



PROJETO DE GRADUAÇÃO

**Diagnóstico e proposta de melhoria da gestão de
resíduos sólidos (Classe II) no Campus Darcy
Ribeiro da Universidade de Brasília/DF**

Por
Camila Calderaro Ventura de Azevedo
16/0115248

Brasília, 22 de abril de 2022.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

Diagnóstico e proposta de melhoria da gestão de resíduos sólidos (Classe II) no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília/DF

Por

CAMILA CALDERARO VENTURA DE AZEVEDO
16/0115248

Relatório submetido como requisito parcial para
obtenção do grau de Engenheiro de Produção

Banca Examinadora

Prof. Paulo Celso dos Reis Gomes, EPR/UnB
(Orientador)

Prof. Edgard Costa Oliveira, EPR/UnB
(Examinador interno)

Prof. João Mello da Silva, EPR/UnB
(Examinador externo)

Brasília, 22 de abril de 2022.

Agradecimentos

Este trabalho simboliza o encerramento de um ciclo muito importante na vida de qualquer universitário: a graduação. Dessa forma, quero agradecer a todos que fizeram parte direta ou indiretamente da trajetória que vivi na Universidade de Brasília.

À minha família, por toda a formação, apoio e amor que sempre foi presente na minha vida e me fizeram chegar até aqui. Principalmente aos meus pais, Patrícia e Carlos, por todo o amor incondicional e dedicação, a quem devo minha gratidão maior por estarem sempre ao meu lado e garantirem que tudo sempre dê certo. Vocês são meu porto seguro.

Ao meu namorado, João Gabriel, por todo o companheirismo, cumplicidade e cuidado, você me inspira a ser melhor como pessoa e como profissional.

Aos meus amigos, de escola e de faculdade, pela parceria, força e vibração em relação a esta jornada e que foram responsáveis por torná-la leve e gratificante, em especial ao Arthur, Catarina e Luísa. Obrigada por estarem sempre presentes.

Ao Erico, por toda ajuda para resolver os empecilhos que surgiram nos anos de faculdade.

À Larissa Soares, por toda empatia e suporte no período de elaboração deste trabalho.

Ao orientador, professor Paulo Celso Gomes, pela indicação do tema e por possibilitar desenvolver uma pesquisa relacionada a um assunto significativo para o contexto atual do planeta, como é a questão do gerenciamento dos resíduos sólidos. Obrigada pela orientação e confiança no meu trabalho.

Por fim, ao Grupo Gestão, que me proporcionou amizades, ensinamentos e vivências pessoais e profissionais que me ajudaram a formar a pessoa que sou hoje.

RESUMO

As Universidades podem ser consideradas "minicidades autônomas", que servem de modelo para a Gestão de Resíduos Sólidos e assim, potencializam o desenvolvimento sustentável. Dentre os tipos de resíduos, os sólidos Classe II merecem destaque, uma vez que representam considerável parcela dos resíduos gerados e possuem potencial de reciclagem, quando bem gerenciados. Nas últimas duas décadas, um número crescente de universidades tem se dedicado em adotar e implementar práticas sustentáveis. O objetivo geral deste estudo é a elaboração de uma proposta de melhoria da Gestão dos Resíduos Sólidos Classe II do *campus* Darcy Ribeiro da faculdade Universidade de Brasília, DF. Realizou-se uma pesquisa de assuntos relacionados ao tema e a metodologia de estudo de caso, para se aprofundar na situação atual do *campus* Darcy Ribeiro. Ao final do projeto, foi possível entender o funcionamento da estrutura operacional para gerenciamento dos resíduos sólidos classe II no *campus*, compreender as medidas tomadas por outras universidades para a gestão de resíduos sólidos classe II e elaborar alternativas de ações para melhoria da gestão de resíduos sólidos classe II na Universidade de Brasília.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Classe II. Gestão de Resíduos Sólidos em Universidades. Sustentabilidade. Universidade de Brasília.

ABSTRACT

Universities may be considered as "autonomous mini-cities" that can be used as a model for Solid Waste Management, and as such may be used as a model to foster sustainable development. Among the different types of waste, the Class II solids stand out, as they represent a considerable part of all generated waste and are the ones with the highest potential for recycling when correctly managed. Over the last two decades, a growing number of Universities have invested in adopting and implementing sustainable practices. The general objective of this research is to propose a better Class II Solid Waste Management policy for the Darcy Ribeiro *campus* of the University of Brasília, DF. By the conclusion of this project, it'll be possible to know in detail how the class II waste operational management structure for the *campus* works, understand the measures taken by other universities for class II solid waste management and propose more efficient alternatives to actions for class II solid waste management at University of Brasília.

Keywords: Class II Solid Waste Management. Solid Waste Management in Universities. Sustainability. University of Brasília.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cores utilizadas nos contêineres, indicando o tipo de resíduo (segundo a Resolução Conama nº275/2001).	23
Figura 2: Mapa do campus Universitário Darcy Ribeiro.	26
Figura 3: Lixeira “resíduos orgânicos” da UnB.	42
Figura 4: Lixeira “resíduos seco reciclável” da UnB.	42
Figura 5: Lixeira “resíduos indiferenciados” da UnB.	43
Figura 6: Lixeiras da UnB.	43
Figura 7: Contêiner do campus Darcy Ribeiro.....	44
Figura 8: Máquina Recycle and Reward.	48
Figura 9: Garrafa reutilizável.	50
Figura 10: Condimentos do restaurante da Universidade de Nottingham.....	51
Figura 11: Loja de produtos da Universidade de Nottingham.	51
Figura 12: Caixa de separação em sala administrativa.....	53
Figura 13: Caixa de separação em corredor da UABC.	54
Figura 14: Processo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	62
Figura 15: Papa-reciclável do SLU.	66
Figura 16: papa-lixo do SLU	67
Figura 17: contêiner de PEAD	71
Figura 18: Abrigo para armazenamento dos resíduos comuns.....	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Consumo de resmas de papel A4.	34
Gráfico 2: Consumo de cartuchos, toners e fusores.	35
Gráfico 3: Consumo de pacotes de copos descartáveis 200 ml.	36
Gráfico 4: Consumo de pacotes de copos de café 50 ml.	36
Gráfico 5: Comparativo do material reciclado em kg de Papel/ Papelão.	38
Gráfico 6: Comparativo do material reciclado em kg de Metal.	38
Gráfico 7: Comparativo do material reciclado em kg de Plástico.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: População segundo o sexo – Plano Piloto – Distrito Federal – 2016.....	26
Tabela 2: População universitária da UnB em 2019	27
Tabela 3: Quantidade de resíduos gerados por unidades (kg/dia)	30
Tabela 4: Resumo das iniciativas realizadas nas universidades pesquisadas.....	58
Tabela 5: Comparativo entre diagnóstico e proposta sugerida.....	62

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ANP	<i>Analytic network process</i>
Ceplan	Centro de Planejamento Oscar Niemeyer
CGR	Coordenação e Gerenciamento de Resíduos
CZM	Coordenadoria de Zeladoria e Mudança
DGM	Diretoria de Gestão de Materiais
DIMEQ	Diretoria de Manutenção de Equipamentos
DISER/	Diretoria de Serviços
DPO	Decanato de Planejamento, Orçamento e Avaliação Institucional
FCE	Faculdade UnB Ceilândia
FUP	Faculdade UnB Planaltina
GRS	Gestão de Resíduos Sólidos
GTRS	Grupo de Trabalho em gestão compartilhada de Resíduos Sólidos
LABTEC	Laboratório de Tecnologias Ecológicas Apropriadas
MBT	Tratamento Mecânico Biológico
MCDM	<i>Multi-criteria decision making</i>
NAA	Núcleo da Agenda Ambiental
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PLS	Plano de Gestão de Logística Sustentável
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PRC	Prefeitura da UnB
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RU	Restaurante Universitário
SeMA	Secretaria de Meio Ambiente
SLU	Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal
UABC	Universidade Autônoma da Baixa Califórnia
UAM-A	Universidade Autônoma Metropolitana
UCC	Universidade de Cork
UJ I	Universidade Jaume I
UnB	Universidade de Brasília
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. HISTÓRICO.....	8
1.2. JUSTIFICATIVA.....	10
1.3. OBJETIVOS.....	11
1.3.1. OBJETIVO GERAL.....	12
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS.....	13
2.1.1. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS: ORIGEM E PERICULOSIDADE	14
2.1.2. ARMAZENAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	15
2.2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	18
2.3. RESÍDUOS SÓLIDOS NAS UNIVERSIDADES.....	22
3. METODOLOGIA	23
3.1. TIPO DE ESTUDO	23
3.2. ETAPAS DA PESQUISA	24
3.3. ÁREA DE ESTUDO.....	25
4. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO CAMPUS DARCY RIBEIRO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	27
4.1. HISTÓRICO.....	27
4.1.1. PLANO DE GESTÃO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.....	33
4.1.1.1. MATERIAL DE CONSUMO	33
4.1.1.2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	37
4.1.1.3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL	39
4.2. GERENCIAMENTO ATUAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA UNB	40
4.2.1. SEGREGAÇÃO E ACONDICIONAMENTO	41
4.2.2. IDENTIFICAÇÃO.....	41
4.2.3. ARMAZENAMENTO.....	44
4.2.4. DESTINAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL	45
5. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INSTITUIÇÕES DE NÍVEL SUPERIOR	45
5.1. UNIVERSIDADE DE CORK (UCC)	45
5.2. UNIVERSIDADE DE DUNDEE.....	47
5.3. UNIVERSIDADE DE NOTTINGHAM	48
5.4. UNIVERSIDADE AUTÔNOMA DA BAIXA CALIFÓRNIA (UABC)	51
5.5. UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL (UNISC)	54
5.6. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP).....	55

5.7.	UNIVERSIDADE AUTÔNOMA METROPOLITANA (UAM-A).....	55
5.8.	UNIVERSIDADE JAUME I (UJ I)	57
6.	PROPOSTA DE MELHORIA DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	57
6.1.	ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA UNIVERSIDADE	63
6.2.	CRIAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO CAMPUS DARCY RIBEIRO	64
6.3.	PAPA-RECICLÁVEL DO SLU.....	65
6.4.	PAPA-LIXO DO SLU.....	67
6.5.	PONTO DE COLETA - LOGÍSTICA REVERSA.....	68
6.6.	REDUÇÃO DO USO DO PAPEL.....	68
6.7.	SEPARAÇÃO DE PAPEL E PAPELÃO	68
6.8.	PADRONIZAÇÃO DAS LIXEIRAS PARA SEPARAÇÃO CORRETA DOS RESÍDUOS.....	69
6.9.	IMPLEMENTAÇÃO DE CONTÊINERES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD) IDENTIFICADOS.....	70
6.10.	SUBSTITUIÇÃO DE DESCARTÁVEIS	72
6.11.	EDUCAÇÃO AMBIENTAL	73
6.12.	MONITORAMENTO E REVISÃO DO PGRS.....	75
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

1. INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações atuais é a crescente geração de resíduos sólidos urbanos que necessitam de uma destinação final ambientalmente adequada. As complicações ambientais decorrentes da geração, descarte, coleta e processamento de resíduos, incluindo as emissões de gases no ar, solo e água contaminados, têm diferentes impactos na saúde humana e no meio ambiente. O gerenciamento efetivo dos resíduos sólidos tornou-se ambiental, econômica e socialmente obrigatório às instâncias governamentais e à sociedade, devido à escalada dos problemas decorrentes do gerenciamento ainda ineficaz dos resíduos sólidos.

A gestão efetiva dos resíduos sólidos está estreitamente alinhada com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12 “Consumo e Produção Responsável”, que estabelece 11 metas que exigem gestão e consumo responsáveis de recursos, redução na geração de resíduos e descarte responsável de resíduos. Este trabalho também está diretamente ligado ao ODS 11 que, entre outras coisas, visa reduzir o impacto ambiental das cidades, atentando para a gestão de resíduos. Da mesma forma, também se relaciona com o ODS 14, que visa prevenir a poluição marinha por atividades terrestres, incluindo plásticos.

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), entre 2010 e 2019, a geração de Resíduos Sólidos no Brasil registrou considerável incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano, mostrando que as pessoas estão cada vez mais consumistas. Os dados demonstram ainda que das mais de 79 milhões de toneladas de lixo geradas em 2019, 72,7 milhões foram coletadas. Desse montante, 40% foi descartado incorretamente, ou seja, em aterro controlado ou lixão, que são prejudiciais ao meio ambiente. Essa situação impacta diretamente a saúde de 77,65 milhões de brasileiros, e tem um custo ambiental e para tratamento de saúde de cerca de USD 1 bilhão por ano. (ABRELPE, 2020).

Em termos regionais, as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte ainda registram índices abaixo da média nacional de destinação adequada. Na região Centro-Oeste, 65% dos municípios (305 cidades) encaminham seus resíduos para unidades inadequadas (ABRELPE, 2020).

1.1. HISTÓRICO

A problemática envolvendo os resíduos sólidos ganhou repercussão no Brasil nos últimos 40 anos. Por se tratar de uma questão complexa e para alcançar soluções eficientes de

destinação adequada dos resíduos gerados pela sociedade, faz-se necessário uma ação conjunta que agrega diferentes níveis de governo, organizações, empresas e a sociedade como um todo nos âmbitos internacional, nacional e local.

Os debates sobre a correta destinação final dos resíduos sólidos começaram na década de 80, especialmente com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/81. Além disso, para ordenar o gerenciamento dos resíduos sólidos no território brasileiro e proteger o meio ambiente, o Brasil tem dois principais marcos legais relacionados à gestão de resíduos sólidos – a Lei nº 11.445/2007, denominada Política Nacional de Saneamento, e a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A Lei nº 11.445/07 define que saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, enfatiza aos governos estaduais e federal a adoção de ações urgentes e eficazes que objetivem, com prioridade, a redução da geração de resíduos sólidos, e garantam o correto manejo, o tratamento através da reciclagem e da compostagem, além da possível destinação adequada dos resíduos descartados, não recicláveis, mas, economicamente viáveis. A própria lei institui ferramentas que buscam uma responsabilidade compartilhada entre a sociedade, a esfera privada e o governo; utilizando mecanismos de logística reversa além de metas para a extinção de lixões.

Porém, especificamente nas instituições de ensino federais, antes mesmo da Lei anteriormente referenciada, o governo, por meio do Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006 (Decreto n. 5.940, 2006), orientava a separação dos resíduos recicláveis, sua destinação às associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis e instituía a comissão de coleta seletiva para gerir este processo.

No mesmo ano de 2010, foi definido o Decreto nº 7.404/10, com propósito de regulamentar os dispositivos da Lei nº 12.305/10 e cobrar, de forma efetiva, a implantação da Lei. O primeiro objetivo dessa Lei é a criação do Comitê Interministerial da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, que se propõe a apoiar a estruturação e a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Além disso, há o Decreto nº 37.568/2016, que determina que a coleta e transporte dos resíduos indiferenciados e orgânicos gerados pelos definidos grandes geradores, cujo volume diário de 120 litros ou mais, sejam geridos mediante serviço próprio ou contratação de empresas previamente cadastradas no SLU (DISTRITO FEDERAL, 2016).

Ainda, também há a lei nº 5.610, de 16 de fevereiro de 2016, na qual responsabiliza os grandes geradores de resíduos sólidos e pressupõe que o serviço de limpeza pública do Distrito Federal, que abrange coleta e transporte dos resíduos indiferenciados, não será considerada responsabilidade do governo. Dessa forma, o grande gerador deve implementar ou contratar empresa terceirizada específica para coleta e transporte dos resíduos indiferenciados (DISTRITO FEDERAL, 2016).

Nesse sentido, Universidade de Brasília (UnB) é caracterizada como grande gerador, dado que é estabelecimento público que gera mais do que 120 litros de resíduos por dia. Na forma do decreto nº 38.021, de 21 de fevereiro de 2017, as instituições, assim caracterizadas, devem realizar o gerenciamento dos resíduos sólidos que produzem, assumindo integralmente os custos decorrentes do processo, tal como a coleta, transporte e acondicionamento dos resíduos (DISTRITO FEDERAL, 2017).

1.2. JUSTIFICATIVA

Segundo Careto e Vendeirinho (2003), as Universidades e outras Instituições de Ensino Superior precisam praticar aquilo que ensinam. Enquanto as universidades são frequentemente vistas como instituições estagnadas e burocráticas, as outras instituições demonstraram ser capazes de, pelo menos, iniciar o caminho da sustentabilidade.

Dessa forma, cabe às universidades, como parte integrante desse processo de adequação das instituições à gestão sustentável dos seus resíduos, a responsabilidade de gerenciar os seus resíduos obedecendo a minimização dos impactos no meio ambiente e na saúde pública, através do atendimento das premissas das leis citadas anteriormente.

Segundo Tauchen (2007), as Instituições de Ensino Superior hoje têm um papel importante no desenvolvimento sustentável, que não só se limitam pela preocupação em ensinar e formar alunos, e sim ocupam o papel importante no contexto da sociedade, com a responsabilidade social de capacitar pessoas conscientes da necessidade de garantir a sustentabilidade às gerações futuras. Como as Instituições de Ensino Superior são como minicidades autônomas, elas podem ser modelo para a gestão de resíduos sólidos e potencializar o desenvolvimento sustentável. A gestão de resíduos sólidos é um dos serviços básicos organizados e administrados pelas autoridades municipais no país para melhorar a limpeza dos centros urbanos.

Os programas de gerenciamento de resíduos vêm sendo implantados em várias universidades, do país e do mundo, em reconhecimento à necessidade premente de alterar a

realidade de descaso para com o ambiente, associado à responsabilidade objetiva do gerador e, principalmente, à consciência de sustentabilidade (NOLASCO; TAVARES e BENDASSOLLI, 2006). No entanto, países em desenvolvimento como o Brasil possuem programas de gerenciamentos de resíduos precários em comparação aos dos países desenvolvidos, que utilizam tecnologias avançadas juntamente com uma gestão eficiente.

É cada vez mais evidente que a adoção de padrões de produção e consumo sustentáveis e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos podem reduzir significativamente os impactos ao ambiente e à saúde. Nesse sentido, às universidades têm uma grande atuação na busca de implementar ações sustentáveis para a solução de problemas relacionados à gestão dos resíduos de acordo com a ordem de prioridade proposta pela Lei 12.305/10 - não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Araújo e Altro (2014) defendem que as Universidades brasileiras, de um modo geral, ainda enfrentam grandes dificuldades para a correta implementação no que concerne ao tema resíduos sólidos, como a falta de conscientização de profissionais de todos os níveis (desde o estratégico até o operacional), as idiossincrasias específicas das organizações, em especial no serviço público, e a ineficiência (ou falta de implementação) da coleta seletiva de materiais descartados.

Nesse sentido, é de fundamental importância a realização de uma análise de como é feita a Gestão dos Resíduos Sólidos gerados nas universidades como instrumento para a proposta de ações gerenciais do processo de adequação das universidades à gestão sustentável dos seus resíduos. Um programa de gerenciamento de resíduos dedicado no *campus* irá sensibilizar e construir a consciência dos ocupantes do *campus* para a gestão de resíduos; aumentar a produtividade e o desempenho de alunos e funcionários ao proporcionar ambientes de trabalho limpos; e influenciar a comunidade local, ao criar uma diferença no nível de limpeza entre o *campus* e o ambiente local (SMYTH, FREDEEN, BOOTH, 2010).

Dessa forma, pretende-se estabelecer a proposição de um plano de melhoria do atual gerenciamento, disposição e tratamento dos resíduos sólidos (classe II – resíduos não perigosos) para a Universidade. Com a adoção de ações eficientes voltadas para esse contexto, as Instituições de Ensino Superior podem ser um exemplo a ser seguido pelas outras organizações seja de serviço ou industrial, na questão do desenvolvimento sustentável.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

O presente estudo tem por objetivo elaborar uma proposta de melhoria da Gestão dos Resíduos Sólidos Classe II do *campus* Darcy Ribeiro da faculdade Universidade de Brasília, DF.

1.3.2. Objetivos específicos

A fim de alcançar o objetivo geral, foi necessário dividi-lo em objetivos menores ou específicos:

- Avaliar a Gestão de Resíduos Sólidos no *campus* Darcy Ribeiro na Universidade de Brasília;
- Entender e avaliar o funcionamento da estrutura operacional para gerenciamento dos resíduos sólidos, Classe II, no *campus*;
- Fazer levantamento de como é feita a Gestão de Resíduos Sólidos, Classe II, em outras universidades;
- Sugerir ações para melhoria da Gestão de Resíduos Sólidos, Classe II, da Universidade estudada.

1.4. Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em 8 tópicos. O primeiro trata-se desta introdução, que contempla uma perspectiva inicial e os elementos de pesquisa: problema, justificativa e objetivos.

Em seguida, o Tópico 2 trata do referencial teórico, contendo elementos conceituais sobre a conceituação, classificação, armazenamento e tratamento dos resíduos sólidos.

No Tópico 3 é apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, contendo o tipo de estudo e etapas da pesquisa, além de uma descrição da área de estudo e o levantamento de dados utilizado.

O Tópico 4 aborda sobre a Gestão de Resíduos Sólidos na Universidade de Brasília.

Logo depois, o tópico 5 apresenta resultados de pesquisa sobre a Gestão de Resíduos Sólidos de outras universidades.

O Tópico 6 descreve o plano de melhoria da gestão dos resíduos sólidos proposto.

Por fim, no Tópico 7 são apresentadas as conclusões do estudo.

O Tópico 8 conclui o trabalho com as Referências Bibliográficas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Resíduos Sólidos

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), os resíduos sólidos são itens que não são mais desejados pelo proprietário em determinado momento e local, e que não possuem um valor comercial ou de mercado (PNUD, 1998).

Resíduos sólidos são o resultado de atividades humanas geradas pela convivência em sociedade, que acaba por relacionar-se entre si e com os demais organismos presentes que habitam determinado ambiente físico e biológico (IGNACIO, 1998 apud MESQUITA *et al.*, 2012).

Segundo Silva e Almeida (2010), resíduo sólido nada mais é que a separação adequada do lixo em um processo que o torne viável à reutilização do que antes era tratado apenas como rejeito.

Conforme a Lei 12.305/2010, em seu artigo três, inciso XVI, resíduos sólidos são definidos como:

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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Ainda, segundo a Lei 12.305/2010, em seu artigo três, inciso XV, rejeitos são definidos 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). Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 10.004/04 (ABNT, 2004, p. 1), resíduos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de

poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Até meados de 1975, os resíduos não eram vistos como um potencial produto com valor comercial, ou seja, tais resíduos eram todos tratados como rejeitos pela grande maioria da população. Por isso, o termo lixo era muito utilizado, entretanto, quando se coloca um valor comercial a tal produto, ele não pode mais ser nomeado como lixo ou rejeito; a partir do momento em que se concede um valor comercial, seja por reaproveitamento, seja reciclagem, tal produto passa ou necessita ser tratado como um resíduo, o que aconteceu depois de 1975 no Brasil (LOPES ,2003 apud SILVA, 2012).

2.1.1. Classificação dos Resíduos: origem e periculosidade

No que refere à classificação, os resíduos sólidos possuem várias denominações, origens diferenciadas e diversas composições. Para diferenciá-los, a legislação brasileira vigente utiliza-se de diversas bases, sendo mais comuns aquelas relacionadas à sua natureza física, composição química, origem e quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente. Em relação à origem, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define as seguintes categorias:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silvicultoras, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

A NBR 10.004/04 classifica os resíduos sólidos de acordo com a sua periculosidade, ou seja, a definição é estabelecida a partir da característica do resíduo em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas (ZANTA; FERREIRA, 2003). Tal classificação é realizada a partir da conceituação de grupos em “classes”:

CLASSE I – Resíduos Perigosos: são assim classificados por apresentarem risco à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e patogenicidade.

CLASSE II – Resíduos Não Perigosos: são aqueles que não se enquadram na Classe I, subdividindo-se em “não inertes” e “inertes”. Os primeiros formam o subgrupo Classe II A e referem-se àqueles resíduos que não apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Já os “inertes” pertencem ao subgrupo Classe II B e relacionam-se àqueles que não solubilizam quando um de seus componentes entra em contato com a água.

2.1.2. Armazenamento e Tratamento de Resíduos Sólidos

O armazenamento de resíduos deve atender à Portaria Ministerial nº 124 de 20/08/80 e ser feito de acordo com as normas NBR 12.235: Armazenamento de resíduos perigosos e NBR 11.174: Armazenamento de resíduos não perigosos. A NBR 98 dispõe sobre o armazenamento e manuseio de resíduos líquidos inflamáveis (BRASIL, 1980).

O Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001, p. 119) cita que “o tratamento mais eficaz é o prestado pela própria população, quando está empenhada em reduzir a quantidade de resíduo sólido, evitando o desperdício, reaproveitando os materiais, separando os recicláveis em casa ou na própria fonte e se desfazendo dos resíduos sólidos que produz de maneira correta”.

Também segundo o Manual citado anteriormente, “A incineração do lixo é também um tratamento eficaz para reduzir o seu volume, tornando o resíduo absolutamente inerte em pouco tempo, se realizada de forma adequada. Mas sua instalação e funcionamento são geralmente dispendiosos, principalmente em razão da necessidade de filtros e implementos tecnológicos sofisticados para diminuir ou eliminar a poluição do ar provocada por gases produzidos durante a queima do lixo.”

De acordo com Matos *et al* (2008), os tipos de aterros podem ser classificados como: (i) Aterros Comuns: caracterizados pela simples descarga de lixo sem qualquer tratamento, também denominados lixões, lixeiras, vazadouros; (ii) Aterros Sanitários: em que o lixo é depositado de maneira controlada e recebe uma cobertura de material inerte.

Os aterros para resíduos, tanto domésticos quanto industriais são, no Brasil, as obras de disposição de tecnologia mais conhecida. Entretanto, deve-se sempre ter em mente que esses aterros não servem para a disposição de todos os tipos de resíduos. (MATTEI; VARELLA, 2007).

O Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001, p. 120), explica que Aterro Sanitário “é a forma de disposição final executada segundo os critérios e normas de engenharia que atendem os padrões de segurança preestabelecidos”. Ainda, informa que este “é composto de algumas obras especiais como: Impermeabilização do solo; Drenagem de nascentes; Sistema de drenagem de líquidos percolados; Sistema de drenagem de gases; Drenagem de águas pluviais; Cobertura de terra e vegetal”.

O aterro industrial, por outro lado, é “uma forma de disposição baseada em técnicas e critérios operacionais de engenharia, em que o confinamento dos rejeitos é assegurado pelo controle eficiente da exalação de gases tóxicos, odores, fumaça, proliferação de vetores, e da poluição das águas superficiais pela ação de líquidos lixiviados ou percolados através da massa de resíduos, atingindo o lençol freático” (IBAM, 2001, p. 121).

Milanez, Oliveira e Souza (2009) ressaltam que o processo de incineração ou queima do lixo é uma prática muito antiga, e que os métodos empregados consistiam basicamente em empilhar os resíduos e atear fogo diretamente, sendo que as cinzas resultantes eram espalhadas no solo ou incorporadas como elemento auxiliar na agricultura. Atualmente, a queima de resíduos no solo ou em buracos ainda é um meio usado em muitas áreas rurais, e aí se incluem também a queima de resíduos agrícolas ao ar livre. No entanto, em áreas urbanas e principalmente para resíduos industriais, a simples queima foi substituída por processos mais complexos e eficientes, como a incineração e a pirólise. A incineração é um importante processo

de tratamento, pois além da redução de volume, promove a destruição e ou detoxificação de resíduos perigosos, mitigação do impacto ambiental e recuperação de energia.

A incineração vem se tornando uma alternativa importante no processo de tratamento de resíduos perigosos, em função dos problemas ambientais ocasionados pela disposição inadequada de materiais tóxicos no solo ou mesmo por razões técnicas que não permitem assegurar proteção adequada ao solo em longo prazo (MILANEZ; OLIVEIRA e SOUZA 2009).

A incineração é um processo de destruição por meio de oxidação térmica em uma temperatura superior a 900°C, para destruir a fração orgânica do resíduo e reduzir o volume. Para que um resíduo esteja apto à incineração é necessário observar alguns procedimentos: resíduos combustíveis ou com presença elevada de orgânicos são os mais apropriados, embora qualquer rejeito que tenha uma fração orgânica perigosa seja, em princípio, adequado para incineração (MILANEZ, OLIVEIRA e SOUZA 2009).

Sobre compostagem, O Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001), cita que uma instalação de compostagem só pode ser feita se estudos técnicos e econômicos assim o permitirem, levando em conta a disponibilidade de área para aterros, custo da instalação, entre outros. Ainda, de acordo com o Manual (IBAM, 2001), a operação de uma usina de reciclagem só é viável quando o sistema de limpeza urbana da cidade contar com coleta seletiva de resíduos perigosos, tais como os provenientes dos serviços de saúde. É importante evitar que esse material chegue à usina, levando riscos aos operadores que o manipulam. Ainda, o resíduo sólido proveniente da limpeza de logradouros ou da remoção de entulhos deve ser evitado na usina, porque é composto por materiais que podem danificar as máquinas, tais como entulhos, galhadas e terra (IBAM, 2001).

Segundo o referido Manual (IBAM, 2001), uma instalação de reciclagem só deve ser construída quando não for possível implementar na cidade um sistema amplo de coleta seletiva, com os recicláveis separados já nas residências e coletados por catadores. A reciclagem possibilita algumas vantagens como: preservação de recursos naturais; economia de energia; economia de transporte (pela redução de material que demanda o aterro); geração de emprego e renda; conscientização da população para as questões ambientais (IBAM, 2001).

O IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal) esclarece no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IBAM, 2001) que a reciclagem ideal é aquela em que a população separa os resíduos recicláveis em sua residência, destinando à lixeira apenas o material orgânico. Assim, após a separação dos resíduos sólidos dos recicláveis aproveitáveis para a indústria, o restante dos resíduos, que são essencialmente orgânicos, podem ser processados, para se tornar um composto orgânico para uso agrícola.

2.2. Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A modelagem da gestão de resíduos sólidos não é uma ideia nova. Gottinger (1988), Tanskanen (2000) e Morrissey e Browne (2004) forneceram resumos abrangentes sobre os modelos para GRS abrangendo desde o início dos anos 1960 até a década de 1990. Segundo Khan e Faisal (2008), durante a década de 1990, a reciclagem tornou-se uma norma estratégica nos modelos de planejamento da GRS, como os desenvolvidos por Smith e Baetz (1991). Porém, no início dos anos 90 a modelagem GRS começou a ser reconhecida como um problema complexo, pois englobava vários objetivos e dificuldades que muitas vezes estavam em conflito uns com os outros. Assim, modelos MCDM (*multi-criteria decision making*) ou tomada de decisão multicritério, como os desenvolvidos por Caruso *et al.* (1993) começaram a ganhar reconhecimento.

Nos últimos anos, modelos de decisão baseados na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e MCDM se tornaram conhecidos. Os modelos contemporâneos, tais como os baseados no MCDM, têm por objetivo promover o compromisso entre diferentes prioridades como solução. Há uma popularidade crescente da técnica MCDM e ANP (*analytic network process*: processo analítico em rede), em diversas aplicações, como a avaliação de práticas empresariais conscientes (Sarkis, 1998), Análise de estratégia (Meade e Sarkis, 1998), cadeia e logística reversa (Meade e Sarkis, 1999, Jharkaria e Shankar, 2007; Agarwal *et al.*, 2006), política energética (Hamalainen e Seppalainen, 1986, Erdogmus *et al.*, 2006; Ulutas, 2005), planejamento da construção e (Chen *et al.*, 2005, Cheng e Li, 2005). Contudo, a aplicação da ANP com consideração simultânea de atributos, sub-atributos e sua dependência não foi encontrada na literatura (KHAN; FAISAL, 2008).

Segundo Finnveden (1999), A avaliação do ciclo de vida ambiental (ACV) desenvolveu-se rapidamente durante a década de 1990 e atingiu um nível de harmonização e normalização. Na definição de ACV, o termo “produto” inclui não apenas sistemas de produtos, mas também pode incluir sistemas de serviços, por exemplo, sistemas de gestão de resíduos. A ACV está sendo usada atualmente em vários países para avaliar diferentes estratégias de gestão integrada de resíduos sólidos e avaliar opções de tratamento para frações de resíduos. Embora tenham sido feitas melhorias na metodologia de ACV, ainda há número de questões não resolvidas que necessitam de mais atenção. Foi desenvolvida uma norma ISO (Organização Internacional de Normatização), bem como várias diretrizes sobre o assunto. Uma ACV estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo de uma vida do “produto”, desde a aquisição da

matéria-prima até a produção, uso e descarte. Isso é feito através da compilação de um inventário de insumos relevantes e saídas de um sistema (a análise de inventário), avaliação dos impactos potenciais das entradas e saídas (a avaliação de impacto) e, por fim, interpretação dos resultados em relação aos objetivos do estudo (definidos na meta e definição de escopo no início de um estudo).

Segundo Castilhos Jr *et al.* (2003), o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos deve contemplar etapas relacionadas entre si, desde a não geração até a disposição final, com atividades compatíveis com as dos demais sistemas de saneamento ambiental, sendo essencial a participação ativa e cooperativa do primeiro (governo), segundo (iniciativa privada) e terceiro setor (sociedade civil organizada).

Dessa forma, o gerenciamento integrado revela-se com a atuação não somente do poder público, mas também dos demais agentes envolvidos na gestão: a população, empenhada na separação e acondicionamento adequado em casa; os grandes geradores, responsáveis pelos próprios rejeitos (objetivando a logística reversa); os catadores, organizados em cooperativas; os estabelecimentos que tratam da saúde, separando adequadamente os resíduos perigosos e os comuns; e a prefeitura, através de seus agentes, instituições e empresas contratadas, faz o papel de gerente do sistema integrado (IBAM, 2001).

Zurbrügg (2008) cita que um sistema de saneamento considerado “bom” minimiza ou remove riscos à saúde, é economicamente viável e evita impactos negativos ao meio ambiente. Garantir bons sistemas de saneamento para a proteção da saúde pública e do meio ambiente é de interesse público e, portanto, um dever fundamental do setor público. Este deve incluir o fornecimento de uma estrutura facilitadora, bem como controle e supervisão para garantir que essas condições sejam atendidas para todos os usuários. O saneamento “sustentável”, no entanto, vai um passo a frente. Sistemas sustentáveis levam em consideração aspectos econômicos (investimentos de capital financeiro necessários bem como os custos recorrentes de operação e manutenção, acessibilidade), aspectos institucionais (configuração organizacional, oportunidades de parceria público-privada), aspectos ambientais (requisitos mínimos de energia, oportunidades para recuperação e reutilização de recursos, impacto ambiental, aspectos de saúde) e, finalmente, aspectos sociais (conveniência, dignidade, aceitabilidade e disposição para pagar ou operar).

Geralmente, um a dois terços dos resíduos sólidos gerados não são coletados. Como resultado, o desperdício não coletado, que também é tipicamente misturado com excrementos humanos e animais, é despejado indiscriminadamente nas ruas e nos esgotos, contribuindo assim, para inundações, aumento da população de insetos e roedores e disseminação de doenças.

Essa eliminação inadequada de resíduos gera problemas ambientais que afetam a saúde dos seres humanos e dos animais e causam graves perdas de bem estar (ZURBRUGG, 2008).

De acordo com Montagna et al (2012), os processos envolvidos no manejo dos resíduos sólidos são: geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final. Em paralelo, Recesa e Castilhos (2007) apresentam as seguintes etapas: segregação, coleta, manipulação e acondicionamento, transporte, armazenamento, transbordo, triagem e tratamento reciclagem, comercialização e destino final.

A **Geração** é o ato de gerar um resíduo. Nesta etapa é possível implantar ações de não geração ou de redução. Para a identificação das fontes de geração de resíduos de uma empresa, faz-se necessário percorrer os seus processos (RECESA; CASTILHOS, 2007).

A **Segregação** é a separação na fonte geradora dos resíduos conforme suas características (RECESA; CASTILHOS, 2007). A importância deste processo é a valorização dos resíduos e a maior eficiência das demais etapas subsequentes de gerenciamento, por evitar a contaminação de quantidades significativas de materiais reaproveitáveis em decorrência da mistura de resíduos (ZANTA; FERREIRA, 2007). É também a etapa que depende do engajamento dos usuários, com uma mudança de hábito no momento do descarte do resíduo sólido.

O **Acondicionamento** consiste em preparar o resíduo para a coleta de forma sanitariamente adequada, compatível com o tipo e a quantidade de resíduos, a frequência da coleta, o tipo de edificação e o custo do recipiente (MONTAGNA *et al.*, 2012). São exemplos de recipientes de acondicionamento de resíduos os sacos plásticos, contentores, caçambas estacionárias e contêineres. O acondicionamento adequado evita acidentes e a proliferação de vetores minimiza o impacto visual e olfativo, reduz a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva) e facilita a realização da etapa da coleta (IBAM, 2001).

A **Triagem** (classificação, quantificação) é o processo de separação mais refinado dos materiais de acordo com suas características, ou seja, esta etapa irá separar os materiais recicláveis de acordo com o processo futuro de reciclagem. Neste momento é possível quantificar e classificar mais detalhadamente cada tipo de material (IBAM, 2001).

O **Reuso** consiste em reutilizar um material sem alterar sua composição. Enquanto isso, a **Reciclagem**, de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), é a alteração das propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas do material, transformando-o em um novo produto.

O **Armazenamento** consiste na estocagem do resíduo acondicionado. O processo de armazenamento dos resíduos tem como objetivo acumular os resíduos até que seja realizada a coleta e destinação do mesmo. A forma de armazenamento deve resguardar as características

dos materiais, protegendo-os de intempéries e do acesso não controlado de pessoas e animais (IBAM, 2001).

A **Coleta e Transporte** é o processo de recolher o resíduo sólido acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final. A coleta e o transporte do lixo domiciliar produzido em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana (IBAM, 2001).

O **Tratamento** é uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte de lixo em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável. (MONTAGNA *et al.*, 2012). As usinas de incineração, reciclagem ou compostagem interferem sobre a atividade biológica até que ela cesse, tornando o resíduo inerte e não mais poluidor. O tratamento por reciclagem tem a finalidade de trazer materiais como o vidro, papel, plástico e metal de volta à indústria para serem beneficiados e novamente transformados em produtos comercializáveis no mercado de consumo (IBAM, 2001).

O tratamento da fração orgânica por processos biológicos pode ser realizado através de: (1) Compostagem: processo de conversão aeróbia da matéria orgânica tendo por produto final um condicionador do solo, denominado composto; (2) Digestão anaeróbia: estabilização da matéria orgânica e produção de biogás, constituído principalmente por gás metano e dióxido de carbono. (ZANTA; FERREIRA, 2007). Já o tratamento por incineração utiliza a combustão controlada para degradar termicamente materiais residuais. As cinzas devem ter sua composição analisada para que seja determinado o melhor método de disposição (ANVISA, 2006).

A **Disposição final** consiste na última etapa do manejo, com a deposição do resíduo, de forma ordenada ou não, em local pré-determinado. A destinação final escolhida dependerá de cada tipo de resíduo. Deverá ser realizada uma análise de custo/benefício dentro de todas as possibilidades viáveis (ANVISA, 2006).

A única forma de destino final adequado dos resíduos sólidos é através de aterros, sejam eles sanitários, controlados, com lixo triturado ou com lixo compactado. Todos os demais processos ditos como de destinação final (usinas de reciclagem, de compostagem e de incineração) são, na realidade, processos de tratamento ou beneficiamento do resíduo sólido, e não prescindem de um aterro para a disposição de seus rejeitos (IBAM, 2001).

Segundo Costi *et al* (2004), nos últimos anos, muitos trabalhos têm sido apresentados com o objetivo de fornecer decisões úteis e abrangentes de modelos, que devem ser significativamente próximos da realidade e computacionalmente tratáveis, para ajudar planejadores na gestão da disposição e tratamento de resíduos sólidos em áreas urbanas, levando em consideração aspectos multidisciplinares envolvendo aspectos econômicos, técnicos, questões normativas e de sustentabilidade ambiental. Especificamente, nas últimas duas décadas, consideráveis esforços de pesquisa têm sido direcionados para o desenvolvimento de modelos de otimização baseados em economia para alocação de fluxo de RSU. No entanto, uma abordagem meramente baseada em considerações econômicas não pode ser considerada completamente satisfatória em relação a problemas de gestão de resíduos.

Modelar o ambiente impactado pela gestão de resíduos sólidos requer a modelagem e análise de um conjunto bastante heterogêneo de subsistemas, que são afetados pelas decisões sobre gestão de resíduos sólidos (por exemplo, entre tais subsistemas, pode-se citar a poluição atmosférica modelo, o sistema de trânsito da cidade, o aterro sanitário, entre outros). Ainda, o problema da redução de resíduos poderia ser estudado em um nível mais geral, levando em consideração questões sobre o desenho de processos de produção. Na verdade, planejar um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos é uma tarefa muito complexa, pois é necessário considerar simultaneamente objetivos conflitantes. Além disso, esses problemas são geralmente caracterizados por uma incerteza quanto às estimativas de custos e impactos ambientais (COSTI *et al*, 2004).

2.3. Resíduos sólidos nas Universidades

Os resíduos sólidos gerados em ambientes universitários englobam alguns resíduos classificados como urbanos, industriais e resíduos de serviços de saúde. Dentre os resíduos sólidos urbanos, encontram-se os resíduos orgânicos oriundo de alimentos, da manutenção e limpeza de áreas verdes, além de embalagens de vidro, plástico, metal, papel/ papelão, resíduos de varrição, entulhos provenientes de obras e demolições. Também são descartados, juntamente com esses resíduos sólidos classificados como resíduos comuns, carcaças de microcomputadores, aparelhos-eletrrodomésticos e laboratoriais, como também, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e embalagens de resíduos perigosos, como de pesticidas, herbicidas, tintas e de óleos. Esses resíduos são gerados nos setores administrativos e de apoio às atividades acadêmicas, tais como restaurantes, setor de limpeza, manutenção de ensino, salas de aula e laboratórios de ensino e pesquisa nas áreas dos cursos da universidade, em que são

gerados diversos resíduos classificados como classe I (perigoso) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987), incluídos nesses, os resíduos de serviços de saúde classificados, conforme Resolução CONAMA 307/2002, como biológicos, químicos e rejeitos radioativos.

A Resolução CONAMA no 275/2001 também estabelece o código de cores para a coleta seletiva, facilitando assim a identificação das lixeiras dos diferentes tipos de resíduos, como ilustrado na Figura 1.



Figura 1: Cores utilizadas nos contêineres, indicando o tipo de resíduo (segundo a Resolução Conama n°275/2001).

Fonte: Autoria própria (2022).

Esses resíduos fazem parte do cotidiano das atividades de ensino, e de forma esporádica nas atividades de pesquisa, dependendo, portanto, dos cursos oferecidos em cada universidade e das pesquisas realizadas. O estudo da geração e classificação desses resíduos e a análise em períodos recorrentes das atividades feitas na universidade, assim como aulas e orientações de Educação Ambiental, são essenciais para guiar a coleta, separação, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos produzidos no *campus*, visto que requerem um tratamento especial.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de estudo

Segundo Gil (2002), “a pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema”.

A pesquisa em questão, segundo essa classificação, pode ser definida como:

- a) Em relação à natureza, **aplicada**;
- b) Em relação aos objetivos, **exploratória**;
- c) Em relação à abordagem, **qualitativa**;
- d) Em relação ao método, **estudo de caso**.

Uma pesquisa com natureza aplicada tem como objetivo final ser executada para resolução de algum problema prático encontrado. Para este projeto, há o interesse na análise de métodos de gestão de resíduos sólidos utilizados no *campus* Darcy Ribeiro, a fim de propor sugestões para a sua melhoria – diferente da natureza básica, que visa agregar mais conhecimento teórico para o avanço da ciência, por exemplo.

Segundo Gil (2002), pesquisas exploratórias visam uma maior familiaridade do pesquisador com o tema, podendo torná-lo mais claro ou objetivando a construção de hipóteses. Dessa forma, o trabalho em questão traz um caráter exploratório, já que o objetivo é fazer um diagnóstico e análise dos resíduos sólidos gerados no *campus* Darcy Ribeiro – UnB.

Em relação à abordagem, foram utilizados métodos qualitativos para o embasamento do projeto. Observa-se uma análise qualitativa por meio do estudo da literatura em relação às melhores práticas para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Por fim, o método utilizado de estudo de caso serve para demonstrar uma realidade empiricamente. De acordo com Yin (2005), o estudo de caso “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Além disso, o pesquisador, nesse método, não possui um poder de definir o contexto em que será trabalhado – ele deve adequar-se ao contexto escolhido e agregar soluções para aprimorá-lo.

3.2. Etapas da Pesquisa

A partir da classificação da pesquisa de acordo com critérios relacionados à natureza, objetivo, abordagem e método, é feita a sua divisão em etapas, a fim de alcançar o resultado esperado.

O estudo foi dividido em etapas, sendo elas a de estruturação de pesquisa, por meio da revisão bibliográfica e do estudo de caso, finalizando com a conclusão do projeto.

Na fase de revisão bibliográfica, os conceitos estudados foram baseados em “sustentabilidade”, “gestão de resíduos sólidos”, “*campus* lixo zero”, “reciclagem”, “classificação de resíduos” “tecnologias para gestão de resíduos sólidos”, entendendo as definições, perspectiva dos autores acerca dos tópicos, ferramentas utilizadas, exemplos de aplicação, entre outros. Com base nessa pesquisa, é possível compreender melhor a situação que será tratada na etapa de estudo de caso, proporcionando uma análise crítica embasada na etapa de entendimento da realidade do *campus*. O objetivo de estudar a parte teórica da gestão de resíduos sólidos e possíveis aplicações e conseguir ter uma visão ferramental para uma possibilidade de revisão dos métodos utilizados para gerenciamento de resíduos sólidos no Darcy Ribeiro.

Buscou-se aprofundamento em livros, artigos, blogs, teses, tendo como foco o impacto daquela referência – principalmente na análise de número de citações. Viu-se necessário buscar materiais que fossem baseados em análises críticas e levantamentos de soluções principalmente em Universidades. Além disso, por ser um tema que passou a ser tratado com mais atenção na última década e, por isso, não possuir tantos materiais relacionados, foi preciso buscar materiais de outros países além do Brasil.

Na etapa de análise, o foco foi analisar a realidade da gestão de resíduos sólidos do *campus* Darcy Ribeiro e o que é utilizado para realizar essa atividade atualmente. Além disso, foram feitas pesquisas e *benchmarkings* com outras universidades a fim de adquirir maior embasamento nas decisões e análises presentes neste trabalho. Esses dados foram adquiridos por investigações de pesquisas de artigos, trabalhos de conclusão e sites institucionais das universidades.

Com as etapas de estruturação de pesquisa concluídas, o passo seguinte foi desenvolver uma análise crítica da gestão de resíduos sólidos no *campus* Darcy Ribeiro, cujo objetivo foi evidenciar a situação do *campus* em relação a este contexto e propor melhorias para o seu desenvolvimento, considerando a situação atual e o que é possível aplicar de acordo com o que foi implementado em outras universidades.

3.3. Área de estudo

O *campus* Universitário Darcy Ribeiro é o maior e mais tradicional da Universidade de Brasília. Localiza-se no Plano Piloto de Brasília entre a Asa Norte e o Lago Paranoá e abriga a maioria dos cursos, além dos órgãos administrativos e de apoio da instituição, como a Reitoria, a Casa do Estudante Universitário, o Instituto Central de Ciências, a Biblioteca Central e a

Faculdade de Educação, conforme apresentado na Figura 2. Possui cerca de 400 hectares, mais de 500 mil m² de área construída e quase 700 laboratórios (CEPLAN, 2021).

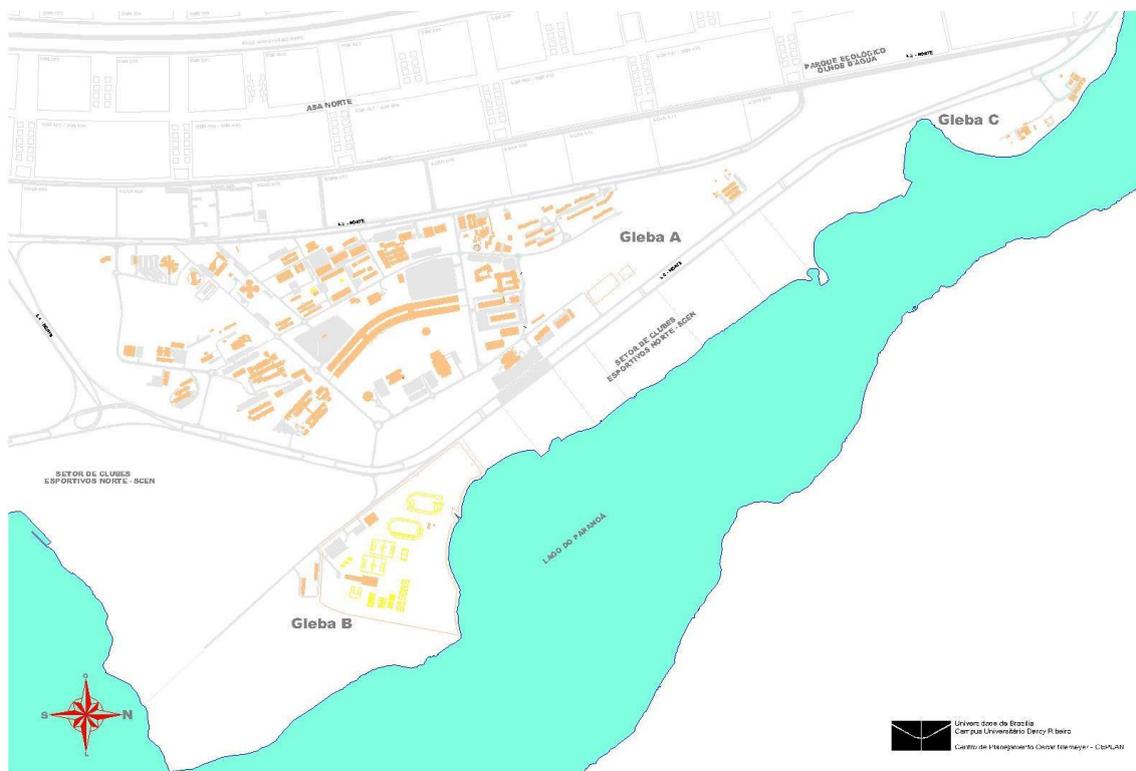


Figura 2: Mapa do *campus* Universitário Darcy Ribeiro.

Fonte: CEPLAN, 2021.

Inaugurada em 21 de abril de 1962, a Universidade de Brasília nasceu com a promessa de reinventar a educação superior, entrelaçar as diversas formas de saber e formar profissionais engajados na transformação do país (UnB, 2021).

A Universidade está inserida no Plano Piloto de Brasília, fundado em 21 de abril de 1960. Segundo dados da Companhia de Planejamento do Distrito Federal, que divulgou a Pesquisa Distrital por amostra de Domicílios (PDAD) 2016, a população urbana estimada do Plano Piloto é de 220.393 habitantes. A maioria é constituída por pessoas do sexo feminino, 53,05% (Tabela 1).

Tabela 1: População segundo o sexo – Plano Piloto – Distrito Federal – 2016

Sexo	Plano Piloto		Asa Norte		Asa Sul		Outros Setores	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Masculino	103.472	46,95	55.354	47,42	39.144	46,20	8.973	47,42
Feminino	116.921	53,05	61.390	52,58	45.581	53,80	9.952	52,58
Total	220.393	100,00	116.744	100,00	84.725	100,00	18.925	100,00

O *campus* possui 61 cursos de graduação e um total de 39.699 alunos; os alunos de pós-graduação totalizam 8.819, enquanto há 2.890 docentes e 3.233 técnico-administrativos, resultando em um total de 54.641 pessoas, como mostrado na tabela 2 (UnB, 2020).

Tabela 2: População universitária da UnB em 2019

Ano	Alunos de Graduação	Alunos de Pós-graduação	Docentes	Técnico-administrativos	Total
2019	39.699	8.819	2.890	3.233	54.641

Fonte: Anuário Estatístico 2020 UnB

4. Gestão de Resíduos Sólidos no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília

O manejo adequado dos resíduos urbanos é um tema de suma importância em questões ambientais mais atuais e importantes. A universidade precisa se envolver em assuntos relacionados aos resíduos sólidos por ela produzidos e nas decisões sobre o seu correto armazenamento e disposição. A partir disso, é possível construir e consolidar uma consciência ambiental no *campus*. Esse tópico aborda primeiro uma descrição do histórico da Universidade de Brasília nos assuntos de Gestão de Resíduos Sólidos e, logo após, a atual situação da GRS no *campus* Darcy Ribeiro.

4.1. Histórico

A problemática de resíduos sólidos na UnB não é uma preocupação recente, dado que é fácil deduzir que as atividades desenvolvidas diariamente pelas quase 40.500 pessoas na Universidade geram algum tipo de resíduo. Em 1998, sob a coordenação do Decanato de Extensão, foi implantado o Programa Agenda 21 da UnB. O objetivo do Programa era elaborar um plano de ações para melhorar a qualidade de vida local e amenizar a fragmentação nas discussões das questões ambientais e sustentáveis no *campus* (DEX, 1999).

Ainda, na década de 90, a comissão da Agenda 21 da UnB iniciou um processo de coleta seletiva no *campus* Darcy Ribeiro. A prefeitura instalou pares de lixeiras diferenciadas para papel e outros materiais, mas somente disponibilizar os coletores não foi o suficiente para o

funcionamento da coleta seletiva. Os principais motivos para o insucesso apontados foram: a ausência de ações educativas com a comunidade envolvida no processo, a falta de articulação com os funcionários da limpeza e com cooperativas, a quantidade insuficiente de lixeiras e o destino final inadequado dos resíduos (SAITO, 2000/2001).

A partir dessa situação, a Reitoria decidiu constituir um Grupo de Trabalho de Coleta Seletiva por meio da Resolução da Reitoria nº 070/98, representado por diferentes unidades acadêmicas e administrativas e sob a coordenação do Decanato de Assuntos Comunitários. O Grupo de Trabalho criado foi responsável por apresentar sugestões e propor alternativas para a problemática dos resíduos na Universidade (SAITO, 2000/2001).

E, em 1999, o Seminário Agenda 21 da UnB contribuiu para reforçar a iniciativa que havia começado em 1998, sob a forma de um grupo de trabalho – GT de Resíduos Sólidos, o qual, ao adotar as recomendações do Seminário Agenda 21, empreendeu o desafio de elaborar e implantar o projeto Sou UnB, Jogo Limpo – Programa de Coleta Seletiva de Lixo. Esse Seminário demonstrou a preocupação da comunidade universitária com o destino final dos resíduos sólidos gerado pela UnB. Na época foi sugerido que a universidade adotasse um programa de coleta seletiva como forma de melhor gerenciar os resíduos sólidos.

Em 2007, a Agenda Ambiental da Universidade de Brasília retomou as ações realizadas pelo programa de Agenda 21. A nova frente de trabalho da Agenda Ambiental constituiu-se pela Comissão da Agenda Ambiental, o Núcleo da Agenda Ambiental (NAA) e os Coletivos representados por projetos de estudantes. O NAA é formado por estagiários técnicos e coordenado por professores. O Núcleo prioriza a implementação do plano contínuo de ações sustentáveis, por meio de campanhas e ações socioambientais, promovidas em parcerias com outros setores da Universidade e com projetos coletivos (ARAÚJO, 2011).

Em novembro de 2008, a Comissão e o NAA desenvolveram uma proposta de políticas públicas para a gestão socioambiental sustentável da Universidade de Brasília. O grupo entregou a proposta ao Reitor, que sugeriu a realização de um seminário para ampliar a discussão. O Seminário “Gestão Socioambiental pra UnB em debate” foi realizado em junho de 2009 pelo NAA, em parceria com os projetos vinculados. No seminário foram abordadas cinco frentes temáticas: resíduos sólidos, água e energia, saúde e nutrição, comunicação e educação. As principais recomendações formaram a Declaração do Seminário Gestão Socioambiental para UnB em debate, documento que foi entregue ao Reitor. Também foi reforçada a importância da criação de grupos de trabalho de cada tema, destacando como prioridade a criação do Grupo de Trabalho em gestão compartilhada de Resíduos Sólidos (ARAÚJO, 2011).

Como resultado do Seminário supracitado, por ato da Reitoria foi criado, em julho de 2009, o Grupo de Trabalho em gestão compartilhada de Resíduos Sólidos (GTRS), que foi constituído por professores da Universidade, representantes da prefeitura, um integrante do NAA, um integrante do Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDT), um representante da Central das Cooperativas do Distrito Federal (CentCoop/DF) e estudantes (ARAÚJO, 2011).

De acordo com Saito (2011), era necessário conhecer o objeto de intervenção do GT de Resíduos Sólidos: os resíduos gerados no *campus* por sua comunidade. Uma avaliação da situação dos resíduos sólidos fornece os elementos necessários para traçar metas e planejar o seu gerenciamento. Para avaliar a situação da problemática desse tema na UnB, fez-se necessário o conhecimento das fontes geradoras e tipos de resíduos gerados, dos locais de acondicionamento e descarte, das formas de disposição final, dos agentes envolvidos, dos recursos utilizados e, por fim, dos impactos causados.

Nesse sentido, é possível obter os resultados desse estudo em um artigo elaborado em 2011 por Saito *et al.*, que teve por objetivo compartilhar a metodologia e os resultados da caracterização dos resíduos sólidos do *campus* realizada em 1999. Para elaboração desse artigo, como não havia dados de diagnóstico recente dos resíduos da Universidade, foi necessária a organização dos registros da pesquisa realizada no âmbito do GT de Resíduos Sólidos para a “Caracterização dos resíduos domésticos da UnB” realizada no período letivo de 21 de agosto a 30 de novembro de 1999 que incluiu a quantificação e composição dos resíduos domésticos gerados no *campus*; e a sistematização de material que auxilie na reflexão sobre a fundamentação teórica que permite integrar ensino, pesquisa e extensão de forma a definir o papel da comunidade universitária na agenda de resíduos sólidos do Núcleo da Agenda Ambiental (NAA) (SAITO *et al.*, 2011).

Segundo Saito *et al* (2011), o diagnóstico, realizado em 1999, considerava cerca de 20.000 estudantes e obteve o seguinte resultado: estimou-se que a UnB produzia cerca de 1.800 kg de resíduos sólidos diariamente, ou seja, aproximadamente 43 toneladas ao mês. A caracterização do lixo permitiu também verificar a contribuição relativa de cada unidade administrativa ou acadêmica no resíduo sólido total da UnB, sendo o Instituto Central de Ciências – ICC responsável por cerca de 45%, do lixo produzido no *campus*. A unidade responsável pelo menor percentual de geração de resíduos domésticos era Prefeitura do *campus*, com cerca de 1,9%. Da produção total de lixo do *campus*, constatou-se que papel e papelão representavam 50,5% do total de lixo produzido, os resíduos orgânicos representavam 30%, o plástico, formado por plásticos finos, plásticos moles e plásticos duros – 13,6%, vidros – 1,8% e metais 0,8%. Dos cerca de 51% de resíduos de papel e papelão do *campus*, cerca de 49,56%

desses eram gerados no ICC, seguido da Faculdade de Educação, Faculdade de Saúde e Reitoria (11, 10 e 8%) (Tabela 3).

Tabela 3: Quantidade de resíduos gerados por unidades (kg/dia)

Unidades Composição	Reitoria	EDF E CO	FT	FA	PRC	BCE	FE	FS	ICC	IDA	Total (kg/ dia)
PAPELÃO	7,78	5,26	10,15	4,44	3,84	2,60	17,97	23,70	161,71	3,51	240,96
PAPEL	67,99	3,28	23,68	21,59	9,25	30,50	83,69	68,38	283,00	64,95	656,29
PLÁSTICO	10,22	6,83	16,45	5,64	8,36	8,34	24,16	33,15	109,16	19,15	241,46
ALUMÍNIO	0,78	0,38	0,61	0,14	0,41	0,54	2,90	0,80	8,09	0,80	15,44
VIDRO	1,00	0,53	1,38	0,00	0,88	1,35	0,00	0,00	21,83	5,11	32,08
ORGÂNICO	18,00	24,94	98,39	13,55	9,01	44,31	59,33	21,14	192,44	62,08	543,19
OUTROS	5,33	1,34	3,07	0,88	2,24	2,06	5,22	12,97	32,34	3,99	69,46
Total	111,09	42,5	153,7	46,2	34,0	89,7	193,2	160,1	808,5	159,5	1.798,88

Fonte: Oliveira, 2000

Segundo Saito *et al* (2011), com a caracterização dos resíduos domésticos constatou-se que a maior parte do lixo da universidade poderia ser reciclada (66%) e que cerca de 30% reaproveitado (orgânicos). Os materiais não recicláveis representavam 4% do lixo produzido. A alta percentagem de materiais recicláveis na composição do lixo era um dos indicadores de viabilidade da coleta seletiva de lixo. Entretanto, a alta percentagem de papel e papelão (50,5%) indicava também que um programa de gerenciamento de resíduos no *campus* deveria levar em consideração iniciativas que visem a redução e reutilização de papel e papelão.

Segundo o Censo de Educação Superior (2018), a UnB possui uma população universitária de aproximadamente 50.000 pessoas. O aumento da comunidade universitária representa mais do que o dobro de frequentadores em relação a 1999. Além disso, entre os anos de 1999 a 2020, segundo o Ceplan UnB (2021), já foram inaugurados 24 edifícios no *campus* Darcy Ribeiro, em comparação com os 48 edifícios que já existiam em 1999, e, segundo o DPO UnB (2020), mais de 91 cursos de graduação passaram a fazer parte da universidade, comparado com os 59 cursos de graduação existentes em 1999 (DPO UnB, 1999). Dessa forma, cerca de vinte anos após a caracterização do lixo do *campus*, acredita-se que com o crescimento da comunidade universitária e a construção de novas unidades acadêmicas e administrativas, o volume gerado de resíduos tenha aumentado. Ainda que consideremos a incorporação da

dimensão digital em diversas atividades da vida acadêmica e administrativa, acredita-se que o papel e papelão ainda representam uma parcela significativa dos resíduos gerados no *campus*.

Em 2009, para aproveitar as lixeiras e evitar custos financeiros, foram colocados adesivos identificadores nas lixeiras do *campus* Darcy Ribeiro, em que as lixeiras azuis foram destinadas aos resíduos secos (papéis, plásticos, metais e vidros) e as lixeiras cinzas destinadas aos resíduos orgânicos (restos de alimentos e guardanapos). Nas áreas externas da FUP e da FCE foi adotado o modelo usual de coleta seletiva com quatro lixeiras, com a separação entre papéis, plásticos, metais, vidros e recipientes móveis para os resíduos orgânicos. Ainda, em 2010, representantes do Grupo de Trabalho em gestão compartilhada de Resíduos Sólidos (GTRS) realizaram o diagnóstico dos contêineres existentes da Universidade e elaboraram a proposta de reorganização dos contêineres, o que facilitou a recuperação e a padronização dos contêineres destinados para o depósito dos resíduos gerados na UnB (ARAÚJO, 2011).

Em fevereiro de 2010, o Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília criou a campanha “Utilize sua ecocaneca”, em que consistiu na distribuição de canecas de porcelana entre os colaboradores do CDT, com a meta de diminuir o uso de copos descartáveis. Estima-se que 50 mil copos de plástico foram economizados no ano da iniciativa. Em abril de 2010, seria promovida mais uma ação, a campanha “Reduza custos e economize o meio ambiente”. Seu propósito era informar, mediante cartilhas, sobre formas de racionalizar o consumo de água e energia em ambiente de trabalho (CDT UnB, 2011).

Em 2011, surgiu a Coleta Seletiva Solidária dos Resíduos Sólidos no *campus* Darcy Ribeiro. Foi uma medida com dois principais objetivos: 1) melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida no *campus* e 2) disseminação de conhecimentos e práticas apropriadas para gestão compartilhada de resíduos sólidos no Distrito Federal. O conceito de Coleta Seletiva Solidária é ligado à inclusão social dos catadores de materiais recicláveis, profissionais que lidam com a coleta e triagem de materiais recicláveis descartados por empresas, órgãos públicos e residências (ReciclaUnB, 2011).

Para a realização da Coleta Seletiva Solidária dos Resíduos Sólidos, os resíduos sólidos foram separados em 3 categorias: (1) papel, que consistia em papel usados sem resíduos orgânicos, como papelão, jornais, revistas, envelopes, papel cartão, papel branco e papel de impressora; (2) seco, como plásticos, metais e vidros; e (3) orgânico, como restos de alimentos e guardanapos. Esses resíduos eram recolhidos de 4 formas diferentes:

- 1) Caixas coletoras de papel: foram acomodadas nas salas de aula, fotocopiadoras e escritórios. Os papéis que eram depositados nas caixas eram recolhidos pelos

colaboradores, colocados em sacos azuis e despejados em contêiner específico da mesma cor;

- 2) Resíduos secos: depositados em lixeiras sinalizadas, recolhidos pelos colaboradores, colocados em sacos azuis e acondicionados em contêiner específico da mesma cor;
- 3) Resíduos orgânicos: depositados em lixeiras sinalizadas, recolhidos pelos colaboradores, colocados em sacos pretos e dispostos em contêiner específico;
- 4) Lixeiras Externas: os pares de lixeiras externas aos edifícios foram sinalizadas com adesivos explicativos sobre os tipos de resíduos que poderiam receber (orgânico e seco). Não foi seguido o código de cores padronizadas para a coleta seletiva e sim o seguinte padrão: cor azul nas lixeiras para resíduos secos e recicláveis e cor cinza nas lixeiras para resíduos orgânicos e guardanapos.

O processo da Coleta Seletiva Solidária dos Resíduos Sólidos finalizava com o recolhimento dos resíduos recicláveis despejados nos contêineres para serem transportados pela cooperativa até a Unidade de Triagem localizada no Laboratório de Tecnologias Ecológicas Apropriadas (LABTEC/UnB). O local foi organizado para a realização das etapas de seleção, acondicionamento e encaminhamento às empresas.

Em 2017, para desenvolver ações sustentáveis no âmbito da Universidade e atender as normativas legais que regem o tema na administração pública, instituiu-se, conforme disposto na Resolução da Reitoria nº 0073, de 15 de maio de 2017, a Comissão de Elaboração do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) (UnB, 2017). O PLS foi criado pelo Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, no art. 16, que suscita o compromisso da “administração pública federal direta, autárquica e fundacional e as empresas estatais dependentes deverão elaborar e implementar Planos de Gestão de Logística Sustentável [...]” (BRASIL, 2012). O PLS da Universidade de Brasília tem como objetivo apresentar ações estratégicas de sustentabilidade e relacioná-las com o desenvolvimento de projetos sustentáveis por parte das unidades acadêmicas e administrativas relacionadas, além de abordar a relação de investimento e benefícios dessas ações para o período de 2018 a 2021 (PLS UnB, 2017).

Em julho de 2019, para dar destaque as questões ambientais no organograma institucional, o Conselho Universitário da UnB aprovou a criação da Secretaria de Meio Ambiente (SeMA), institucionalizando um órgão para estabelecer e implementar ações de sustentabilidade no âmbito da gestão universitária.

Em 2019, houve o segundo ano de apuração de resultados do PLS. Foram avaliados 33 objetivos e 41 metas. Conforme critério de análise estabelecido, em 2019, 14 metas estabelecidas no PLS tiveram seus resultados, para o ciclo de 4 anos, já alcançados ou

superados. Além disso, 16 metas previstas no PLS finalizaram, em 2019, dentro do esperado. Portanto, 30 metas planejadas no PLS foram atingidas, no ano de 2019, de forma satisfatória (PLS UnB, 2019).

Dessa forma, o PLS merece destaque, já que possui uma série de informações relevantes para a análise de gestão de resíduos sólidos e é o último relatório mais completo e recente que a Universidade de Brasília tem registrado. Assim, o tópico a seguir apresenta um resumo com os principais elementos que agregam para a análise deste trabalho.

4.1.1. Plano de Gestão de Logística Sustentável da Universidade de Brasília

O PLS da Universidade de Brasília possui dados relevantes para a análise da gestão de resíduos sólidos do *campus* Darcy Ribeiro. Esse tópico aborda o PLS desenvolvido em 2019, em que compara as informações obtidas no ano com as de 2017, ano base da implementação do PLS. O PLS apresenta uma série de eixos temáticos que se relacionam ao objetivo do seu desenvolvimento, mas para esse tópico foram selecionados três temas que se associam à gestão de resíduos sólidos: (1) material de consumo, (2) gerenciamento de resíduos e (3) educação ambiental.

4.1.1.1. Material de Consumo

O Plano de Logística Sustentável aborda os padrões de uso de materiais de consumo relevantes à redução de impactos ambientais, como papel, cartuchos, *toners*, copos descartáveis, energia e água. Também apresenta os níveis de consumo desses itens no ano de 2019, fazendo um comparativo do consumo em 2017.

O Gráfico 1 abaixo, extraído do PLS de 2019, apresenta o consumo de resmas de papel A4 pela Universidade entre os anos de 2015 e 2019.

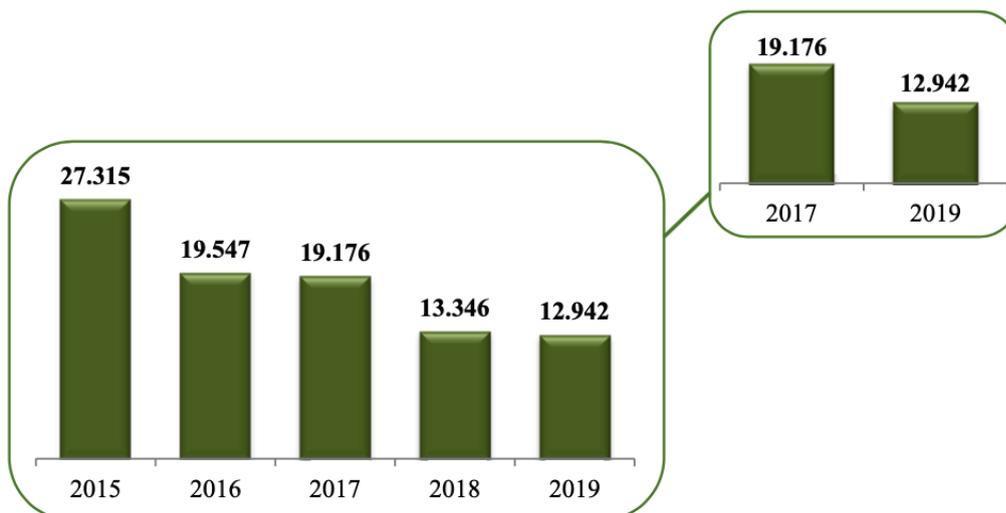


Gráfico 1: Consumo de resmas de papel A4.

Fonte: PLS UnB, 2019.

A partir desse gráfico, é possível perceber uma redução de 33% entre o ano de 2017 e 2019, além de 2019 ter sido o ano que houve menor consumo de resmas de papel A4 comparado com o histórico analisado. Segundo o PLS UnB (2019), isso se deu por uma série de ações: a adoção e aprimoramento do uso do Sistema Eletrônico de Informações (SEI); a implantação do sistema de emissão de comprovantes de matrícula, históricos e demais documentos acadêmicos eletronicamente; a ampliação dos serviços eletrônicos de matrícula; o uso intensivo de documentos nato-digitais em processos e procedimentos internos; a implantação do SIG-UnB para controle de procedimentos administrativos; e o controle de impressão individual via relatórios de *outsourcing*.

O Gráfico 2, extraído do PLS UnB 2019, apresenta o consumo de cartuchos, *toners* e fusores realizado pela UnB, entre os anos de 2015 e 2019.

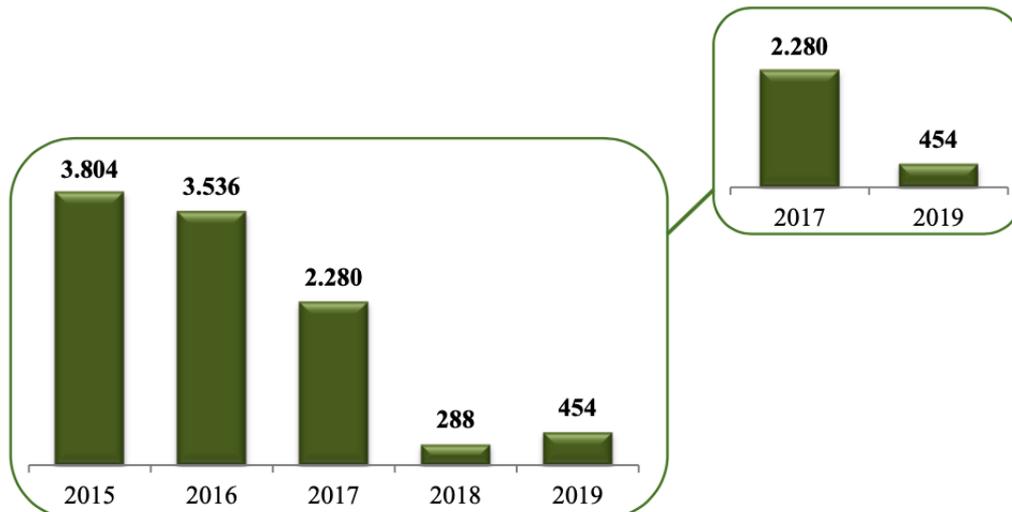


Gráfico 2: Consumo de cartuchos, *toners* e fusores.

Fonte: PLS UnB, 2019.

No ano de 2019, quando comparado com o de 2017, percebe-se uma redução da ordem de 80% no consumo de *toners* e cartuchos pela instituição. Nos anos de 2018 e 2019 não foram adquiridos suprimentos pela administração central da UnB. Nesse período, todo o fornecimento de *toners* foi realizado no âmbito do contrato de *outsourcing*. A implantação do *outsourcing* do serviço de impressão resultou na substituição das impressoras e, conseqüentemente, do tipo de *toners* utilizados. Importante ressaltar que as impressoras atuais possuem maior eficiência quanto ao número de páginas impressas por unidade de *toner*. Além disso, a racionalização do uso do serviço de impressão provocou uma redução do número de equipamentos e do consumo de energia (PLS UnB, 2019).

Os Gráficos 3 e 4, extraídos do PLS UnB 2019, apresentam o consumo de copo descartável de 200 ml e 50 ml realizado pela UnB, entre os anos de 2015 e 2019.

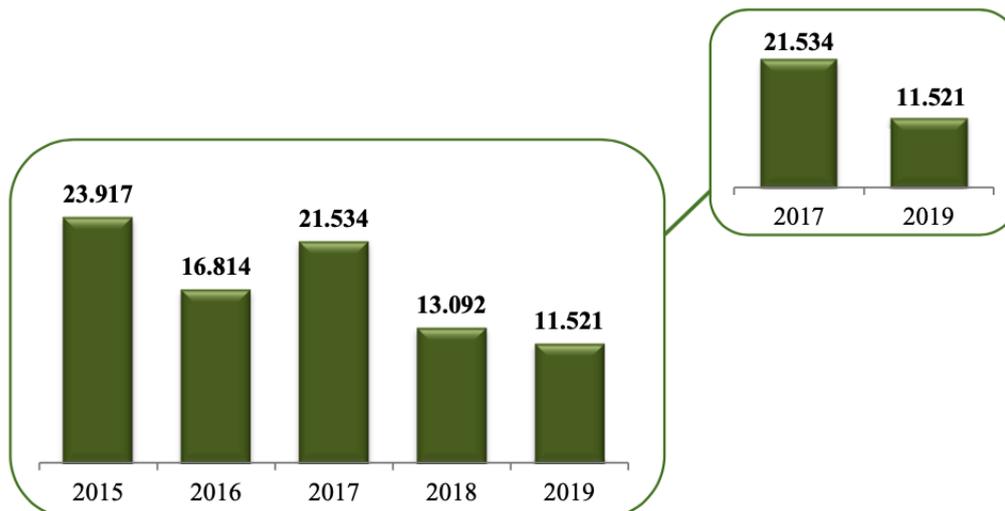


Gráfico 3: Consumo de pacotes de copos descartáveis 200 ml.

Fonte: PLS UnB, 2019.

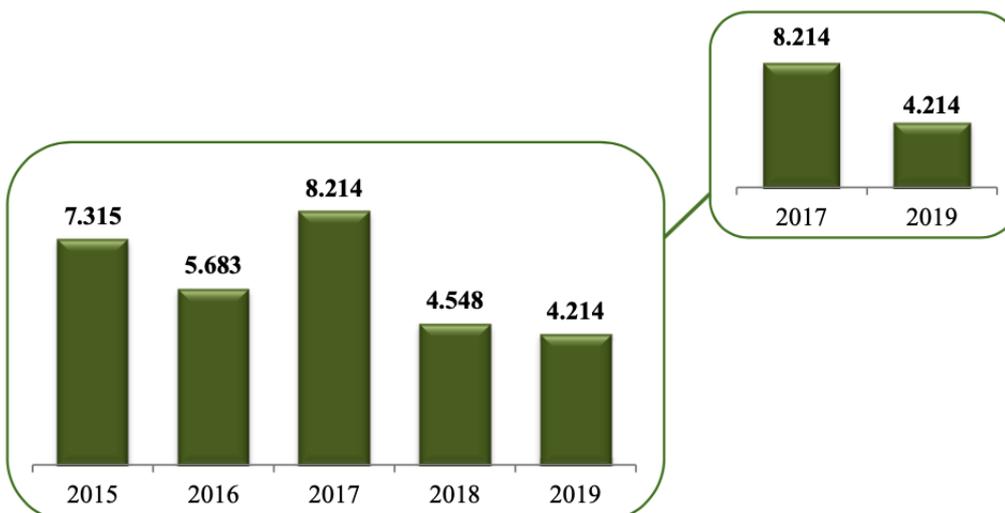


Gráfico 4: Consumo de pacotes de copos de café 50 ml.

Fonte: PLS UnB, 2019.

Foi observada redução de 47% e 49% no consumo de pacotes de copo descartável de 200ml e 50 ml, respectivamente, entre os anos de 2017 e 2019. A UnB deixou de consumir 1 milhão de unidades de copos de 200 ml e 400 mil unidades de copos de 50 ml em 2019, quando comparada com o consumo realizado em 2017. Além disso, observa-se, em 2019, o menor valor da série histórica analisada, conforme informações apresentadas nos Gráficos 3 e 4.

O motivo dessa redução se deu por duas ações principais. A primeira foi a realização de um planejamento de fornecimento de unidades de copos descartáveis pela média dos últimos anos, estratégia que teve o resultado esperado com a mudança de mentalidade da comunidade quanto à utilização dos materiais, com consumo consciente e otimização dos usos. A segunda foi uma ação sugerida por estudantes da disciplina de Educação e Meio Ambiente, sob a

orientação da Professora Rosângela Corrêa, apoiada e implementada pela Direção do Restaurante Universitário, em que foi realizada a substituição por copos reutilizáveis fornecidos pela empresa responsável pela gestão do RU, que levou a eliminação do uso de copos descartáveis para servir café no Restaurante Universitário (RU) (PLS UnB, 2019).

Dessa forma, é possível perceber que o consumo de resmas de papel A4, cartuchos, *toners* e copos descartáveis reduziu de forma relevante a partir das estratégias adotadas para cada material. O tópico a seguir aborda informações sobre os resíduos sólidos da Universidade de Brasília, como papel/papelão, metal e plástico.

4.1.1.2. Gerenciamento de Resíduos

Para planejar o sistema de coleta para a Universidade, a Secretaria de Meio Ambiente (SeMA) coordenou, em 2019, um estudo para diagnosticar os contêineres e os pontos de coleta quanto ao cumprimento da legislação, capacidade, estado de conservação e facilidade de acesso. O objetivo foi propor adequações necessárias para atender aos aspectos do novo modelo de coleta de resíduos. O diagnóstico da SeMA foi encaminhado à Prefeitura da UnB (PRC), que iniciou os procedimentos em 2019, sendo providenciadas ordens de serviço para revitalização, identificação e abertura e reestruturação de baias para reposicionamento de contêineres (PLS UnB, 2019).

Os Gráficos 5, 6 e 7 mostram os quantitativos de resíduos recicláveis (papel/papelão, metal e plástico) destinados às cooperativas selecionadas. Em 2019, foram repassados para cooperativas de recicláveis 680 kg de plástico, 3.475 kg de metal e 10.950 kg de papel/ papelão, totalizando 15.105 kg de material (PLS UnB, 2019).

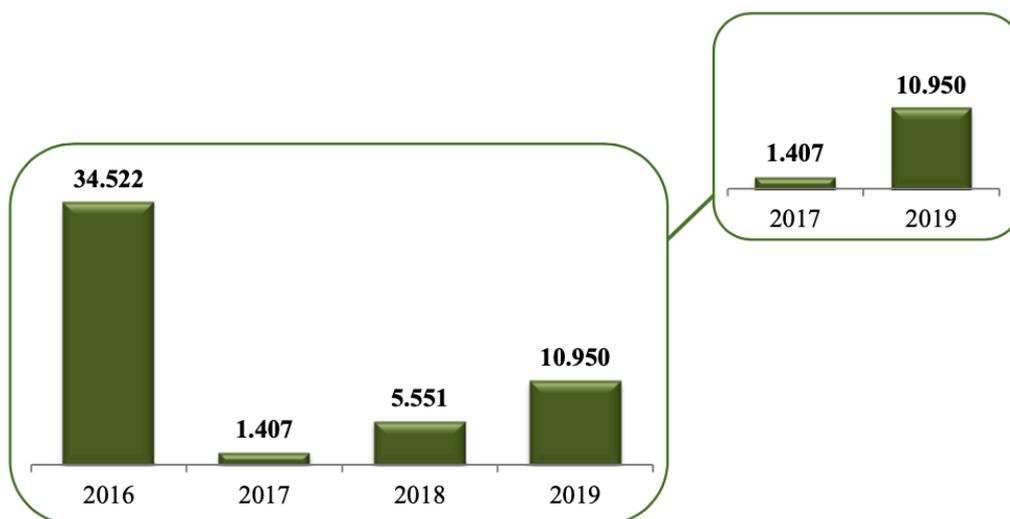


Gráfico 5: Comparativo do material reciclado em kg de Papel/ Papelão.

Fonte: PLS UnB, 2019.

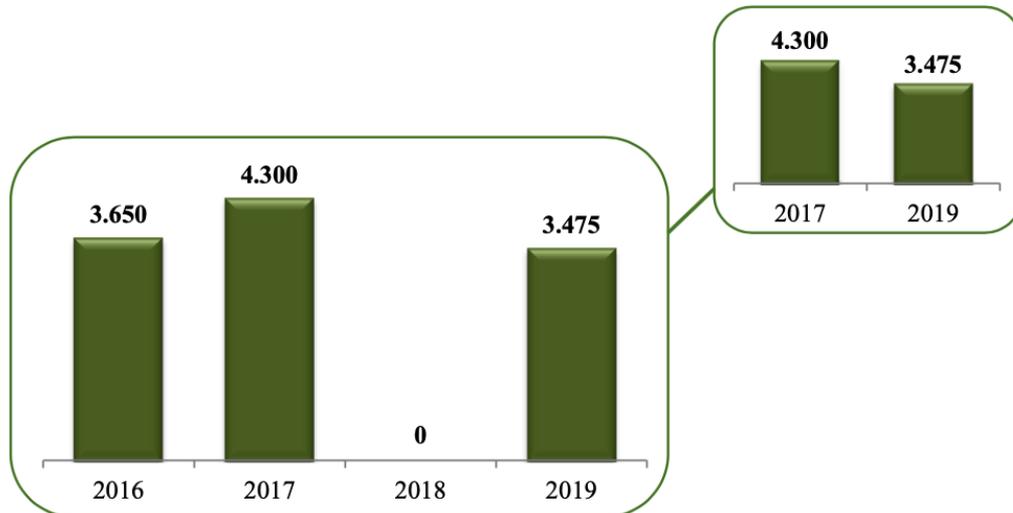


Gráfico 6: Comparativo do material reciclado em kg de Metal.

Fonte: PLS UnB, 2019.

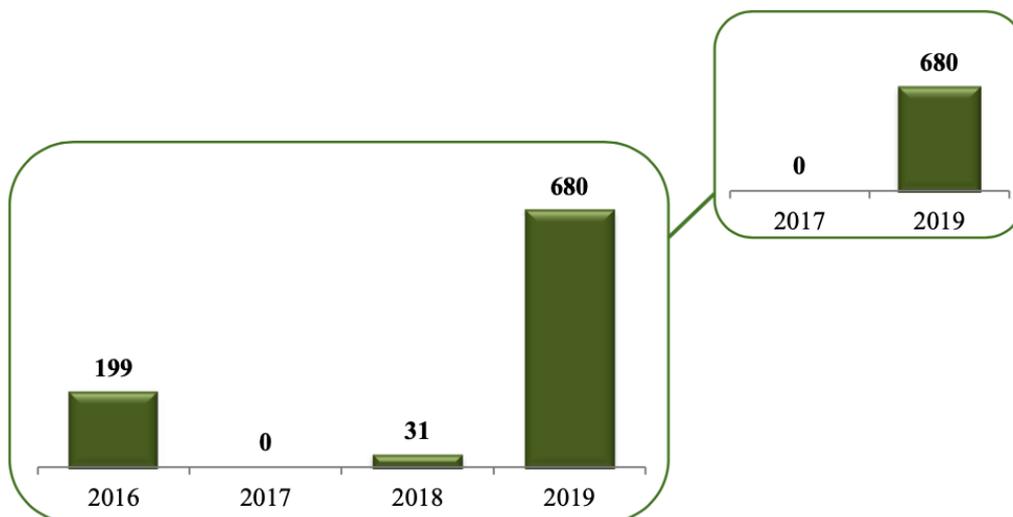


Gráfico 7: Comparativo do material reciclado em kg de Plástico.

Fonte: PLS UnB, 2019.

Segundo o PLS UnB (2019), no ano de 2016, um quantitativo de 38.371 kg de resíduos recicláveis foi repassado para as cooperativas de reciclagem. No ano de 2017, não foi firmado convênio com cooperativas, o que ocasionou a queda nos números de repasse de materiais reciclados. Segundo a DISER/CZM, a ausência de convênio se deu em virtude da dificuldade das cooperativas/associações atenderem os requisitos dos editais de credenciamento (estrutura,

documentação, habilitação, etc.), procedimento exigido pelo Decreto n. 5.940 de 25 de outubro de 2006.

Além disso, o tema de Gerenciamento de Resíduos do PLS também abordou sobre o objetivo de implantar e ampliar o sistema de descarte adequado de equipamentos eletrônicos, que foi considerado alcançado, pois houve implementação da separação dos inservíveis tecnológicos pelo setor responsável PRC/DIMEQ, que informou que ocorre a separação dos materiais substituídos no almoxarifado, no momento em que é feita a troca dos componentes novos solicitados, os danificados são retornados.

Quanto à ação de descartar aparelhos de televisão, impressoras, aparelhos de ar-condicionado e telefônicos atendendo sistemas de logística reversa e de separação de materiais, em conformidade com os processos de reversão considerados senso comum, a prática está consolidada no fluxo de atividades da PRC/DIMEQ, no qual os equipamentos são entregues para o depósito central da Diretoria de Gestão de Materiais (DGM). Editais de desfazimento são realizados, e nenhum resíduo eletrônico é destinado para o sistema de coleta tradicional (PLS UnB, 2019).

4.1.1.3. Educação Ambiental

A Universidade desempenha seu papel social ao tratar do eixo de educação ambiental, a partir da oferta de disciplinas de graduação e pós-graduação, de pesquisas, de eventos e de divulgação científica relacionada ao meio ambiente e sustentabilidade. A educação ambiental tem um papel significativo na efetividade da gestão de resíduos sólidos no *campus*.

O PLS tratou de educação ambiental no contexto de conscientização da comunidade universitária sobre práticas cotidianas que melhorariam indicadores de sustentabilidade na gestão da Universidade. Em 2017, foi traçado o objetivo de contribuir para a conscientização da separação adequada de resíduos. Para isso, foram produzidos e divulgados *cards* que estimulavam a redução na produção de lixo e a substituição do uso de materiais descartáveis por outros com maior durabilidade. Porém, o objetivo não alcançou o resultado esperado.

Segundo o PLS UnB (2019), um fator principal impediu o desenvolvimento de ações de conscientização sobre separação adequada de resíduos: a falta de estrutura física adequada na Universidade (cestos de lixo, caçambas) que, em 2019, esteve em fase de estudo e implementação. Importante destacar que qualquer iniciativa de campanhas por parte da instituição deve ser subsidiada pelo fornecimento de estrutura e ferramentas capazes de permitir a sua efetividade, fato que não ocorreu na época.

Para subsidiar a implantação da coleta seletiva na UnB, em 2019, a SeMA estabeleceu os critérios a serem adotados para a compra de cestos de lixo, em conformidade com a normativa de coleta seletiva urbana do GDF. Além disso, realizou estudo para reestruturação do sistema de contêineres (PLS UnB, 2019).

4.2. Gerenciamento atual dos Resíduos Sólidos na UnB

A Universidade de Brasília ainda não apresenta um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para o *campus* Darcy Ribeiro. Segundo o PLS UnB 2019, a meta de elaborar o PGRS que foi definida em 2017, não foi alcançada, dado a falta de dados individualizados acerca do gerenciamento de resíduos nas diversas unidades acadêmicas e administrativas da instituição. Em relação às ações realizadas para o alcance do objetivo, estão, entre outras medidas: I. estudo diagnóstico de geração de resíduos em alguns setores; II. mobilização de docentes e discentes no processo de coleta de dados para o plano; III. formação da comissão (Ato da Reitoria no 0801/2017) para a continuidade dos procedimentos de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; IV. estudo e mapeamento dos pontos de coleta de resíduos; V. preparação de minuta de plano preliminar com diretrizes básicas; VI. Preparação de Termo de Referência para contratação de serviços de coleta de resíduos sólidos como grande gerador; VII. confecção do Plano de Gerenciamento de Resíduos Perigosos, que foi finalizado e aguardava encaminhamento para os trâmites de aprovação pela administração superior.

Atualmente, a Universidade de Brasília possui uma gestão dos resíduos perigosos, a qual é feita pela Coordenação e Gerenciamento de Resíduos (SeMA/CGR), que possui o papel de auxiliar a comunidade dos *campi* da UnB no manejo de forma adequada dos resíduos perigosos gerados nas atividades de ensino, pesquisa e extensão. Compete à SeMA/CGR: Coletar, gerenciar, abrigar e destinar de forma correta os resíduos perigosos (químicos, biológicos e radioativos) da Universidade de Brasília; Instruir sobre os procedimentos que devem ser adotados pelos geradores, para entrega a SeMA/CGR, dos resíduos perigosos gerados nas atividades de ensino, pesquisa e extensão dentro das dependências da Universidade de Brasília; Prestar assessoria aos geradores de resíduos sobre assuntos relacionados à gestão de Resíduos Perigosos; Auxiliar os órgãos superiores na confecção e controle dos processos de destinação final dos resíduos perigosos da UnB; Retirar animais mortos nas edificações dentro das dependências da UnB.

Como o *campus* Darcy Ribeiro ainda não possui um PGRS, se fez necessário a realização de visita *in loco* e a utilização do trabalho diagnóstico do acondicionamento externo dos resíduos sólidos urbanos gerados na UnB, elaborado por Conceição e Campani (2019), para identificar as ações que estão sendo adotadas atualmente quanto ao manuseio destes resíduos, desde a segregação até a disposição final, incluindo as etapas de acondicionamento, identificação, armazenamento e destinação final. A seguir, são detalhadas cada uma das etapas.

4.2.1. Segregação e acondicionamento

A etapa de segregação consiste na separação dos resíduos no momento e no local de geração, de acordo com as características físicas, químicas e biológicas.

Os resíduos gerados em ambientes administrativos e de convivência/alimentação são essencialmente resíduos comuns e são dispostos em lixeiras plásticas (ou metálicas) identificadas como “resíduos orgânicos”, “resíduos secos recicláveis” e “resíduos indiferenciados”. Observou-se durante as visitas *in loco* que existem tipos de lixeira diferentes pelo *campus*, sem um padrão definido, principalmente na identificação, que será abordado com mais detalhe no próximo tópico.

Quanto ao acondicionamento dos resíduos, que consiste no ato de embalar os resíduos em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e resistam às ações de punctura e ruptura, os resíduos são acondicionados em sacolas plásticas de cores de acordo com a identificação da lixeira, que revestem internamente as lixeiras colocadas em cada ponto de geração.

4.2.2. Identificação

Em relação à etapa de identificação dos resíduos, que consiste no conjunto de medidas que permite o reconhecimento dos resíduos contidos nos sacos e/ou recipientes de modo a fornecer as informações para correto manejo dos resíduos, verificou-se que existe uma diferenciação de cores nas lixeiras e nas sacolas de acondicionamento para cada tipo de resíduo: “Resíduos orgânicos” utiliza lixeira e sacola da cor marrom (figura 3); “resíduos secos recicláveis” utiliza lixeira e sacola da cor verde (figura 4) e “resíduos indiferenciados” utiliza lixeira e sacola da cor cinza (figura 5). Porém, observou-se durante as visitas *in loco* um outro tipo de lixeira e identificação de padrão diferente das citadas anteriormente: lixeira e sacola na cor azul e lixeira e sacola na cor cinza, em que é observado que a lixeira na cor azul possui uma

pequena identificação de “resíduos indiferenciados” e a lixeira na cor cinza não possui identificação (figura 6).



Figura 3: Lixeira “resíduos orgânicos” da UnB.

Fonte: Autoria própria, 2022



Figura 4: Lixeira “resíduos seco reciclável” da UnB.

Fonte: Autoria própria, 2022



Figura 5: Lixeira “resíduos indiferenciados” da UnB.

Fonte: Autoria própria, 2022



Figura 6: Lixeiras da UnB.

Fonte: Autoria própria, 2022

Dessa forma, a etapa de identificação possui algumas divergências que prejudicam o momento de separação e coleta e são passíveis de melhorias e adequações, abordadas no tópico 6.8 deste trabalho.

4.2.3. Armazenamento

Quanto à etapa de armazenamento dos resíduos, que consiste no ato de acumular os resíduos até que seja realizada a coleta e destinação do mesmo, de modo a resguardar as características dos materiais, protegendo os mesmos de intempéries e do acesso de pessoas e animais, são armazenados em lugares específicos de acordo com as características particulares a cada tipo de resíduo gerado.

Os resíduos sólidos comuns, por exemplo, depois de acondicionados, são coletados e armazenados temporariamente em contêineres, até que seja realizada a coleta externa pelo SLU. De acordo com Conceição *et al.* (2019), na Universidade de Brasília, tem-se um total de 153 contêineres, destes, 51 estão identificados como secos, 52 como orgânicos, 7 como vegetal, 40 não possuem identificação e, 3 estão inutilizados. Observa-se que 26% do total de contêineres não estão devidamente identificados, o que acarreta no descarte indevido dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Além disso, encontrou-se 3 contêineres inutilizados e 3 contêineres danificados, porém ainda sendo utilizados no acondicionamento de resíduos, como mostrado na figura 7. Dessa forma, é evidente que os contêineres precisam ser revisados, assunto abordado com mais detalhes no tópico 6.9 deste trabalho.



Figura 7: Contêiner do campus Darcy Ribeiro

Fonte: Conceição *et al.*, 2019

4.2.4. Destinação e disposição final

Quanto à destinação e disposição final dos resíduos sólidos classe II provenientes do *campus* Darcy Ribeiro da UnB, estes são coletados pelo Serviço de Limpeza Urbano do Distrito Federal (SLU) e os materiais recicláveis são recolhidos por cooperativas de catadores contratadas pelo SLU.

5. Gestão de Resíduos Sólidos em Instituições de Nível Superior

As universidades não são instituições somente formadoras de profissionais, mas formadoras de cidadãos. As universidades “como instituições responsáveis pela produção e socialização do conhecimento e a formação de recursos humanos, têm papel importante: dar o exemplo [...] respeitando o meio ambiente” (CONTO, 2010, p. 9).

Este tópico aborda exemplos eficientes e eficazes de modelos de gestão de resíduos sólidos em Instituições de nível Superior, no Brasil e em outros países. Esta análise foi realizada a partir de consultas à internet nos sítios (WEB) de algumas Universidades e em pesquisas bibliográficas efetuadas, baseadas em estudos e em casos reais de sucesso com resultados práticos. No próximo tópico, os exemplos aqui expostos serão comparados com a realidade da gestão de resíduos sólidos do *campus* Darcy Ribeiro e utilizados como referência na sugestão de melhoria da GRS do *campus*.

5.1. Universidade de Cork (UCC)

Em 2007, os alunos da Universidade de Cork (UCC), na República da Irlanda, criaram um programa *Green Campus* para melhorar as instalações de reciclagem e lidar com a gestão de resíduos ao redor do terreno. A universidade foi a primeira no mundo a receber uma Bandeira Verde da *Foundation for Environmental Education* – uma organização global que incorpora a sustentabilidade em todo o processo educacional.

Em janeiro de 2019, o Departamento de Comunicação, Ação Climática e Meio Ambiente proibiu a compra de certos plásticos de uso único pelo setor público. Em outubro de 2018, 8.000 estudantes da UCC assinaram uma petição para tornar a UCC livre de plástico de uso único até 2023. Nesse sentido, o Departamento de Comunicação, Ação Climática e Meio Ambiente recentemente emitiu uma nova “Lista de Reciclagem” para a Irlanda, que fornece

orientações claras sobre quais plásticos podem e não podem ser reciclados. De acordo com a lista, alguns tipos de plástico não devem ser colocados na lixeira. Isso destaca ainda mais a necessidade de reduzir a quantidade desses resíduos na fonte.

De acordo com o Relatório Anual de Sustentabilidade da UCC 2020, a Estratégia Acadêmica da UCC (2018) compromete a universidade a desenvolver um “Currículo Conectado” com a sustentabilidade destacada como uma das seis áreas temáticas abordadas na universidade. Isso reflete a Estratégia Nacional de Educação para o Desenvolvimento Sustentável do governo, bem como uma crescente literatura internacional que destaca a necessidade de os currículos de Ensino Superior a se reorientarem para os ODS. Essa reorientação envolve não apenas ensinar fatos sobre sustentabilidade, mas desenvolver a mentalidade necessária para desenvolver soluções inovadoras para desafios globais.

Em 2019, foram contabilizadas 353,7 toneladas de “Resíduos Gerais” gerados, representando 41% de todos os resíduos produzidos naquele ano. Os resíduos gerais da UCC passam por um processo chamado “Tratamento Mecânico-Biológico” (MBT) após serem coletados. O processo MBT auxilia na recuperação de materiais recicláveis e orgânicos (aproximadamente 25%) do fluxo de resíduos, enquanto que ~75% do material é desviado para recuperação de energia através da incineração. Por meio desse processo, quase todos os resíduos da UCC são desviados do aterro, no entanto, a geração de grandes quantidades de resíduos gerais a cada ano continua sendo uma preocupação. Os outros fluxos de resíduos identificados são reciclados, compostados ou reutilizados de alguma forma (Relatório Anual de Sustentabilidade UCC, 2020).

É interessante notar que, em 2019, a trituração de papel totalizou 93t (~11%) de resíduos, quase igualando a quantidade de resíduos alimentares gerados no mesmo período. Dois projetos iniciados em 2019 e 2020 abordaram o desperdício de papel no *campus*. A Política de Impressão Sustentável, lançada em setembro de 2019, introduziu um programa para reduzir a probabilidade de impressão acidental, e a impressão duplex agora é o padrão em todas as impressoras em rede (Relatório Anual de Sustentabilidade UCC, 2020).

Ainda, em janeiro de 2020, o escritório de pós-graduação da UCC mudou para o envio de teses eletrônicas *online* para estudantes de pesquisa de pós-graduação. Isso substituiu o sistema anterior em que os alunos eram obrigados a enviar duas versões com encadernação flexível e uma versão com encadernação rígida de sua tese. A economia de papel estimada será da ordem de 400.000 folhas de papel por ano (Relatório Anual de Sustentabilidade UCC, 2020).

A UCC tem trabalhado para reduzir o plástico descartável no *campus* nos últimos dois anos. Em setembro de 2017, funcionários e alunos da UCC foram proibidos de levar copos

descartáveis de café para a biblioteca como parte da campanha Biblioteca Verde. Para apoiar a transição, descontos foram disponibilizados nas lojas do *campus* quando os alunos e funcionários traziam sua caneca reutilizável. Isso também coincidiu com a implantação do sistema de escritório “sem lixeira” na biblioteca. O sistema removeu todas as pequenas lixeiras de todos os andares, tanto nas áreas de alunos quanto de funcionários, e dois grandes centros de reciclagem foram implantados no térreo. Ao fazer isso, acredita-se que até 10.000 sacolas plásticas serão desviadas do aterro a cada ano (UCC, 2022).

Em setembro de 2018, UCC e a empresa KSG se uniram para lançar o primeiro café sem plástico de uso único da Irlanda no Instituto de Biociências. Todas as garrafas plásticas de bebidas foram retiradas do café e substituídas por garrafas e latas de vidro. Além disso, não será mais encontrado sachês plásticos de molhos, talheres descartáveis ou lanches embalados em plástico. O café possui um sistema integrado de fonte de água com capacidade de lavagem integrada para uso pelos alunos e funcionários. Legumes frescos e produtos são entregues pela fazenda da universidade e pelo produtor local, em embalagens longa vida que são devolvidas diariamente ao fornecedor. Frango, presunto e queijo são provenientes de fornecedores do mercado inglês e esses produtos também são entregues sem embalagem em recipientes de retorno reutilizáveis. Enquanto isso, uma ampla área de reciclagem e separação de resíduos foi instalada no café e a estação também contém uma balança digital integrada. Os volumes de resíduos gerais e recicláveis foram reduzidos em 95% (UCC, 2022).

No momento, o UCC *Green Campus and Buildings and Estates* está trabalhando na implantação de um sistema de escritórios “sem lixeiras” em todo o *campus*, com estações de reciclagem bem sinalizadas em locais-chave dentro dos edifícios. O objetivo é, em primeiro lugar, reduzir a quantidade de resíduos produzidos e, em segundo lugar, garantir a quantidade máxima de reciclagem (UCC, 2022).

5.2. Universidade de Dundee

Por meio de sua política ambiental e de sustentabilidade, a Universidade de Dundee se comprometeu com menos resíduos, mais reciclagem e melhor uso de materiais reciclados e recuperados. A universidade também vende produtos reciclados nas lojas do *campus* e oferece aos alunos pontos de reciclagem para gastar por cada garrafa plástica que devolverem.

A Universidade de Dundee está participando do inovador esquema “*Recycle and Reward*”, financiado pela *Zero Waste Scotland*, oferecendo às pessoas dinheiro de volta por reciclagem de garrafas e latas vazias. A Universidade está entre as nove organizações em toda

a Escócia testando os projetos, que recompensarão as pessoas para a reciclagem de recipientes de bebidas de vidro, alumínio e plástico (PET) através de uma variedade de incentivos, como dinheiro de volta, vales de desconto ou vales para doações para instituições de caridade. Na Universidade de Dundee, estudantes podem reciclar garrafas PET de bebidas e latas de alumínio para bebidas através das máquinas “*Recycle and Reward*”, como mostrado na figura 8.



Figura 8: Máquina *Recycle and Reward*.

Fonte: Universidade de Dundee, 2022

5.3. Universidade de Nottingham

A Universidade de Nottingham, do Reino Unido, produz cerca de 3.000 toneladas de resíduos por ano. Historicamente, a maior parte disso foi para aterros sanitários, mas foram feitas iniciativas para reduzir os resíduos produzidos e maximizar a reciclagem. Como resultado, a universidade aumentou significativamente a taxa de reciclagem de 5% em 2005 para 99% em 2017/2018.

A Universidade administra um esquema de “reciclagem mista” - você pode colocar papel, cartão, plásticos e latas de comida e bebida em qualquer uma das lixeiras de reciclagem mistas no *campus*. Fora do *campus*, há uma variedade de instalações de reciclagem. Além das lixeiras mistas, é possível reciclar vidro, roupas e sapatos em alguns dos locais de entrega, indicados no mapa do *campus*. Há também um programa de orientação chamado Guia A-Z de

resíduos, em que fornece orientações sobre como descartar com responsabilidade outros itens, como baterias e aparelhos elétricos.

Além disso, a Universidade de Nottingham possui um programa voltado exclusivamente para plásticos de uso único, chamado *WasteNott*, em que há incentivo do uso de garrafas e copos de água reutilizáveis em vez de opções descartáveis. Para isso, o programa criou algumas iniciativas:

- a) Instalou 10 novos bebedouros em todo o *campus*;
- b) Introduziu uma taxa de 20 centavos em copos descartáveis de bebidas quentes, com os rendimentos reinvestidos em iniciativas de redução de resíduos, levantando mais de £68.000;
- c) Introduziu um desconto de 20 centavos para as pessoas que levam seu próprio copo reutilizável;
- d) Começou a vender copos de bebidas quentes reutilizáveis em lanchonetes a um preço mais barato – vendendo 1.174 *KeepCups* (copos reutilizáveis);
- e) Substituição de canudos de plástico por papel em restaurantes de propriedade da universidade (com canudos flexíveis disponíveis mediante solicitação);
- f) Iniciou o fundo *WasteNott*, apoiando projetos de funcionários e estudantes dentro e fora do *campus*;
- g) Melhoria na provisão e padrões de reciclagem no *campus* para que os resíduos sejam tratados de forma mais eficaz.

A Universidade de Nottingham mostra que uma das ações que mais deram retorno foi a ação de adicionar uma taxa para quem compra bebida em copo descartável e um desconto para quem possui o copo reutilizável. Quem compra bebida em um copo descartável, paga uma taxa de 20 centavos, enquanto os clientes que apresentam seus próprios copos reutilizáveis ao comprar uma bebida, recebem um desconto de 20 centavos, fazendo uma economia potencial geral de 40 centavos. Mas a parte mais relevante dessa ação é que foram gerados mais de £ 60.000 com a taxa, dinheiro que é usado para criar o *WasteNott fund* e reinvestir em estudos de caso para tornar o *campus* mais sustentável.

Alguns projetos relevantes foram parcialmente financiados pelo fundo *WasteNott*. O primeiro deles foi a distribuição de garrafas reutilizáveis para os alunos da universidade, como mostrado na Figura 9. O segundo projeto foi feito no restaurante da universidade, em que houve remoção de plásticos de uso único, incluindo sachês de condimentos, pacotes de geleia de porção única e sachês de papel, pimenta e açúcar. Os condimentos são agora oferecidos em garrafas que são recicláveis no final da vida útil, e a manteiga e as geleias de café da manhã são

livres de resíduos, como mostrado na Figura 10. Por fim, o terceiro projeto foi a abertura de uma loja livre de embalagem plásticas, a qual uma grande variedade de produtos, desde nozes, cereais, grãos e óleos até produtos de limpeza e higiene ecologicamente corretos, todos livres de embalagens plásticas. Os produtos são vendidos por peso, para que os clientes possam comprar o quanto precisarem e possam usar seus próprios recipientes, pegar um saco de papel reciclável ou investir em um pote ou lancheira reutilizáveis, como mostrado na Figura 11.



Figura 9: Garrafa reutilizável.

Fonte: Universidade de Nottingham, 2022



Figura 10: Condimentos do restaurante da Universidade de Nottingham.

Fonte: Universidade de Nottingham, 2022



Figura 11: Loja de produtos da Universidade de Nottingham.

Fonte: Universidade de Nottingham, 2022

5.4. Universidade Autônoma da Baixa Califórnia (UABC)

Vega, Benítez e Barreto (2008) citam que, para se ter uma boa gestão de resíduos sólidos, é preciso ter conhecimento da composição dos resíduos e do contexto do mercado local de resíduos recicláveis - número de empresas de reciclagem e quantidades de recicláveis aceitos. Eles comentam que para enfrentar os problemas associados à gestão de resíduos, diferentes estratégias como planos e programas, normas técnicas e regulamentos obrigatórios, estratégias (impostos e incentivos financeiros) e estratégias persuasivas (campanhas de informação, relações públicas e sistemas de gestão) devem ser implementados para minimizar o desperdício. No caso da Universidade em questão, algumas dessas estratégias têm sido utilizadas para controlar os problemas dos resíduos perigosos, mas nem todos para os resíduos sólidos. Este estudo feito por Vega, Benítez e Barreto foi verificado que o *campus* Mexicali I produzia 1 tonelada de resíduos sólidos por dia e que, mais de 65% destes resíduos eram recicláveis ou potencialmente recicláveis e o objetivo foi estabelecer a base para a implementação de um programa de recuperação, redução e reciclagem de resíduos no *campus*.

Os resíduos da UABC apresentam um alto potencial de valorização tanto no caso de resíduos gerados em edifícios como de resíduos de jardins e centro comunitário. A maior proporção de resíduos encontra-se nas categorias de recicláveis e potencialmente recicláveis que, no seu conjunto, representam 55% no caso dos edifícios, 88% no caso das hortas e 85% no caso do centro comunitário. Os resultados deste estudo evidenciaram dois aspectos importantes: (1) o elevado potencial de valorização dos resíduos para a sua reciclagem e (2) os desafios que a gestão integrada implica.

Do lixo gerado na administração, a maior proporção é representada por papel, dos quais 33% é potencialmente reciclável. Essa porcentagem pode ser maior se, a partir do momento em que é gerado, o papel não se mistura com outros resíduos, como restos de comida, que contaminam o papel tornando-o impróprio para reciclagem. É importante ressaltar que, além de seu potencial de reciclagem, resíduos como o papel têm um alto potencial de redução. Por exemplo, o papel encontrado na UABC foi usado na maioria dos casos apenas um lado da folha, o que mostra que o reaproveitamento de papel na UABC é praticamente inexistente. Quando se buscam alternativas para a gestão de resíduos, antes que a reciclagem seja considerada uma opção, formas de reduzir os resíduos devem ser consideradas. A reutilização é uma dessas estratégias e, no caso do UABC, se o papel branco fosse reutilizado, na melhor das hipóteses casos, a geração de resíduos de papel poderia ser reduzida pela metade. Levando em conta a ausência de estratégias de redução na UABC e considerando a grande quantidade de resíduos de papel gerados, neste estudo recomenda-se colocar lixeiras para separar papel. Essas lixeiras devem ser colocadas nos escritórios administrativos, principalmente junto às áreas de

fotocópias. A colocação de recipientes para o papel usado deve ser acompanhado por campanhas de informação ou cartazes junto aos caixotes do papel (VEGA; BENITÉZ; BARRETO, 2008).

Em outro estudo, Vega *et al.* (2010) faz uma análise de dezesseis meses de separação de papel e papelão no *campus* Enseada da UABC. Embora o apoio de autoridades universitárias seja importante, por meio de diferentes experiências verificou-se que na UABC os programas que funcionam melhor são os que não dependem do trabalho do pessoal, mas da participação dos alunos e do corpo docente. Para obter essa participação, foram utilizadas as estratégias utilizadas no marketing social. Através do programa de separação de papel e papelão da UABC, a instituição desviou mais de seis toneladas desse tipo de resíduo do fluxo principal de resíduos.

O programa adotou medidas como criação de locais de descarte para separar papel e papelão que estavam protegidos de chuva e vento de duas formas: uma caixa para ficar em salas administrativas, como secretaria ou sala dos professores, como na figura 12; e uma segunda caixa no corredor da Universidade para utilização pelos estudantes, como mostrado na figura 13. Para isso, foi realizado um estudo de quais seriam os melhores locais para disposição dessas caixas, para que assim a comunidade tivesse mais facilidade em descartar o papel e o papelão (VEGA *et al.*, 2010).



Figura 12: Caixa de separação em sala administrativa.

Fonte: Vega *et al.*, 2010



Figura 13:Caixa de separação em corredor da UABC.

Fonte: Vega *et al.*, 2010

A estratégia de marketing social adotada foi o envio de e-mail para todos da universidade, desde alunos até colaboradores, com informações sobre o programa de separação de papel e papelão, como proceder com o programa e uma nota de agradecimento para deixar claro que o sucesso do programa depende do comprometimento da comunidade universitária (VEGA *et al.*, 2010).

5.5. Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)

Ações voltadas para gestão de resíduos sólidos ocorrem na Universidade de Santa Cruz do Sul desde 1998. Terceiros devidamente licenciados recolhem os resíduos, tanto da classe I quanto da classe II, da universidade, sob a supervisão da coordenação do *campus*.

Na educação, a UNISC integra o ensino e a pesquisa com o SGA por meio de disciplinas experimentais ministradas nos cursos de graduação e nos laboratórios e se baseiam nos 5Rs: Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Como exemplo, nos cursos de Engenharia Química Industrial e de Engenharia Ambiental, foram desenvolvidas frentes de pesquisa na área de resíduos orgânicos e inorgânicos, além de oferecerem disciplinas relacionadas ao tema também na graduação.

Nos anos 2000 foi iniciado um projeto de pesquisa chamado “Estudo da Viabilidade da Reciclagem de Plásticos”, para estudar técnicas de reciclagem de plásticos e sua viabilidade econômica. Em seguida, em 2004, foram instalados coletores em um edifício da universidade para iniciar uma campanha de conscientização, contendo conversas com acadêmicos nas aulas ministradas, docentes e pessoal técnico administrativo. Houve também ciclos de debates, palestras, mesas redondas e minicursos sobre o tema, em que a participação da comunidade regional foi estimulada.

5.6. Universidade Estadual Paulista (UNESP)

A UNESP possui um projeto chamado “Coletores”, que atua no gerenciamento de resíduos gerados no *campus*, através de pesagens e sistematização de dados sobre os resíduos sólidos gerados na semana pela faculdade. Essa sistematização tem o objetivo de acompanhar a evolução do processo de gerenciamento de resíduos. Neste processo, há a separação de resíduos em cestos com indicação relacionada a sua classificação entre vidro, papel, metal e plástico, que são enviados para a Cooperativa Reviver. Os resíduos como baterias e pilhas podem ser descartados em lixeiras específicas e são enviados para uma empresa especializada, a qual custeia a destinação final. Essas atividades são realizadas por voluntários, que geralmente são alunos da disciplina de Materiais e Recicláveis (NOGUEIRA et al, 2015).

O projeto Coletores também realiza palestras para funcionários e alunos com intuito de conscientizar para correta destinação de resíduos, além da semana do meio ambiente, em que o principal objetivo é que a comunidade universitária se voluntarie e se sensibilize sobre o tema para aprender como proceder de forma correta na separação, destinação e reaproveitamento de resíduos. Além disso, são realizadas com frequência palestras sobre separação de resíduos com o time da limpeza para promover seu treinamento (NOGUEIRA et al, 2015).

5.7. Universidade Autônoma Metropolitana (UAM-A)

O *campus* Azcapotzalco da Universidade Autónoma Metropolitana (UAM-A) implementou um Programa de Gestão Integral de Resíduos Sólidos Urbanos, “Segregação para um Melhor Ambiente UAM”. Este programa visa conscientizar e envolver a comunidade acadêmica da UAM-A no que diz respeito aos resíduos sólidos, ao mesmo tempo em que cumpre a legislação ambiental. O programa consiste em separar os resíduos sólidos em duas classes: (1) resíduos aproveitáveis (garrafas de vidro e PET, latas de alumínio, embalagens

Tetrapak) e (2) outros resíduos (não recuperáveis). Nos três anos analisados na pesquisa, graças a este programa, a quantidade de resíduos sólidos entregues mensalmente aos serviços municipais de coleta foi consideravelmente reduzido. Neste período, a UAM-A enviou para reciclagem: 2,2 toneladas de garrafas de vidro; 2,3 toneladas de garrafas PET; 1,2 toneladas de embalagens Tetrapak e 27,5 kg de latas de alumínio (ESPINOSA et al, 2008).

O programa foi necessário ser dividido em três fases de implementação, devido a dois fatores: (1) a separação de resíduos é um hábito que é construído na comunidade de forma gradual e lenta, pois é uma mudança de mentalidade; e (2) não havia financiamento suficiente para financiar a infraestrutura necessária em uma única fase (ESPINOSA et al, 2008).

Na primeira fase, a separação de sólidos resíduos foi estabelecida nos espaços abertos e nos acessos e corredores do térreo de todos os prédios do *campus*. Foi feito um estudo do número e localização dos recipientes necessários, além da forma, tamanho e cor de cada recipiente para facilitar sua identificação. Uma vez separados, os resíduos sólidos são coletados e armazenados em zonas específicas para armazenamento temporário até recolhimento para reciclagem ou aterro sanitário. Para isso, o contêiner principal foi redesenhado e dividido em compartimentos que foram pintados em cores diferentes de acordo com o tipo de resíduo a ser armazenado neles. Ainda, foram feitas campanhas de divulgação de informação do programa, como adesivos para os recipientes, folhetos e pôsteres. Por fim, algumas oficinas de treinamento para o manuseio dos resíduos foram entregues aos jardineiros e os serviços de saneamento e trabalhadores do refeitório (ESPINOSA et al, 2008).

A segunda fase, implementada cerca de 10 meses após a primeira, foi focada em estratégias de recuperação de papel e papelão e planos de ação de melhorias a partir de uma avaliação do andamento da primeira fase. Para o papel e papelão, foram introduzidas lixeiras para esses resíduos nas áreas administrativas. Com relação aos resultados da análise da primeira fase do programa, eles indicaram a necessidade de redesenhar a informação visual dos caixotes de lixeira, bem como implementar uma campanha de reforço através de diversos meios de comunicação. Nesse sentido, várias alternativas foram consideradas, incluindo folhetos com informações, banners, páginas da *web*, protetores de tela nos laboratórios de informática dos alunos, anúncios no auditório do *campus*, tampas de bandejas no refeitório e alguns outros. Outro resultado importante da avaliação da primeira fase, apoiado principalmente pelo inventário dos resíduos aproveitáveis gerados no *campus*, possibilitou melhoria no sistema de coleta e os procedimentos de separação (ESPINOSA et al, 2008).

A terceira e última fase, implementada 1 ano após a segunda fase, consistiu na separação de resíduos que requerem tratamento especial e não foram considerados na primeira e segunda

fases, como os gerados em estúdios, laboratórios de pesquisa e ensino, fotocópias e áreas de manutenção (ESPINOSA et al, 2008).

5.8. Universidade Jaume I (UJ I)

Na Universidade Jaume I, localizada na Espanha, ocorreu um trabalho de pesquisa entre 2013 e 2014 para estimar a geração e composição de resíduos da universidade. Para isso, todos os fluxos de resíduos gerados na Universidade foram identificados e quantificados e foram realizadas várias análises estatísticas para saber se a estação do ano ou a dia da semana afetam a geração e composição dos resíduos, com objetivo de contribuir para a implantação de medidas de melhorias na gestão atual dos resíduos sólidos (GALLARDO, *et al.* 2016).

O estudo foi dividido em quatro etapas:

- 1) Identificação das fontes de geração de resíduos: nesta primeira etapa da metodologia, todos os pontos de descarte de resíduos na UJ I foram identificados. Isso foi feito através da verificação de todos os prédios do *campus* para encontrar esses pontos.
- 2) Estimativa da geração de resíduos: foi feita uma contabilização da quantidade de resíduos em kg por ponto de descarte.
- 3) Estimativa da composição de resíduos: as composições de resíduos recolhidas foram identificadas em cada local. Para estimar a quantidade de cada tipo de resíduo, foi definido o número mínimo de amostras necessário para obter uma composição representativa nos períodos. Todas as amostras foram separadas no laboratório e pesadas de acordo com sua caracterização. No processo de caracterização, foram identificadas 14 categorias de resíduos.
- 4) Resultados e análise estatística dos dados: os dados obtidos no processo de caracterização foram registrados em um banco de dados, separando-os conforme o período e o tipo de caracterização.

Os resultados obtidos através desse estudo são necessários para projetar medidas para melhoria da gestão de resíduos na Universidade, aumentando a coleta seletiva e minimizando a quantidade de resíduos gerados (GALLARDO, *et al.* 2016).

6. Proposta de melhoria da Gestão de Resíduos Sólidos

Este capítulo apresenta uma Proposta de Melhoria da Gestão dos Resíduos Sólidos Classe II do *campus* Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília. A proposta elaborada levou

em consideração o diagnóstico realizado na instituição, descrito no tópico 4.2 deste documento, a legislação vigente relativa à resíduos sólidos, descrita no item 1.1, e as ações realizadas em outras universidades, descrita no item 5. A tabela 4 resume as principais ações relacionadas ao tema encontradas em outras universidades, em que algumas delas serviram de parâmetro para a elaboração da proposta apresentada.

Tabela 4: Resumo das iniciativas realizadas nas universidades pesquisadas.

Tema	Ação	Universidade	Proposta relacionada
Caracterização dos resíduos	Identificação das fontes de geração de resíduos: todos os pontos de descarte de resíduos na UJ I foram identificados	UJ I	Estudos de Caracterização de Resíduos da Universidade
	Estimativa da geração e da composição de resíduos	UJ I	
	Gerenciamento de resíduos gerados no <i>campus</i> , através de pesagens e sistematização de dados sobre os resíduos sólidos gerados na semana pela faculdade	UNESP	
Monitoramento do PGRS	Fase em que houve uma análise do andamento do PGRS da universidade e definição de ações de melhoria para o PGRS	UAM-A	Monitoramento e revisão do PGRS
Educação ambiental	Campanhas de informação e cartazes próximos às caixas, alertando sobre o desperdício.	UABC	Educação ambiental – informações pelo <i>campus</i>
	Envio de e-mail para todos da universidade, com informações sobre o programa de separação de papel e papelão, como proceder com o programa e uma nota de agradecimento para deixar claro que o sucesso do programa depende do comprometimento da comunidade universitária.	UABC	Educação ambiental

	Implementou disciplinas relacionadas ao tema de sustentabilidade.	UNISC	Educação ambiental - currículo conectado com sustentabilidade
	Implementou ciclos de debates, palestras, mesas redondas e minicursos sobre coleta seletiva.	UNISC	Educação ambiental
	Palestras para funcionários e alunos com intuito de conscientizar para correta destinação de resíduos.	UNESP	Educação ambiental - Orientação para docentes e técnico-administrativos
	Palestras sobre separação de resíduos com o time da limpeza para promover seu treinamento.	UNESP	Educação ambiental - Capacitação para terceirizados da limpeza
	Desenvolveu um “Currículo Conectado” com a sustentabilidade destacada como uma das seis áreas temáticas abordadas na universidade.	UCC	Educação ambiental - currículo conectado com sustentabilidade
	Programa de orientação chamado Guia A-Z de resíduos, em que fornece orientações sobre como descartar com responsabilidade outros itens, como baterias e aparelhos elétricos.	Universidade de Nottingham	Educação ambiental - Guia de descarte de resíduos
Coleta Seletiva	Implantação de um sistema de escritórios “sem lixeiras” em todo o <i>campus</i> , com estações de reciclagem bem sinalizadas em locais-chave dentro dos edifícios.	UCC	Padronização das lixeiras para separação correta dos resíduos

Programa que separa os resíduos sólidos em duas classes: (1) resíduos aproveitáveis (garrafas de vidro e PET, latas de alumínio, embalagens Tetrapak) e (2) outros resíduos (não recuperáveis).	UAM-A	
A Política de Impressão Sustentável: programa para reduzir a probabilidade de impressão acidental e impressão frente e verso como padrão em todas as impressoras em rede.	UCC	Redução do uso do papel
Substituição de copos descartáveis por canecas reutilizáveis.	UCC	Substituição de descartáveis
Incentivo do uso de garrafas e copos de água reutilizáveis em vez de opções descartáveis.	Universidade de Nottingham	
Foram introduzidas lixeiras para papel e papelão nas áreas administrativas.	UAM-A	Separação de papel e papelão
Instalação de recipientes para a separação de papel e papelão.	UABC (México)	
Remoção de plásticos de uso único do restaurante universitário, incluindo sachês de condimentos, pacotes de geleia de porção única e sachês de papel, pimenta e açúcar.	Universidade de Nottingham	Ação já aplicada pela UnB
O contêiner principal foi redesenhado e dividido em compartimentos que foram pintados em cores diferentes de acordo com o tipo de resíduo a ser armazenado neles.	UAM-A	Implementação de contêineres de PEAD identificados
Lixeiras separadas para papel, plástico e metal.	Universidade de Nottingham	Papa-reciclável e papa-lixo do SLU

	Estudantes podem reciclar garrafas PET de bebidas e latas de alumínio para bebidas através das máquinas “ <i>Recycle and Reward</i> ”.	Universidade de Dundee	
	Há a separação de resíduos em cestos com indicação relacionada a sua classificação entre vidro, papel, metal e plástico.	UNESP	
	Os resíduos como baterias e pilhas podem ser descartados em lixeiras específicas e são enviados para uma empresa especializada, a qual custeia a destinação final	UNESP	Ponto de Coleta - Logística Reversa

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o desenvolvimento da Proposta de Melhoria, buscou-se mostrar iniciativas que fossem aplicáveis à universidade em estudo, com a intenção de contribuir para a melhoria da gestão dos resíduos sólidos gerados na instituição. Contempla ações que podem ser consideradas simples, mas significativas para a redução dos resíduos sólidos e de fácil aplicação, como a redução do uso do papel. Outras iniciativas são mais complexas, como o estudo de caracterização de resíduos da universidade que, apesar da complexidade de sua execução, possui uma contribuição fundamental para o embasamento das demais ações sugeridas. Vale destacar que foram sugeridas seis ações relacionadas ao sistema de armazenamento, já que quanto mais flexível este sistema é, mais adequada é a separação dos resíduos sólidos.

A proposta foi elaborada com foco em quatro etapas do processo de GRS, conforme figura 14. As quatro etapas consistem em (1) geração, (2) segregação, (3) acondicionamento e (4) armazenamento. As etapas de coleta, transporte, tratamento e destinação ou disposição final não foram abordadas, já que são etapas que são de responsabilidade do SLU, sem envolvimento de ações por parte da UnB. Dessa forma, só é possível garantir a qualidade e a adequação das primeiras quatro etapas, que influenciam diretamente em um resultado positivo das 4 últimas etapas.

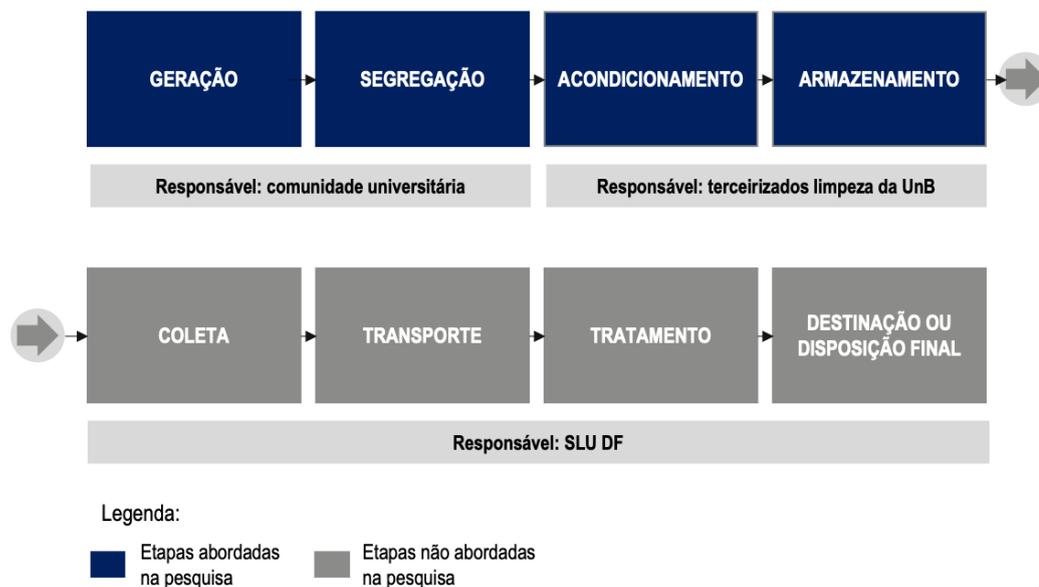


Figura 14: Processo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, para avaliar a situação atual da GRS e ações relacionadas que o *campus* Darcy Ribeiro possui em cada etapa do processo acima, descritas no tópico 4, foi feita uma tabela para comparação entre o diagnóstico realizado no Darcy Ribeiro e as propostas de melhoria sugeridas (tabela 5). Dessa forma, é possível concluir que o *campus* Darcy Ribeiro carece de ações voltadas para a GRS e possui uma grande oportunidade de melhoria neste tema.

Tabela 5: Comparativo entre diagnóstico e proposta sugerida

Processo de GRS	Diagnóstico realizado	Proposta relacionada
Processo geral	<ul style="list-style-type: none"> • Não há caracterização de Resíduos Sólidos no <i>campus</i> Darcy Ribeiro; • Não há um PGRS da UnB; • Existem algumas matérias relacionadas à sustentabilidade na UnB. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo de Caracterização de Resíduos da Universidade; • Criação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do <i>campus</i> Darcy Ribeiro; • Educação ambiental; • Monitoramento e revisão do PGRS.

Geração	<ul style="list-style-type: none"> • Não há programas de incentivo para redução de papel ou substituição de descartáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do uso de papel; • Substituição de descartáveis.
Segregação	<ul style="list-style-type: none"> • Não há locais destinados para coleta e separação de papel/papelão e outros resíduos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ponto de Coleta - Logística Reversa; • Separação de papel e papelão.
Acondicionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Lixeiras do <i>campus</i> Darcy Ribeiro não possuem padronização e identificação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Padronização das lixeiras para separação correta dos resíduos. • Papa-reciclável do SLU;
Armazenamento	<ul style="list-style-type: none"> • Contêineres do <i>campus</i> Darcy Ribeiro estão em más condições e alguns sem identificação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Papa-lixo do SLU; • Implementação de contêineres de PEAD identificados.

Fonte: Elaborado pela autora.

6.1. Estudo de Caracterização de Resíduos da Universidade

A caracterização de resíduos sólidos é o primeiro passo no planejamento da Gestão integrada de resíduos. É essencial entender a composição dos resíduos para estabelecer as estratégias de separação, coleta e frequência de coleta para reciclagem. Para planejar a infraestrutura necessária e realizar uma separação eficiente, é preciso obter resultados do diagnóstico quanto ao volume e tipo de resíduos gerados em cada local da Universidade. Além disso, como a composição e geração de resíduos dependem, entre outras coisas, do clima, essas variáveis devem ser analisadas ao longo do ano.

Com o resultado da caracterização de resíduos da universidade, é possível subsidiar o planejamento das atividades do serviço de limpeza e coleta dos resíduos, avaliar o potencial de reutilização, reciclagem e recuperação do resíduo e dimensionar com mais precisão e eficiência os tipos de coletores mais adequados, seus tamanhos, quantidade e locais mais estratégicos para instalação dos mesmos. Esse conjunto de dados gera informações que proporcionam uma análise embasada e realista para planejar as ações sugeridas nos tópicos seguintes, visando melhor adequação da implantação do PGRS da universidade.

Dessa forma, propõe-se que nesta etapa seja feita a caracterização dos resíduos encontrados, como determinar os principais aspectos físico-químicos, biológicos e qualitativos das amostras, além do mapeamento da localização em que se encontra cada tipo de resíduo. Ainda, um registro separado de cada tipo de resíduo deve ser feito para conhecer as quantidades precisas de cada material e ter indicadores precisos para analisar o avanço do PGRS em outros anos. A Universidade Jaume I, na Espanha, desenvolveu uma metodologia para quantificar e especificar os resíduos gerados dentro da universidade, a qual foi descrita no tópico 5.8, que pode servir de referência para a UnB planejar a realização da caracterização de seus resíduos, com a intenção de que os resultados encontrados possam contribuir para a implantação de ações de melhorias na gestão atual dos resíduos da universidade.

6.2. Criação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Campus Darcy

Ribeiro

Após o cumprimento da etapa anterior e análise dos dados coletados, propõe-se a criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o *campus* Darcy Ribeiro, UnB, conforme roteiro sugerido na Lei nº 12.305/10. Um Plano de Gerenciamento de Resíduos permite definir a melhor combinação das soluções necessárias, desde que sejam compatíveis às condições de cada localidade. Seu objetivo central deve ser o da diminuição da quantidade final de resíduos a serem dispostos e dos impactos ambientais causados pela disposição inadequada dos diferentes tipos de resíduos, priorizando sempre a redução na geração (CRUZ, 2008).

O conteúdo mínimo para a elaboração de um PGRS está previsto no artigo 21 do PNRS, conforme a seguir:

- a) Um plano de gerenciamento de resíduos deve conter a descrição do empreendimento ou atividade;
- b) O diagnóstico dos resíduos sólidos gerados (origem, volume e caracterização), incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- c) A definição dos responsáveis pelas etapas do gerenciamento e dos procedimentos operacionais;
- d) A identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- e) As ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- f) As metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e à reutilização e reciclagem; entre outros.

Inicialmente, para correto funcionamento de um PGRS, conforme prevê a Lei nº 12.305 e também como foi observado nos trabalhos utilizados como referência para consecução desta pesquisa, faz-se necessário criar um Grupo Gestor dos Resíduos Sólidos do *campus* Darcy Ribeiro. É recomendável estabelecer as competências, responsabilidades e obrigações dos responsáveis pela execução do Plano e que este grupo seja composto por representantes das áreas ambientais e de administração que tenham conhecimento sobre as legislações vigentes, além de servidores que possuam afinidade com a área, uma vez que estarão comprometidos com o desenvolvimento diário das ações do Plano, como capacitação, campanhas e monitoramento constante das atividades previstas. Outra possibilidade é incluir projetos de extensão com esta temática, recrutando assim professores e alunos interessados na área ambiental.

Além disso, é apropriado criar um documento com indicações de proposições e ações a serem tomadas para a implantação do PGRS com prazo de implantação e metas/objetivos que devem ser alcançados, para se ter uma conscientização da comunidade acadêmica sobre os resíduos gerados.

Ainda é necessário desenvolver um plano de contingência, que prevê a mitigação dos riscos para a segurança dos serviços e auxilia na a manutenção do PGRS, no caso de indisponibilidade de funcionalidades de parte do sistema. Tal plano deve descrever as medidas necessárias a serem tomadas em ocasiões de eventualidades, devendo ser efetivas e de fácil e rápida execução. Além disso, devem especificar medidas alternativas para o controle e minimização de danos causados ao meio ambiente e ao patrimônio quando da ocorrência de situações anormais envolvendo quaisquer das etapas do gerenciamento do resíduo.

Por fim, após desenvolvimento do planejamento do PGRS, se faz necessário definir os custos de implementação do mesmo, destrinchando os possíveis gastos de cada ação e, assim, estabelecer o orçamento para implantação desta etapa.

6.3. Papa-reciclável do SLU

Os Papa-recicláveis são contêineres de superfície com capacidade de 2,50 m³ e possui abertura elevada para impedir a remoção por animais e pessoas não autorizadas, como mostrado na figura 15. Funcionam como Locais de Entrega Voluntária e são destinados à coleta de resíduos sólidos urbanos recicláveis: papel, plástico, papelão e metal. Esses equipamentos podem ser utilizados de forma complementar ao serviço de coleta seletiva na modalidade porta a porta ou suplementar, garantindo a expansão da coleta seletiva para localidades onde ela não

alcançava anteriormente. O objetivo dos papa-recicláveis, além de universalizar a coleta seletiva, é sensibilizar e orientar a população para a colaboração com a limpeza urbana e a separação de materiais recicláveis. Todos os equipamentos possuem informações educativas sobre os materiais a serem depositados bem como orientações quanto a esclarecimentos de dúvidas, denúncias ou demais informações. Além disso, o Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU) garante a coleta dos resíduos dos papa-recicláveis três vezes na semana (SLU, 2022).



Figura 15: Papa-reciclável do SLU.

Fonte: SLU, 2022

Dessa forma, os papa-recicláveis são excelentes opções de separação de resíduo sólido para se ter no *campus* Darcy Ribeiro, pois podem coletar vários resíduos que são descartados na Universidade de forma limpa e é um serviço prestado pelo SLU. Além disso, pode haver campanhas de conscientização para que, além da comunidade universitária utilizar o papa-reciclável como descarte de resíduos produzidos na própria universidade, os alunos possam trazer resíduos de suas casas para descartar no papa-reciclável e garantir maior coleta de material reciclável limpo.

O estudo de caracterização de resíduos será base para decidir quais são os pontos mais estratégicos para inserir os papa-recicláveis pela universidade. Em um primeiro momento, o local que faz mais sentido para inserir um papa-reciclável é no prédio com maior movimentação da universidade, o Instituto Central de Ciências – ICC, que é responsável por cerca de 45% do lixo produzido no *campus*. Em seguida, será necessário utilizar o estudo de caracterização para

decidir quantidade de papa-recicláveis e aonde eles podem se localizar para abarcar o maior número de coleta de resíduos recicláveis.

6.4. Papa-lixo do SLU

Já para a coleta de resíduos orgânicos e indiferenciados, pode haver a implantação de contêineres semienterrados, conhecidos como papa-lixo (figura 16). O papa-lixo é um contêiner semienterrado com capacidade para receber até 5m³ de resíduos de forma segura e limpa, minimizando os riscos de proliferação de vetores na região, além de otimizar a logística de coleta através da diminuição do número de viagens e do tempo médio de coleta. Os resíduos dos papa-lixos são recolhidos diariamente, são para grandes geradores (Lei nº 5.610/2016 – estabelecimentos que produzam volume diário de resíduos superior a 120 litros) e os resíduos devem ser acondicionados adequadamente, em sacos plásticos resistentes (Art. 20 da Resolução nº 21/2016).



Figura 16: papa-lixo do SLU

Fonte: SLU, 2022

O SLU recebe solicitações para a instalação de papa-lixos por meio da Ouvidoria, das empresas prestadoras de serviços, dos servidores da autarquia ou de lideranças comunitárias. A Diretoria Técnica realiza visitas técnicas aos locais e analisa a possibilidade de instalação. Dessa forma, é possível solicitar a instalação de papa-lixo no *campus* Darcy Ribeiro, com o estudo de caracterização de resíduos como guia de quantos papa-lixo são necessários e quais são os melhores pontos para inseri-los.

6.5. Ponto de Coleta - Logística Reversa

Pontos de Coleta são locais apropriados para o recebimento de descartes como: eletroeletrônicos, lâmpada, medicamentos, óleo de cozinha, pilhas e baterias, pneus, TV Analógica, chapa de Raio-X e vidro que são recolhidos pelo SLU e levados para o seu reaproveitamento. Os pontos de Coleta podem ser uma ótima opção para se ter na UnB e, dessa forma, incentivar os alunos a levarem os descartes de suas casas para o Ponto de Coleta da UnB. Para isso, é necessário analisar quais descartes fariam mais sentido ter como coleta na Universidade, através da análise do estudo de caracterização e de uma pesquisa com os alunos para entender se eles engajariam com a proposta de separar esses descartes em casa e transportá-los para recolhimento no Ponto de Coleta da UnB, dado que é uma ação que depende da entrega voluntária de descartes da comunidade para trazer bons resultados.

6.6. Redução do uso do papel

Na hierarquia da gestão de resíduos, a redução e a reutilização são superiores à reciclagem. Por isso, a Universidade precisa incentivar todos a reduzir e reutilizar seus resíduos primeiro e, em seguida, tentar desviar qualquer resíduo gerado por meio de reciclagem e compostagem. Dessa forma, a Universidade de Brasília pode promover campanhas para reutilização de envelopes, a reutilização do lado não utilizado do papel para fazer cópias em bruto e a utilização do correio eletrônico como principal meio de comunicação de informações. Essas estratégias podem ser aplicadas de forma imediata, reduzem o consumo e promovem a reutilização.

A Universidade de Cork, como mencionado no tópico 5.1, introduziu uma política de que a impressão em face dupla seja o padrão em todas as impressoras na rede da Universidade, a fim de reduzir a utilização de papel. Como próximo passo, a UnB pode adotar impressoras que imprimem em ambos os lados do papel e tornar isso uma política na Universidade. Esta medida contempla o conceito de sustentabilidade que a Universidade pode adotar, além de promover redução direta dos custos relacionados à compra de papel e insumos para impressoras.

6.7. Separação de papel e papelão

De acordo com Vega, Benítez e Barreto (2008), considerando a grande quantidade de resíduos de papel em edifícios universitários, recomenda-se colocar compartimentos

específicos para separar papel. Nesse caso, a implantação de um tipo de lixeira exclusivo para papel é plenamente viável. Estas lixeiras devem ser colocadas nos escritórios administrativos, principalmente próximo às áreas de fotocópias. Essa ação evita que o descarte de papel seja realizado em qualquer lixeira e que seja afetado pelos resíduos orgânicos.

Para isso, a Universidade de Brasília pode seguir o mesmo procedimento descrito no estudo de Vega, Benítez e Barreto (2008). As seguintes ações foram tomadas:

- a) Diagnóstico e inventário de resíduos sólidos gerados em escritórios administrativos: os dados da caracterização de resíduos sólidos do *campus* Darcy Ribeiro podem ser insumo para essa etapa.
- b) Projeto e/ou busca de lixeiras adequadas para a recuperação de papel limpo. Essas lixeiras devem se adaptar ao local e devem ser colocadas a uma distância razoável do pessoal do escritório.
- c) Seleção do número e localização dessas lixeiras.
- d) Desenho do sistema de coleta adequado.
- e) Desenho da campanha de divulgação da informação.
- f) Desenvolvimento de oficinas de capacitação para o pessoal da limpeza.
- g) Reuniões informativas para o pessoal acadêmico e de escritório que trabalha nestas áreas.

A separação do papel “limpo” deve ser planejada com projetos piloto em alguns locais e, em seguida, incorporar progressivamente todos os demais escritórios e salas do *campus*. É de grande importância que as etapas de campanha de divulgação, oficina de capacitação e reuniões informativas ocorram, dado que o papel é um material que precisa ser bem manuseado para ter boas condições para reciclagem. Como, por exemplo, evitar não ser misturado com outros resíduos para não haver contaminação e também evitar amassar o papel, pois ter suas fibras intactas facilita o processo de reciclagem.

6.8. Padronização das lixeiras para separação correta dos resíduos

A separação correta dos resíduos sólidos é essencial para atingir o objetivo de aumentar o número de material apto para reciclagem. A partir da caracterização dos resíduos sólidos, é possível dimensionar a quantidade de resíduo e o tipo gerado na instituição. Porém, sem esse dado, foi levado em consideração a caracterização de resíduos de outras universidades, que registraram que o material orgânico costuma ocupar uma parcela considerável na geração de

resíduos do *campus*. Dessa forma, sugere-se que a separação deste seja feita em: orgânicos, recicláveis e não recicláveis.

Tendo em mente que a UnB já possui algumas lixeiras separadas da forma sugerida, será necessário padronizar todos os coletores nas cores: marrom para orgânicos; cinza, para resíduo geral e não reciclável; verde para recicláveis. Essas cores seguem a padronização segundo estabelece a Resolução CONAMA 275/2001, exceto a cor verde, designada para resíduos recicláveis. Como para este grupo não existe uma cor padrão, sugeriu-se o verde por ser utilizado dessa forma na instituição. Ainda, é essencial garantir que os todos coletores sejam identificados por escrito com o tipo de resíduo que receberão e, se possível, que seja fixado um cartaz em cada conjunto de lixeiras com instruções concisas sobre os tipos de resíduos apropriados para cada uma, com o objetivo de auxiliar o indivíduo na tomada de decisão sobre em qual lixeira irá depositar seu resíduo.

Além disso, não há a necessidade de implementar uma separação mais complexa (ex: metal, papel, plástico, entre outros) na universidade, caso seja considerado o cenário de que haverá a implantação dos papa-recicláveis e papa-lixo para a coleta destes resíduos, já que ambas as ações abrangem a separação e coleta de papel, plástico, papelão, metal, isopor e vidro, materiais que costumam ser gerados na instituição.

Outra iniciativa que pode ser analisada como possibilidade de aplicação é baseada em um programa na UCC, onde fizeram a implantação de um sistema “sem lixeira” na biblioteca, removendo todas as pequenas lixeiras dos andares, tanto nas áreas de alunos quanto de funcionários, trocando por dois grandes centros de reciclagem, que foram implantados no térreo. Ao fazer isso, a UCC acredita que até 10.000 sacolas plásticas serão desviadas do aterro a cada ano. Dessa forma, essa é uma alternativa que a UnB pode utilizar como um programa da biblioteca (BCE) da instituição “sem lixeira”, implementando um papa-reciclável logo na entrada do edifício e retirando pequenas lixeiras da biblioteca, para reduzir o número de sacolas plásticas. Importante ressaltar que o êxito desse programa depende de campanhas de conscientização e orientação para a comunidade que faz uso da BCE.

6.9. Implementação de contêineres de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) identificados

O processo de armazenamento dos resíduos sólidos é outra parte essencial para garantir o sucesso da GRS. Considerando o cenário encontrado nos contêineres na UnB, abordado no tópico 4.2.3 deste trabalho, é necessário que ocorra uma implementação de contêineres de

PEAD no *campus*, para garantir um bom uso e funcionamento. Os contêineres danificados, em dias de chuva, acumulam água em seu interior, transformando resíduos recicláveis, em não recicláveis, devido ao contato com a água. Além disso, os contêineres precisam ser corretamente identificados com cores e o tipo de resíduo que receberão, seguindo o mesmo padrão das lixeiras: cor marrom, para orgânicos; cor cinza, para resíduo geral não reciclável; cor verde para recicláveis.

Tão importante quanto segregar, é não haver a mistura desses resíduos nas demais etapas do gerenciamento. Para isso, deverá ocorrer um processo criterioso de capacitação da equipe responsável pela limpeza e também disponibilização de infraestrutura adequada para que o processo seja executado de maneira bem sucedida. Isso inclui garantir que as sacolas das lixeiras sigam as cores sugeridas, para que o responsável pela limpeza saiba identificar em qual contêiner armazenar as sacolas que foram retiradas das lixeiras.

Além disso, é recomendado que haja a troca dos contêineres de metal pelos contêineres de PEAD. Os contêineres de PEAD são resistentes ao impacto e à tração, possuem proteção contra raios ultravioleta e contêm aditivo antioxidante, o que lhe garante níveis de proteção classe 8 – UV 8, em conformidade com a norma EN840. Esses contêineres precisam possuir 4 rodízios giratórios, sendo 2 com freios, arfos em aço com tratamento anticorrosivo, munhão para basculamento lateral em caminhões de coleta urbana, reforço em chapa de aço e dreno com tampa rosqueável para escoamento de líquidos (figura 17). Comparados aos contêineres de metal, esses contêineres não sofrem oxidação, são mais resistentes e produzem menos ruído ao serem utilizados.



Figura 17: contêiner de PEAD

Como próximo passo, recomenda-se a construção de um abrigo de resíduos comuns, para acondicionar vários tipos de resíduos desde que sejam separados e identificados, com local de fácil acesso à coleta externa, coberto, com piso e paredes revestidos de material liso, impermeável, lavável e de fácil higienização; porta com abertura para fora, tela de proteção contra roedores e vetores e de largura compatível com os recipientes de coleta externa; pontos de iluminação e de água, tomada elétrica, canaletas de escoamento de águas servidas direcionadas para a rede de esgoto e ralo sifonado com tampa que permita a sua vedação e caixas separadoras de acordo com as normas designadas pela ABNT e pela ANVISA, como mostrado na figura 18.



Figura 18: Abrigo para armazenamento dos resíduos comuns.

Fonte: http://www.resol.com.br/cartilha11/gerenciamento_etapas.php

6.10. Substituição de descartáveis

A Universidade de Nottingham possui um programa voltado exclusivamente para plásticos de uso único, em que há incentivo do uso de garrafas e copos de água reutilizáveis em vez de opções descartáveis, como descrito no tópico 5.3. Para isso, o programa criou algumas iniciativas como introduzir uma taxa de 20 centavos em copos descartáveis e desconto de 20 centavos para as pessoas que levam seu próprio copo reutilizável nos restaurantes da universidade, substituição de canudos de plástico por papel nestes locais, distribuição de garrafas reutilizáveis para os alunos.

Dessa forma, pode haver incentivo da substituição de descartáveis pela UnB de duas formas: (1) distribuição de garrafas reutilizáveis no kit de boas-vindas que o aluno recebe quando ingressa na faculdade e (2) fornecer canecas para todos os servidores da instituição, em

substituição aos copos descartáveis para consumo de café/chá. Estas ações envolveriam aquisição de canecas e xícaras para distribuição a todos os servidores da UnB, em contrapartida reduziria a compra de copos descartáveis, disponibilizando apenas uma quantidade mínima para alguns setores, para atender exceções como, por exemplo, aos visitantes.

A ideia de taxar consumo de copo descartável e fornecer desconto para pessoas que levam o próprio copo nas lanchonetes da Universidade seria viável caso a Universidade fosse proprietária dessas lanchonetes, podendo converter o que é taxado em um fundo para investir em projetos de sustentabilidade da Universidade. Como esse não é o cenário da UnB, não é possível aplicar essa iniciativa. Porém, deve haver campanhas de conscientização para que as garrafas de água compradas nas lanchonetes devam ser descartadas nas lixeiras de lixo seco reciclável da Universidade.

6.11. Educação Ambiental

Após todas as ações descritas acima, o principal desafio será a consolidação de uma postura socioambiental entre a comunidade acadêmica da Instituição. A educação ambiental é necessária para que a comunidade universitária (alunos, docentes e técnico-administrativos) assumam a corresponsabilidade diante do resíduo gerado, para que eles entendam que são responsáveis pelo processo, desde a geração de seu resíduo, até a disposição final. Todo o processo de educação ambiental deverá conscientizar a comunidade acadêmica para a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada dos resíduos sólidos gerados na Instituição, seguindo assim, a ordem hierárquica prevista na Lei ° 12.305. Nesse caso, propõe-se 5 atividades de educação ambiental:

a) Informações para a comunidade universitária

Informações pelo *campus* em forma de cartazes nos edifícios auxilia a comunidade na tomada de decisão sobre em qual lixeira irá depositar o seu lixo ou como tratar e descartar o resíduo gerado. Esses cartazes precisam abordar sobre as novas ações que estão sendo adotadas na universidade para o bom gerenciamento de resíduos, como a implantação de papas recicláveis, de pontos de coleta (logística reversa), de separação de papel/papelão e instruções detalhadas sobre os tipos de resíduos apropriados para cada lixeira identificada pelo *campus*.

Além disso, é importante passar também mensagens informando os resultados da coleta seletiva no *campus*, para ressaltar o quão significativo é realizar uma GRS adequada na

universidade. O objetivo é que a comunidade entenda a relevância de suas ações e se sinta estimulada a dar continuidade a elas.

Por fim, levando em consideração a estratégia de disseminar informação adotada pela UABC, é recomendado também que essas mensagens sejam transmitidas de forma virtual, como um envio de e-mail para todos da universidade ou *banners* de informação ao ingressar no sistema eletrônico da universidade.

b) Guia de descarte de resíduos

Na UCC, é oferecido para os alunos uma “Lista de Reciclagem”, que fornece orientações claras sobre quais plásticos podem e não podem ser reciclados. De acordo com a lista, alguns tipos de plástico não devem ser colocados na lixeira, destacando ainda mais a necessidade de reduzir a quantidade desses resíduos na fonte. Já na Universidade de Nottingham, há também um programa de orientação chamado “Guia A-Z de Resíduos”, que orienta como descartar com responsabilidade todos os tipos de itens, tais como resíduos comuns, baterias e aparelhos elétricos.

Utilizando as ações dessas duas universidades como exemplo, a UnB pode desenvolver um guia que orienta a comunidade como pode ser feita a separação, armazenamento e descarte de todos os tipos de resíduos, incluindo um mapa de onde é possível descartar cada resíduo no *campus* ou até mesmo em locais próximos. Essa ação traz ensinamento para a comunidade sobre qual a melhor forma de tratar esses resíduos, garantindo que as pessoas passem a ter consciência de como fazer isso e aplicar no dia a dia, além de poder influenciar outros ao redor, explicando o que aprendeu com esse guia.

c) Orientação para docentes e técnico-administrativos

Para garantir o sucesso na implantação de um PGRS, a sensibilização e o treinamento dos servidores são etapas fundamentais. O processo educativo promove a conscientização dessas pessoas quanto à problemática dos resíduos sólidos, o que possibilita que elas realizem suas atividades de maneira a contribuir no bom gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, na busca de minimização dos impactos ambientais. Para garantir o engajamento, o processo de treinamento precisa ser sempre reestruturado e modificado com o intuito de manter a motivação dos servidores.

d) Capacitação para terceirizados da limpeza

Para garantir que as lixeiras estão seguindo o padrão de cores estabelecido e que o armazenamento dos sacos de lixo esteja alinhado com a identificação dos contêineres para armazenamento correto, é necessário garantir a capacitação do pessoal terceirizado da limpeza. A capacitação adequada é a capacitação em serviço, que consiste em dar o treinamento para o pessoal enquanto a atividade é executada, mostrando na prática como os processos de acondicionamento e armazenamento devem ser feitos.

e) Currículo conectado com sustentabilidade

A Estratégia Acadêmica da UCC (2018) compromete a universidade a desenvolver um “Currículo Conectado” com a sustentabilidade, destacando a necessidade de os currículos de Ensino Superior a se reorientarem para os ODS. Essa reorientação envolve não apenas ensinar fatos sobre sustentabilidade, mas desenvolver a mentalidade necessária para criar soluções inovadoras para desafios globais na área ambiental.

Dessa forma, a UnB pode adotar como ação a inclusão de matérias que abordam temas de sustentabilidade em formato optativo ou até obrigatório, dado que o mundo está precisando cada vez mais que os indivíduos tenham consciência e conhecimento sobre o tema e que passem a ter hábitos e valores baseados na proteção ambiental, conservação da vida e desenvolvimento sustentável. Além disso, durante as aulas, todos professores também podem estimular os alunos a criarem novas práticas de separação dos resíduos, através de uma cartilha de orientações que podem ser dadas e lembradas aos alunos todo ano.

6.12. Monitoramento e revisão do PGRS

O monitoramento e revisão do PGRS são componentes essenciais a serem realizados pelos responsáveis pelo gerenciamento de resíduos sólidos na Instituição e requer um nível elevado de comprometimento dos envolvidos. A partir destas ações, é possível identificar os procedimentos exitosos, as melhorias a serem implementadas, bem como os pontos críticos que necessitam ser corrigidos, além de possibilitar o planejamento de planos de ação futuros (MMA, 2009).

Assim, o monitoramento da geração de resíduos deve ser contínuo, cíclico e sistematizado. Para isso, são ações essenciais a um monitoramento e avaliação eficientes (MMA, 2009):

- a) Realização de reuniões periódicas com o objetivo de classificar os objetivos traçados e as ações implantadas no Plano de Trabalho;

- b) Identificação e correção das falhas apresentadas;
- c) Avaliação e reforço dos procedimentos exitosos;
- d) E identificação das ações de controle.

Nesta etapa se faz importante a elaboração de indicadores. “Um número limitado de indicadores e de fontes de verificação pode substituir uma infinidade de dados e de estatísticas acumuladas nos projetos e, ao mesmo tempo, aumentar a qualidade do acompanhamento” (UFPA, 2008).

É recomendável que todo processo de monitoramento seja registrado em documentos e planilhas e que estes sejam arquivados de maneira segura. O objetivo é compor um banco de dados, capaz de disponibilizar informações importantes ao longo do tempo e não as restringir a um número limitado de funcionários (UEL, 2010).

Recomenda-se também que as atividades do plano sejam avaliadas e revistas anualmente, podendo esta periodicidade ser revisada de acordo com a realidade da situação, sendo importante também a realização de avaliações periódicas que garantam o correto funcionamento das ações. Nesta etapa, pode haver a revisão do plano de contingência, avaliando a sua efetividade nas ações e acrescentando novas iniciativas de acordo com alguma nova situação ocorrida.

Por fim, sugere-se que a equipe alocada para o acompanhamento do PGRS realize reuniões para tratar sobre a efetividade do programa, buscando informações sobre: se os coletores estão com a devida identificação; se a separação dos resíduos está sendo feita corretamente pela comunidade; se o recolhimento dos resíduos está sendo feito corretamente; se comunidade acadêmica está respondendo ao programa e colaborando por um *campus* mais sustentável; se os coletores estão passando por manutenção adequada; e planejar a realização de mais ações de conscientização no *campus*.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possui o objetivo de propor um plano de melhoria da Gestão dos Resíduos Sólidos Classe II do *campus* Darcy Ribeiro da faculdade Universidade de Brasília, DF. Para isso, estabeleceram-se objetivos específicos: (1) avaliar a Gestão de Resíduos Sólidos no *campus* Darcy Ribeiro na Universidade de Brasília; (2) entender e avaliar o funcionamento da estrutura operacional para gerenciamento dos resíduos sólidos, Classe II, no *campus*; (3) fazer um levantamento de como é feita a Gestão de Resíduos Sólidos, Classe II, em outras

universidades; (4) sugerir ações para melhoria da Gestão de Resíduos Sólidos, Classe II, da Universidade estudada.

Além disso, o estudo conseguiu estar alinhado com os ODS 11, 12 e 14 e suas respectivas metas, a partir da elaboração das propostas de melhoria. As metas relacionadas foram 11.6: até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros; 12.6: incentivar as empresas, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios; 12.8: até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização sobre o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza; e, por fim, 14.1: até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes.

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou uma avaliação da atual forma de gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes das atividades desenvolvidas no campus Darcy Ribeiro, em que evidenciou-se que a GRS no *campus* já vem sendo cumprido de forma mais próxima ao que é recomendado pela Lei nº 12.305/10, considerando que a coleta seletiva no *campus* tem sido realizada por meio da separação dos resíduos em recipientes identificados para “orgânicos”, “seco reciclável” e “indiferenciados”. Entretanto, notou-se que o *campus* necessita cumprir algumas medidas, pois existem irregularidades no gerenciamento de resíduos que carecem ser corrigidas e adequadas às legislações vigentes.

Para o desenvolvimento do plano de melhoria da GRS da instituição, buscou-se referências de outras universidades e instituições, para compreender possibilidades de iniciativas nesse tema, como foram aplicadas, qual era o contexto do estudo de caso analisado e quais foram os resultados e lições aprendidas. Dessa forma, o plano de melhoria foi elaborado com base em estudos de caso, com o objetivo de ser o mais realista e aplicável possível para a UnB.

A partir disso, elaborou-se a proposição de um Plano de Melhoria de Gestão de Resíduos Sólidos do *campus* Darcy Ribeiro, com 11 iniciativas detalhadas neste presente trabalho. O destaque dentre essas ações está na caracterização dos resíduos da universidade e na criação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do *campus* Darcy Ribeiro, visto que são elas que irão servir de base e guia para que as outras iniciativas tenham êxito. Com a implantação de um PGRS, vale destacar os benefícios que o campus Darcy Ribeiro irá obter, adequando-o com as

exigências vigentes e auxiliando na minimização da geração de resíduos e impactos ao meio ambiente.

Considera-se que foi possível ter atingido os objetivos propostos no início do trabalho de analisar a atual situação da universidade e desenvolver proposta de melhoria para a gestão dos resíduos sólidos classe II, com sugestões viáveis e realistas, que variam da fácil aplicação às mais complexas. Vale ressaltar que ações relacionadas à melhoria de separação de resíduos na fonte e ao acompanhamento conforme a legislação vigente deverão ser intensificadas nos próximos anos para continuidade da coleta seletiva e atingimento do objetivo de um *campus* sustentável.

Dessa forma, com a implementação das iniciativas sugeridas neste trabalho, o *campus* Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília pode tornar-se exemplo para outros *campi* ao redor do mundo com problemas parecidos, que podem aprender com ele e avançar em linhas semelhantes.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde**. 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf>. Acesso em: 25 março 2022

ARAUJO, Camylla Portela de. **As Ações de Educação Ambiental e Comunicação na Implementação da Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos na Universidade de Brasília**. Orientadora: Vera Margarida Lessa Catalão. 2011. 177 f. TCC (Pós-Graduação) - Curso de Educação, Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/10885>. Acesso em: 26 mar. 2022.

ARAÚJO, F. O. de.; ALTRO, J. L. S. **Análise das práticas de gestão de resíduos sólidos na Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense em observância ao Decreto 5.940/2006 e à lei 12.305/2010**. *Sistemas e Gestão*, Rio de Janeiro, vol. 9, n. 3, p. 310-326, 2014. Disponível em: <<http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/V9N3A8>>. Acesso em: 27 mar. 2022.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). **NBR 10004**. Resíduos sólidos. Classificação. Ed. ABNT, São Paulo, SP.

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

CARETO, H.; VENDEIRINHO, R. **Sistemas de Gestão Ambiental em Universidades: Caso do Instituto Superior Técnico de Portugal**. Relatório Final de Curso, 2003.

CARUSO, C., COLORNI, A., PARUCCINI, M., 1993. **The regional urban solid waste management system: A modelling approach**. *European Journal of Operational Research* 70, 16–30.

CASTILHOS J. R; BORGES A. de *et al.* **Resíduos sólidos urbanos: Aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

CENTRO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO. **CDT promove responsabilidade socioambiental.** Universidade de Brasília, 2011. Disponível em: <http://ns1.cdt.unb.br/noticias/index/detalhanoticia/filtro/535/?menu=n>. Acesso em: 2 abril 2022.

CEPLAN/UNB; campus Universitário Darcy Ribeiro, 2021

CHEN, Z., Li, H., Wong, C.T.C., 2005. **Environal planning: analytic network process model for environmentally conscious construction planning.** *Journal of Construction Engineering and Management.* 131 (1), 92–101.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2016/11/Pdad-Plano-Piloto-2016.pdf>> Acesso em 22 de outubro de 2021.

CONCEIÇÃO, P. H. Z. da; CAMPANI, A. R. **Diagnóstico do acondicionamento externo dos resíduos sólidos urbanos gerados na UnB.** 2019.

CONTO, S. M. de. **Gestão de Resíduos em Universidades.** Educus: RS: Caxias do Sul. 2010.

COSTI, P. *et al.* **An environmentally sustainable decision model for urban solid.** In: **waste management Waste Management.** 24 (2004) 277–295. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15016417/>>. Acesso em: 25 março 2022.

CRUZ, José Augusto dos Reis (2008). **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da Universidade Federal de Goiás.** Goiânia, 2008, p. 121, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás.

DECRETO nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm

DISTRITO FEDERAL. **Decreto nº 38.021, de 21 de Fevereiro de 2017.** Altera os artigos 26, 42 e 43 do Decreto no. 37.568/2016 e os artigos 3o, 10 e 13 do Decreto no. 35.816/2014 e dá outras providências.

DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 5.610, de 16 de Fevereiro de 2016.** Dispõe sobre a responsabilidade dos grandes geradores de resíduos sólidos e dá outras providências.

DPO UnB. **Anuário Estatístico 1999.** Disponível em: <http://dpo.unb.br/images/phocadownload/unbemnumeros/anuarioestatistico/Anuario_99_1.pdf> Acesso em: 27 mar. 2022

DPO UnB. **Anuário Estatístico 2020.** Disponível em: [http://dpo.unb.br/images/phocadownload/unbemnumeros/anuarioestatistico/ANURIO ESTATSTICO 2020.pdf](http://dpo.unb.br/images/phocadownload/unbemnumeros/anuarioestatistico/ANURIO_ESTATSTICO_2020.pdf) > Acesso em: 27 mar. 2022

DURÃES, P.H.V. **Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados no campus da faculdade UnB de Planaltina/DF.** 49 f. Planaltina: Universidade de Brasília, 2016.

ESPINOSA R. M. *et al.* **Integral urban solid waste management program in a Mexican university.** In: Revista: ELSEVIER. 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X08001463>>. Acesso em: 18 abril 2022.

FINNVEDEN, G. **Methodological aspects of life cycle assessment of integrated solid waste management systems.** In: Resources, Conservation and Recycling 26 (1999) 173–187.

GALLARDO A. *et al.* **The determination of waste generation and composition as an essential tool to improve the waste management plan of a university.** 2016 Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16301763>>. Acesso em: 18 abril 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4a ed. São Paulo: Atlas, 2002. 159 p.

HAMALAINEN, R.P., Seppalainen, T.O., 1986. **The analytic network process in energy policy planning.** Socio-Economic Planning Science 20 (6), 399–405.

IGNÁCIO, Élcio Antônio. **Caracterização da legislação ambiental brasileira voltada para a utilização de fluidos de corte na indústria metal-mecânica.** Florianópolis: UFSC, 1998

Instituto Brasileiro de Administração Municipal. IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** José Henrique Penido Monteiro ...[*et al.*]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em 13 março 2022.

JHARKARIA, S., Shankar, R., 2007. **Selection of logistics service provides: an analytic network process (ANP) approach.** Omega 35 (3), 274–289.

KHAN, S.; FAISAL, M. N. An analytic network process model for municipal solid waste disposal options. In: **Waste Management 28 (2008).** Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17851062/>>. Acesso em 21 março 2022.

MATOS, A.T. *et al.* **A. Viabilidade do aproveitamento agrícola de percolados de resíduos sólidos urbanos.** In: Rev. bras. eng. agríc. ambiental. Ago 2008, vol.12, no.4, p.435-440.

MATTEI, G. E.; VARELLA, P. A. **Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados.** In: Eng. Sanit. Ambiental. Set 2007, vol.12, no.3, p.247-251.

MEADE, L., Sarkis, J., 1998. **Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytic network process.** Transportation Research Part E 34 (3), 201–215.

MEADE, L.M., Sarkis, J., 1999. **Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes.** International Journal of Production Research 37 (2), 241–261.

MESQUITA Jr, J M de. **Gestão integrada de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2007

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda ambiental na administração pública.** Cartilha. Brasília, 2009. 96 p.

MONTAGNA, A. *et al.* **Curso de Capacitação/Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: planejamento e gestão.** Florianópolis: AEQUO, 2012.

NOGUEIRA. L. A. S. *et al.* **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na UNESP Sorocaba.** In: 8o Congresso de extensão universitária da UNESP: Diálogos da Extensão: do saber acadêmico à prática social. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/142765/ISSN2176-9761-2015-01-05-nogueira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 abril 2022.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G; A; BENDASSOLLI, J. A. **Establishment of Laboratory waste Management Programs in Universities: critical review and recommendations.** Revista Eng. sanit. ambient., vol. 11, n. 2, abril – junho, p. 118-124, 2006.

OLIVEIRA, D. de. **Programas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Uma Análise Econômica e Financeira.** Minuta da dissertação não defendida para a obtenção do título de Mestre em gestão Econômica do Meio Ambiente - Núcleo de Estudos e de Políticas de Desenvolvimento Agrícola e Meio Ambiente - NEPAMA da Universidade de Brasília. Brasília, 2000.

PORTAL UNB. Disponível em: <<https://www.unb.br/>> Acesso em 22 de outubro de 2021.

RECESA; GOMES, L. P.; CASTILHOS JR, A. B. **Curso de Capacitação em Saneamento Ambiental: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos**. Florianópolis, SC, UFSC: 2007.

ReciclaUnB 2011. Disponível em: https://www.noticias.unb.br/images/Noticias/2015/Documentos/20150316_CartilhaColetaSeletivaSolidaria.pdf. Acesso em: 05 abril 2022

Relatório Anual de Sustentabilidade UCC 2020. Disponível em: <https://www.ucc.ie/en/media/support/greencampus/pdfs/gcwebsitepdfs/UCC-Annual-Sustainability-Report-19-20.pdf> Acesso em: 05 abril 2022

SAITO, C. H. (Coord.). **Sou UnB Jogo Limpo: Investigação-ação como Fundamento de uma Prática de Educação Ambiental e Gestão de Resíduos Sólidos que Integra Trabalho, Ensino, Pesquisa e Extensão**. Ambiente e Educação. Rio Grande: Editora da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, vol. 5/6, p. 9-18, 2000/2001.

SARKIS, J., 1998. **Theory and methodology evaluating environmentally conscious business practices**. European Journal of Operational Research 107, 159–174.

Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal SLU. Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/carta-de-servicos/>. Acesso em: 15 abril 2022.

SILVA, Jose Rodrigo. **PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DO ESTADO DE GOIÁS**, Goiânia/GO: 2012. 7p

SILVA, N. C. S. **Sou UnB Jogo Limpo - Programa de Coleta Seletiva de Lixo: caracterização do lixo doméstico do Campus da Universidade de Brasília**. In: 52a, 2011.

SILVA, P. S.; ALMEIDA, M. V. **Módulo Didático: Lixo, saúde e ambiente**. Educação Ambiental Centro de Referência Virtual do Professor - SEE-MG / 47 agosto 2010

SMITH, D.G., BAETZ, B.W., 1991. **A comprehensive costing methodology for the assessment of solid waste management alternatives**. Journal of Resource Management and Technology 19 (4), 140–147.

SMYTH, D.P.; FREDEEN, A.L.; BOOTH, A.L. **Reducing solid waste in higher education: The first step towards “greening” a university campus**. Resour. Conserv. Recycl. 2010.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: modelo para implantação em Campus universitário**. Revista Gestão e Produção, vol. 13, n. 3, p. 503-515, setembro – dezembro, 2006.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB). DECANATO DE EXTENSÃO. **Relatório do Seminário Agenda 21 na UnB**. Brasília: DEX, 1999.

Universidade de Nottingham; **Sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.nottingham.ac.uk/sustainability/waste/waste.aspx>. Acesso em: 10 abril 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. UEL, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/proplan/Plano_residuos_%20final.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Plano Geral de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da UFPA**. Belém: UFPA, 2008. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/prefeitura/relatorios/PGRSS.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2022

UNIVERSITY COLLEGE CORK; **Reciclagem e Gestão de Resíduos**. Disponível em: <https://www.ucc.ie/en/greencampus/practice/recycling-and-waste-management/> Acesso em: 05 abril 2022

VEGA, C. A. de.; BENITÉZ, S. O.; BARRETO, M. E. R. **Solid waste characterization and recycling potential for a university campus**. In: Waste Management. Volume 28, Supplement 1, 2008, Pages S21–S26.

VEGA, C. A. et tal. **Solid Waste Management in a Mexican University Using a CommunityBased Social Marketing Approach**. In: The Open Waste Management Journal. 2010, 3, 146-154. Disponível em: <<https://benthamopen.com/contents/pdf/TOWMJ/TOWMJ-3-146.pdf>>. Acesso em: 17 abril 2022.

YIN, R. K. (2005). **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre, RS: Bookman

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos**. In: CASTILHOS Jr., A. B. (Coord.). Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003. p. 1-16

ZURBRUGG, C.; TILLEY, E. **A system perspective in sanitation – Human waste from cradle to grave and reincarnation**. In: Elsevier B.V. SFIAS/DWSD: 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916409006134>>. Acesso em: 25 mar. 2022.