagem centralizada de resíduos nas UTMBs, conclui-se que a qualidade do composto pode ser melhorada significativamente, principalmente através de uma separação de resíduos mais efetiva, visto que os níveis de contaminação por resíduos inertes ultrapassam os valores de referência em mais de 10 vezes. Ainda assim, a demanda por CORS é alta, ultrapassando 28 mil toneladas por ano, enquanto a oferta em 2019 foi de 14,9 mil toneladas, resultando em uma diferença de oferta e demanda de mais de 13 mil toneladas.

Assim, a implementação do PAYT apenas para resíduos misturados apresenta como uma das suas principais consequências a redução do descarte de resíduos misturados, conforme observado por Houtven e Morris (1999), em que a implementação da tarifa reduziu o descarte misturado em 51%. Dessa forma, num cenário de implementação do PAYT na área de estudo, uma das principais consequências seria uma separação de resíduos mais efetiva, o que possivelmente impactaria na qualidade do CORS, reduzindo a contaminação por

resíduos inertes. No entanto, vale ressaltar os RSO provenientes do Lago Norte que chegam à UTMB Ceilândia correspondem a apenas uma fração do total, sendo fundamental que a estratégia seja explorada nas demais RAs para que haja impacto significativo na qualidade do composto.

Por fim, ressalta-se que a implementação de um sistema PAYT é um processo extremamente complexo, que implica em uma mudança de operação e administração do atual sistema de gerenciamento de resíduos sólidos. Dessa forma, é fundamental que haja extensos estudos para viabilizar sua implementação, sendo estes estudo tanto externos, com relação aos cidadãos impactados, quanto internos, com relação à mudança de processos operacionais, logística de coleta, cálculo da tarifa fixa e variável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2020). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020*. Disponível em:< <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>>. Acesso em: 16 mar. 2021.
- Abreu, M. de F. (2016). *Proposição de Modelagem Para Execução Eficiente dos Serviços de Coleta Seletiva, Triagem e Destinação dos Resíduos Recicláveis Coletados no Distrito Federal*. Consultoria ADASA/UNESCO, Contrato N° SA-1710/2015 – PRODOC 914 BRZ 2016, Brasília, Brasil.
- ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (2020). *Nota Técnica N° 4/2020 – ADASA/SRS/COFR. Assunto: Relatório de Avaliação do Cumprimento das Metas do Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PDGIRS, Ano 2*. Disponível em: < <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/Relatorio-de-Avaliacao-do-Cumprimento-das-Metas-do-Plano-Distrital-de-Gestao-Integrada-de-Residuos-Solidos-PDGIRS-Ano-2.pdf>>.
- Barr, S. (2004). “What we buy, what we throw away and how we use our voice. Sustainable household waste management in the UK”. *Sustainable Development*, **12** (32-44).
- Bell, J.; Paula, L.; Dodd, T.; Németh, S.; Nanou, C.; Mega, V.; Campos, P. (2017). “EU ambition to build the world’s leading bioeconomy – uncertain times demand innovative and sustainable solutions”. *New Biotechnology*, **40** (2018), 25-30.
- Boldrin, A.; Neidel, T. L.; Damgaard, A.; Bhandar, G. S.; Moller, J.; Christenden, T. H. (2011). “Modelling of environmental impacts from biological treatment of organic municipal waste in EASEWASTE”. *Waste Management*, **34** (4), 619-630.
- Bolton, K. e Rousta, K. (2019). “Chapter 4 – Solid waste management toward zero landfill: a swedish model”. In: Taherzadeh, M. J.; Wong, J.; Bolton, K.; Pandey, A. (eds.) *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches*. Elsevier.
- BRASIL (1981). *Lei N° 6.939/1981*. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm>.
- BRASIL (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.

- BRASIL (2010). *Lei N° 12.305/2010*. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>.
- BRASIL (2017). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. *Resolução CONAMA n° 481*, de 03 de outubro de 2017. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=728>>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- Brown, Z. S.; Johnstone, N. (2013). “Better the devil you throw: experience and support for pay-as-you-throw waste charges”. *Environmental Science & Policy* **38** (2014), 132-142.
- Canterbury, J (1998). *How to Succeed With Pay As You Throw*. With the U.S. Environmental Protection Agency’s Office of Solid Waste, BioCycle.
- CEMPRE (2018). *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. 4 ed, São Paulo, Brasil. Disponível em:< https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf>. Acesso em: 6 abr 2021.
- CODEPLAN; GDF – Companhia de Planejamento do Distrito Federal e Governo do Distrito Federal (2018). *Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – Lago Norte*. Disponível em: <<https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/Lago-Norte.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2021.
- Cogger, C.; Sullivan, D. M. (2009). “Backyard composting”. *Washington State University Extension e U.S. Department of Agriculture EB1784E*, Estados Unidos.
- Coggins, C. (2001). “Waste prevention – an issue of shared responsibility for UK producers and consumers: policy options and measurement”. *Resources, Conservation and Recycling*, **32** (2001), 181-190.
- Cozby, P. C. (2003). *Methods in Behavioural Research*. Mayfield Publishing Company, California, EUA, 455p.
- DISTRITO DEFERAL (2009). Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal. Conselho Nacional do Meio Ambiente do Distrito Federal, CONAM-DF. *Resolução CONAM n° 01/2009*, de 15 de dezembro de 2009. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, 12 de janeiro de 2010.

- DISTRITO FEDERAL (2018). *Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos*. Brasília: 2018. Disponível em: <<http://www.so.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/PDGIRS.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- Eigenheer, E. M. (2009). *Lixo. A Limpeza Urbana Através dos Tempos*. Campus Elsevier, Porto Alegre, RS, Brasil, 144p.
- Elia, V.; Gnoni, M. G.; Tornese, F. (2015). “Designing pay as you throw schemes in municipal waste management services: a holistic approach”. *Waste Management* **44** (2015), 188-195.
- Fernandes, F.; Silva, S. M. C. P. (1996). *Manual Prático para a Compostagem de Biossólidos*. Londrina: PROSAB.
- Garcia, L. R. do V. (2018). *Aplicação da Compostagem Doméstica como Política Pública de Prevenção de Resíduo Sólido*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP, Brasil, 182p.
- Geoportal (2021). Disponível em: <<https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>>. Acesso em 10 abr 2021.
- Gil, A. C. (1946). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. Editora Atlas Ltda., 6ª ed., São Paulo, SP, Brasil, 173p.
- Goorhuis, M.; Reus, P.; Nieuwenhuis, E.; Spanbroek, N.; Sol, M.; Rijn, J. van (2012). “New developments in waste management in the Netherlands”. *Waste Management & Research*, **30** (9) Supplement 67-77.
- Guo, L.; Wu, G.; Li, C.; Liu, W.; Yu, X.; Cheng, D.; Jiang, G. (2015). “Compost made by worms from livestock manure yields benefits when applied to maize”. *Science for Environment Policy, European Commission DG Environment News Alert Service, edited by SCU, The University of the West of England, Bristol*.
- Herbets, R. A.; Coelho, C. R. de A.; Miletti, L. C.; Mendonça M. M. de (2005). “Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. *Revista Saúde e Meio Ambiente / Health and Environment Journal*, **6** (1).

- Herva, M.; Neto, B.; Roca, H. (2014). Environmental assessment of the integrated municipal solid waste management system in Porto (Portugal). *Journal of Cleaner Production*, **70** (183-193).
- Houtven, G. L, Van; Morris, G. E. (1999). “Household behaviour under alternative pay as you throw systems for solid waste disposal”. *Land Economics* **75** (4), 515-537.
- Hu, X.; Zhang, T.; Tian, G.; Zhang, L.; Bian, B. (2020). “Pilot Scale Vermicomposting of sewage sludge mixed with mature vermicompost using earthworm reactor of frame composite structure”. *Science of the Total Environment*, **767** (2021), 144217.
- Jucá, J. F. T. (2015). *Diagnóstico Sobre os Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal*. Consultoria UGP/ADASA/UNESCO, Contrato SC00561/2015 – TRPF AS 1930/2015 – PO 4500277260 – PRODOC 914 BRZ 2016, Brasília, Brasil.
- Kaiser, F. G.; Wölfing, S.; Fuhrer, U. (1999). “Environmental Attitude and Ecological Behaviour”. *Journal of Environmental Psychology* **19**, 0272-4944.
- Kaiser, F. G.; Wilson, M. (2004). “Goal-directed conservation behaviour: the specific composition of a general performance”. *Personality and Individual Differences* **36** (2004), 1531-1544.
- Karagiannidis, A.; Xirogiannopoulou, A.; Tchobanoglous, G. (2008). “Full cost accounting as a tool for the financial assessment of pay-as-you-throw schemes: a case study for the Panorama municipality, Greece”. *Waste Management* **28** (2008), 2801-2808.
- Karkanias, C.; Perkoulidis, C.; Moussiopoulos, N. (2016). “Sustainable management of household biodegradable waste: lessons from home composting programmes”. *Waste Biomass Valor* **7** (4), 659-665.
- Kulman, L. R. (1989). “Windrow composting of agricultural and municipal wastes”. *Conservation and Recycling*, **4**, (151-160), Elsevier Science Publishers B. V. / Pergamon Press plc – Impresso na Holanda.
- Kurusu, K. (2015). *Pro-Environmental Behaviours*. Springer Tokyo Heidelberg New York Dordrecht London, Tokyo, Japão, 165p.
- Leitão, A. (2015). “Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o século XXI”. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, **1** (2), Portugal.

- Liao C. H.; Chiu, A. S. (2011). “Evaluate municipal solid waste management problems using hierarquical framework”. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* **25** (2011) 353-362.
- LIPOR - Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto (2020). *Relatório Integrado 2019*. Portugal. Disponível em: <https://www.lipor.pt/fotos/editor2/PORTAL_2020/APROXIMAR/Relatorio_Integrado_2019_PT_15062020_.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.
- LIPOR - Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto (2021). *LIPOR Bio-Waste Strategy*. Portugal. Disponível em: <https://www.lipor.pt/fotos/editor2/PORTAL_2020/VALORIZAR/UNIDADES/cvo_estrategia_valor_portal_2020_EN.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.
- Lleó, T.; Albacete, E.; Barrena, R.; Font, X.; Artola, A.; Sánchez, A. (2012). “Home and vermicomposting as sustainable options for biowaste management”. *Journal of Cleaner Production*, **47** (70-76), Barcelona, Espanha.
- Louis, G. E. (2004). “A historical context for municipal solid waste management in the United States (1850-1980)”. *Waste Management & Research*, **22** (4).
- MMA – Ministério do Meio Ambiente (2012). *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília. Disponível em: <https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.
- Montejo, C.; Tonini, D.; Márquez, M. D. C.; Astrup, T. F. (2013). “Mechanical-biological treatment performance and potentials. An LCA os 8 MTB plants including waste characterization”. *Journal of Environmental Management*, **128** (661-663).
- Münnich, K.; Mahler, C. F.; Fricke, K. (2005). “Pilot project of mechanical-biological treatment of waste in Brazil”. *Waste Management*, **26** (150-157).
- Muralikrushna, I. V.; Manickam, V. (2017). *Environmental Management: Science and Engineering for Industry*. Butterworth-Heinemann, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, United Kingdom.
- OECD – Organization for Economic Cooperation and Development (2008). *Household Behaviour and the Environment – Reviewing the Evidence*. Disponível em: <

<https://www.oecd.org/environment/consumption-innovation/42183878.pdf>>. Acesso em: 12 mai 2021.

- Oppenheim, A. N. (1992). *Questionnaire, Design Interviewing and Attitude Measurement*. Continuum, London and New York, GBR e EUA, 154p.
- Pai, S.; Ai, N.; Zheng, J. (2019). “Decentralized community composting feasibility analysis for residential food waste: a Chicago case study”. *Sustainable Cities and Society*, **50** (2019), 101683.
- PDAD – *Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios* (2018). Governo do Distrito Federal – GDF, Secretaria do Estado de Fazenda, Planejamento, Orçamento e Gestão do DF – SEFP, Companhia de Planejamento do Distrito Federal – CODEPLAN. Brasília, DF, 2019.
- Polzer, V.R. (2012). *Gestão dos Resíduos Sólidos Domiciliares em São Paulo e Vancouver*. Dissertação de Mestrado, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 229p.
- Rishell, E. (2013). “Backyard composting”. *Virginia Cooperative Extension HORT-49P*, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Estados Unidos.
- Rorat, A.; Vandebulcke, F. (2019). “Earthworms converting domestic and food industry wastes into biofertilizer”. In: Prasad, M. N. V.; Favas, P. J. C; Vithanage, M.; Mohan, S. V. *Industrial and Municipal Sludge: Emerging Concerns and Scope for Resource Recovery*, Butterworth-Heinemann.
- Santaella, S. T.; Brito, A. E. R. de M.; Costa, F. de A. P. da; Castilho, N. M.; Mio, G. P. de; Filho, E. F.; Leitão, R. C.; Salekm J. M. (2014). *Resíduos Sólidos e a Atual Política Ambiental Brasileira*. Labobar, Coleção Habitat, v. 7, 232p.
- Schalch, V.; Massukado, L. M.; Bianco, C. I. (2015). “Compostagem”. In: Nunes, R. R; Rezende, M. O. O. *Recurso Solo: Propriedades e Usos*. Editora Cubo, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- Siddiqui, A. A.; Richards, D. J.; Powrie, W. (2013). “Biodegradation and flushing of MBT wastes”. *Waste Management*, **33** (2257-2266).

- Silva, A. C. N. da (2020). *Análise do Ciclo de Vida do Resíduo Sólido Orgânico na Usina de Tratamento Mecânico Biológico da Ceilândia no Distrito Federal*. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 121 p.
- Silva, L. A., Soares, F. R., Seo, E. S. M. (2015). “Avaliação do ciclo de vida do processo de biodigestão anaeróbia dos resíduos sólidos urbanos para geração de energia”. *InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, São Paulo: Centro Universitário Senac* **10** (1) 1980-0894.
- Skumatz, L. A.; Freeman, D. J. (2006). *Pay as You Throw (PAYT) in the US: 2006 Update and Analyses*. Skumatz Economic Research Associates, Colorado, EUA.
- Smith, S. R.; Jasim, S. (2009). “Small-scale home composting of biodegradable household waste: overview of key results from a 3-year research programme in West London”. *Waste Management & Research* **2009** (27) 941-950.
- SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (2020). *Análise das Emissões Brasileiras de Gases do Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas de Clima do Brasil 1970-2019*. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- SLU – Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (2019). *Relatório Anual de 2019 – SLU Assina Novos Contratos de Limpeza Urbana e Inicia o Tratamento de Chorume*. Brasília. Disponível em: <<http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/RELATORIO-ANUAL-2019.pdf>>. Acesso em: 6 abr. 2021.
- SLU – Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (2020). *Relatório Anual de 2020 – Avaliação da Coleta Seletiva e os Impactos da Pandemia nos Serviços de Limpeza Urbana*. Brasília. Disponível em: <<http://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/RELATORIO-ANUAL-2020.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- SLU – Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (2021). “Dias e Horários das Coletas”. Disponível em: <<http://www.slu.df.gov.br/dias-e-horarios-das-coletas-3/>>. Acesso em: 10 abr 2021.

- Steg, L.; Vlek, C. (2008). “Encouraging pro-environmental behaviour: an integrative review and research agenda”. *Journal of Environmental Psychology* **29** (2004), 309-317.
- Tucker, P.; Douglas, P. (2006). *Understanding Household Waste Behaviour – Technical Report N° 1 – A Critical Review of the Literature*, Universidade de Paisley, Grupo de Tecnologia Ambiental, Scotland, Reino Unido.
- TWB – International Bank for Reconstruction and Development / THE WORLD BANK (2016). *Sustainable Financing and Policy Models for Municipal Composting*, Urban Development Series, Washington, D. C., EUA.
- TWB – International Bank for Reconstruction and Development / THE WORLD BANK (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*.
- UE – União Europeia (2016). *Separate Waste Collection in the Context of a Circular Economy in Europe*. Draft Conference Report, 29 jan 2016, Bruxelas, Bélgica. Disponível em: <
<https://www.municipalwasteeurope.eu/sites/default/files/Municipal%20waste%20Conference%20Final%20Report.pdf>>. Acesso em: 3 mar 2021.
- Valerio, E.; Gnoni, M. G.; Tornese, F. (2015). “Designing pay-as-you-throw schemes in municipal waste management services: a holistic approach”. *Waste Management* **44** (188-195).
- Ventura, M. M. (2007). “O estudo de caso como modalidade de pesquisa”. *Revista da SOCERJ Pedagogia Médica*, **20** (5), 383-386.
- Weitz, K. A.; Thorneloe, S. A.; Nishtala, S. R.; Yarkosky, S.; Zannes, M. (2002). “The impact of municipal solid waste management on greenhouse gas emissions in the United States” *Journal of the Air & Waste Management Association* **52** (9) 1000-1011.
- Zago, V. C. P.; Barros, R. T. de V. (2017). “Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade”. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, **24** (2), 219-228.

ANEXO I



GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL
SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL
Presidência
Comissão Executora do Cont.18/2019 - OS-SLU 01/2021

Despacho - SLU/PRESI/COMEX-18

Brasília-DF, 06 de agosto de 2021.

Referência: Despacho - SLU/PRESI/DILUR (66961103) - Memorando Nº 111/2021 - SLU/PRESI/OUVIR (66923860) - Protocolo E-SIC nº 00094000037202179 (66923185).

Assunto: Solicitação de informações.

Senhor Diretor,

Em atenção ao Despacho - SLU/PRESI/DILUR (66961103), que encaminha o Memorando Nº 111/2021 - SLU/PRESI/OUVIR (66923860), o qual solicita informações relativas aos dados da análise gravimétrica dos resíduos sólidos da coleta convencional e seletiva no âmbito do Distrito Federal, bem como o quantitativo de resíduos coletados por região administrativa, em toneladas por mês, esta Comissão Executora do Contrato nº 18/2019, instituída pela Ordem de Serviço nº 09 (56858563), de 08 de fevereiro de 2021, publicada no Boletim Administrativo nº 05, págs. 1 a 3, de 22 de fevereiro de 2021, manifesta-se por meio deste.

No que tange às informações relativas aos dados da análise gravimétrica dos resíduos sólidos da coleta convencional e seletiva no âmbito do Distrito Federal, replicamos o teor do Despacho - SLU/PRESI/COMEX-24 (67368805):

Em atenção ao disposto no Protocolo E-SIC nº 00094000037202179 (SEI nº 66923185), que refere-se a solicitação de disponibilização de informações relativas aos dados da análise gravimétrica dos resíduos sólidos da coleta convencional e seletiva no âmbito do DF, informamos que os dados foram disponibilizados pelas empresas prestadoras de serviço ao SLU em Julho de 2021. Desta forma, nesse momento os dados estão sendo analisados e compilados pela equipe técnica para posterior divulgação no site eletrônico do SLU, na data provável de 30/08/21. Os responsáveis pelo relatório podem ser contatados por meio do e-mail: allyson.silva@slu.df.gov.br ou pelo telefone: (61) 3213-0115 e (61) 3213-0172.

Em relação ao quantitativo de resíduos coletados por região administrativa, em toneladas por mês, ressaltamos que o sistema de medição do SLU passa por constantes aprimoramentos e adequações, havendo ainda a ação humana para preenchimento dos dados do sistema, levando a algum grau de subjetividade no momento de lançamento das pesagens, como, por exemplo, o lançamento de uma determinada pesagem como Plano Piloto ao invés de Asa Sul ou Asa Norte. Ademais, esclarecemos que os valores de coleta convencional incluem o que é recolhido nas áreas residenciais e comerciais, desde que estes não sejam configurados como grandes geradores. Os de coleta seletiva correspondem ao que é coletado nas áreas residenciais e comerciais.

Destacamos ainda que, no mês de março de 2020, ocorreu a suspensão do serviço de coleta seletiva de recicláveis secos, a partir da data da publicação do Decreto nº 40.548, de 20 de março de 2020, no Diário Oficial 034 20-03-2020, Edição Extra A (37425542). A continuidade dos serviços foi autorizada pelo Decreto nº 40.847, de 30 de maio de 2020, condicionada à apresentação de um plano de segurança e prevenção de risco para cooperados, associados e trabalhadores envolvidos nas atividades. Assim, o serviço ficou parcialmente paralisado durante o mês de julho de 2020, retornando em 22 de julho. Assim, não ocorreram medições durante os meses de abril, maio e junho de 2020.

Assim, expomos os dados aproximados a seguir, extraídos exclusivamente do Sistema de Gerenciamento Integrado do SLU - SGI/SLU, na unidade de quilograma, no período de vigência do contrato em tela. Ressaltamos também que os dados de resíduo de coleta seletiva são exclusivos das empresas, excluindo os das cooperativas.

RESÍDUOS DE COLETA CONVENCIONAL (kg)

	Asa Norte	Asa Sul	Cruzeiro	Estrutural	Itapoã	Lago Norte	Octogonal	Paranoá	Planaltina	São Sebastião	Sobradinho I	Sobradinho II	Sudoeste	Varjão	Total Geral
novembro/2019	3802430	3256860	592780	20330	1254520	1832940	246410	1207610	3668940	1910160	1571020	1928760	985230	5430	22283420
dezembro/2019	3863590	3406710	619590	30300	1547060	2053940	289940	1466090	4556700	2282740	1802840	2520030	1017730	73500	25530760
janeiro/2020	3551270	3025210	564240	1354920	1792630	285040	1215480	3910440	2089500	1523420	2306260	979320	99510	22697240	
fevereiro/2020	3418620	2911330	601310	1217640	1482390	145030	1087270	3544480	34540	1887120	1446860	2007640	955550	205700	20945480
março/2020	3489420	2768060	736300	1322640	1452300	1120210	3669640	116190	2090660	1697320	2077600	1241710	219980	22002030	
abril/2020	3279070	2527590	688870	1230400	1500490	18220	1068470	3393740	125090	1898350	1732580	1838060	1108430	185320	20594680
maio/2020	3269710	2437640	656520	1221840	1491780	1067800	3404460	128270	1824170	1704360	1787680	1127520	170950	20292700	
junho/2020	3401010	2518640	668010	1263000	1383990	1055930	3442700	136920	1863210	1676380	1757740	1094340	190610	20452480	
julho/2020	3589560	2617230	558610	326180	1241300	1330480	1047500	3422560	97540	1829710	1673340	1408680	1119850	218700	20481240
agosto/2020	3443270	2643590	504330	319140	1210000	1257190	1002030	3419140	132350	1814890	1513020	1335920	954670	197010	19746550
setembro/2020	3532310	2831150	499350	322580	1242980	1417520	979170	3486740	126110	1809530	1601210	1306240	923330	186790	20265010
outubro/2020	3569140	2937580	530120	362920	1311660	1495850	1123480	3802950	116240	1947880	1686410	1409960	1003850	195950	21493990
novembro/2020	3203220	2440940	510100	384200	1303220	1518440	1089790	3785400	136930	1991570	1698280	1466260	1081930	214340	20824620
dezembro/2020															

	Norte				Norte				Piloto	Sebastião	I	II	Geral		
	3445780	2514700	579730	418180	1513680	1849160	1274410	4438580	169150	2246270	1895200	1615880	1158600	211890	23331210
janeiro/2021	Asa Norte	Asa Sul	Cruzeiro	Fercal	Itapoã	Lago Norte	Paranoá	Planaltina	Plano Piloto	São Sebastião	Sobradinho I	Sobradinho II	Sudoeste	Varjão	Total Geral
	3194380	2282330	522310	383240	1331860	1738470	1146320	4015040	161260	1981110	1681860	1506560	1079330	159180	21183250
fevereiro/2021	Asa Norte	Asa Sul	Cruzeiro	Fercal	Itapoã	Lago Norte	Octogonal	Paranoá	Planaltina	Plano Piloto	São Sebastião	Sobradinho I	Sobradinho II	Sudoeste	Varjão
	3158430	2233810	496700	331340	1210020	1538420	4840	1017720	3394520	145510	1846440	1599040	1358760	1048720	158510
março/2021	Asa Norte	Asa Sul	Cruzeiro	Fercal	Itapoã	Lago Norte	Octogonal	Paranoá	Planaltina	Plano Piloto	São Sebastião	Sobradinho I	Sobradinho II	Sudoeste	Varjão
	3185140	2207360	533710	356740	1299880	1548940	4930	1096910	3612060	178650	1975800	1742720	1474840	1070240	174000
abril/2021	Asa Norte	Asa Sul	Cruzeiro	Fercal	Itapoã	Lago Norte	Paranoá	Planaltina	Plano Piloto	São Sebastião	Sobradinho I	Sobradinho II	Sudoeste	Varjão	Total Geral
	2976050	2086440	482630	313820	1151000	1347050	1003860	3261060	158870	1752310	1541010	1358180	1044080	147870	18624230
maio/2021	Asa Norte	Asa Sul	Cruzeiro	Fercal	Itapoã	Lago Norte	Paranoá	Planaltina	Plano Piloto	São Sebastião	Sobradinho I	Sobradinho II	Sudoeste	Varjão	Total Geral
	2756780	2183550	464160	310380	1186560	1267270	978700	3272620	89320	1913420	1206720	1495920	1169710	146910	18442020
junho/2021	Asa Norte	Asa Sul	Cruzeiro	Fercal	Itapoã	Lago Norte	Paranoá	Planaltina	Plano Piloto	São Sebastião	Sobradinho I	Sobradinho II	Sudoeste	Varjão	Total Geral
	2696660	2199670	457300	299100	1196440	1290050	930880	3252200	157350	1931040	1209260	1488260	1207440	136470	18452120
julho/2021	Asa Norte	Asa Sul	Cruzeiro	Fercal	Itapoã	Lago Norte	Paranoá	Planaltina	Plano Piloto	São Sebastião	Sobradinho I	Sobradinho II	Sudoeste	Varjão	Total Geral
	2671980	2177010	446380	283780	1271620	1191510	904780	3183740	158790	1896760	1241900	1682460	1210660	132920	18454290

RESÍDUO DE COLETA SELETIVA (kg)

novembro/2019		dezembro/2019		janeiro/2020		fevereiro/2020		março/2020	
RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido
Asa Norte	547490	Asa Norte	598650	Asa Norte	601320	Asa Norte	637800	Asa Norte	495650
Asa Sul	453110	Asa Sul	521860	Asa Sul	484730	Asa Sul	443840	Asa Sul	303450
Cruzeiro	30050	Cruzeiro	34110	Cruzeiro	33270	Cruzeiro	28720	Cruzeiro	30160
Lago Norte	17290	Lago Norte	33830	Lago Norte	53770	Lago Norte	38170	Lago Norte	32660
Lago Sul	420	Octogonal	4240	Plano Piloto	39880	Lago Sul	3240	Noroeste	3700
Octogonal	4270	Plano Piloto	20480	Sudoeste	171740	Plano Piloto	5830	Octogonal	4460
Plano Piloto	54970	Sudoeste	153070	Total Geral	1384710	SIA	4270	Sobradinho I	14790
Sudoeste	123710	Total Geral	1366240			Sobradinho I	9700	Sobradinho II	36090
Total Geral	1231310					Sobradinho II	39540	Sudoeste	136270
						Sudoeste	209910	Total Geral	1057230
						Total Geral	1421020		

julho/2020		agosto/2020		setembro/2020		outubro/2020		novembro/2020		dezembro/2020	
RA	Soma de Peso Líquido										
Asa Norte	26740	Asa Norte	184390	Asa Norte	215740	Asa Norte	360500	Asa Norte	675590	Asa Norte	684500
Asa Sul	11040	Asa Sul	72950	Asa Sul	82450	Asa Sul	255780	Asa Sul	486110	Asa Sul	521420
Cruzeiro	9880	Cruzeiro	31960	Cruzeiro	28270	Cruzeiro	30650	Cruzeiro	17210	Cruzeiro	21170
Lago Norte	17310	Lago Norte	54400	Lago Norte	50790	Lago Norte	61670	Lago Norte	52860	Lago Norte	67100
Octogonal	5710	Octogonal	17960	Octogonal	22390	Noroeste	3860	Octogonal	50400	Octogonal	63170
Sobradinho I	9360	Sobradinho I	34820	Sobradinho I	16640	Octogonal	42470	Plano Piloto	1840	Paranoá	980
Sobradinho II	11250	Sobradinho II	61320	Sobradinho II	59950	Plano Piloto	1980	Sobradinho I	25710	Plano Piloto	1220
Sudoeste	55300	Sudoeste	156400	Sudoeste	152500	Sobradinho I	18400	Sobradinho II	65680	Sobradinho I	13860
Total Geral	146590	Total Geral	614200	Total Geral	628730	Sobradinho II	71660	Sudoeste	153860	Sobradinho II	57590
						Sudoeste	172120	Total Geral	1529260	Sudoeste	174000
						Total Geral	1019090			Total Geral	1605010

janeiro/2021		fevereiro/2021		março/2021		abril/2021		maio/2021		junho/2021		julho/2021	
RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido	RA	Soma de Peso Líquido
Asa Norte	595320	Asa Norte	595160	Asa Norte	556680	Asa Norte	503180	Asa Norte	432390	Asa Norte	437030	Asa Norte	497400
Asa Sul	464920	Asa Sul	408590	Asa Sul	447110	Asa Sul	435970	Asa Sul	382960	Asa Sul	362140	Asa Sul	355780
Cruzeiro	19840	Cruzeiro	18910	Cruzeiro	22330	Cruzeiro	21120	Cruzeiro	27210	Cruzeiro	22830	Cruzeiro	21390
Lago Norte	60260	Lago Norte	59550	Lago Norte	59580	Lago Norte	57760	Lago Norte	47640	Lago Norte	44160	Lago Norte	39080
Octogonal	57110	Octogonal	47050	Octogonal	21440	Octogonal	35350	Octogonal	55510	Octogonal	50110	Octogonal	31760
Sobradinho I	21280	Plano Piloto	3180	Paranoá	1100	Plano Piloto	75420	Plano Piloto	164540	Planaltina	280	Planaltina	5420
Sobradinho II	46760	Sobradinho I	29600	Plano Piloto	91290	Sobradinho I	31420	Sobradinho I	24310	Plano Piloto	153160	Plano Piloto	102130
Sudoeste	157080	Sobradinho II	42780	Sobradinho I	40240	Sobradinho II	41600	Sobradinho II	52370	Sobradinho I	25460	Sobradinho I	1360
Total Geral	1422570	Sudoeste	161910	Sobradinho II	43860	Sudoeste	188580	Sudoeste	162330	Sobradinho II	74280	Sobradinho II	68890
		Total Geral	1366730	Sudoeste	198950	Total Geral	1390400	Total Geral	1349260	Sudoeste	155950	Sudoeste	167570
				Total Geral	1482580					Total Geral	1325400	Total Geral	1290780

Respeitosamente,

Comissão Executora do Contrato nº 18/2019

JOSÉ LÚCIO LOPES

VALDEMIR INÁCIO ATAÍDE

PAULO PEREIRA DIAS

JOAQUINA FONSECA DA SILVA (Exonerada)

EGMO MÁRIO LOPES DA SILVA

MARIA VITÓRIA NAVA SILVA DO CARMO

MAYARA JORDANA BARROS OLIVEIRA SANTOS



Documento assinado eletronicamente por **JOSÉ LUCIO LOPES - Matr.0081970-0**, **Coordenador(a) da Comissão**, em 12/08/2021, às 13:10, conforme art. 6º do Decreto nº 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **VALDEMIR INÁCIO ATAÍDE - Matr.0082804-1**, **Membro da Comissão**, em 12/08/2021, às 13:10, conforme art. 6º do Decreto nº 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **PAULO PEREIRA DIAS - Matr.0080948-9**, **Membro da Comissão**, em 12/08/2021, às 13:10, conforme art. 6º do Decreto nº 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **EGMO MÁRIO LOPES DA SILVA - Matr.0083789-X**, **Membro da Comissão**, em 12/08/2021, às 13:11, conforme art. 6º do Decreto nº 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **MAYARA JORDANA BARROS OLIVEIRA SANTOS - Matr.0276289-7**, **Membro da Comissão**, em 12/08/2021, às 13:26, conforme art. 6º do Decreto nº 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **MARIA VITÓRIA NAVA SILVA DO CARMO - Matr.0276257-9**, **Membro da Comissão**, em 12/08/2021, às 13:34, conforme art. 6º do Decreto nº 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site:
http://sei.df.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0
verificador= 67379694 código CRC= DF459120.

"Brasília - Patrimônio Cultural da Humanidade"

SCS Quadra 08 Bloco 7B50? 6º andar - Bairro Asa Sul - CEP 70.333-900 - DF

32130210

00094-00003956/2021-68

Doc. SEI/GDF 67379694

ANEXO II

INTERESSADO:	VALOR AMBIENTAL LTDA
PROPRIEDADE:	SIA TRECHO 04, Nº 2000, BLOCO F, SALA 101
MUNICÍPIO:	BRASÍLIA - DF
BOLETIM Nº:	14793/ 01Mar2021

INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 23, de 31/8/2005, do MINISTÉRIO da AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO
RESULTADO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS OU ORGANOMINERAIS DESTINADOS À APLICAÇÃO VIA SOLO

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:		L675, L681, P676, P677	
pH DA SOLUÇÃO EM CaCl ₂ 0,01M - sem unidade		MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-2	7,2
RESULTADOS ENCONTRADOS NA BASE ÚMIDA A 65° C e NA BASE NATURAL			
RESULTADOS EM PORCENTAGEM - %		Base Úmida 65° C	Base Natural
UMIDADE a 65° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1	12,3	
UMIDADE a 100° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1 - SUGERIDO	x	
NITROGÊNIO TOTAL - N	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-1.1	3,68	4,20
FÓSFORO TOTAL - P ₂ O ₅	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-2.2	1,89	2,15
POTÁSSIO SOLÚVEL EM ÁGUA - K ₂ O	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-6.2.2	0,04	0,04
CÁLCIO TOTAL - Ca	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	6,01	6,86
MAGNÉSIO TOTAL - Mg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	0,53	0,60
ENXOFRE TOTAL - S-SO ₄	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-8	0,13	0,15
CARBONO ORGÂNICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-13		22,8
MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL - % m/m	FEALQ - MANUAL DE FERTILIZANTES - MÉTODO 2.2.3.3		39,2
RESULTADOS EM MG/KG			
NITROGÊNIO AMONIACAL - NH ₄ ⁺	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.2.a	0,61	0,70
NITROGÊNIO NITRATO - NO ₃ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.3.a	1,23	1,40
NITROGÊNIO NITRITO - NO ₂ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.4.a	1,84	2,10
ALUMÍNIO - Al	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	<0,001
BÁRIO - Ba	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	102	116
BORO TOTAL - B	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-9	2,50	2,85
COBRE TOTAL - Cu	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	165	188
FERRO TOTAL - Fe	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	35175	40111
MANGANÊS TOTAL - Mn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	150	171
MOLIBDÊNIO TOTAL - Mo	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	<0,001	<0,001
ZINCO TOTAL - Zn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	530	604



DETERMINAÇÕES ESPECIAIS

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE, dS/m	IN 17/2007, ITEM 6 - SUGERIDO		X
<i>Referência: a salinidade deve ser menor do que 4,0 dS/m</i>			
EXTRATO HÚMICO TOTAL - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
EXTRATO HÚMICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
EXTRATO FÚLVICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
HUMINAS - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA - C.T.C., mmol/kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-15		66
<i>Referência: entre 600 - 800 mmol/kg indica um bom composto</i>			
RELAÇÃO CTC/C ORGÂNICO, sem unidade	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO F		2,9
<i>Referência: > 1,7 indica bom índice de humificação</i>			
RELAÇÃO C/N, sem unidade	MAPA - CAPÍTULO IV, MÉTODO G		5
<i>Referência: 10/1, indica bom índice de humificação</i>			
SÓLIDOS TOTAIS - %	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		3,4
<i>Sem referência</i>			
SÓLIDOS VOLÁTEIS - %	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		3,1
<i>Sem referência</i>			
SÓLIDOS FIXOS - %	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		0,3
<i>Sem referência</i>			
CLASSIFICAÇÃO MINERAIS CARBONÁTICOS - % MgO	SEDIMENTARYS ROCKS, N. Y. 2ª ED., 1957, Pettijonh F. J.	Calcário dolomítico	
<i>Referência: Calcário, Calcário magnesiano ou dolomítico, Dolomítico calcítico, Dolomito</i>		MgO = 3,0%	
VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (VMP) DE CONTAMINANTES EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS - IN S.D.A n° 27 de 05 de Junho de 2006			
		Resultados	VMP
ARSÊNIO - As - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	20
CÁDMIO - Cd - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	8,59	3
CROMO HEXAVALENTE - Cr VI - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	10,15	2
CHUMBO - Pb - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	45,02	150
MERCÚRIO - Hg - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	1
NÍQUEL - Ni - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	10,42	70
SELÊNIO - Se - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	80
COLIFORMES TERMOTOLERANTES - NMP/g de matéria seca	IN S.D.A n° 27	Ausência	1000
OVOS VIÁVEIS DE HELMINTOS - número por grama de sólidos totais	IN S.D.A n° 27	Ausência	1,0
SALMONELLA sp - em 10 g de matéria seca	IN S.D.A n° 27	Ausência	Ausência
MATERIAIS INERTES - % em matéria seca			
1. Vidros, Plásticos, Metais - retidos em peneira > 2,0 mm	IN S.D.A n° 27	13,0	0,5%
2. Pedras - retidas em peneira > 5 mm	IN S.D.A n° 27	41,8	0,5%

Paulo Cesar

PAULO CESAR V. FURTADO
Responsável Técnico Físico Químico
CRQ 12100079

COLETA DE RESPONSABILIDADE DO CLIENTE, O LABORATÓRIO NÃO SE RESPONSABILIZA PELA SUA PROCEDÊNCIA

14793/01Mar2021
Pág. 2 de 2



INTERESSADO: VALOR AMBIENTAL LTDA
PROPRIEDADE: SIA TRECHO 04, Nº 2000, BLOCO F, SALA 101
MUNICÍPIO: BRASÍLIA - DF
BOLETIM Nº: 14793/ 01Mar2021

INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 23, de 31/8/2005, do MINISTÉRIO da AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO
RESULTADO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS OU ORGANOMINERAIS DESTINADOS À APLICAÇÃO VIA SOLO

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:		P683, P686, P690, P691	
pH DA SOLUÇÃO EM CaCl ₂ 0,01M - sem unidade	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-2	7,4	
RESULTADOS ENCONTRADOS NA BASE ÚMIDA A 65° C e NA BASE NATURAL			
		Base Úmida 65° C	Base Natural
RESULTADOS EM PORCENTAGEM - %			
UMIDADE a 65° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1	9,0	
UMIDADE a 100° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1 - SUGERIDO	x	
NITROGÊNIO TOTAL - N	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-1.1	2,55	2,80
FÓSFORO TOTAL - P ₂ O ₅	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-2.2	1,49	1,64
POTÁSSIO SOLÚVEL EM ÁGUA - K ₂ O	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-6.2.2	0,04	0,05
CÁLCIO TOTAL - Ca	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	6,27	6,89
MAGNÉSIO TOTAL - Mg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	0,75	0,83
ENXOFRE TOTAL - S-SO ₄	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-8	0,13	0,14
CARBONO ORGÂNICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-13		22,1
MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL - % m/m	FEALQ - MANUAL DE FERTILIZANTES - MÉTODO 2.2.3.3		38,0
RESULTADOS EM MG/KG			
NITROGÊNIO AMONÍACAL - NH ₄ ⁺	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.2.a	0,80	0,88
NITROGÊNIO NITRATO - NO ₃ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.3.a	1,27	1,40
NITROGÊNIO NITRITO - NO ₂ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.4.a	0,47	0,52
ALUMÍNIO - Al	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	<0,001
BÁRIO - Ba	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	80	88
BORO TOTAL - B	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-9	2,93	3,22
COBRE TOTAL - Cu	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	109	120
FERRO TOTAL - Fe	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	35325	38827
MANGANÊS TOTAL - Mn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	157	172
MOLIBDÊNIO TOTAL - Mo	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	<0,001	<0,001
ZINCO TOTAL - Zn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	393	432

DETERMINAÇÕES ESPECIAIS

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE, dS/m <i>Referência: a salinidade deve ser menor do que 4,0 dS/m</i>	IN 17/2007, ITEM 6 - SUGERIDO		X
EXTRATO HÚMICO TOTAL - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
EXTRATO HÚMICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
EXTRATO FÚLVICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
HUMINAS - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA - C.T.C., mmol/kg <i>Referência: entre 600 - 800 mmol/kg indica um bom composto</i>	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-15		79
RELAÇÃO CTC/C ORGÂNICO, sem unidade <i>Referência: > 1,7 indica bom índice de humificação</i>	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO F		3,6
RELAÇÃO C/N, sem unidade <i>Referência: 10/1, indica bom índice de humificação</i>	MAPA - CAPÍTULO IV, MÉTODO G		8
SÓLIDOS TOTAIS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		3,0
SÓLIDOS VOLÁTEIS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		2,6
SÓLIDOS FIXOS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		0,5
CLASSIFICAÇÃO MINERAIS CARBONÁTICOS - % MgO <i>Referência: Calcário, Calcário magnesiano ou dolomítico, Dolomítico calcítico, Dolomito</i>	SEDIMENTARYS ROCKS, N. Y. 2ª ED., 1957, Pettijonh F. J.	Calcário magnesiano MgO = 1,2%	
VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (VMP) DE CONTAMINANTES EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS - IN S.D.A n° 27 de 05 de Junho de 2006			
		Resultados	VMP
ARSÊNIO - As - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	20
CÁDMIO - Cd - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	7,23	3
CROMO HEXAVALENTE - Cr VI - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	9,08	2
CHUMBO - Pb - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	36,74	150
MERCÚRIO - Hg - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	1
NÍQUEL - Ni - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	7,66	70
SELÊNIO - Se - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	80
COLIFORMES TERMOTOLERANTES - NMP/g de matéria seca	IN S.D.A n° 27	300	1000
OVOS VIÁVEIS DE HELMINTOS - número por grama de sólidos totais	IN S.D.A n° 27	Ausência	1,0
SALMONELLA sp - em 10 g de matéria seca	IN S.D.A n° 27	Ausência	Ausência
MATERIAIS INERTES - % em matéria seca			
1. Vidros, Plásticos, Metais - retidos em peneira > 2,0 mm	IN S.D.A n° 27	18,4	0,5%
2. Pedras - retidas em peneira > 5 mm	IN S.D.A n° 27	41,2	0,5%

Paulo Cesar

PAULO CESAR V. FURTADO
Responsável Técnico Físico Químico
CRQ 12100079

COLETA DE RESPONSABILIDADE DO CLIENTE, O LABORATÓRIO NÃO SE RESPONSABILIZA PELA SUA PROCEDÊNCIA

14793/ 01Mar2021
Páa. 2 de 2



INTERESSADO: VALOR AMBIENTAL LTDA
PROPRIEDADE: SIA TRECHO 04, Nº 2000, BLOCO F, SALA 101
MUNICÍPIO: BRASÍLIA - DF
BOLETIM Nº: 14793/ 01Mar2021

INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 23, de 31/8/2005, do MINISTÉRIO da AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO
RESULTADO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS OU ORGANOMINERAIS DESTINADOS À APLICAÇÃO VIA SOLO

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:		L684, L685, L687	
pH DA SOLUÇÃO EM CaCl ₂ 0,01M - sem unidade	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-2		7,6
RESULTADOS ENCONTRADOS NA BASE ÚMIDA A 65° C e NA BASE NATURAL			
		Base Úmida 65° C	Base Natural
RESULTADOS EM PORCENTAGEM - %			
UMIDADE a 65° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1	30,8	
UMIDADE a 100° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1 - SUGERIDO	x	
NITROGÊNIO TOTAL - N	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-1.1	1,94	2,80
FÓSFORO TOTAL - P ₂ O ₅	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-2.2	1,31	1,89
POTÁSSIO SOLÚVEL EM ÁGUA - K ₂ O	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-6.2.2	0,13	0,19
CÁLCIO TOTAL - Ca	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	7,89	11,41
MAGNÉSIO TOTAL - Mg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	0,35	0,51
ENXOFRE TOTAL - S-SO ₄	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-8	0,12	0,18
CARBONO ORGÂNICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-13		23,0
MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL - % m/m	FEALQ - MANUAL DE FERTILIZANTES - MÉTODO 2.2.3.3		39,6
RESULTADOS EM MG/KG			
NITROGÊNIO AMONÍACAL - NH ₄ ⁺	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.2.a	0,48	0,70
NITROGÊNIO NITRATO - NO ₃ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.3.a	1,45	2,10
NITROGÊNIO NITRITO - NO ₂ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.4.a	<0,001	<0,001
ALUMÍNIO - Al	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	<0,001
BÁRIO - Ba	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	52	75
BORO TOTAL - B	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-9	2,21	3,20
COBRE TOTAL - Cu	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	80	115
FERRO TOTAL - Fe	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	18611	26903
MANGANÊS TOTAL - Mn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	134	194
MOLIBDÊNIO TOTAL - Mo	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	<0,001	<0,001
ZINCO TOTAL - Zn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	274	396

DETERMINAÇÕES ESPECIAIS

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE, dS/m <i>Referência: a salinidade deve ser menor do que 4,0 dS/m</i>	IN 17/2007, ITEM 6 - SUGERIDO		X
EXTRATO HÚMICO TOTAL - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
EXTRATO HÚMICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
EXTRATO FÚLVICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
HUMINAS - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA - C.T.C., mmol/kg <i>Referência: entre 600 - 800 mmol/kg indica um bom composto</i>	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-15		74
RELAÇÃO CTC/C ORGÂNICO, sem unidade <i>Referência: > 1,7 indica bom índice de humificação</i>	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO F		3,2
RELAÇÃO C/N, sem unidade <i>Referência: 10/1, indica bom índice de humificação</i>	MAPA - CAPÍTULO IV, MÉTODO G		8
SÓLIDOS TOTAIS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		2,9
SÓLIDOS VOLÁTEIS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		2,6
SÓLIDOS FIXOS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		0,3
CLASSIFICAÇÃO MINERAIS CARBONÁTICOS - % MgO <i>Referência: Calcário, Calcário magnesiano ou dolomítico, Dolomítico calcítico, Dolomito</i>	SEDIMENTARYS ROCKS, N. Y. 2ª ED., 1957, Pettijonh F. J.	Calcário dolomítico MgO = 2,8%	
VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (VMP) DE CONTAMINANTES EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS - IN S.D.A n° 27 de 05 de Junho de 2006			
		Resultados	VMP
ARSÊNIO - As - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	20
CÁDMIO - Cd - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	4,25	3
CROMO HEXAVALENTE - Cr VI - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	2,66	2
CHUMBO - Pb - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	23,62	150
MERCÚRIO - Hg - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	1
NÍQUEL - Ni - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	6,31	70
SELÊNIO - Se - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	80
COLIFORMES TERMOTOLERANTES - NMP/g de matéria seca	IN S.D.A n° 27	180	1000
OVOS VIÁVEIS DE HELMINTOS - número por grama de sólidos totais	IN S.D.A n° 27	Ausência	1,0
SALMONELLA sp - em 10 g de matéria seca	IN S.D.A n° 27	Ausência	Ausência
MATERIAIS INERTES - % em matéria seca			
1. Vidros, Plásticos, Metais - retidos em peneira > 2,0 mm	IN S.D.A n° 27	24,1	0,5%
2. Pedras - retidas em peneira > 5 mm	IN S.D.A n° 27	27,9	0,5%

Paulo Cesar

PAULO CESAR V. FURTADO
Responsável Técnico Físico Químico
CRQ 12100079

COLETA DE RESPONSABILIDADE DO CLIENTE, O LABORATÓRIO NÃO SE RESPONSABILIZA PELA SUA PROCEDÊNCIA

14793/01Mar2021
Pág. 2 de 2



INTERESSADO: VALOR AMBIENTAL LTDA
PROPRIEDADE: SIA TRECHO 04, Nº 2000, BLOCO F, SALA 101
MUNICÍPIO: BRASÍLIA - DF
BOLETEM Nº: 14793/01Mar2021

INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 23, de 31/8/2005, do MINISTÉRIO da AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO
RESULTADO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS OU ORGANOMINERAIS DESTINADOS À APLICAÇÃO VIA SOLO

		L689, L692	
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:			
pH DA SOLUÇÃO EM CaCl ₂ 0,01M - sem unidade	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-2		8,1
RESULTADOS ENCONTRADOS NA BASE ÚMIDA A 65° C e NA BASE NATURAL			
		Base Úmida 65° C	Base Natural
RESULTADOS EM PORCENTAGEM - %			
UMIDADE a 65° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1	37,1	
UMIDADE a 100° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1 - SUGERIDO	x	
NITROGÊNIO TOTAL - N	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-1.1	2,20	3,50
FÓSFORO TOTAL - P ₂ O ₅	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-2.2	0,36	0,58
POTÁSSIO SOLÚVEL EM ÁGUA - K ₂ O	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-6.2.2	0,16	0,25
CÁLCIO TOTAL - Ca	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	4,67	7,42
MAGNÉSIO TOTAL - Mg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	0,38	0,60
ENXOFRE TOTAL - S-SO ₄	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-8	0,09	0,15
CARBONO ORGÂNICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-13		24,0
MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL - % m/m	FEALQ - MANUAL DE FERTILIZANTES - MÉTODO 2.2.3.3		41,3
RESULTADOS EM MG/KG			
NITROGÊNIO AMONÍACAL - NH ₄ ⁺	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.2.a	0,33	0,52
NITROGÊNIO NITRATO - NO ₃ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.3.a	1,32	2,10
NITROGÊNIO NITRITO - NO ₂ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.4.a	0,55	0,88
ALUMÍNIO - Al	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	<0,001
BÁRIO - Ba	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	39	61
BORO TOTAL - B	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-9	2,80	4,45
COBRE TOTAL - Cu	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	66	105
FERRO TOTAL - Fe	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	20190	32124
MANGANÊS TOTAL - Mn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	192	306
MOLIBDÊNIO TOTAL - Mo	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	<0,001	<0,001
ZINCO TOTAL - Zn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	231	368

14793/01Mar2021
Pág. 1 de 1



DETERMINAÇÕES ESPECIAIS

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE, dS/m <i>Referência: a salinidade deve ser menor do que 4,0 dS/m</i>	IN 17/2007, ITEM 6 - SUGERIDO	X
EXTRATO HÚMICO TOTAL - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	X
EXTRATO HÚMICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	X
EXTRATO FÚLVICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	X
HUMINAS - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	X
CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA - C.T.C., mmol/kg <i>Referência: entre 600 - 800 mmol/kg indica um bom composto</i>	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-15	78
RELAÇÃO CTC/C ORGÂNICO, sem unidade <i>Referência: > 1,7 indica bom índice de humificação</i>	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO F	3,2
RELAÇÃO C/N, sem unidade <i>Referência: 10/1, indica bom índice de humificação</i>	MAPA - CAPÍTULO IV, MÉTODO G	7
SÓLIDOS TOTAIS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS	2,3
SÓLIDOS VOLÁTEIS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS	2,1
SÓLIDOS FIXOS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS	0,2

CLASSIFICAÇÃO MINERAIS CARBONÁTICOS - % MgO

SEDIMENTARYS ROCKS, N. Y. 2ª ED., 1957, Pettijonh F. J.

Calcário dolomítico

MgO = 3,2%

Referência: Calcário, Calcário magnesiano ou dolomítico, Dolomítico calcítico, Dolomito

VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (VMP) DE CONTAMINANTES EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS - IN S.D.A nº 27 de 05 de Junho de 2006

		Resultados	VMP
ARSÊNIO - As - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	20
CÁDMIO - Cd - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	3,56	3
CROMO HEXAVALENTE - Cr VI - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	1,74	2
CHUMBO - Pb - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	10,67	150
MERCÚRIO - Hg - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	1
NÍQUEL - Ni - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	3,71	70
SELÊNIO - Se - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	80
COLIFORMES TERMOTOLERANTES - NMP/g de matéria seca	IN S.D.A nº 27	240	1000
OVOS VIÁVEIS DE HELMINTOS - número por grama de sólidos totais	IN S.D.A nº 27	Ausência	1,0
SALMONELLA sp - em 10 g de matéria seca	IN S.D.A nº 27	Ausência	Ausência
MATERIAIS INERTES - % em matéria seca			
1. Vidros, Plásticos, Metais - retidos em peneira > 2,0 mm	IN S.D.A nº 27	26,8	0,5%
2. Pedras - retidas em peneira > 5 mm	IN S.D.A nº 27	50,2	0,5%

Paulo Cesar

PAULO CESAR V. FURTADO
Responsável Técnico Físico Químico
CRQ 12100079

COLETA DE RESPONSABILIDADE DO CLIENTE, O LABORATÓRIO NÃO SE RESPONSABILIZA PELA SUA PROCEDÊNCIA

14793/01Mar2021
Pág. 2 de 2



INTERESSADO:	VALOR AMBIENTAL LTDA
PROPRIEDADE:	SIA TRECHO 04, N° 2000, BLOCO F, SALA 101
MUNICÍPIO:	BRASÍLIA - DF
BOLETTM Nº:	14793/01Mar2021

INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 23, de 31/8/2005, do MINISTÉRIO da AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO
RESULTADO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS OU ORGANOMINERAIS DESTINADOS À APLICAÇÃO VIA SOLO

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA:		P678, P679, P680, P682	
pH DA SOLUÇÃO EM CaCl ₂ 0,01M - sem unidade	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-2	8,3	
RESULTADOS ENCONTRADOS NA BASE ÚMIDA A 65° C e NA BASE NATURAL			
		Base Úmida 65° C	Base Natural
RESULTADOS EM PORCENTAGEM - %			
UMIDADE a 65° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1	38,0	
UMIDADE a 100° C - U	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO D-1 - SUGERIDO	x	
NITROGÊNIO TOTAL - N	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-1.1	2,17	3,50
FÓSFORO TOTAL - P ₂ O ₅	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-2.2	0,22	0,36
POTÁSSIO SOLÚVEL EM ÁGUA - K ₂ O	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-6.2.2	0,15	0,24
CÁLCIO TOTAL - Ca	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	3,76	6,06
MAGNÉSIO TOTAL - Mg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-7	0,47	0,77
ENXOFRE TOTAL - S-SO ₄	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-8	0,09	0,15
CARBONO ORGÂNICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-13		23,5
MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL - % m/m	FEALQ - MANUAL DE FERTILIZANTES - MÉTODO 2.2.3.3		40,4
RESULTADOS EM MG/KG			
NITROGÊNIO AMONÍACAL - NH ₄ ⁺	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.2.a	0,55	0,88
NITROGÊNIO NITRATO - NO ₃ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.3.a	1,7	2,8
NITROGÊNIO NITRITO - NO ₂ ⁻	THE OFFICIAL METHODS of ANALYSIS of FERTILIZERS - 4.1.4.a	<0,001	<0,001
ALUMÍNIO - Al	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	<0,001
BÁRIO - Ba	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	58	93
BORO TOTAL - B	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-9	2,8	4,5
COBRE TOTAL - Cu	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	33	54
FERRO TOTAL - Fe	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	12494	20138
MANGANÊS TOTAL - Mn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	<0,001	<0,001
MOLIBDÊNIO TOTAL - Mo	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	<0,001	<0,001
ZINCO TOTAL - Zn	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	217	350

14793/01Mar2021
Pág. 1 de 1

DETERMINAÇÕES ESPECIAIS

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE, dS/m <i>Referência: a salinidade deve ser menor do que 4,0 dS/m</i>	IN 17/2007, ITEM 6 - SUGERIDO		X
EXTRATO HÚMICO TOTAL - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
EXTRATO HÚMICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
EXTRATO FÚLVICO - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
HUMINAS - % m/m	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10		X
CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA - C.T.C., mmol/kg <i>Referência: entre 600 - 800 mmol/kg indica um bom composto</i>	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-15		82
RELAÇÃO CTC/C ORGÂNICO, sem unidade <i>Referência: > 1,7 indica bom índice de humificação</i>	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO F		3,5
RELAÇÃO C/N, sem unidade <i>Referência: 10/1, indica bom índice de humificação</i>	MAPA - CAPÍTULO IV, MÉTODO G		7
SÓLIDOS TOTAIS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		2,6
SÓLIDOS VOLÁTEIS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		2,3
SÓLIDOS FIXOS - % <i>Sem referência</i>	IAC - ANÁLISES QUÍMICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS		0,3
CLASSIFICAÇÃO MINERAIS CARBONÁTICOS - % MgO <i>Referência: Calcário, Calcário magnesiano ou dolomítico, Dolomítico calcítico, Dolomito</i>	SEDIMENTARYS ROCKS, N. Y. 2ª ED., 1957, Pettijonh F. J.	Calcário dolomítico MgO = 4,0%	
VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS (VMP) DE CONTAMINANTES EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS - IN S.D.A nº 27 de 05 de Junho de 2006			
		Resultados	VMP
ARSÊNIO - As - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	20
CÁDMIO - Cd - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	3,09	3
CROMO HEXAVALENTE - Cr VI - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	2,36	2
CHUMBO - Pb - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	16,35	150
MERCÚRIO - Hg - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	1
NÍQUEL - Ni - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10	5,51	70
SELÊNIO - Se - mg/Kg	MAPA - CAPÍTULO III, MÉTODO E-10 SUGERIDO	<0,001	80
COLIFORMES TERMOTOLERANTES - NMP/g de matéria seca	IN S.D.A nº 27	60	1000
OVOS VIÁVEIS DE HELMINTOS - número por grama de sólidos totais	IN S.D.A nº 27	Ausência	1,0
SALMONELLA sp - em 10 g de matéria seca	IN S.D.A nº 27	Ausência	Ausência
MATERIAIS INERTES - % em matéria seca			
1. Vidros, Plásticos, Metais - retidos em peneira > 2,0 mm	IN S.D.A nº 27	28,3	0,5%
2. Pedras - retidas em peneira > 5 mm	IN S.D.A nº 27	37,4	0,5%

Paulo Cesar

PAULO CESAR V. FURTADO
Responsável Técnico Físico Químico
CRQ 12100079

COLETA DE RESPONSABILIDADE DO CLIENTE, O LABORATÓRIO NÃO SE RESPONSABILIZA PELA SUA PROCEDÊNCIA

14793/01Mar2021
Pág. 2 de 2