



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RALINY MOTA DE SOUZA FARIAS

**ANÁLISE DE ROTAS TECNOLÓGICAS PARA GESTÃO EFICIENTE DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: Caso do Distrito Federal**

Recife

2018

RALINY MOTA DE SOUZA FARIAS

**ANÁLISE DE ROTAS TECNOLÓGICAS PARA GESTÃO EFICIENTE DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: Caso do Distrito Federal**

Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito para obtenção do título de Doutor (a) em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Geotecnia

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Thomé Jucá

Recife

2018

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Valdicéia Alves, CRB-4 1260

F224a Farias, Raliny Mota de Souza.
Análise de rotas tecnológicas para gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos: caso Distrito Federal / Raliny Mota de Souza Farias. - 2018.
205 folhas, Il. e Tabs.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Thomé Jucá.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil, 2018.

Inclui Referências e Anexos.

1. Engenharia Civil. 2. Gestão de resíduos sólidos. 3. Rotas tecnológicas de tratamentos de resíduos. 4. Sustentabilidade. 5. Distrito Federal. I. Jucá, José Fernando Thomé. (Orientador). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2019-070

RALINY MOTA DE SOUZA FARIAS

**ANÁLISE DE ROTAS TECNOLÓGICAS PARA GESTÃO EFICIENTE DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: CASO DO DISTRITO FEDERAL**

Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito para obtenção do título de Doutor (a) em Engenharia Civil.

defendida por

Raliny Mota de Souza Farias

Considera a candidata APROVADA

Recife, 28 de fevereiro de 2018

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Fernando Thomé Jucá – UFPE
(orientador)

Prof. Dr. Geraldo Antônio Reichert – UCS
(examinador externo)

Prof. Dr. Paulo Celso dos Reis Gomes – UnB
(examinador externo)

Prof. Dr. Maurício Alves da Mota Sobrinho – UFPE
(examinador interno)

Prof. Dr. Arnaldo Manoel Pereira Carneiro – UFPE
(examinador interno)

*Dedico este trabalho à minha mãe, Joselma
Mota, por ser a maior incentivadora dos meus
estudos e minha fortaleza em todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai de misericórdia, pelo dom da vida, pelas graças alcançadas, pelos livramentos ocorridos e principalmente por me manter forte física e mentalmente para suportar as adversidades do dia a dia e da pesquisa.

À minha família, Joselma Mota, Ramon Mota, Iago Leite, Isabella Leite e José Renildes de Farias, por apoiarem minhas decisões, entenderem a distância e aturarem os lamentos de cansaço, perdendo as ausências, sempre que priorizei os horários de estudo e trabalho.

Ao meu orientador, José Fernando T. Jucá, pelos conhecimentos transmitidos e pela confiança para execução desses estudos, contribuindo diretamente com o desenvolvimento da tese.

Às parceiras de trabalho, Ericka Patrícia e Ana Sofia, pela colaboração efetiva em todas as fases do estudo, tornando possível o avanço da pesquisa e a realização deste doutorado. Sem vocês eu não teria conseguido!

Ao SLU, Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal, pela transparência e disponibilidade de seus gestores e funcionários no fornecimento dos dados e informações utilizadas neste estudo de caso.

Ao CNPq, por financiar minha bolsa, sem a qual seria impossível dar continuidade aos meus estudos e me manter em Recife-PE.

Aos integrantes e amigos do Grupo de Resíduos Sólidos-GRS, que além de proporcionarem um excelente local de trabalho, ajudaram a pesquisa sempre que solicitados. Em especial as amigas Talita Lucena, Laís Galdino, Ericka Patrícia e Daniela Santos com quem pude contar tanto no âmbito profissional e acadêmico, como no pessoal. Assim como, os amigos Sávio e Derovil.

Ao meu companheiro Fernando C. Mellia pelo apoio, compreensão e paciência em todos os momentos.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento e conclusão do meu doutorado, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A geração de resíduos cresce de forma acentuada, acompanhando o aumento populacional e o desenvolvimento industrial, fatores esses, que estão diretamente associados aos elevados índices de poder aquisitivo e consumo. Porém, nem sempre, no Brasil, são adotadas medidas adequadas de gestão dos resíduos sólidos, o que gera desperdícios e contribui para a manutenção das desigualdades sociais, além do agravamento da degradação ambiental. Desenvolver estudos de rotas tecnológicas desde a geração dos resíduos até seu destino final, tomando como princípio o conceito da sustentabilidade, com bases em critérios econômicos, sociais e ambientais, pode se tornar ferramenta importante na otimização da gestão, visando o maior aproveitamento dos materiais descartados e de possíveis tecnologias de tratamento, com ou sem valorização energética. Diante deste contexto, o presente trabalho tem o objetivo de analisar rotas tecnológicas no Distrito Federal-DF, para subsidiar uma gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos na região, considerando seus fatores econômicos, ambientais e sociais. A metodologia consistiu em uma pesquisa bibliográfica de natureza descritiva e exploratória, por meio de levantamento de dados em documentos oficiais e fornecidos pelos órgãos gestores, dos serviços de limpeza urbana das regiões administrativas do Distrito Federal. Contou ainda com atividades que envolveram realização de ensaios gravimétricos, coleta de base de dados censitários, geoprocessamento dos dados e análise de infraestruturas. Como resultado obteve-se um diagnóstico da gestão de resíduos da região em estudo, que fundamentou a obtenção de rotas tecnológicas a partir da análise das quantidades coletadas de resíduos (manejo e logística), composição gravimétrica, infraestruturas, roteiros de coletas e valorização potencial dos resíduos, pela reciclagem, reutilização ou aproveitamento energético. A análise das rotas tecnológicas com base nos custos, indicaram que a presença de tratamento atende as premissas sustentáveis, mas, encarece o valor da rota. A emissão de Gases do Efeito Estufa - GEE demonstraram redução significativa com a prática adequada dos tratamentos de resíduos, e por fim, a avaliação das rotas sobre a perspectiva da geração de emprego indicou aumento se considerada ampliação e melhoria nos processos de tratamento, mas não garante inserção total dos trabalhadores informais. O diagnóstico e as rotas tecnológicas obtidas, constituíram instrumentos significativos de apoio à gestão institucional, por fornecerem contribuições para o aumento da eficiência dos serviços, a partir do conceito de rotas tecnológicas sustentáveis, sugerindo alternativas para a destinação final adequada dos resíduos sólidos do DF.

Palavras Chaves: Gestão de resíduos sólidos. Rotas tecnológicas de tratamento de resíduos. Sustentabilidade. Distrito Federal.

ABSTRACT

The generation of waste grows in a marked way, accompanying the increase in population and industrial development, which are directly associated with the high indices of purchasing power and consumption. However, adequate solid waste management measures are not always adopted in Brazil, which generates waste and contributes to the maintenance of social inequalities, as well as the worsening of environmental degradation. Developing studies of technological routes from the generation of waste to its destination, taking as a principle the concept of sustainability, based on economic, social and environmental criteria, can become an important tool in the optimization of management, aiming at the greater use of discarded materials and of possible treatment technologies, with or without energy recovery. Given this context, the present work has the objective of analyzing technological routes of the Federal District, to subsidize an efficient management of urban solid waste in the region, considering its economic, environmental and social factors. The methodology consisted of a descriptive and exploratory bibliographic research, through data collection in official documents and provided by the management agencies, of the urban cleaning services of the administrative regions of the Federal District - DF, counting on activities that involved conducting tests gravimetric data collection, census database collection, geoprocessing of data and infrastructure analysis. As a result, a diagnosis of the waste management of the region under study was obtained, based on the analysis of the collected quantities of waste (management and logistics), gravimetric composition, infrastructures, collection routes and potential valorization of waste, by recycling, reusing or using energy. The analysis of the technological routes based on the costs, indicating that the presence of treatment attends as sustainable premises, but it increases the value of the route. The emission of GHG has shown a significant reduction with an adequate practice of waste treatment, and finally, an evaluation of the routes on a job creation perspective, increase the evaluation and improvement of the treatment processes, but does not guarantee, total insertion of workers informal. The diagnosis of the technological routes obtained, were important instruments of support to the institutional management, for providing contributions to increase the efficiency of the services, based on the concept of sustainable technological routes, suggesting alternatives for the destination of the DF solid waste.

Keywords: Waste management. Technological routes of waste treatment. Sustainability. Federal District.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Uma comparação global da geração de resíduos	28
Figura 2 –	Hierarquia de tratamento dos resíduos proposto pela EPA nos Estados Unidos	30
Figura 3 –	Mapa da abrangência das atividades de manejo dos resíduos sólidos no Brasil - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008	33
Figura 4 –	Disposição Final dos RSU Coletados no Brasil	34
Figura 5 –	Disposição Final de RSU no Centro Oeste (t/dia)	36
Figura 6 –	Catadores disputando o espaço do lixão para separação de seu material	37
Figura 7 –	Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos no Brasil .	40
Figura 8 –	Relação entre a sucata recuperada e o consumo interno de alumínio do Brasil e de países selecionados (2013)	42
Figura 9 –	Emissões de GEE no Brasil em 2014 (Mt CO ₂ e)	44
Figura 10 –	Impacto das emissões de CO ₂ por atividade de tratamento de resíduos	46
Figura 11 –	Os recipientes adequados para acondicionar os resíduos domiciliar	47
Figura 12 –	Iniciativas de coleta seletiva nos municípios em 2016 – Regiões e Brasil	51
Figura 13 –	Faixa de valores da adesão das cidades brasileiras aos preceitos da PNRS	56
Figura 14 –	Rotas tecnológicas para manejo dos RSU, em município de alta população	59
Figura 15 –	Emissões por tecnologias de tratamento	62
Figura 16 –	Evolução da taxa de trabalhadores em relação à população de 2014 a 2016	64
Figura 17 –	Rotas tecnológicas para resíduos sólidos domiciliares: Cenário desejável	67
Figura 18 –	Etapas executadas na pesquisa	68
Figura 19 –	Mapa do Distrito Federal subdividido em regiões administrativas	69
Figura 20 –	Etapa inicial do diagnóstico da gestão de resíduos do DF	70

Figura 21 –	Organograma dos serviços prestados de limpeza urbana pelo SLU/DF	71
Figura 22 –	Encaminhamento dos resíduos provenientes da coleta convencional	72
Figura 23 –	Modalidades de coleta seletiva do DF	73
Figura 24 –	Metodologia para encontrar centro de massa considerando população e renda	74
Figura 25 –	Etapas envolvidas no quarteamento dos RSU	75
Figura 26 –	Etapas para a realização da composição gravimétrica no DF: (a) homogeneização e quarteamento, (b) rompimento dos sacos e homogeneização manual (c) separação das amostras (d) pesagem	75
Figura 27 –	Trajetos de coleta dos ensaios das amostras gravimétricas (Coleta Convencional)	77
Figura 28 –	Trajetos de coleta dos ensaios das amostras gravimétricas (Coleta Seletiva)	79
Figura 29 –	Mapa de localização das instalações em operação no DF	81
Figura 30 –	Divisão do orçamento do SLU	82
Figura 31 –	Metodologia para elaboração de rotas tecnológicas	83
Figura 32 –	Os três aspectos adotados para análise das rotas tecnológicas	84
Figura 33 –	Mapa da distribuição da população por regiões administrativas (ano 2015)	87
Figura 34 –	Porcentagem da população com nível superior no DF (2011 a 2015)	90
Figura 35 –	Nível superior completo de escolaridade por regiões administrativas	91
Figura 36 –	Renda domiciliar média mensal por regiões administrativas	92
Figura 37 –	Renda média domiciliar mensal por região administrativa	93
Figura 38 –	Resíduos sólidos gerados e coletados no Distrito Federal	94
Figura 39 –	Geração de RSU per capita nos estados e no Distrito Federal	95
Figura 40 –	Quantidade dos resíduos da coleta convencional por regiões administrativas	97
Figura 41 –	Quantidade de RSU por região administrativa/2015	98

Figura 42 –	Resultados obtidos considerando a divisão em orgânicos, rejeitos e recicláveis (coleta convencional) -2015	99
Figura 43 –	Composição gravimétrica de 15 regiões administrativas do DF (Coleta Convencional)	100
Figura 44 –	Resultados obtidos considerando a divisão em orgânicos, rejeitos e recicláveis (coleta seletiva)	102
Figura 45 –	Composição gravimétrica de 14 regiões administrativas do DF (Coleta Seletiva)	103
Figura 46 –	Comparativo das composições gravimétricas (convencional e seletiva)	104
Figura 47 –	Destino dos resíduos gerados de janeiro a março de 2015 no Distrito Federal	109
Figura 48 –	Porcentagem dos domicílios atendidos pelo SLU com coleta seletiva	110
Figura 49 –	Circuitos de coleta seletiva da Asa Norte e Asa Sul (Brasília/Plano Piloto)	112
Figura 50 –	Mapas de renda e população destacando logradouros não atendidos na RA Sobradinho I	113
Figura 51 –	Circuitos de coleta seletiva de Núcleo Bandeirante e Candangolândia	114
Figura 52 –	Renda nas regiões de Núcleo Bandeirantes e Park Way por setores censitários	114
Figura 53 –	Circuitos de coleta seletiva das RAs de SCIA/ Estrutural e Taguatinga	116
Figura 54 –	Centro de geração dos resíduos das RA do Distrito Federal – DF .	117
Figura 55 –	Distância total mensal percorrida do centro de massa das RAs às tecnologias/práticas de tratamento – Coleta Convencional/2015-2016	118
Figura 56 –	Correlação entre a distância mensal percorrida e a quantidade de RSU coletados – Coleta Convencional/2015-2016	119
Figura 57 –	Distância total mensal percorrida do centro de massa de cada região às tecnologias/práticas de tratamento – Coleta Seletiva/2015	120

Figura 58 –	Correlação entre a distância mensal percorrida e a quantidade de RSU coletados – Coleta Seletiva/2015	121
Figura 59 –	Visão aérea das unidades de transbordo do DF	123
Figura 60 –	Fluxograma de funcionamento da usina UTL - Asa SUL (dados 2015)	124
Figura 61 –	Fluxograma de funcionamento da usina UCTL - PSUL (dado anual 2015)	125
Figura 62 –	Visão aérea das usinas de tratamento de resíduos do DF	125
Figura 63 –	Fluxograma operacional da UTL- Asa Sul	126
Figura 64 –	Imagens da situação atual da UTL -Asa Sul	127
Figura 65 –	Fluxograma operacional UCTL-PSul	127
Figura 66 –	UCTL em funcionamento	128
Figura 67 –	Unidade de destinação final disponíveis no DF	129
Figura 68 –	Situação atual das unidades de destinação final do DF	130
Figura 69 –	Gráfico da quantidade de resíduos coletados e aterrados no Distrito Federal - Ano 2015	130
Figura 70 –	Evolução dos custos dos serviços de limpeza em 2015	131
Figura 71 –	Distribuição dos fluxos dos resíduos por RA pela coleta convencional - 2015	134
Figura 72 –	Distribuição dos fluxos dos resíduos na coleta seletiva-2015	137
Figura 73 –	Distribuição dos fluxos dos resíduos por regiões administrativas observadas na coleta seletiva para o ano de 2016	138
Figura 74 –	Rota tecnológica geral do Distrito Federal	139
Figura 75 –	Rota tecnológica 1C: da coleta convencional para Usina Asa Sul (2015)	140
Figura 76 –	Rota tecnológica 2C: da coleta convencional para usina PSul (2015)	141
Figura 77 –	Rota tecnológica 3C: da coleta convencional para transbordos (2015)	141
Figura 78 –	Rota tecnológica 4C: da coleta convencional para aterro a céu aberto (2015)	142
Figura 79 –	Rota tecnológica 1S: da coleta seletiva para aterro a céu aberto (2015)	143

Figura 80 –	Rota tecnológica 2S: da coleta seletiva para transbordos (2015)	143
Figura 81 –	Comparativos dos custos das rotas tecnológicas	147
Figura 82 –	Comparativo de emissões por rotas tecnológicas	149
Figura 83 –	Comparativo do potencial de geração de emprego por rotas tecnológicas considerando atividades de triagem e compostagem .	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Fatores de emissão correspondente a composição do resíduo	45
Tabela 2 –	Tipo e origem dos resíduos gerenciados pelos municípios	49
Tabela 3 –	Distribuição dos setores de coleta convencional e seletiva	71
Tabela 4 –	Categorias e subcategorias dos RSU	76
Tabela 5 –	Valores de comércio aplicados pelas organizações de catadores	80
Tabela 6 –	Data da fundação das regiões administrativas e populações	86
Tabela 7 –	Atendimento dos serviços públicos por regiões administrativas ...	88
Tabela 8 –	Quantidade de resíduos coletados no Distrito Federal em 2015	95
Tabela 9 –	Média mensal dos resíduos da coleta domiciliar no ano de 2015 ..	96
Tabela 10 –	Valor potencial do mercado de recicláveis por região administrativa	105
Tabela 11 –	Cenários para análise do mercado	106
Tabela 12 –	Características por lotes da coleta convencional em 2015	107
Tabela 13 –	Características por lotes da coleta seletiva, dados do 1º trimestre de 2015	108
Tabela 14 –	Alteração na porcentagem de coleta seletiva por lote	109
Tabela 15 –	Custos dos serviços do SLU/DF no ano de 2015	132
Tabela 16 –	Custo total referente as coleta, tratamento e disposição final dos resíduos do DF no ano de 2015	133
Tabela 17 –	Custo operacional de alguns serviços em 2015	144
Tabela 18 –	Resumo dos custos por rota tecnológica da coleta convencional ..	145
Tabela 19 –	Resumo dos custos por rota tecnológica da coleta seletiva	146
Tabela 20 –	Dados base para estimativa de emissões de GEE	147
Tabela 21 –	Estimativa de emissão de GEE por rota tecnológica da coleta convencional	148
Tabela 22 –	Estimativa de emissão de GEE por rota tecnológica da coleta seletiva	149
Tabela 23 –	Estimativa do potencial de geração de emprego pelo tratamento nas rotas da coleta convencional	150
Tabela 24 –	Potencial de geração de emprego pelo tratamento na coleta seletiva	151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Evolução dos sistemas de tratamento dos RSU	53
Quadro 2 –	Número de empregos gerados por atividade	65
Quadro 3 –	Trajetos de coleta convencional utilizados para a composição gravimétrica (2015)	76
Quadro 4 –	Trajetos de coleta seletiva utilizados para a composição gravimétrica (2015)	78
Quadro 5 –	Unidades de transbordo em operação no DF	122
Quadro 6 –	Usinas de tratamento de resíduos em operação no DF (2015)	124
Quadro 7 –	Destinação final dos resíduos provenientes da coleta convencional	134
Quadro 8 –	Subdivisão dos lotes de coleta seletiva (2015 e 2016)	135
Quadro 9 –	Destinação final dos resíduos provenientes da coleta seletiva com base nas diferentes regiões administrativas em 2015	136
Quadro 10 –	Número de empregos gerados por tratamento de resíduos	150

LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLO

1C	Rota Tecnológica da Coleta Convencional que destina resíduos à Usina Asa Sul
2C	Rota Tecnológica da Coleta Convencional que destina resíduos à Usina Psul
3C	Rota Tecnológica da Coleta Convencional que destina resíduos aos transbordos
4C	Rota Tecnológica da Coleta Convencional que destina resíduos diretamente ao aterro
1S	Rota Tecnológica da Coleta Seletiva que destina resíduos ao aterro
2S	Rota Tecnológica da Coleta Seletiva que destina resíduos aos transbordos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CERCLA	<i>Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act</i>
CODEPLAN	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
DEFRA	<i>Department For Environment, Food and Rural Affairs</i>
DF	Distrito Federal
EUA	Estados Unidos da América
EPA	Environmental Protection Agency
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
GEE	Gases do Efeito Estufa
GRS	Grupo de Resíduos Sólidos (UFPE)
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
LEV	Local de Entrega Voluntária
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
NUBRA	Transbordo de Brazlândia
NUGAM	Transbordo de Gama
NUNOR	Transbordo de Asa Norte
NUSOB	Transbordo de Sobradinho
NUSUL	Transbordo de Asa Sul
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PDAD	Pesquisa Distrital por Amostra por Domicílio
PDGIRS	Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PET	Polietileno tereftalato
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional do Saneamento Básico
PPA	Lei de Prevenção da Poluição
PSUL	Usina de triagem e compostagem de Ceilândia
RA	Região Administrativa
RCRA	<i>Resource Conservation and Recovery Act</i>
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SCIA	Setor Complementar de Indústria e Abastecimento do DF
SEEG	Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SEDEMA	Secretaria Municipal de Defesa do Meio Ambiente
S.I.A.	Setor de Indústria e Abastecimento do DF
SITURB	Secretaria de Informação Territorial e Urbana
SLU	Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal
SM	Salário Mínimo
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
TMB	Tratamento Mecânico Biológico

UCTL	Usina Central de Tratamento de Lixo
UE	União Europeia
UNEP	<i>United Nations Environment Program</i>
UTL	Usina de Tratamento de Lixo
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>
WTR	Recuperação de Resíduos (<i>Waste to Resources</i>)
WTE	Energia derivada dos resíduos (<i>Waste to Energy</i>)
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	OBJETIVOS	24
2.1	OBJETIVO GERAL	24
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	24
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
3.1	DESAFIOS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	25
3.1.1	Aspectos internacionais da gestão de resíduos sólidos	27
3.1.2	Situação dos resíduos sólidos no Brasil	32
3.1.3	Resíduos sólidos no Distrito Federal	35
3.2	IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS	38
3.2.1	Influência das composições gravimétricas no mercado de recicláveis	39
3.2.2	O potencial energético da degradação de matéria orgânica	42
3.3	MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	47
3.3.1	Coleta convencional e seletiva	49
3.3.2	Unidades de transbordo, triagem e tratamento	51
3.4	SUSTENTABILIDADE E SEUS INDICADORES	54
3.5	ROTAS TECNOLÓGICAS PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	57
3.5.1	Conceitos	57
3.5.2	Rotas tecnológicas sustentáveis	60
3.5.2.1	Cenário ambiental	61
3.5.2.2	Cenário econômico	63
3.5.2.3	Cenário social	63
3.5.2.4	Cenário ideal	66
4	METODOLOGIA	68
4.1	DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DO DISTRITO FEDERAL	69
4.1.1	Estudo de caso: Distrito Federal	69
4.1.2	Geração e análise da coleta de resíduos	70
4.1.2.1	Serviços de coleta convencional	72
4.1.2.2	Serviços de coleta seletiva	72
4.1.2.3	Geoprocessamento dos circuitos de coleta	73

4.1.2.4	Centro de geração de massa	73
4.1.3	Composição gravimétrica dos resíduos	75
4.1.3.1	Composição gravimétrica da coleta convencional	76
4.1.3.2	Composição gravimétrica da coleta seletiva	78
4.1.4	Análise do mercado de recicláveis	79
4.1.5	Unidades de tratamento disponíveis	80
4.2	LEVANTAMENTO DOS CUSTOS ENVOLVIDOS NO MANEJO DOS RESÍDUOS	81
4.3	DESENVOLVIMENTO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS DO DF	82
4.4	ANÁLISE DAS ROTAS TECNOLÓGICAS SUSTENTÁVEIS	84
4.4.1	Análise dos custos atribuídos as coletas convencional e seletiva	85
4.4.2	Estimativa da redução de emissões dos gases do efeito estufa (GEE)	85
4.4.3	Geração de emprego por rota tecnológica	85
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	86
5.1	DIAGNOSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DO DF	86
5.1.1	Contextualização geopolítica e socioeconômica do Distrito Federal	86
5.1.2	Geração e coleta de resíduos	94
5.1.3	Composições gravimétricas dos RSU por regiões administrativas	98
5.1.3.1	Coleta Convencional	98
5.1.3.2	Coleta Seletiva	101
5.1.4	Análise do mercado de recicláveis	104
5.1.5	Manejo dos resíduos do Distrito Federal	107
5.1.5.1	Serviços de coleta convencional	109
5.1.5.2	Serviços de coleta seletiva	110
<i>5.1.5.2.1</i>	<i>Análise dos roteiros de coleta seletiva</i>	<i>111</i>
5.1.6	Centro de geração de massa	116
5.1.7	Infraestrutura das unidades tratamento dos resíduos sólidos no DF	122
5.2	CUSTOS ASSOCIADOS A GESTÃO DE RESÍDUOS NO DF	131
5.3	DESENVOLVIMENTO DE ROTAS TECNOLÓGICAS	133
5.3.1	Cenário da gestão do Distrito Federal	133
5.3.2	Rota tecnológica geral do Distrito Federal	138
5.3.3	Rotas tecnológicas por tipo de coleta	139
5.3.3.1	Rotas Tecnológicas da coleta convencional	139

5.3.3.2	Rotas tecnológicas da coleta Seletiva	142
5.3.4	Rotas tecnológicas sustentáveis	144
5.3.4.1	Análise dos custos de coleta por rota tecnológica	144
5.3.4.2	Estimativa de redução de emissões dos GEE por rota	147
5.3.4.3	Número de empregos por rota tecnológica	150
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	153
7	RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTURAS	156
	REFERÊNCIAS	157
	ANEXO A – TABELAS PDAD PARA CARACTERIZAÇÃO DO DF –	
	ANOS 2011, 2013 E 2015	173
	ANEXO B – MAPAS DE VETORIZAÇÃO DOS CIRCUITOS DE	
	COLETA SELETIVA	189
	ANEXO C – TABELAS DE CUSTOS DAS ROTAS TECNOLÓGICAS	
	DO DF	199
	ANEXO D – DISTÂNCIAS PERCORRIDAS A PARTIR DOS	
	CENTROS DE MASSA DAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS	203

1 INTRODUÇÃO

O aumento da geração de resíduos sem tratamento e destinação adequada representa um dos problemas de alta relevância na gestão e gerenciamento da maioria das unidades municipais e estaduais brasileiras. A partir da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei Federal 12.305/2010), intensificaram-se os esforços visando a adequação do tratamento e destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). As evoluções sociais, ambientais e tecnológicas, a nível mundial, demonstraram a necessidade de efetivas mudanças, do Brasil, neste setor.

A legislação internacional relativa a RSU se encaminha para implantação de estímulos seletivos que inibem tanto a capacidade de geração, por meio da promoção da redução, quanto o mau gerenciamento da massa de resíduo gerado (BNDES, 2014).

As experiências exitosas de vários países desenvolvidos influenciam positivamente as iniciativas de evolução. Porém, no que concerne às tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos, o país não acompanhou os avanços internacionais, sendo possível observar que em grande parte dos estados ainda existe a utilização de práticas inadequadas na gestão e destinação dos resíduos sólidos urbanos.

Na maioria dos municípios do país, o fluxo dos resíduos sólidos apresenta características muito semelhantes, onde, desde a geração até a disposição final, realizam-se apenas as atividades de coleta regular, transporte e descarga final, em locais quase sempre selecionados pela disponibilidade de áreas e pela distância em relação ao centro urbano e às vias de acesso, ocorrendo muitas vezes a céu aberto. Em raras situações, este fluxo inclui procedimentos diferenciados, tais como: coleta seletiva, processos de compostagem, tratamento térmico, etc. Mesmo assim, frequentemente, esses processos são mal planejados, o que dificulta a operação e torna-os inviáveis em curto prazo.

O manejo inadequado de resíduos sólidos de qualquer origem gera desperdícios e contribui de forma importante à manutenção das desigualdades sociais, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações, especialmente nos centros urbanos (SCHALCH *et al.*, 2002).

O Distrito Federal, apesar de situar a capital do país – Brasília – construída através do planejamento estratégico e contar com aspectos que se apresentam como exemplares para outros estados, possui uma situação bastante complexa no que se refere a gestão dos serviços de limpeza urbana. Do ponto de vista socioeconômico, o Distrito Federal é uma região privilegiada, com uma população em constante crescimento, possui a maior renda per capita e

maior IDH (índice de desenvolvimento humano) do país. Esta combinação de grande população com alta renda tem como consequência um elevado nível de consumo e uma grande geração de resíduos.

Apesar de existirem várias tecnologias para o tratamento dos resíduos no Distrito Federal (DF), tais como centrais de triagem, centrais de compostagem e estações de transbordo, a maior parte dos resíduos coletados nas diversas regiões administrativas do DF foram destinados durante anos, ao único local de disposição final existente até o ano de 2016, que era o Aterro do Jóquei, conhecido como Lixão da Estrutural. Apenas, em 2017, foi inaugurado o primeiro aterro sanitário da história do Distrito Federal, obra almejada desde a inauguração da Capital Federal, em 1961, até mesmo no cenário internacional, por representar iniciativa crucial ao encerramento das atividades do lixão, o segundo maior do mundo em operação.

As atividades de descarte dos resíduos no Aterro Sanitário de Brasília demonstram, apenas, o início do processo de melhorias e modernização dos serviços de limpeza. Nessas condições, a complexidade do modelo de gestão de resíduos sólidos do Distrito Federal apresenta-se como um grande desafio para gestores e estudiosos. Realizar estudos e diagnósticos para o melhoramento do sistema de coleta e tratamento, da infraestrutura existente, além de ações políticas e administrativas que visem o aumento da eficiência da gestão de recursos e dos serviços de limpeza urbana do DF, são de extrema importância.

Os impactos gerados pelos resíduos sólidos urbanos justificam a necessidade de intervenções concretas, possíveis a partir do planejamento de programas de gestão adequados. Para tanto é fundamental a utilização de tecnologia, de maquinário e de assessoria técnica especializada, compatíveis com o manejo adequado, englobando questões como tratamento de resíduos, viabilidade econômica, preservação ambiental, manutenção da qualidade da saúde pública, paisagem urbana e até mesmo geração de emprego e renda (FRICLE *et al.*, 2015).

Sabendo que o tratamento de RSU compreende uma série de procedimentos físicos, químicos e biológicos com objetivo de redução da poluição do meio ambiente, minimização dos impactos sanitários provenientes da ação humana e beneficiamento econômico do resíduo, avalia-se a necessidade de analisar os resíduos sólidos urbanos sobre um formato em cadeia produtiva, considerando sua geração (quantidade e composição), acondicionamento e coleta, diferentes tipos de tratamento e disposição final, para haver resultados efetivos no próprio tratamento ou no sistema de gestão. Neste sentido, adotar o estudo de rotas tecnológicas para tratamentos de resíduos pode constituir ferramenta importante de apoio a gestão eficiente.

As rotas tecnológicas constituem-se de um conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos, analisados desde a sua geração até o seu destino final. Entender o funcionamento

dessas rotas envolve o estudo dos circuitos de coleta de resíduos misturados e de resíduos diferenciados, por meio de coleta seletiva, contemplando, ainda, o fluxo de tecnologias de tratamento com ou sem valorização energética. Essas medidas, segundo BNDES (2014), fazem parte do contexto de um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, e o que garante a eficiência desse sistema é a interdisciplinaridade com os conceitos de sustentabilidade.

A sustentabilidade não está ligada, apenas, a ações de preservação ao meio ambiente, o seu conceito é muito mais abrangente. O princípio do desenvolvimento sustentável considera uma evolução dos aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais, com a manutenção da qualidade de vida, tornando impossível a ocorrência de um desenvolvimento inadequado, que cause danos ao meio ambiente. É importante atender as necessidades das gerações presentes, sem comprometer as gerações futuras. O desenvolvimento sustentável, portanto, deve ser compreendido como um conjunto de instrumentos preventivos que possam ordenar ações econômicas, tecnológicas, educacionais e conservacionistas, compatibilizando a atividade econômica e social com a proteção do meio ambiente (STURLA, 2010).

Deste modo, um bom sistema de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos pode ser subsidiado por um aprofundamento e aperfeiçoamento de rotas tecnológicas, para rotas tecnológicas sustentáveis, que considerem os três pilares da sustentabilidade, eficiência econômica, equidade social e proteção ambiental.

Observando este cenário e manifestando interesse em contribuir para uma gestão adequada dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do Distrito Federal, esta pesquisa tem como objetivo analisar as rotas tecnológicas de tratamentos dos resíduos, que considerem critérios econômicos, ambientais e sociais da região em estudo, para a gestão eficiente de resíduos sólidos urbanos.

Para isso, a metodologia utilizada contou com uma pesquisa bibliográfica de natureza descritiva e exploratória, por meio de levantamento de dados em documentos oficiais e fornecidos pelos órgãos gestores.

Foi possível, portanto, realizar um diagnóstico dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos no Distrito Federal, com enfoque nas particularidades das regiões administrativas, geração dos resíduos, composição gravimétrica, infraestrutura das tecnologias, roteiros de coletas e estimativas para valorização dos resíduos, que no seu conjunto permitiram identificar as rotas tecnológicas de tratamento dos resíduos sólidos urbanos do Distrito Federal, durante o período de estudo. Os dados serviram de base para análise das rotas tecnológicas, por meio de critérios sustentáveis de apoio a otimização do sistema de gestão.

2 OBJETIVOS

O presente tópico apresenta o objetivo geral e os específicos que foram alcançados com o desenvolvimento desta pesquisa.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as rotas tecnológicas de tratamento dos RSU do Distrito Federal, a partir de aspectos econômicos, ambientais e sociais, para obtenção de uma gestão eficiente de resíduos na região.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar diagnóstico da gestão dos serviços de limpeza urbana e da destinação final dos resíduos sólidos urbanos do DF.
- Avaliar a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos, através da composição gravimétrica de seus componentes.
- Verificar o potencial de valorização dos materiais recicláveis e orgânicos, diante do mercado e das tecnologias utilizadas.
- Sistematizar rotas tecnológicas que representem o diversificado cenário da gestão de resíduos no Distrito Federal.
- Analisar os custos dos serviços de coleta para rotas tecnológicas, com ou sem tratamento.
- Estimar a emissão de gases do efeito estufa no Distrito Federal, por rotas tecnológicas de tratamento.
- Examinar aspectos sociais da gestão de resíduos, através da geração de emprego por rotas tecnológicas sustentáveis.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente tópico traz a revisão da literatura sobre os desafios e a evolução da gestão de resíduos no Brasil e no mundo.

3.1 DESAFIOS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Em todas as atividades humanas são gerados diversos tipos de resíduos, desde a preparação até o final da vida útil daquilo que é processado. A geração e gestão desses resíduos ganham, ao longo do tempo, contornos públicos inusitados, não só pela crescente quantidade gerada, mas também pelos impactos ambientais que trazem e pelos custos elevados que acarretam à sociedade (EIGENHEER, 2009).

A disposição de resíduos sólidos domiciliares sem nenhum controle, é uma prática que resulta em contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, capaz de gerar uma manifestação com focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, e resultar em sérios impactos à saúde pública (SCHALCH *et al.*, 2002).

O ciclo de vida dos resíduos compreende desde a sua geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta, manipulação, transporte, armazenamento e tratamento, até sua destinação final. É exatamente a destinação final que adquire maior importância dentre os problemas do manejo de resíduos sólidos. Segundo Denardin (2013), a carência de recursos técnicos, financeiros e humanos é uma realidade na maioria dos municípios brasileiros, e as dificuldades de ordem técnica e operacional impedem a implementação de um sistema eficaz de gerenciamento. Essa problemática prevaleceu por tantos anos, que a principal prática de descarte de resíduos na maior parte dos municípios do país foi a disposição em lixões a céu aberto, sem qualquer tipo de controle ou proteção ambiental. Diante de tal fato, a implementação de aterros sanitários surge como protagonista na busca da resolução dos problemas gerados pela má disposição dos resíduos (DANTAS, 2013).

Segundo Nehls (2012), os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são um problema porque muitas comunidades não possuem um destino adequado para seus resíduos, e por consequência sofrem pressão por meio da legislação em vigor, que exige soluções para a destinação dos resíduos gerados nas cidades. Essa dificuldade é de escala global, em todos os níveis (prefeitura, estado e União), a produção dos resíduos sólidos urbanos necessita atenção especial por parte

dos gestores, com o intuito de implantar ações que reduzam a sua geração e seus impactos (CARDOSO *et al.*, 2015).

Neste contexto, é possível identificar diversos desafios a serem tratados pela gestão e pelo gerenciamento dos resíduos sólidos. A Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

A PNRS trata como ordem de prioridade a não geração de resíduos, a sua redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e, por fim, a disposição final ambientalmente correta de seus rejeitos para se obter um bom gerenciamento dos RSU no Brasil. Mas, é impossível pensar em gerenciamento sem conectar suas ideias aos conceitos de gestão. Diante disso o Art. 3º da Lei 12.305 (BRASIL, 2010) define:

X – Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta lei;

XI – Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

Portanto, o gerenciamento de resíduos sólidos é uma forma de lidar com o material descartado pelos domicílios que abrange todas as etapas de seu manejo, além de incentivar iniciativas que objetivam conter a geração descontrolada dos resíduos, na tentativa de preservar uma relação harmônica entre o homem e o meio ambiente. Enquanto que, a gestão dos resíduos sólidos apresenta-se como uma alternativa estratégica para o desenvolvimento sustentável a partir do momento em que propõe mudanças tanto administrativas, como de comportamento dos cidadãos, através de programas educacionais que apontem os benefícios trazidos por esse tipo de prática (GAUDÊNCIO *et al.*, 2015).

Dessa maneira, o gerenciamento dos resíduos torna-se uma ferramenta imprescindível para as soluções e premissas estabelecidas nos desafios encontrados pela gestão que, segundo Tchobanoglous *et al.* (1993), apesar de ser um processo complexo, visa proteger tanto a saúde da população quanto o meio ambiente e envolve uma grande variedade de tecnologias e disciplinas sujeitas a diretrizes legais, sociais e ambientais.

A gestão dos resíduos é de importância fundamental para assegurar os recursos no futuro, por possuir uma posição chave na solução dos problemas, representando tanto um desafio quanto uma oportunidade, uma vez que o manejo voltado apenas para coleta e disposição final, passa a incorporar aspectos sociais e econômicos (FRICKE *et al.*, 2015).

O tema da gestão pública dos serviços de limpeza urbana vem assumindo, ao longo do tempo, papel de destaque entre as crescentes demandas da sociedade brasileira e das comunidades locais. O manejo e controle dessas atividades tornam-se desafios tanto pelos aspectos ligados à veiculação de doenças e, portanto, à saúde pública, quanto pela contaminação de cursos d'água e lençóis freáticos, na abordagem ambiental, e ainda pelas questões sociais ligadas aos catadores, em especial as crianças e famílias que sobrevivem dos lixões. Essa realidade gera pressões que impulsionam os setores governamentais a darem início a uma mobilização junto a sociedade para enfrentar o problema, que por muito tempo permaneceu em segundo plano (IBAM, 2001).

Embora ainda existam problemas básicos na gestão de resíduos sólidos, algumas cidades de grande porte, além de alternativas de gestão necessitam de tecnologias mais avançadas no tratamento de resíduos. Por esta razão, Mannarino, Ferreira e Gandolla (2016) consideram importante expandir os conhecimentos sobre gestão de resíduos sólidos urbanos em países desenvolvidos, suas tecnologias utilizadas e suas experiências negativas, para que se amplie a reflexão da gestão no país tendo em vista as enormes desigualdades regionais e as dificuldades para implementação de um modelo que se adeque a tais desigualdades.

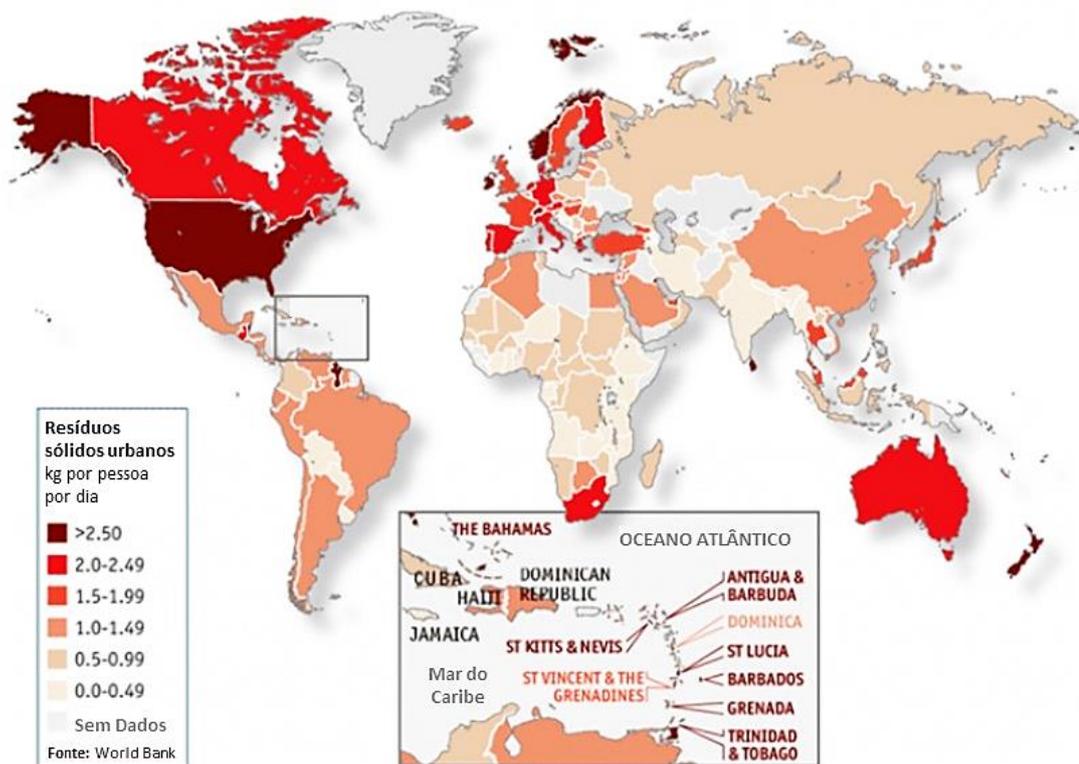
3.1.1 Aspectos internacionais da gestão de resíduos sólidos

Países desenvolvidos geram mais RSU por habitante porque têm níveis mais elevados de consumo. À medida que os países vão se tornando mais ricos, há uma redução gradual dos componentes orgânicos no material descartado. A proporção de plásticos, metais e papel no resíduo doméstico fica maior, devido ao crescimento industrial em áreas urbanas.

Quase todo o resíduo gerado no mundo é proveniente de áreas urbanizadas, em um relatório sobre resíduos sólidos urbanos, o Banco Mundial adverte sobre os custos potenciais de lidar com a quantidade de resíduos sempre crescente. De acordo com o World Bank (2011), as cidades do mundo geram em média cerca de 1,3 bilhões de toneladas de RSU por ano, ou 1,2 kg por habitante por dia, quase metade dessas toneladas são geradas pelas nações mais desenvolvidas, reunidas na Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que consomem mais de 60% de todas as matérias-primas industriais, mas respondem

por apenas 22% da população mundial. No ranking liderado pelos Estados Unidos (624 mil toneladas de resíduos por dia, e mais de 2,5 kg por habitante por dia), o Brasil, considerado país em desenvolvimento, aparece entre os maiores geradores de RSU, conforme Figura 1.

Figura 1 – Uma comparação global da geração de resíduos



Fonte: Economist, 2012.

Apesar do progresso nas práticas de gerenciamento de resíduos sólidos nas últimas décadas, os problemas institucionais, financeiros, sociais e ambientais fundamentais ainda existem. Embora cada país e cada cidade tenha suas próprias situações, elas geralmente variam de acordo com a baixa, média ou alta renda do país.

A filosofia ideal de gerenciamento mundial de resíduos se apoia em metas como: reduzir o consumo, reutilizar ou reciclar os materiais e, como último recurso, recuperar o conteúdo energético do que não puder ser reutilizado ou reciclado. O desafio é como harmonizar essas premissas com, por exemplo, a redução das desigualdades sociais e econômicas.

A legislação internacional relacionada aos RSU tem estruturas institucionais legislativas diferentes, notadamente quando se trata das diretrizes aplicadas na União Europeia (UE), nos Estados Unidos da América (EUA) e na Ásia (BNDES, 2013). Porém, quando tais políticas são

analisadas e os seus aspectos mais técnicos são considerados, encontram-se mais semelhanças do que diferenças.

Na União Europeia (UE) como formas de tratamento e destino final dos resíduos sólidos urbanos, no ano de 2012, registrou-se que 27% dos resíduos eram encaminhados para reciclagem, 15% para compostagem, 24% para incineração e 34% destinados para aterros sanitários (EUROSTAT, 2014). Percebeu-se ao longo dos anos uma tendência de redução de destinação de resíduos sólidos urbanos para aterros sanitários, e o aumento do uso das mais diversas práticas de tratamento. As mudanças na gestão de resíduos sólidos urbanos na Europa podem ser atribuídas em grande parte à legislação local, que determina metas para a evolução do setor. Além da legislação, instrumentos econômicos também se mostram importantes na mudança de gestão de resíduos na Europa. Adotado em alguns países, o princípio da causalidade atribui responsabilidades ao gerador pelos resíduos gerados. Uma importante expressão desse princípio é a taxa cobrada por saco de resíduo gerado (MANNARINO, FERREIRA e GANDOLLA, 2016).

Basicamente a gestão de RSU na UE é fundamentada em Diretivas, que poupam as instituições de se aterem a detalhes e permitem uma melhor adaptação da norma comunitária ao direito interno de cada Estado-membro (D'ARCY, 2002). Durante a tomada de decisão são estabelecidos objetivos e um prazo para o seu cumprimento, e cada país incorpora esse objetivo da forma que achar mais adequada. O prazo de cumprimento dos objetivos, que é geralmente estabelecido por cada diretiva, posteriormente, é monitorado pela Comissão Europeia, instituição responsável pelo controle da aplicação dessas normas.

Nos Estados Unidos da América, o consumo de energia e a geração de resíduos sólidos por habitante são praticamente o dobro dos registrados na Europa e no Japão, mesmo com padrão econômico semelhante. De acordo com a Agência de Proteção Ambiental (EPA, 2012), pelo menos 27,3% das milhões de toneladas descartadas, no país, são formadas por materiais orgânicos, muitas vezes provenientes de sobras de alimentos que acabam indo parar nas lixeiras. Isto evidencia a necessidade de transformação dos hábitos na vida dos americanos, e o quanto isso geraria um impacto importante nas contas de energia e destinação final, uma vez que, todo material orgânico descartado poderia ser encaminhado para tratamentos com reaproveitamento energético.

A preocupação com as áreas degradadas por resíduos surgiu nos Estados Unidos, a partir da década de 1980, porém tendo como foco principal as áreas contaminadas por resíduos perigosos (RAMOS *et al.*, 2017). Para atender a lei americana, conhecida como *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act* (CERCLA), que compreendia uma

lei de compensação e responsabilidade ambiental de forma integrada, as agências americanas responsáveis pela proteção ambiental elaboraram um guia conduzindo investigações e processos de recuperação de áreas degradadas por resíduos perigosos, que acabou servindo ao desenvolvimento de outros materiais e a evolução dessa temática em todo mundo (AFCEE, 1999 *apud* RAMOS *et al.*, 2017).

Com a aplicação das leis, segundo informações da revista *Em Discussão* (2014) o número de aterros nos EUA caiu drasticamente desde os anos 1980 (de 8.000 para 1.754), enquanto que a capacidade se manteve constante. Aproximadamente 55% dos RSU são encaminhados para aterros, um índice muito elevado se comparado a outros países de alta renda, 30% são reciclados ou compostados e 15% são incinerados. Os Estados Unidos são uma federação, o que significa que os estados têm poder, mas o governo nacional monopoliza a autoridade constitucional.

A principal lei federal do país voltada para a gestão de resíduos sólidos é a Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act – RCRA*) de 1976, que estabelece diretrizes gerais e, em conformidade com o arranjo institucional americano, delega aos estados a responsabilidade de regular o mercado de coleta de RSU, reciclagem, tratamento e disposição final.

A EPA, agência responsável pela gestão de resíduos sólidos, regulamenta, fiscaliza e monitora o cumprimento da lei e das regulamentações nos estados, sendo capazes de impor sanções aos atores que descumprirem a lei e as suas regulamentações. Ela incentiva as instalações a eliminar a geração de RSU através de atividades de redução na fonte (Figura 2).

Figura 2 – Hierarquia de tratamento dos resíduos proposto pela EPA nos Estados Unidos



Fonte: Adaptado de EPA (2016).

Para os resíduos gerados, a preferência é pela prática da reciclagem, seguida da recuperação de energia, tratamento e, como último recurso, eliminação ou liberação dos resíduos no meio ambiente. Esta hierarquia é discutida na Lei de Prevenção da Poluição (PPA) de 1990. Um dos objetivos da PPA é que ao longo do tempo as instalações mudem para técnicas sustentavelmente adequadas.

Na Ásia, o Japão tem destaque na gestão de resíduos, aplicando várias modalidades de tratamento antes da disposição final, justamente, por ser um dos países que mais gera resíduos no mundo, obedece cada vez mais a critérios rígidos para proteger sua população dos efeitos nocivos decorrentes dos resíduos sólidos (ANDRADE e FERREIRA, 2011).

Como é um país altamente urbanizado, populoso e espacialmente pequeno, o Japão sofre sérios problemas quanto à disposição final de seus resíduos, adotando como tratamento, a alternativa mais onerosa. Ao longo da história, cerca de 70% de seus resíduos foram incinerados, e foram depositados em aterros sanitários apenas 12% (MILLER JR., 2007). Porém, os problemas oriundos dos poluentes dos incineradores desde a década de 1990, incentivaram o governo japonês a implementar políticas de reciclagem por meio de regulamentações sobre embalagens e subsídios para programas de reciclagem, entre outras medidas.

O Japão apresentou, ao longo dos anos, elevados índices de reciclagem dos mais diversos tipos de materiais, e ainda utiliza de forma intensiva o processo de incineração para a redução do volume de resíduos sólidos (BNDES, 2014).

A gestão de resíduos no Japão é, portanto, baseada nas várias derivações da Lei Básica de Meio Ambiente, a Lei de Gestão de Resíduos e Limpeza, que foi regularmente revista em 1970. Os planos de gerenciamento de resíduos, no país, visam quatro pilares básicos que atendem as premissas do modelo japonês: o aumento da reciclagem e da reutilização de materiais, a diminuição do volume de resíduos descartados, o aumento da vida útil dos aterros sanitários e a redução dos custos com o gerenciamento dos resíduos (JAPAN, 1970). Nesse contexto, a legislação japonesa se ajusta fortemente à questão territorial do país, com indicações tecnológicas voltadas à redução do volume de resíduos, implicando o uso intensivo da incineração.

Segundo BNDES (2014), o modelo de gestão é estritamente previsto em lei e regulado por agência federal, onde o governo federal tem autonomia e alto grau de intervenção nos municípios e o sistema de incentivos é fortemente voltado à adoção das tecnologias legais.

O mercado global dos resíduos sólidos urbanos, da coleta até a reciclagem, movimentava elevados recursos financeiros. Espera-se que a adoção de uma legislação ideal sobre resíduos em qualquer país traga, ao longo dos anos, bons índices de economia, além de um aumento no faturamento do setor de coleta e reciclagem de resíduos sólidos, que também seria responsável pela criação de empregos e postos de trabalho na área.

Mesmo com a preocupação da comunidade internacional com a qualidade do meio ambiente, o que acontece na maioria das vezes é um desenvolvimento não sustentável na gestão dos resíduos sólidos municipais (FERREIRA, CRUVINEL e COSTA, 2014). A luz da experiência internacional, o Brasil vem tentando evoluir seu sistema de gestão de resíduos sólidos, a partir de melhorias legislativas e institucionais.

3.1.2 Situação dos resíduos sólidos no Brasil

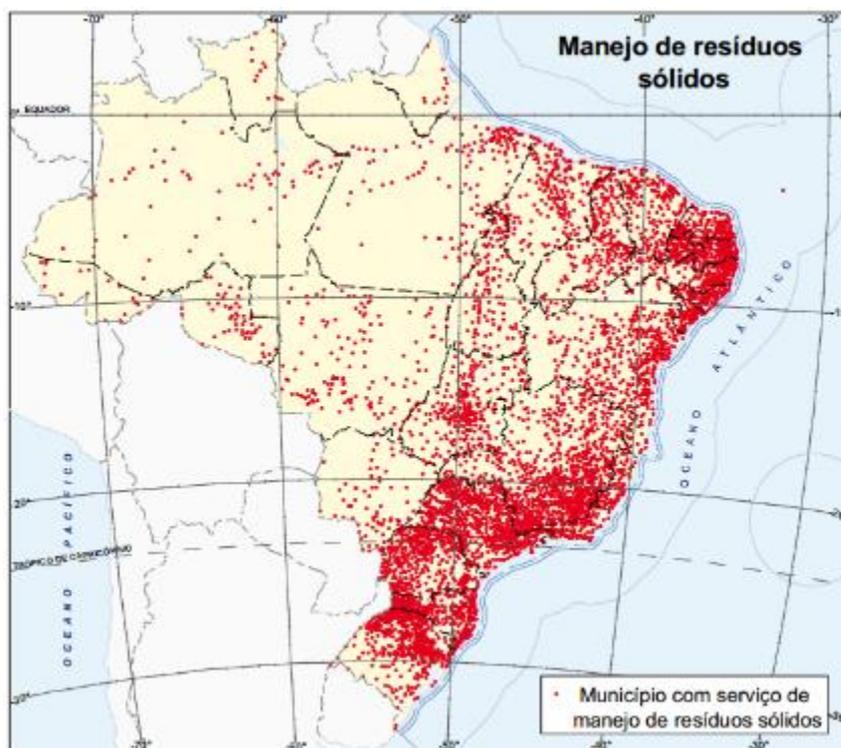
O Brasil abrange uma área total de 8.514.876,599 km² e é o 5º maior país em extensão territorial do mundo, com uma população de aproximadamente 208.577.297 habitantes estimados para o ano de 2018 (IBGE, 2018), dos quais em torno de 85% correspondem à população urbana. Os resíduos gerados no país relacionam-se com a evolução de sua população, ao nível de urbanização, ao poder aquisitivo e de consumo dos habitantes, entre outros fatores (BNDES, 2014).

A geração de resíduos sólidos urbanos no país vem aumentando a cada ano, reflexo, sobretudo, do crescimento da economia, que permite à população o acesso a novos bens e produtos, e da grande presença de materiais descartáveis entre os produtos consumidos (MANNARINO, FERREIRA e GANDOLLA, 2016). Porém, parte desses resíduos gerados no país não são regularmente coletados, permanecendo junto às habitações (principalmente nas áreas de baixa renda) ou sendo vazada em logradouros públicos, terrenos baldios, encostas e cursos d'água (IBAM, 2001).

Segundo pesquisa realizada pelo IBGE (2008), a Pesquisa Nacional do Saneamento Básico – PNSB, a eficiência nos serviços de manejo de resíduos sólidos está diretamente ligada à frequência de atendimento a demanda da população quanto a coleta domiciliar. Apesar de 99,96% do número de municípios do país apresentarem algum tipo de serviço relacionados ao manejo de resíduos sólidos, 40,2%, corresponde a coleta diária, seguida pela frequência três vezes por semana, adotada em 36,1% dos municípios brasileiros, o que não chega a ser um problema, esses fatores resultam, na verdade, em uma elevada abrangência das atividades de

manejo dos resíduos nas áreas mais urbanizadas do país, conforme é apresentado no mapa da Figura 3.

Figura 3 – Mapa da abrangência das atividades de manejo dos resíduos sólidos no Brasil - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008



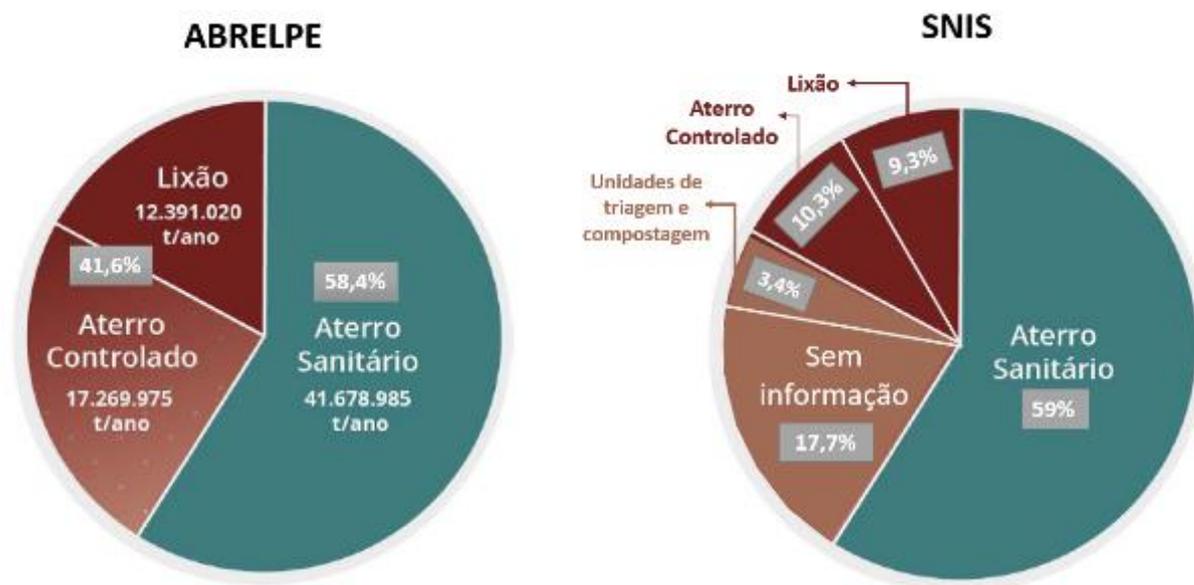
Fonte: Atlas do Saneamento (IBGE, 2011).

A quantidade de resíduos gerados e o montante coletado, no ano de 2016, foi de 78,3 e 71,3 milhões de toneladas, respectivamente, o que corresponde a um crescimento, se comparado a anos anteriores, do índice de cobertura de coleta para 91% em todo o país, isto significa que cerca de 7 milhões de toneladas de resíduos estão sem coleta e, conseqüentemente, com destino impróprio (ABRELPE, 2016).

Ainda, segundo dados da ABRELPE (2016), 58,4% ou 41,7 milhões de toneladas dos resíduos coletados são encaminhados para aterros sanitários, conforme analisado na Figura 4, onde os 41,6% restantes correspondem a aproximadamente 29,7 milhões de toneladas de resíduos com elevado potencial de poluição ambiental sendo encaminhadas para lixões ou aterros controlados. Esses últimos pouco se diferenciam dos lixões, uma vez que ambos não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessárias para proteção do meio ambiente contra danos e degradações. Esses dados estão bem próximos aos encontrados pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento-SNIS para pesquisa realizada no mesmo ano (2016), onde apurou-se que 59,0% são dispostas em aterros sanitários, e os demais subdivididos em 9,6%

para aterros controlados, 10,3% em lixões e 3,4% encaminhados para unidades de triagem e de compostagem, restando então a parcela de 17,7% sem informação (SNIS, 2018).

Figura 4 - Disposição Final dos RSU Coletados no Brasil



Fonte: Adaptação de ABRELPE (2016) e SNIS (2018).

Os municípios, ao se depararem com a quantidade de resíduos gerada em seu território e frente à necessidade de soluções práticas e imediatas, acabam adotando medidas desprovidas de análises técnicas, considerando principalmente a questão financeira para implementar novos mecanismos para o gerenciamento dos resíduos (MERSONI e REICHERT, 2017).

Esta situação demonstra a evidente necessidade de se promover uma gestão adequada das áreas de disposição de resíduos, no intuito de prevenir ou reduzir os possíveis efeitos negativos ao meio ambiente (MELO, 2011).

Além da problemática ambiental, o descarte inadequado de resíduos acarreta prejuízos no âmbito econômico e social. Em áreas reconhecidas como lixões a céu aberto tendem ao acúmulo de indivíduos que prestam serviços à sociedade de forma não remunerada, catando o material que pode ser reutilizado ou reciclado, com determinado valor de mercado, no intuito de conseguir a sua subsistência (BRITTO, 2015). Tal atividade é exercida, basicamente, por pessoas de um segmento social marginalizado pelo mercado de trabalho formal, que têm na coleta de materiais recolhidos nos vazadouros ou aterros uma fonte de renda que lhes garante a sobrevivência (IBGE, 2008).

O maior exemplo da triste realidade dos catadores, no Brasil, é a situação sustentada durante anos pelo Lixão da Estrutural, localizado no Distrito Federal. Desde o encerramento das atividades de Gramacho, no Rio de Janeiro, o título de maior lixão das Américas foi transferido para a capital do país, Brasília, mais precisamente para o lixão da Cidade Estrutural (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2015). Onde, historicamente, milhares de toneladas de resíduos eram despejadas todos os dias sem qualquer preocupação ambiental, causando contaminação do solo e subsolo, poluindo o lençol freático e provocando inúmeros problemas de saúde à população.

Dentre as metas da PNRS, duas se destacam, a redução dos resíduos e rejeitos, encaminhados exclusivamente para aterro sanitário, e a inclusão dos catadores na cadeia reversa dos materiais recicláveis em todos os municípios do país. No entanto, as determinações de Brasil (2010) ainda não foram alcançadas em sua totalidade, nem tampouco as ações de aprimoramento da gestão de resíduos sólidos urbanos, sobretudo a inclusão dos catadores na provisão desse serviço público ambiental. Encontram-se em discussão novos prazos e iniciativas para a efetiva implantação da PNRS no Brasil, com metas a serem alcançadas entre os anos de 2018 e 2021 de acordo com o porte de cada município (TEODÓSIO, DIAS e SANTOS, 2016).

3.1.3 Resíduos sólidos no Distrito Federal

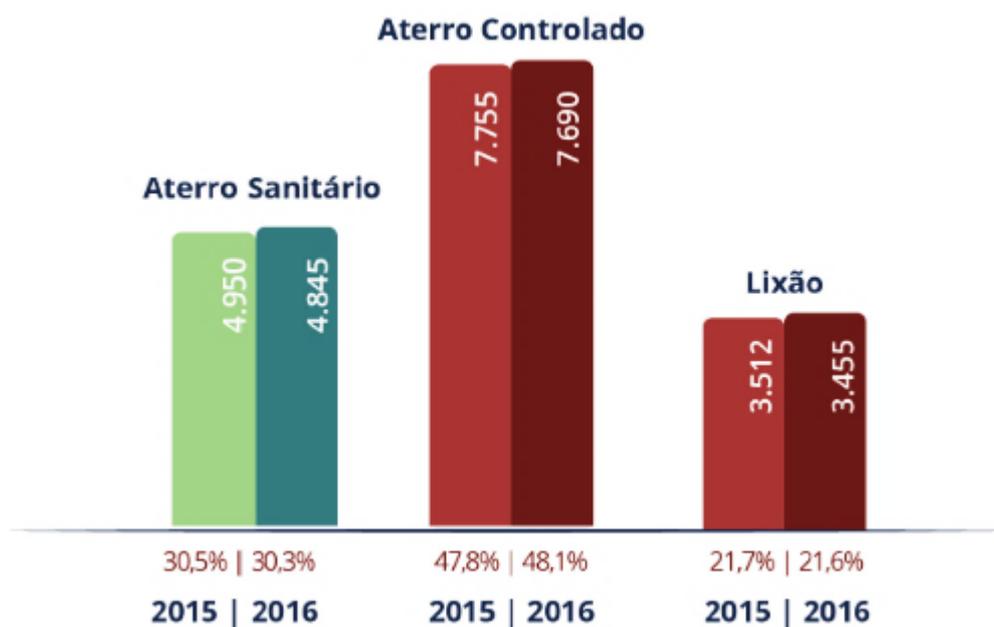
O Distrito Federal, apesar de situar a capital do país, Brasília, construída através do planejamento estratégico e contar com aspectos que se apresentam como exemplares para outros estados, possui uma situação bastante complexa com relação a gestão dos serviços de limpeza urbana.

Tendo por base os novos marcos legais integrados à Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), os municípios e o Distrito Federal ficaram responsáveis por alcançar a universalização dos serviços que devem ser prestados com eficiência, para evitar danos à saúde pública e proteger o meio ambiente, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções progressivas, articuladas, planejadas, reguladas e fiscalizadas, com a participação e o controle social (PDGIRS, 2017).

Do ponto de vista socioeconômico, o Distrito Federal é uma região privilegiada, com uma população de 3.069.930 habitantes, estimada para 2018, e crescimento populacional superior a 2% ao ano, possui a maior renda per capita e o maior IDH (0,824) entre os demais estados do País, segundo IBGE (2018). Esta combinação de grande população com alta renda tem como consequência um elevado nível de consumo e uma grande geração de resíduos.

Os resíduos sólidos urbanos tem sido um dos motivos de grandes preocupações, principalmente no Distrito Federal, devido a sua importância no cenário nacional. Esta unidade federativa é localizada na região Centro-Oeste e reflete as mesmas dificuldades de destinação dos resíduos da região. Segundo dados da ABRELPE (2016) o centro-oeste gerou em torno de 16.988 toneladas dia de RSU, das quais 94% foram coletadas. Dentre os resíduos coletados na região, 11.145 toneladas diárias foram destinadas diretamente para lixões e aterros controlados, o que corresponde, aproximadamente, 70% dos resíduos sendo destinados de maneira inadequada, esta porcentagem representa o pior cenário de destinação do país seguido das regiões Norte e Nordeste, com respectivamente, 64,6% e 64,4% de seus RSU destinados inadequadamente (Figura 5).

Figura 5 - Disposição Final de RSU no Centro Oeste (t/dia)



Fonte: ABRELPE (2016).

Apesar de existirem várias tecnologias para o tratamento dos resíduos do Distrito Federal (DF), tais como centrais de triagem, centrais de compostagem e estações de transbordo, a maior parte dos resíduos coletados nas diversas regiões administrativas do DF foram destinados ao único local de disposição final existente, até o ano de 2016, que era o Lixão da Estrutural.

Estima-se que ali tenham sido acumuladas mais de 33 milhões de toneladas de resíduos (SLU, 2015), com acréscimo médio de 73 mil toneladas mensais. Várias medidas foram tomadas, ao longo dos anos, no sentido de se ordenar as atividades do lixão, de maneira que

permitiram sua classificação como aterro controlado, tais como cercar área com o controle de fluxo de pessoas, veículos e resíduos, aperfeiçoar a drenagem dos gases, reformar as balanças e aperfeiçoamento do sistema de pesagem, proibir venda e entrada de alimentos vencidos e a vencer, entre outras.

No entanto, o principal desafio que permaneceu foi a presença de catadores de materiais recicláveis sem a infraestrutura de manejo dos resíduos, ao sol, à chuva, e aos perigos da segregação dos materiais (Figura 6).

Figura 6 – Catadores disputando o espaço do lixão para separação de seu material



Fonte: Pereira (2015).

Os catadores costumam manusear as montanhas de resíduos na tentativa de adivinhar seu conteúdo e evitar abrir materiais orgânicos ou restos de comida. Os demais materiais, considerados secos, examinam e catam o mais rapidamente possível colocando-os nos “begues” (do inglês *bag*). Esses materiais são os invólucros de plásticos mais finos, plásticos mais duros como os dos detergentes, papelão e papel branco, latinhas de cerveja ou refrigerante, em sucatas de metais diversos, segregando tudo que tem preço no mercado, e que pode ser vendido de imediato (PEREIRA, 2015).

Uma das principais discussões no Distrito Federal, em relação à PNRS, refere-se à questão da desativação do “Lixão da Estrutural” e, conseqüentemente, à implementação da coleta seletiva em toda a capital Federal. Em algumas regiões administrativas do DF essa coleta ainda não é realizada de forma seletiva, apesar de diversos catadores de materiais recicláveis atuarem em vários pontos da capital e diretamente no vazadouro a céu aberto, separando os materiais misturados a todos os tipos de resíduos sólidos (MOURA, SERRANO &

GUARNIERI, 2016). Além das questões ambientais, as maiores dificuldades que envolvem o encerramento das atividades no lixão são de ordem econômica e social, uma vez que estes trabalhadores dependem da renda obtida por meio dessa atividade para sobrevivência pessoal e de suas famílias

A complexidade do modelo de gestão de resíduos sólidos do Distrito Federal se apresenta como um grande desafio para o Serviço de Limpeza Urbana. E entender a importância das características dos materiais, que compõem esses resíduos, pode se tornar um facilitador da gestão, além de um indicador do potencial de mercado e do potencial energético dos RSU gerados na unidade federativa.

3.2 IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Os resíduos sólidos urbanos incluem resíduos de origem doméstica, residencial urbana, e não doméstica, como os provenientes da indústria. Ao terem gênese em produtores com hábitos de vida cotidiana diversos, têm maior tendência para apresentarem características muito distintas qualitativa e quantitativamente. Segundo Leite (2008) os resíduos são constituídos por diferentes materiais (metais, plásticos, papéis, vidros, madeiras, têxteis, resíduos alimentares, entulho, etc) que dispostos conjuntamente resultam em um material com propriedades mecânicas, físico-químicas e biológicas variáveis.

A variabilidade da tipologia e quantidade de resíduos em geral é um reflexo das diferenças nos padrões de consumo, hábitos alimentares, escolaridade e no poder aquisitivo da população. Grande parte dos países apresenta um quantitativo de resíduos domiciliares entre 60 a 90% de RSU, e os demais são referentes a fontes comerciais e de administração (JUCÁ *et al.*, 2014).

A caracterização de resíduos sólidos, portanto, é um processo que pretende identificar a quantidade de cada material resultante da transformação e utilização dos bens de consumo (CRUZ, 2005). Segundo Alcântara (2007) a caracterização de resíduos sólidos urbanos envolve parâmetros físicos que podem ser mais ou menos relevantes em função dos objetivos desejados, e dentre os parâmetros mais importantes destacam-se as composições desses resíduos.

O conhecimento da composição permite uma avaliação preliminar da degradabilidade, do poder de contaminação ambiental e das possibilidades de reutilização, reciclagem, valorização energética e orgânica dos resíduos (AIRES, 2013). Em relação a valorização energética, a quantidade e o tipo de resíduos orgânicos são fatores que exercem importante

influência na taxa de geração de gases: quanto maior a fração orgânica biodegradável, maior será o potencial de produção de gases (VAN ELK, 2007).

A triagem eficaz dos não orgânicos na fonte geradora pode proporcionar um êxito na reciclagem de materiais, e pela necessidade de destinação fina adequada, torna-se necessário o seu reaproveitamento. A reciclagem de cada tipo de material, além de ser uma forma de aproveitamento dos resíduos, tem um mercado específico capaz de gerar emprego e renda para as famílias que trabalham neste segmento (JUCÁ et al., 2016).

Se, por exemplo, resíduos alimentares ou recicláveis forem mantidos separados, eles podem ser transformados em produtos novos e úteis. Com uso de ferramentas simples e com o conhecimento certo, as pessoas podem se tornar empreendedores do ramo da reciclagem, proporcionando um serviço muito valioso para a saúde e o bem-estar de uma comunidade e de todo o planeta, além de reduzir a pobreza e criar meios de subsistência sustentáveis (WILSON e WEBSTER, 2018).

A fim de reduzir os impactos ambientais, a caracterização dos resíduos pode aumentar a eficiência da gestão e do gerenciamento de RSU, através do emprego da valorização das potencialidades dos resíduos. Segundo FRICKE *et al.* (2015) a caracterização dos resíduos é uma ferramenta importante para o desenvolvimento dos conceitos tecnológicos de tratamento, permitindo selecionar as melhores tecnologias e adequá-las ao fluxo de material existente a partir da análise gravimétrica permitindo escolher as melhores técnicas segundo seu potencial de empregabilidade no fluxo operacional e receptividade do mercado consumidor de recursos secundários.

As medidas de gestão de resíduos devem, portanto serem diagnosticadas de forma crítica, levando em consideração a avaliação dos processos de reciclagem de materiais e de recuperação energética.

3.2.1 Influência das composições gravimétricas no mercado de recicláveis

A análise de composição gravimétrica possibilita determinar o percentual dos diferentes materiais que compõem os resíduos em termos de massa, visando a diversificação de seu tratamento, através da valorização dos materiais, em forma de reciclagem, compostagem e de seu potencial energético.

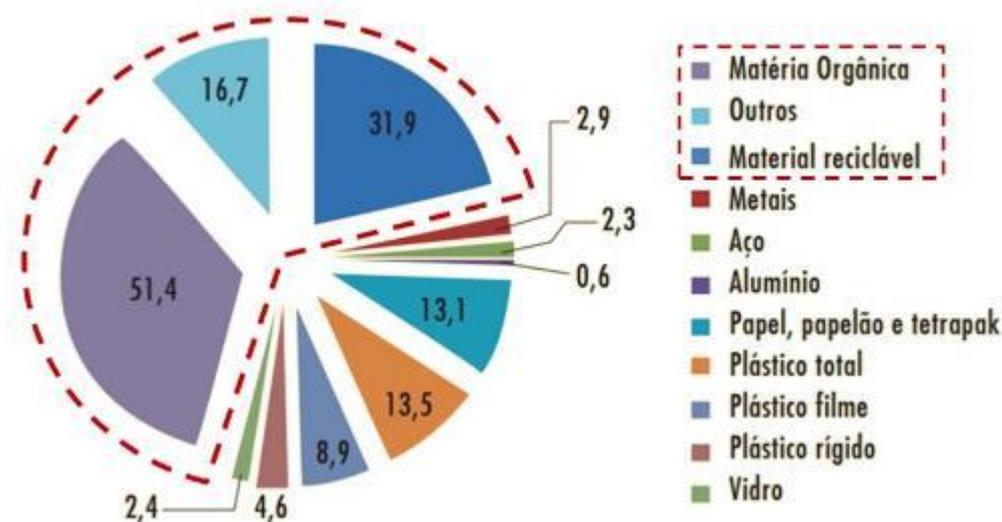
Caracterizar os diferentes tipos de materiais que são encontrados nos resíduos das residências também é importante para definir formas de disposição final mais adequada para a

implantação de sistemas de tratamento e para subsidiar sistemas de coleta seletiva. Além disso, saber sua geração permite dimensionar a frota, o tipo de veículo coletor e o número de funcionários para o serviço de coleta (GALDINO e MARTINS, 2016).

A composição dos resíduos tende a modificar-se diante de vários fatores, tais como população, escolaridade, poder aquisitivo, nível de renda familiar, cultura, industrialização, condições climáticas e sazonais. Eles acabam, portanto, tendo composição tão variada que podem modificar-se de país para país, de cidade para cidade, de bairro para bairro e inclusive de um dia para o outro (FARIAS, 2014).

No Brasil, a composição gravimétrica média de resíduos sólidos urbanos segundo Plano Nacional de Resíduos Sólidos- PNRS (2011) é subdividida em matéria orgânica, materiais recicláveis e outros, dentre a gama de materiais recicláveis eles podem ser classificados como: metais; aço; alumínio; papel, papelão e tetrapak; plástico total; plástico filme; plástico rígido; e vidro, conforme Figura 7.

Figura 7 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.



Fonte: PNRS (2011)

De acordo com a Figura 7, pode-se observar que 31,9% dos resíduos gerados correspondem a materiais com elevado potencial de reciclagem. A separação dos resíduos sólidos visando seu aproveitamento como material ou energia, antes de enviá-los ao aterro sanitário, pode subsidiar a gestão sobre aspectos econômicos ao incentivar o mercado da reciclagem.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos tem como um de seus objetivos o incentivo à indústria da reciclagem, com o propósito de fomentar o uso de matérias-primas e insumos

derivados de materiais recicláveis e reciclados (BRASIL, 2010). Também pretende-se incentivar o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados à melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluindo a recuperação e o aproveitamento energético.

A composição gravimétrica é, portanto, resposta para a questão sobre qual solução é mais eficiente em termos energéticos, se é a reciclagem de materiais ou a recuperação de energia, onde a definição estará relacionada com as seguintes frações de resíduos: papel e papelão, plásticos, resíduos orgânicos e, indiretamente, aos metais (FRICKE *et al.*, 2015).

Ainda segundo Fricke *et al.* (2015), o conhecimento da composição dos RSU torna-se um instrumento essencial para a definição das providências a serem tomadas com os resíduos, desde sua coleta, até seu destino final, de uma forma sanitária adequada, economicamente viável, considerando a tipologia dos resíduos e sempre tendo em vista a sustentabilidade ambiental e as tendências do mercado.

A separação na origem e o método de coleta podem determinar se certo resíduo possuirá potencial de mercado para reciclagem. A vantagem deste método é a geração de trabalho e renda para os segmentos da população com alto grau de vulnerabilidade social, catadores e cooperativas de catadores.

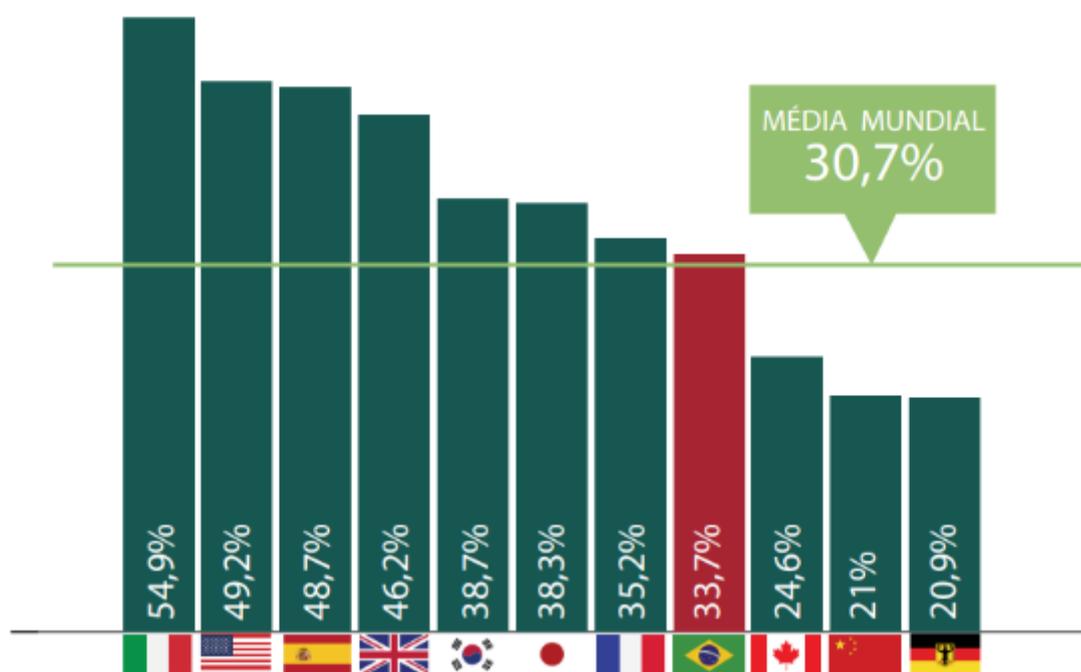
Dentre os materiais recicláveis (Figura 7) o Brasil gerou, no ano de 2011, em média 2,9% de Metais (2,3% de Aço e 06% de Alumínio); 13,1% Papel, papelão e tetrapak; 13,5% Plástico total (Filme e rígido) e 2,4% de Vidro. Cada material desse tem um valor de mercado que varia de acordo com a cooperativa ou atravessadores responsáveis pelo comércio. E dentre eles os metais tem o valor R\$/kg mais alto, o que incentiva os catadores a investirem neste setor.

Segundo a ABRELPE (2015), o dado mais recente mostra que, em 2013, o Brasil reciclou 486 mil toneladas de alumínio, correspondente a 33,7% do consumo doméstico registrado no período. Este fato garante ao país uma posição de destaque, conforme indica a Figura 8, em eficiência no ciclo de reciclagem de alumínio, cuja média mundial em 2013 foi de 30,7%.

O Brasil também vem mantendo a liderança mundial nas atividades de reciclagem do segmento de latas de alumínio para envase de bebidas; em 2014, atingiu o índice de 98,4%, que corresponde a 261 mil toneladas recicladas, seguido pelo Japão com 87,4% e Estados Unidos com 66,5%.

Os demais materiais, papéis, plásticos e vidro também possuem valores de R\$/kg significativos. Os tipos de materiais recicláveis que são separados em uma planta de segregação dependem da procura pela indústria (GODECKE e WALERKO, 2015).

Figura 8 - Relação entre a sucata recuperada e o consumo interno de alumínio do Brasil e de países selecionados (2013)



Fonte: ABRELPE, 2015.

Segundo os dados do PNRS (2011), vistos na Figura 7, as diferentes classificações de plásticos representam somados 13,5% do total de resíduos gerados no país, que corresponde a 42,3% dos materiais reciclados. Apesar do plástico ser o material mais representativo, nem sempre retorna essa característica economicamente, com o retorno pelo mercado. Um dos motivos que justifica essa situação é a dificuldade encontrada no processo produtivo e industrial. Na reciclagem mecânica, por exemplo, a mistura de plásticos diferentes normalmente leva à fabricação de um produto com propriedades mecânicas inferiores (ZANIN e MANCINI, 2015), fator que reflete no valor de comercialização.

Portanto, a porcentagem de geração de cada material, junto ao mercado existente serão fatores determinantes na viabilidade econômica de programas de triagem como a coleta seletiva, uma importante ferramenta na gestão dos resíduos por gerar emprego e renda.

3.2.2 O potencial energético da degradação de matéria orgânica

Assim como os materiais recicláveis, a quantidade de matéria orgânica expressa na composição gravimétrica, é de elevada importância para a gestão dos resíduos, uma vez que

sua degradação resulta em gases que podem ser convertidos em energia, ganhando relevância tanto no cenário ambiental, quanto no econômico.

As opções técnicas de tratamento de resíduos orgânico são os tratamentos biológicos, que envolvem processos de decomposição aeróbia ou anaeróbia da matéria orgânica, resultando na produção de compostos orgânicos e, dependendo da tecnologia, energia (BNDES, 2014).

O principal objetivo da recuperação energética de resíduos deve ser a utilização dos resíduos, e não a eliminação do seu potencial de contaminação, conforme acontece no processo de tratamento térmico, onde os resíduos são utilizados energeticamente a partir da melhoria de sua qualidade de combustão por tratamento mecânico prévio elevando seu poder calorífico e reduzindo o teor de contaminantes (FRICKE *et al.*, 2015).

O tratamento de RSU em aterros sanitários se baseia na digestão anaeróbia (ausência de oxigênio livre) da matéria orgânica presente nos resíduos por meio de bactérias, até que seja atingida a sua estabilização (CETESB, 2010).

O produto da digestão anaeróbia é o biogás, que é uma mistura de gases: o metano CH₄, o gás carbônico (CO₂), o hidrogênio (H₂) e o gás sulfídrico (H₂S). O CH₄ representa, em média, de 50 a 80% do volume total enquanto que o gás carbônico atinge faixas entre 50 a 20%. A composição do biogás purificado se assemelha a do gás natural combustível e dessa forma, o aproveitamento do biogás para fins energéticos se torna uma alternativa interessante (ALVES, 2000).

O tratamento dos resíduos gera uma quantidade grande de gases geradores do efeito estufa (GEE), em especial o metano (CH₄), como resultado da digestão anaeróbica da matéria orgânica contida nos resíduos. A incineração dos resíduos sólidos resulta ainda em óxidos nitrosos.

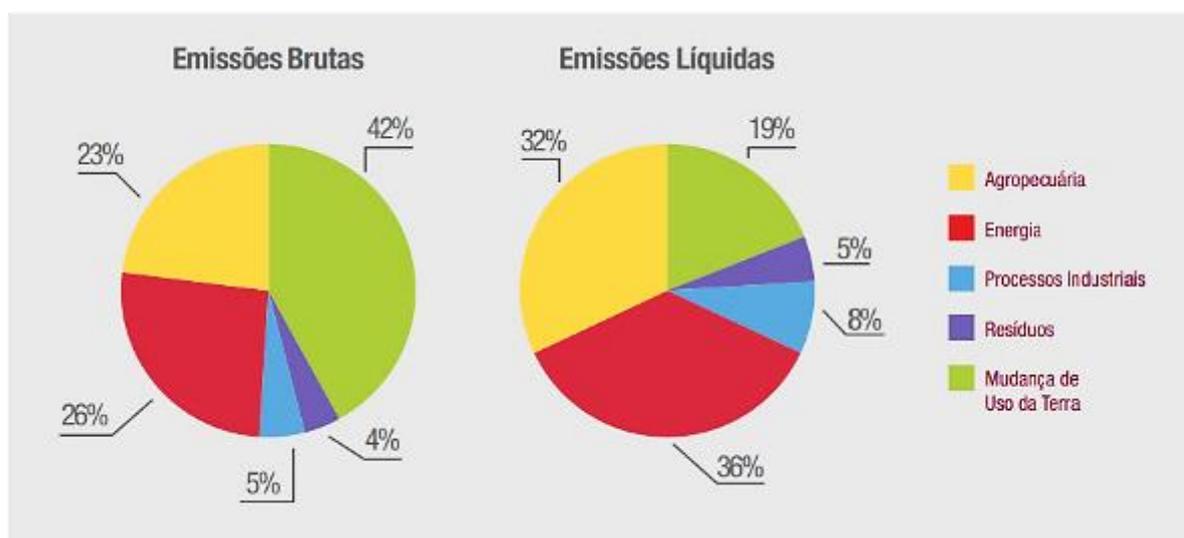
Segundo Leite (2016), o mercado busca atender as demandas da população através da adoção de tecnologias limpas com redução de emissões de gases poluentes, porém, é necessário atender, também, a demanda crescente da sociedade por alimentos, moradia, vestuários, escolas, hospitais e infraestrutura, tornando necessária a redução ou não geração de resíduos urbanos. O grande problema é que o modo de atender a essa demanda faz com que mais GEE sejam emitidos.

Os valores-padrão de teor de carbono dos materiais encontrados nos resíduos sólidos urbanos podem ser verificados no IPCC (2006), bem como as metodologias para estimativa de CO₂ pelos resíduos.

Segundo o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa SEEG, o setor de resíduos foi responsável por 1.460,5 milhões de toneladas (Mt) de CO₂, o que corresponde

a 4% em termos de emissões brutas e a 5% em termos de emissões líquidas no ano de 2014, que apesar de ser o setor com menor porcentagem de emissões, conforme Figura 9, também assume responsabilidade de redução da emissão de carbono, através dos compromissos assumidos mundialmente. O total de emissões brasileiras em 2014 decorrentes de resíduos foi de 68,4 MtCO₂, um crescimento de 500%, tendo como base o ano de 1970, e 80% entre 2000 e 2014 (SEEG, 2016).

Figura 9 – Emissões de GEE no Brasil em 2014 (Mt CO₂e)



Fonte: SEEG (2016)

Segundo dados do SEEG (2016), as emissões referentes aos resíduos, em 2014, ficam divididas da seguinte forma: disposição de resíduos em aterros e lixões geram 53,2% dos gases emitidos (36,4 MtCO₂); tratamento de efluentes domésticos 21,5% (14,7 MtCO₂); tratamento de efluentes industriais 24,8% (17 MtCO₂); incineração de resíduos 0,45% (0,3 MtCO₂).

No Brasil, o cálculo das emissões de GEE por resíduos é dada em função das variações na quantidade de resíduos gerada por habitante e diferenças na composição desses resíduos (materiais geradores orgânicos e potenciais geradores de metano e materiais fósseis), conforme tais informações, a Tabela 1 dispõe de dados obtidos pelas emissões provenientes de aterros sanitários, controlados e lixões, que são estimadas pelo método do decaimento de primeira ordem, do IPCC 1996 (método revisado), publicado no guia de boas práticas IPCC 2006 (ABRELPE, 2013).

Tabela 1 - Fatores de emissão correspondente a composição do resíduo

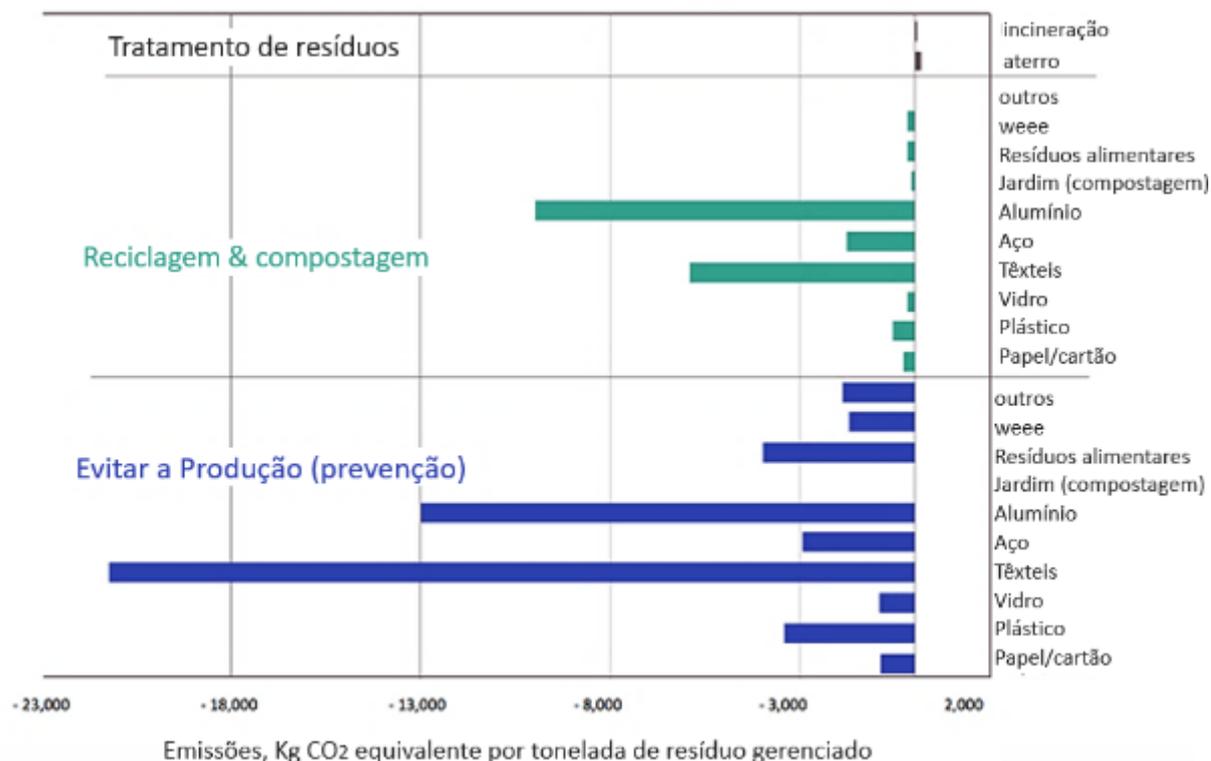
Resíduo	Fator de emissões (IPCC, 2006) (gC/g de resíduo)	Classificação quanto a degradabilidade (TCHOBANOGLIOUS et al., 1993; MACIEL, 2009; FIRMO, 2013)
Papel e papelão	0,17	Moderadamente degradáveis
Têxtil	0,26	Lentamente degradáveis
Alimentos	0,45	Rapidamente degradáveis
Madeira	0,47	Lentamente degradáveis
Borracha e couro	0,07	Lentamente degradáveis
Plástico	0,11	Lentamente degradáveis
Metal	0,29	Lentamente degradáveis
Vidro	0,33	Lentamente degradáveis
Outros	0,13	-

Fonte: Adaptado de ABRELPE, 2013.

Cada fator de emissões apresentado, corresponde ao impacto ou a contribuição que o tipo de material citado tem na geração de gases, e como a degradabilidade de tais resíduos pode influir na produção dos gases do efeito estufa. Materiais orgânicos e resíduos alimentares, por exemplo, se degradaram com considerável rapidez em relação aos recicláveis, apresentando, portanto, um dos maiores fatores de emissões de carbono por grama de resíduos, juntamente com a madeira.

O cumprimento e implantação das diretivas vigentes na PNRS pode contribuir diretamente para redução das emissões de GEE, tais como: a indução da compostagem da parcela orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos e a geração de energia por meio do aproveitamento dos gases provenientes da biodigestão de compostos orgânicos e dos gases gerados em aterros sanitários e estações de tratamento, o biogás (SEEG, 2016).

Se o biogás dos resíduos sólidos orgânicos urbanos do Brasil fosse aproveitado, certamente causaria um impacto significativo no setor energético brasileiro assim como no meio ambiente, neste contexto está apresentado na Figura 10 informações sobre o indicativo do impacto nas mudanças climáticas a partir das principais atividades de gerenciamento eficiente de resíduos (CO₂ de fontes biológicas).

Figura 10 – Impacto das emissões de CO₂ por atividade de tratamento de resíduos

Fonte: Adaptado de Hogg e Ballinger (2015)

Segundo Machado (2013), o valor energético do biogás depende da concentração de metano existente no mesmo. Um metro cúbico de metano puro tem um conteúdo energético de 9,97 kWh. Com isso, 1 m³ de biogás que possui uma concentração de 60% de metano tem um conteúdo energético de 6 kWh e possui um conteúdo energético de aproximadamente 0,6 L de óleo combustível.

O estudo da EPE (2008), de avaliação preliminar do aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos, concluiu que a prática da incineração exclui a alternativa da reciclagem e reduz seus benefícios energéticos, uma vez que a reciclagem tem potencial para originar um maior benefício energético global. Entretanto, a geração com base nos gases provenientes em biodigestores exige a separação prévia dos elementos sólidos não degradáveis, portanto, não há impacto. Colaborando assim, para uma relação de interdisciplinaridade onde a reciclagem é uma alternativa que se compõe muito bem com a geração de energia elétrica a partir da digestão anaeróbica dos resíduos.

No setor de resíduos sólidos o biogás é uma importante fonte de receita para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos viabilizando em muitos casos projetos sem incentivos

fiscais, e as principais tecnologias para isso são os aterros sanitários que fazem o aproveitamento energético e os biodigestores (MACHADO, 2013).

3.3 MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para o manejo adequado dos resíduos deve-se integrar ao sistema de limpeza urbana as etapas de geração, acondicionamento, coleta, transporte, transferência, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, além da limpeza de logradouros públicos (IBAM, 2001).

- **Acondicionamento:** Acondicionar os resíduos sólidos domiciliares significa prepará-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos. A importância do acondicionamento adequado está em evitar acidentes, proliferação de vetores, minimizar o impacto visual e olfativo, reduzir a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva, facilitar a realização da etapa da coleta).

Nas cidades brasileiras a população utiliza os mais diversos tipos de recipientes para acondicionamento do resíduo domiciliar tais como vasilhames metálicos (latas) ou plásticos (baldes), sacos plásticos de supermercados ou especiais para resíduos, caixotes de madeira ou papelão, latões de óleo, algumas vezes cortados ao meio, contêineres metálicos ou plásticos, estacionários ou sobre rodas e etc. (Figura 11).

Figura 11 - Os recipientes adequados para acondicionar os resíduos domiciliar



Fonte: IBAM (2001)

- **Coleta:** significa recolher os resíduos acondicionados pelo seu gerador para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final. Coleta-se o resíduo para evitar problemas de saúde que ele possa propiciar. A coleta e o transporte do resíduo domiciliar gerado em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana. O sistema de coleta pode ser do tipo coleta indiferenciada (todo o tipo de resíduo) e diferenciada (incluindo coletas seletivas).

- **Transporte e transferência:** o transporte domiciliar pode ser de dois tipos: compactadoras, onde são utilizados equipamentos compactadores de carregamento traseiro ou lateral e sem compactação, conhecidas como baú ou prefeitura, com fechamento na carroceria por meio de portas corrediças. Um bom veículo para transporte domiciliar não deve permitir derramamento do resíduo ou do chorume na via pública; dispor de local adequado para transporte dos trabalhadores e apresentar descarga rápida dos resíduos no destino (no máximo em três minutos).

As estações de transferência são unidades instaladas próximas ao centro de massa de geração de resíduos para que os caminhões de coleta, após cheios, façam a descarga e retornem rapidamente para complementar o roteiro de coleta.

- **Limpeza de logradouros públicos:** Os serviços de limpeza dos logradouros costumam cobrir atividades como varrição, capina e raspagem, roçagem, limpeza de ralos, limpeza de feiras, serviços de remoção e limpeza de praias. Contemplam, ainda, atividades como desobstrução de ramais e galerias, desinfestação e desinfecções, poda de árvores, pintura de meio-fio e lavagem de logradouros públicos. A realização desse tem por objetivo evitar problemas sanitários para a comunidade, interferências perigosas no trânsito de veículos, riscos de acidentes para pedestres e inundações das ruas pelo entupimento dos bueiros.

- **Tratamento e disposição final:** define-se como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte final de resíduos em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável. Este setor desenvolve atividades com Triagem e Reciclagem de RSU, Tratamento Biológico (Compostagem e Digestão Anaeróbia), Incineração, processamento de RSU e disposição Aterros Sanitários.

A forma como os resíduos são descartados no meio ambiente pode causar danos e perdas irreparáveis e seus efeitos podem ser considerados crescentes em relação ao tempo (MAZZONETTO *et al.*, 2016). Por isso, é responsabilidade dos municípios garantir que todo material seja coletado e encaminhado para destinação adequada, na Tabela 2, constam cada tipo de resíduo gerado no manejo dos serviços de limpeza que são atendidos pela prefeitura municipal em seu processo de gestão.

Tabela 2 – Tipo e origem dos resíduos gerenciados pelos municípios

TIPO DE RESÍDUO	ORIGEM
Doméstico	Residências
Coleta Seletiva	Materiais recicláveis descartados pelas residências
Comercial	Descarte do comércio em geral
Público	Limpeza urbana, poda, etc.
Domiciliar especial	- Construção civil - Pneus - Pilhas e baterias - Lâmpadas fluorescentes
Fontes especiais	Serviços de saúde e terminais rodoviários

Fonte: Adaptado de SEDEMA (2011)

O manejo ambientalmente correto de resíduos deve ir além da simples deposição ou aproveitamento dos resíduos gerados, deve-se buscar a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não-sustentáveis de produção e consumo. Isto implica a utilização do conceito de manejo integrado do ciclo de vida, o qual apresenta oportunidade de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente (ONU, 1995).

3.3.1 Coleta convencional e seletiva

A limpeza pública é muito diversificada, em virtude das ações da sociedade e do intenso comércio e industrialização. A manutenção das atividades deve seguir os princípios da coleta (sobretudo regularidade), para ganho da eficiência e credibilidade dos serviços.

Segundo Souza (2017) a coleta significa recolher o resíduo acondicionado pela fonte geradora para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e, por fim, à disposição final.

Na maioria das grandes cidades brasileiras a coleta pode ser do tipo domiciliar convencional, seletiva e a coleta automatizada (contêineres da área central). O serviço de coleta regular domiciliar corresponde à execução das atividades de coleta porta-a-porta e transporte dos resíduos sólidos domésticos gerados em todos os imóveis residenciais e não residenciais disponíveis (PORTO ALEGRE, 2013). Portanto, pode-se conceituar como coleta domiciliar comum ou ordinária o recolhimento dos resíduos gerados nas edificações residenciais, públicas e comerciais, desde que não sejam estas últimas, grandes geradoras, de acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001).

A coleta convencional compreende o recolhimento de todos resíduos ou detritos apresentados regularmente ou esporadicamente nas vias e logradouros públicos, originários de estabelecimentos públicos, institucionais de prestação de serviços, comerciais, industriais e residenciais, além daqueles provenientes da varrição pública, e posteriormente encaminhados ao local de transferência, tratamento ou destino final.

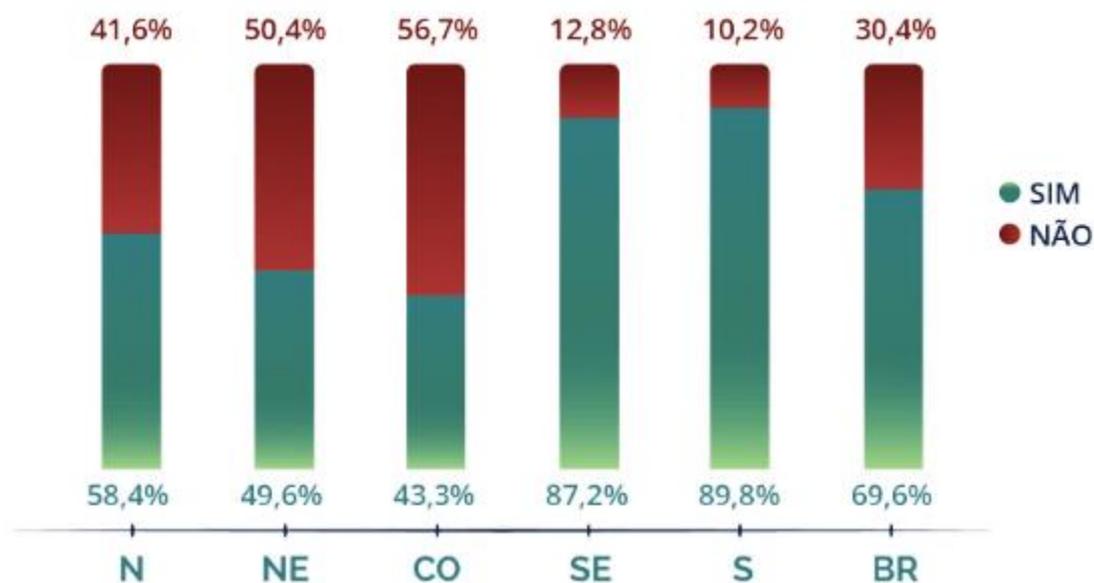
Já a coleta seletiva foi definida na Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a PNRS, como a coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implementada por municípios como forma de melhoria na gestão de resíduos (BRASIL, 2010)

Os programas de coleta seletiva de resíduos secos, no Brasil e no mundo, em geral, apresentam duas modalidades básicas: Porta a porta, onde a coleta é realizada em dias específicos da semana, e Locais de Entrega Voluntária (LEVs), onde a população possa levar os materiais previamente segregados.

Na coleta seletiva, os resíduos domiciliares podem ser valorizados a partir de sua fração seca ou orgânica, e a fração considerada rejeito é encaminhada à disposição final, que pode ser feita em aterros sanitários ou controlados, ou em lixões. Quando são grandes as distâncias entre o centro de massa gerador e o local de disposição final, pode-se recorrer às estações de transferência ou transbordo de resíduos (PERNAMBUCO, 2010).

Segundo dados da ABRELPE, em 2016, cerca de 69,6% dos municípios no Brasil registraram alguma iniciativa de coleta seletiva, conforme a Figura 12, que também apresenta as diferenças regionais no tocante à disponibilização de tais iniciativas. Sendo o Centro Oeste a região com o menor índice percentual de iniciativas de coleta diferenciada (seletiva), apenas 43,3%.

Figura 12 - Iniciativas de coleta seletiva nos municípios em 2016 – Regiões e Brasil



Fonte: ABRELPE, 2016.

Embora seja expressiva a quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva, convém salientar que muitas vezes estas atividades resumem-se à disponibilização de pontos de entrega voluntária ou convênios com organizações de catadores, que não abrangem a totalidade do território ou da população do município.

3.3.2 Unidades de transbordo, triagem e tratamento

Em termos de infraestrutura operacional e de tratamento de resíduos sólidos urbanos, para uma gestão eficiente é importante possuir uma boa diversidade de unidades, tais como usinas de triagem e compostagem, além de algumas estações de transbordo e tratamentos diversos, que minimizem a quantidade de rejeito encaminhados à destinação final.

- As **unidades de transbordo** são instalações conhecidas como estações de transferência, normalmente utilizadas como um intermédio entre a coleta e o destino final. A utilização dessas unidades se justifica pelo distanciamento muitas vezes observado entre os diversos pontos de coleta ou dos centros de massa para as unidades de tratamento ou destino final.

Os benefícios com o uso destas unidades vão desde a logística do transporte dos resíduos e a manutenção dos equipamentos, até ganhos de cunho ambientais e

econômicos, redução do consumo de combustível, redução dos custos de manutenção de veículos, além de redução do tráfego em geral, emissões atmosféricas, e redução do desgaste das estradas (PEREIRA, 2013).

Em alguns casos as unidades de transbordo podem ser usadas também como unidades de triagem e transferência apenas dos resíduos não recicláveis.

O processo de segregação e triagem dos resíduos sólidos urbanos sucede as operações de coleta e transporte. A adoção de coleta indiferenciada ou diferenciada é fator determinante para a especificação do tipo de triagem a ser empregada (BNDES, 2014).

- As **unidades de triagem** participam da cadeia produtiva da reciclagem de resíduos como uma etapa intermediária entre a coleta seletiva e a reciclagem propriamente dita, fornecendo às indústrias recicladoras um resíduo segregado, limpo e beneficiado, aumentando a eficiência dos processos. Deste modo, a adoção de unidades de triagem pelos municípios contribui diretamente para a melhoria do saneamento básico e indiretamente para a redução do consumo de matéria-prima e da poluição ambiental na produção do material secundário.

Para a realização de um tratamento eficiente dos resíduos, em geral faz-se necessário a adoção do uso de tecnologias apropriadas, que priorizem as características particulares de cada componente com o intuito de mitigar eventuais problemas de poluição ao meio ambiente devido ao descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos.

Porém, na realidade dos municípios brasileiros, apenas em raras situações, os serviços oferecidos pelos gestores públicos incluem procedimentos diferenciados. Deve-se entender que outras soluções, que não o simples aterramento, implicam na necessidade de aportes de capital vultosos para investimentos e para cobertura de custos (MARTINS e MARTINS, 2015).

No Brasil, práticas de destinação final como o aterro controlado e o lixão são ainda uma prática comum, porém, é enfática a necessidade do encerramento dessas atividades, visto a imposição prevista pela PNRS (2010). Em oposição a esse cenário, é possível observar que os países desenvolvidos apresentaram evoluções e inovações tecnológicas promissoras que acompanharam as necessidades energéticas, materiais e ambientais (Jucá *et al*, 2014).

- As **unidades de tratamento** de RSU compreendem instalações contendo uma série de procedimentos físicos, químicos e biológicos que têm por objetivo diminuir a

carga poluidora no meio ambiente, reduzir os impactos sanitários negativos do homem e o beneficiamento econômico do resíduo. Na atualidade existem diversos tipos de tratamentos para os diferentes resíduos, que basicamente, são designados em: triagem, tratamentos biológicos, incineração e aterros sanitários. Estes tratamentos possuem particularidades, onde o predomínio de processos físicos, químicos e biológicos permite a transformação do resíduo em produtos que podem ser utilizados para o retorno industrial ou até mesmo como fonte de energia.

Conforme apresentado no Quadro 1 o processo e os produtos desses sistemas de tratamento, além de possíveis inovações técnicas que podem ser obtidas com sua aplicação.

Quadro 1 - Sistemas de tratamento dos RSU

Sistemas Básicos	Processos	Tratamento	Produtos	Inovação
Triagem	Físico	Coleta Seletiva, Tratamento Mecânico-Biológico (TMB)	Matéria-Prima para Reciclagem e Energia	Recuperação dos resíduos (Waste to Resources-WTR) Energia derivada dos resíduos (WTE)
Tratamento Biológico	Biológico	Biodigestores Anaeróbios, Compostagem	Energia e Composto Orgânico	Agricultura, biofertilizantes e energia dos resíduos (WTE)
Incineração	Físico-químico	Tratamento Térmico	Vapor e Energia Elétrica	Energia derivada dos resíduos (WTE)
Aterros Sanitários	Físico, Químico e Biológico	Reator Anaeróbio, Tratamento da Matéria Orgânica	Biogás (Energia) e Lixiviado	Energia derivada dos resíduos (WTE) e Fertilizantes

Fonte: Jucá (2012)

O uso das tecnologias apresentadas implica em um manejo eficiente dos resíduos sólidos e da limpeza urbana por apresentarem sistemas que atendem às dimensões ecológica, ambiental, cultural, social, institucional, política, econômica, legal e ética.

O que observou-se ser comum a todos os tratamentos é o desejo de transformar os resíduos em energia. O aproveitamento energético é uma alternativa promissora, onde a geração

de eletricidade a partir de RSU é, sem dúvida, elemento importante de uma estratégia regional ou local e, portanto, não deve ser desconsiderada, pois, a geração de energia elétrica, principalmente se realizada a partir dos processos combinados de tratamento mecânico biológico e incineração é a mais atraente em termos de impactos ambientais (SOARES, 2017).

Visando a sustentabilidade faz-se necessário um maior desenvolvimento da gestão dos serviços públicos, tanto pela destinação adequada de resíduos, quanto pela redução do consumo de recursos naturais (SILVA, 2015). Para tanto, o conhecimento dos tratamentos que possuem conexão com a temática sustentável, assim como o correto diagnóstico da situação dos municípios e as suas variações no tempo, são instrumentos fundamentais na proposição de rotas tecnológicas para uma gestão de resíduos eficiente.

Em alguns casos, os aspectos políticos, ambientais e sociais podem apontar para o uso de uma tecnologia, como a reciclagem de materiais coletados convencionalmente, isto é, sem separação prévia. Por outro lado, os indicadores técnicos e econômicos para tal prática podem apresentar valores que apontam para uma tecnologia não viável econômica e tecnicamente. (LIMA *et al.*, 2014).

3.4 SUSTENTABILIDADE E SEUS INDICADORES

A PNRS coloca como objetivo a universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana com a adoção de mecanismos que assegurem a sustentabilidade operacional e financeira, cabendo ao poder público o manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Para implementação da política vigente (PNRS) é necessária a articulação e integração de um grande leque de instituições relacionadas à problemática da gestão de resíduos, visando à construção de uma estratégia conjunta para a sustentabilidade das ações programadas (CAMPOS, 2013).

Toews (1987) define a sustentabilidade como meio de se atender as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades. Portanto, o desenvolvimento sustentável no seu conceito mais amplo torna-se incompatível, enquanto nos sistemas de gestão prevalecer a ideia de consumo desmedido ao invés da lógica das necessidades, pois os padrões de acumulação da sociedade contrastam com a finitude dos recursos naturais não-renováveis (FERRAZ, 2003).

Logo, o desenvolvimento sustentável compreende um processo evolutivo que se traduz na combinação de três vertentes de desenvolvimento de um país para benefício das gerações

presente e futura, o crescimento da economia, a melhoria na qualidade do ambiente e a melhoria da sociedade.

A sustentabilidade engloba diferentes aspectos, as chamadas dimensões da sustentabilidade, e embora a quantidade de dimensões e suas especificidades variem de autor para autor, é recorrente o enfoque nas três grandes categorias: a dimensão ambiental/ecológica, a dimensão econômica e a dimensão social da sustentabilidade. A subdivisão dessa última revela ainda duas outras dimensões relevantes e intrínsecas das relações humanas: as dimensões política e cultural (POLAZ e TEIXEIRA, 2015).

Para difundir o conceito de desenvolvimento sustentável torna-se fundamental o estabelecimento de indicadores, índices e metas que possam dar a medida do desempenho de uma região em relação a sustentabilidade. Os indicadores são, portanto, parâmetros selecionados para refletir sobre determinadas condições dos sistemas em análise, onde para amplitude desse sistema devem ser consideradas as três categorias:

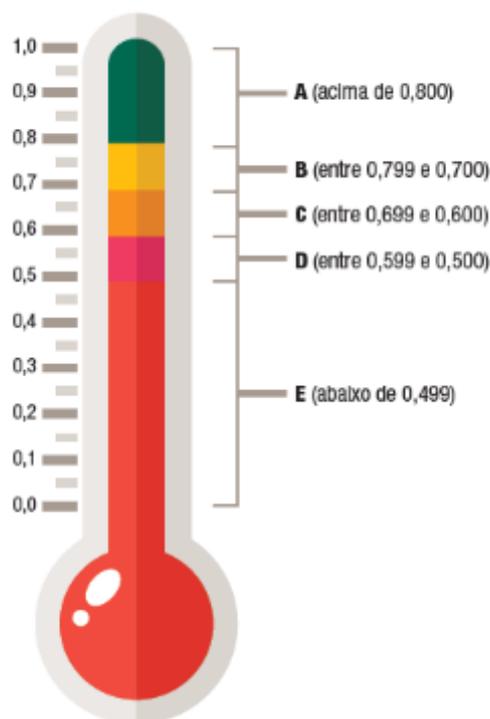
- Indicadores ambientais;
- Indicadores econômicos;
- Indicadores sociais.

A ideia de desenvolver indicadores para avaliar a sustentabilidade surgiu da necessidade de elaborar ferramentas que sirvam de base para a tomada de decisão em todos os níveis (ONU, 1995).

Sobre indicadores de sustentabilidade, a ISLU (2017) desenvolveu um estudo para analisar os serviços de limpeza urbana nas cidades brasileiras sob a ótica da PNRS. Com a finalidade de proporcionar a visão holística que o tema dos resíduos sólidos demanda.

Tal estudo desenvolveu um “termômetro” da adesão das cidades brasileiras aos preceitos da PNRS, onde cada dimensão caracteriza os principais aspectos que atendem a sustentabilidade e a implementação da política nos municípios, com uma pontuação que varia de 0 (zero) a 1 (um) o município é avaliado, e quanto mais próximo de 1, maior será a aderência do município à PNRS (Figura 13).

Figura 13 – Faixa de valores da adesão das cidades brasileiras aos preceitos da PNRS



Fonte: ISLU (2017)

Um indicador pode ser um dado individual ou um agregado de informações, o índice e o indicador possuem o mesmo significado. A diferença está em que um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem (REICHERT, 2013).

Esse Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU) representa uma ferramenta para analisar e diagnosticar a real situação dos serviços de limpeza urbana em todo o território nacional e oportunizar iniciativas de gestão.

No estudo desenvolvido pela ISLU (2017), foram considerados como indicadores importantes o índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a porcentagem da população atendida pelos serviços de limpeza urbana, o grau de autonomia financeira do município, os materiais recuperados pela reciclagem sobre massa coletada e a destinação incorreta em relação à população atendida pelos serviços de limpeza, analisados sobre 4 dimensões o engajamento do município, a sustentabilidade financeira, recuperação de recursos coletados e o impacto ambiental.

Nos resultados obtidos pelo ISLU (2017), o Distrito Federal alcançou para o ano analisado um índice de 0,651, classificando-o como de classe C, de proximidade em atender as premissas da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, esse valor foi superior ao obtido no ano

anterior que foi de 0,643, tal fato revela crescimento positivo nas iniciativas sustentáveis que vem sendo aplicadas nas regiões administrativa. O mais interessante do estudo foi que o DF obteve índices elevados quanto as dimensões do engajamento do município ($E=0,872$) e da sustentabilidade financeira ($S=0,933$). Porém, quanto a dimensão de recuperação de recursos coletados ($R=0,025$) demonstrou-se praticamente inexistente, o que reflete a necessidade de melhorias para se alcançar a gestão eficiente dos RSU. A dimensão que considera impacto ambiental ($I=0,661$) foi mediana, e indica que já há melhoria quanto a destinação final dos resíduos.

Tais características, de altos índices de engajamento e sustentabilidade se contrapondo com baixa recuperação dos recursos, geram uma problemática no gerenciamento e reforçam a necessidade de ampliação dos estudos sobre gestão de resíduos no Distrito Federal, sabendo que, aliar o desenvolvimento de rotas tecnológicas de tratamento aos preceitos da sustentabilidade, pode subsidiar o aumento do índice de sustentabilidade ISLU do DF e possíveis melhorias no sistema de gestão.

3.5 ROTAS TECNOLÓGICAS PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Quando a geração dos resíduos cresce de forma acentuada e difusa, eleva-se a necessidade de entender o funcionamento do fluxo dos resíduos, a partir de sua geração até seu destino final. Essa análise pode trazer importantes subsídios para otimização da gestão no que concerne os roteiros de coleta e formas de tratamento, com suas diferentes tecnologias.

Segundo a UNEP (2012), um dos principais desafios do manejo de resíduos é desenvolver metodologias de seleção de rotas de tratamento que permitam maximizar as qualidades de cada tecnologia. No intuito de estabelecer as melhorias almejadas, estes fluxos passam a ser definidos como rotas tecnológicas de tratamento dos resíduos sólidos.

3.5.1 Conceitos

Operacionalmente, um roteiro de coleta, corresponde ao itinerário por onde deverá trafegar um dado veículo coletor para que os funcionários de limpeza possam efetuar a remoção do descarte dentro de uma jornada normal de trabalho (IBAM, 2001). Sabe-se que em locais de densidade populacional alta há uma maior concentração do resíduo gerado. Os garis não

precisam se deslocar muito para recolher grandes quantidades, uma vez que, a produtividade de coleta é alta.

O caminho que esse mesmo resíduo percorre, considerando geração e roteiro final de coleta, com passagem, ou não, pelas estações de transferência ou transbordo, até o local de disposição final, é o que chamamos de fluxo dos resíduos.

O planejamento, desenvolvimento ou proposição de um trajeto de resíduos que considere em seu fluxo a inserção de alternativas de tratamento para redução dos impactos ambientais, e que em atendimento as diretrizes da PNRS, minimize a quantidade de rejeitos enviado à destinação final, é o que podemos denominar rotas tecnológicas de tratamento.

Neste contexto da gestão de RSU, segundo BNDES (2014), define-se uma rota tecnológica como o conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, envolvendo circuitos de coleta de resíduos de forma indiferenciada e diferenciada e contemplando tecnologias de tratamento dos resíduos com ou sem valorização energética.

Desse modo, a rota tecnológica tem início, necessariamente, com a geração e encerramento com a disposição final em aterro sanitário, podendo haver, entre as etapas, uma ou mais formas ou tecnologias de tratamento.

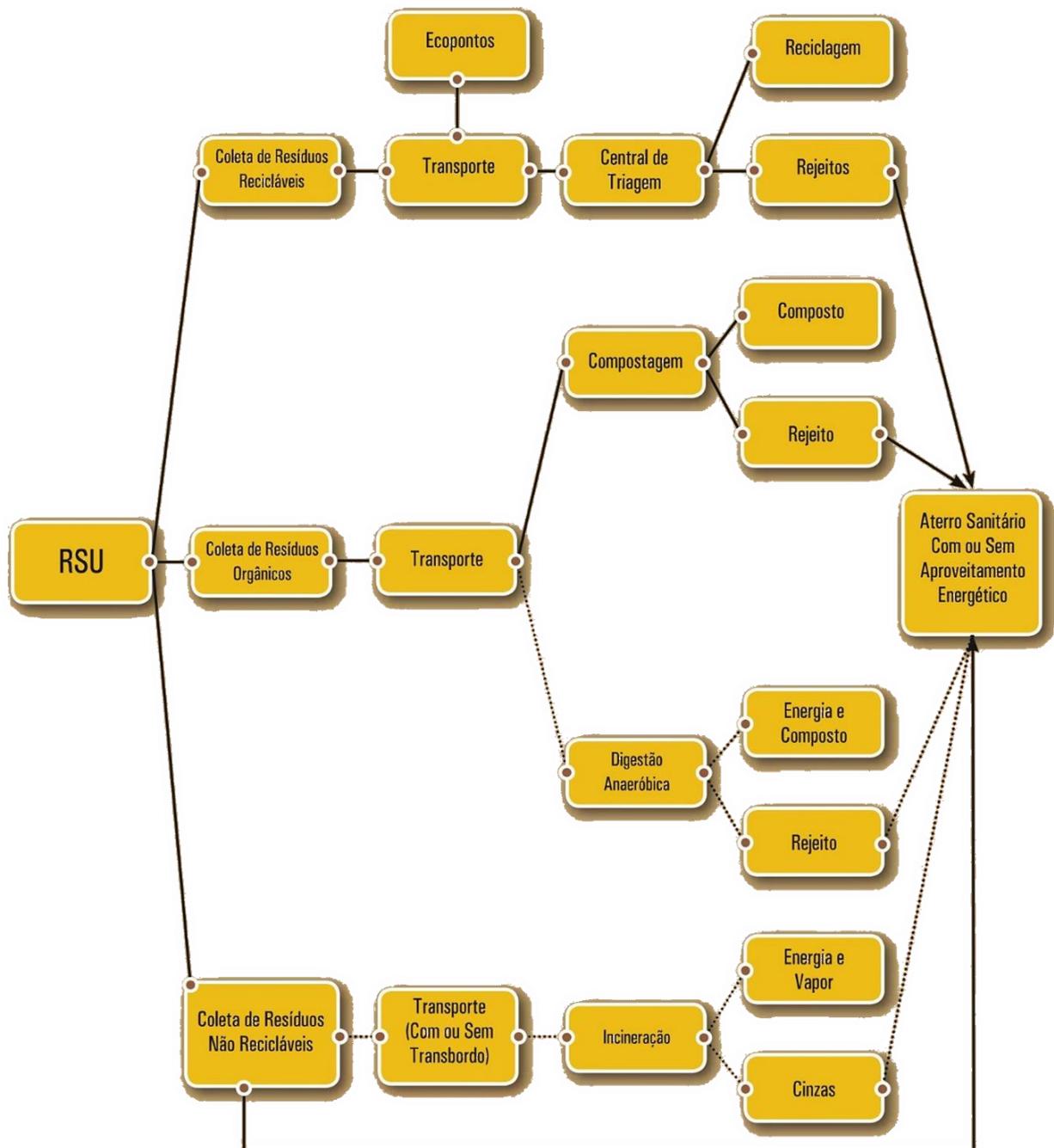
Para o descarte adequado dos resíduos sólidos através da rota tecnológica torna-se essencial, seguir o fluxo das etapas da gestão integrada que se inicia, portanto, na fonte de geração, segue com a coleta seletiva que faz parte das etapas física do gerenciamento, depois o recolhimento e encaminhamento para os setores de triagem ou estações de transbordo onde poderá ocorrer a reciclagem, a compostagem ou outra forma de destinação (IPT/CEMPRE, 2010).

O que define a aplicabilidade de uma rota tecnológica é se ela considera as diretrizes e metas definidas na legislação vigente, principalmente no que diz respeito ao encerramento dos descartes inadequados e a valorização dos resíduos, agregando valor a partir da reciclagem, reutilização ou aproveitamento energético. Neste contexto, se faz necessária a inserção de uma outra ferramenta dentro do conceito maior de rotas tecnológicas, através da necessidade de elaboração de sub rotas de análise insoladas, para alguns roteiros de coleta e destinação inserida na dinâmica de cada município, compondo subcategorias da rota tecnológica principal.

A orientação prática para a definição de rotas tecnológicas alinhadas à PNRS, é que o conceito de “resíduos zero” deve ser definido com mais precisão, estabelecendo critérios para a avaliação comparativa de alternativas técnicas, assim como ampliado, incorporando critérios sociais, econômicos e ambientais mais amplos e característicos de diferentes contextos

(SOUZA *et al.*, 2016). Sabendo que as rotas tecnológicas devem considerar esses critérios, na Figura 14 apresenta-se um fluxograma de rota tecnológica para gestão de RSU de cidades com população elevada, acima de um milhão de habitantes, onde estão abordados os caminhos que o resíduo deve passar até chegar a sua destinação final, considerando que, para uma gestão eficiente, haja coleta diferenciada, tratamento e beneficiamento de resíduos recicláveis, orgânicos e não recicláveis.

Figura 14 - Rotas tecnológicas para manejo dos RSU, em município de alta população



Fonte: BNDES (2014) elaborado pela FADE/UFPE/GRS.

Uma elevada população pode resultar em um número ainda superior de resíduos a serem gerenciados, mas, independentemente do tamanho da população atendida, dentro das limitações e possibilidades do município e não excluindo a análise e adoção de tecnologias mais complexas, a base para as propostas das rotas tecnológicas de tratamento podem considerar as seguintes atividades:

- Coleta seletiva de resíduos recicláveis (secos);
- Coleta seletiva de resíduos orgânicos (úmidos);
- Coleta de rejeitos;
- Unidades de triagem;
- Unidades de compostagem;
- Incineração e biodigestão;
- Aterro sanitário.

Além dessas propostas, os fatores comuns na gestão dos serviços de limpeza e manejo de resíduos sólidos presentes nas cidades de maior avanço são planejamento, sustentabilidade financeira e soluções regionalizadas no caso dos pequenos municípios (ISLU, 2017). Para atender esses fatores pode-se analisar as rotas tecnológicas sob o viés dos pilares da sustentabilidade.

3.5.2 Rotas tecnológicas sustentáveis

A identificação de rotas tecnológicas em análises prospectivas facilita o entendimento e a comunicação de estratégias, objetivos e ações prioritárias a serem analisadas durante um processo decisório, dentro das diretrizes da gestão.

A elaboração de rotas tecnológicas para um setor permite, portanto, que se vislumbre um caminho de ações possíveis, envolvendo a consideração de diversas dimensões, explorando temas relevantes do setor para o qual se realizam os estudos, em um horizonte de curto, médio e/ou longo prazo (ABDI, 2010).

Para alcançar eficiência na gestão de resíduos sólidos urbanos, essas rotas devem estar fundamentadas no desenvolvimento sustentável, no intuito de repercutir em suas três dimensões, contribuindo para a geração de emprego e renda, minimização de passivos ambientais e redução da demanda por recursos naturais (BELINI *et al.*, 2004).

Uma rota tecnológica com desenvolvimento sustentável, consiste em resolver as necessidades de um sistema de gestão atual sem prejudicar a capacidade de resolução das

dificuldades futuras sofridas pelo sistema (WCED, 1991). O desenvolvimento de rotas tecnológicas sustentáveis deve, portanto, assumir um compromisso com os três pilares: pessoas, planeta e prosperidade os quais simbolizam a sociedade, o meio ambiente e a economia (MOLDAN *et al.*, 2012). Desta maneira, buscando-se o manejo eficiente dos resíduos, o desenvolvimento de rotas tecnológicas sustentáveis deve atender aos critérios de eficiência econômica, equidade social e proteção ambiental (SAMUEL *et al.*, 2012).

As melhorias obtidas em um sistema de gestão de resíduos sólidos que considerem tratamentos sustentáveis incluem: a redução das emissões de gases de efeito estufa e de outros poluentes, a economia de energia, a conservação de recursos naturais, a geração de empregos e o desenvolvimento de tecnologias verdes e de oportunidades de negócios (CUCCHIELLA *et al.*, 2014).

Esses fatores são instrumentos indispensáveis para análise dos cenários ambiental, econômico e social apresentados pelas rotas tecnológicas de maneira eficiente ao manejo de resíduos.

3.5.2.1 Cenário ambiental

Quanto ao meio ambiente, existem várias questões associadas ao descontrole no tratamento e descarte de resíduos sólidos, tais como: emissão de gases de efeito estufa, qualidade do ar, poluição das águas, poluição sonora, impactos na biodiversidade e no uso do solo (DEFRA, 2012). Além disso, quando as etapas do gerenciamento de resíduos são adequadamente executadas elas contribuem na redução de passivos ambientais e reduzem a demanda por recursos naturais incluindo energia, combustíveis e água.

A dimensão ambiental, para conjecturar e desenvolver rotas tecnológicas, pode ser analisada frente aos diferentes impactos que uma tecnologia é capaz de impor ao ecossistema em que se insere, implicando custos adicionais para gestão e controle.

O pilar ambiental é definido por Sachs (2004) como o imperativo ético da solidariedade entre as gerações, prezando pelo uso racional dos recursos naturais ao invés do crescimento selvagem e ambientalmente destrutivo.

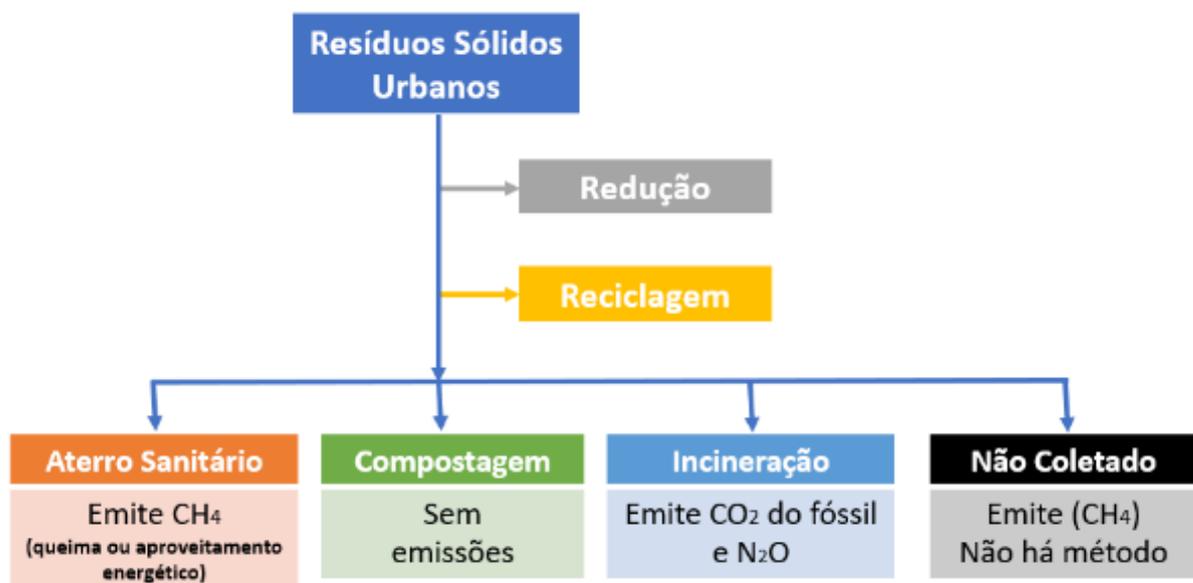
Toda medida de manejo de resíduos acaba gerando uma considerável proteção da saúde pública e da qualidade ambiental. Onde o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; além da adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais são favoráveis a eficiência das rotas tecnológicas.

Adotar um único parâmetro ambiental pode significar, portanto, uma evolução e aprimoramento dos sistemas de gestão de resíduos, através do estudo do mesmo como uma subcategoria da rota tecnológica. A redução das emissões de gases do efeito estufa, por exemplo, se adotado, pode se tornar um instrumento para melhorias sustentáveis, uma vez que a medida em que são incluídos tratamentos e ações adequadas ao manejo, as reduções são efetivamente alcançadas.

Uma rota tecnológica que inclui tratamentos como compostagem, reciclagem, biodigestão, incineração e acondicionamento dos resíduos em aterro sanitário, reduz consideravelmente as emissões, se comparado à sistemas que incluem descarte a céu aberto.

Analisando sobre esse aspecto, a CETESB (2010) afirma que aliar a universalização da coleta e do tratamento dos resíduos, influencia diretamente a redução das emissões GEE, conforme evidenciado na Figura 15, que identifica possíveis gases emitidos por tratamento utilizado.

Figura 15 – Emissões por tecnologias de tratamento



Fonte: Adaptado de CETESB (2010)

Quando o tratamento não é considerado há aumento nas emissões de gases, e apesar de algumas etapas do tratamento também serem responsáveis pela lançamento na atmosfera de CO_2 , N_2O , CH_4 entre outros, o uso de algumas alternativas tecnológicas ao final dos tratamentos como: incineração, biodigestão e acondicionamento dos resíduos em aterro sanitário, podem ter suas emissões minimizadas através da queima ou aproveitamento energético dos gases gerados.

3.5.2.2 Cenário econômico

O aspecto econômico é importante para o manejo dos RSU, pois geralmente é o fator limitante na escolha da estratégia adotada. Além disso, os resíduos sólidos por um lado são um subproduto das atividades econômicas e por outro lado um recurso destas, pois podem ser fontes tanto de materiais quanto de energia (DEFRA, 2012).

Neste cenário, para compor as etapas de desenvolvimento das rotas tecnológicas, são ressaltados o mercado de valorização e aproveitamento dos RSU, que incluem iniciativas de mercado de reciclagem, valorização da fração orgânica e valorização energética.

O crescimento econômico, de uma área em estudo, pode ser traduzido em termos de elevação do consumo, provocado tanto pela melhoria do poder aquisitivo da população quanto pelo desenvolvimento tecnológico, esses, porém, também resultam na elevação da geração de resíduos. Neste contexto, além de minimizar os efeitos danosos ao meio ambiente, a gestão adequada dos resíduos representa uma oportunidade de geração de riqueza para o país por meio do seu aproveitamento e valorização (BNDES, 2014).

A reciclagem dos materiais busca a transformação de resíduos em insumos ou produtos com características similares aos produtos originais e é o processo de valorização mais difundido e praticado no país. Além da reciclagem, a valorização dos resíduos nos processos de tratamento permite ainda a produção de composto derivado do tratamento da matéria orgânica e o aproveitamento energético para a produção de eletricidade e calor, com a possibilidade de geração de créditos de carbono.

O crescimento econômico não se reverte em desenvolvimento se não ampliar o emprego, reduzir a pobreza e atenuar as desigualdades, pois a eficiência econômica é condição necessária para se alcançar uma melhor qualidade de vida para todos, ou seja, não é um objetivo em si mesmo (SACHS, 2004).

3.5.2.3 Cenário social

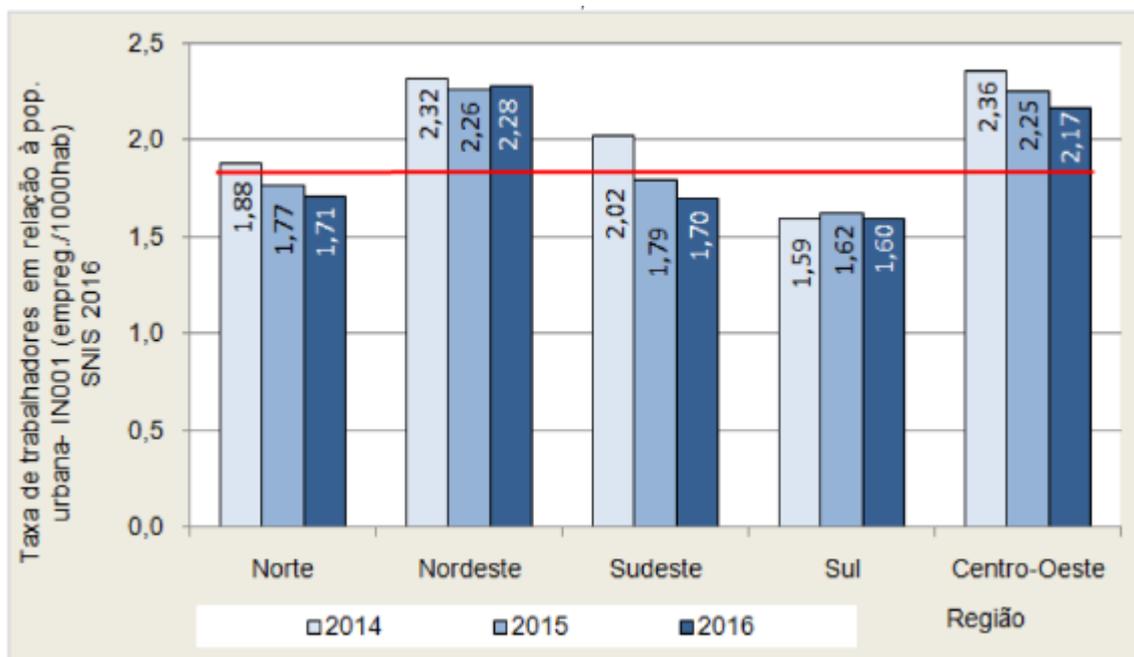
A dimensão do cenário social para a gestão dos resíduos sólidos, inclui fatores ligados à aceitação pública, equidade social e função social (DEN BOER *et al.*, 2005). Onde, a aceitação pública refere-se ao fato de que as políticas de gestão e gerenciamento devem estar alinhadas com a opinião e aos anseios da sociedade (WILSON, 2007). A equidade social relaciona-se a uma distribuição equitativa entre cidadãos no que tange os impactos negativos e

positivos do manejo. Já a função social diz respeito ao benefício social, ou seja, o papel do gerenciamento de resíduos sólidos na sociedade (ALLESCH & BRUNNER, 2014).

Essas características evidenciam que o cenário social está diretamente ligado à geração de emprego e renda. Este, tende a ser um dos fatores mais controversos durante a tomada de decisão acerca da adoção de uma tecnologia de tratamento e disposição final.

No Brasil, segundo SNIS (2018) a geração de empregos diretos no setor de Resíduos Sólidos para o ano de 2016 chega a um valor médio de 1,82 trabalhadores por 1.000 habitantes, valor que tem demonstrado redução nos estudos dos últimos anos. A redução desse valor é acompanhada pela queda de quase todos os valores regionais, exceto o da Nordeste que subiu levemente de 2,26 para 2,28 emp./1.000habitantes. O maior encolhimento se dá na região Centro-Oeste, onde localiza-se o DF, cujo indicador passa de 2,25 para 2,17, reduzindo, portanto, em torno de 4%. A configuração desses números, entretanto, se mantém, reforçando uma série histórica na qual o menor indicador ocorre na região Sul e os maiores nas regiões Nordeste e no Centro-Oeste, ambas, por sinal, com valores bem próximos. Também se observa pela Figura 16, a seguir, que, exceto nas duas regiões citadas os resultados regionais ficam abaixo do indicador médio do País.

Figura 16 – Evolução da taxa de trabalhadores em relação à população de 2014 a 2016



Fonte: SNIS (2018)

Este cenário evidencia um contingente aproximado de 336 mil empregos no setor de resíduos em todo o Brasil, percebendo-se um decréscimo de quase 3% de 2015 (que era de 345

mil) e 2016, o que implica na redução de aproximadamente 9 mil postos de trabalho distribuídos por quase todas as faixas populacionais (SNIS, 2018). Em termos de geração de emprego por tecnologias de tratamento, as unidades de triagem são as mais intensivas de mão de obra, constituindo-se em um dos motivos pelo que a reciclagem de materiais tem sido recomendada pela PNRS como forma de inclusão social, por empregar uma comunidade de trabalhadores pouco qualificados, compostos por catadores de materiais recicláveis, associados ou não.

Seguindo parâmetros estabelecidos pelo MMA (2010), para cada tonelada de material triado são gerados 10 empregos. As unidades de compostagem, empregam aproximadamente 2 empregos para cada tonelada de resíduos beneficiada. À medida que aumenta a capacidade instalada da unidade, a mão de obra empregada cresce menos que proporcionalmente.

Os aterros sanitários, unidades de digestão anaeróbia e de incineração, em contrapartida, geram menos emprego em relação às tecnologias supracitadas. No caso de incineradores, estima-se um trabalhador para cada 10 mil toneladas anuais de RSU processadas, enquanto em digestores anaeróbios são considerados 10 empregos para cada 10 mil toneladas anuais de RSU (ILSR, 1997), com a exigência de mão de obra qualificada.

De acordo com a localidade essas proporções de emprego por tonelada de resíduos podem variar, o Quadro 2 dispõe de informações diferenciadas por estudos, autores e atividades desenvolvidas para geração de emprego no setor de resíduos sólidos.

Quadro 2 – Número de empregos gerados por atividade

Den Boer <i>et al.</i> (2005)	triagem semi-mecanizada → 35 empregos/10.000 t/ano; triagem mecanizada → 6 empregos/10.000 t/ano; compostagem → 5 empregos/10.000 t/ano; digestão anaeróbia → 3,5 empregos/10.000 t/ano; incineração → 1 empregos/10.000 t/ano. estação de transferência → 0,5 empregos/10.000 t/ano.
DMLU Porto Alegre (Reichert, 2013)	Convencional → 1,49 empregos/1.000 t Porta-a-Porta → 4,14 empregos/1.000 t Containerizada → 0,53 empregos/1.000t Triagem manual → 232 empregos/10.000 t/ano Aterro Sanitário → 1 emprego/10.000 t/ano
Goldstein e Electris (2011)	Processamento de materiais recicláveis → 2 empregos/1.000 kg Processamento de materiais orgânicos → 0,5 empregos/1.000 kg

Fonte: Den Boer *et al.* (2005); DMLU Porto Alegre (Reichert, 2013); Goldstein e Electris (2011).

No setor de manejo de resíduos sólidos não se pode ignorar que a respeito dos recursos humanos, a prática da contratação temporária de mão de obra ou, conforme definido no âmbito do SNIS (2018), a ocorrência das “frentes de trabalho temporárias”, são muito utilizadas no Brasil, e isso pode influenciar o cenário social e econômico da gestão. Desta forma, ao contingente acima citado de 336 mil empregos, pode-se somar os trabalhadores de frentes temporárias, cujo número equivalente ao de trabalhadores, resultando em aproximadamente 8,4 mil trabalhadores.

Todos esses aspectos ligados a geração de emprego podem ser adotados como ferramenta de análise das rotas tecnológicas, considerando que a inclusão de trabalhadores no setor do manejo de resíduos sólidos proporciona evolução dos aspectos sustentáveis da gestão.

3.5.2.4 Cenário ideal

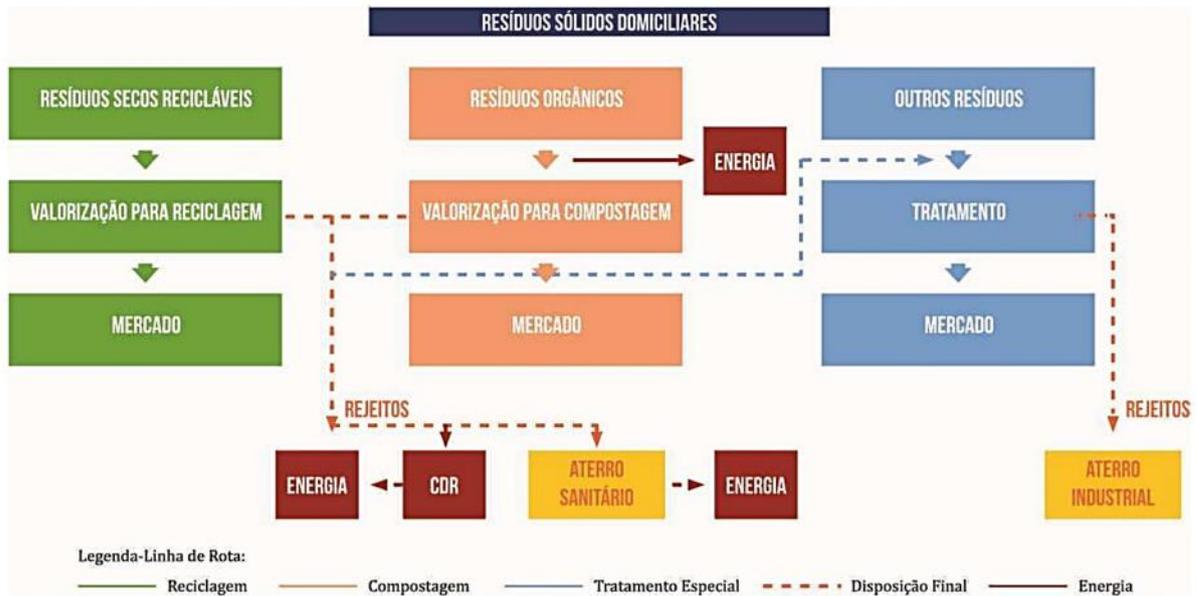
A partir das definições expressas acima, é possível sintetizar o processo de obtenção de rotas tecnológicas sustentáveis como aquele que, integra considerações de eficiência econômica, justiça social e proteção ambiental (TEIXEIRA, 2013).

Segundo Distrito Federal (2017) através da PDGIRS o modelo de cenário ideal para coleta domiciliar admite que todos os resíduos das coletas devam, necessariamente, passar por alguma das unidades de tratamento, para que passem por operações de triagem e compostagem, entre outras práticas. Não sendo admitidas atividades de triagem em estações de transbordo, exceto em Centros de Triagem instalados em área anexadas aos transbordos. Entendendo que o modelo a ser validado, como ideal, deverá ter como prioridade a minimização de rejeitos para a disposição final, com ênfase em uma maior eficiência na valorização dos resíduos para reciclagem e compostagem.

Em um modelo adequado de gestão o foco do tratamento é na valorização dos materiais para reciclagem e compostagem ao invés das práticas de aterramento, condição está definida nas prioridades da legislação específica. Aproximando-se ainda mais do ideal ou sustentável, pode-se considerar a queima ou reaproveitamento dos gases nos final de alguns processos de tratamento e destinação final.

Na Figura 17 retrata-se uma rota tecnologia sustentável que considera um cenário ideal para eficiência na valorização dos resíduos como recursos, ou fonte de energia.

Figura 17 - Rotas tecnológicas para resíduos sólidos domiciliares: Cenário desejável



Fonte: DISTRITO FEDERAL (2017).

A utilização de rotas tecnológicas sustentáveis para eficiência de gestão pode adicionalmente ser aplicada como instrumento de aferição do cumprimento de determinados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) fixados pela ONU (2015) na área de resíduos sólidos. Pois, no que se refere à gestão de resíduos sólidos, pode se tornar fator determinante para o desenvolvimento, uma vez que a ausência de tratamento no fluxo do resíduo contribui para impactos nocivos na saúde e no meio ambiente, enquanto que a análise do cenário ideal sustentável auxilia o gestor público a avaliar a gestão do seu sistema de limpeza urbana, bem como avaliar melhorias para o manejo de resíduos sólidos.

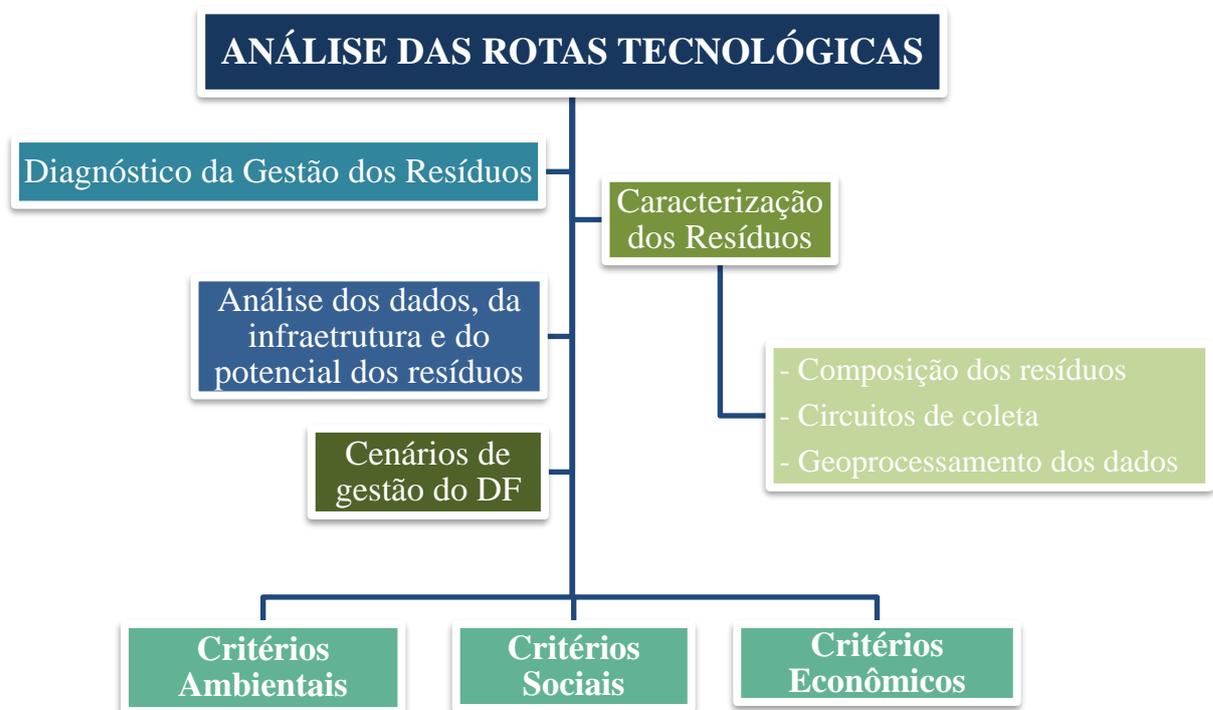
4 METODOLOGIA

Para analisar e pressupor melhorias na gestão de resíduos a partir do estudo de rotas tecnológicas, buscou-se conhecer a realidade do gerenciamento de resíduos em todas as regiões administrativas do Distrito Federal, através de um estudo de caso, capaz de caracterizar quali e quantitativamente o resíduo e seu manejo dentro da unidade federativa.

Estabelecida as intenções do estudo, foi realizada pesquisa bibliográfica de natureza descritiva e exploratória, por meio de levantamento de dados em documentos oficiais e fornecidos pelos órgãos gestores, visando conhecer e interpretar a realidade, através da observação e análise dos fenômenos.

O desenvolvimento da pesquisa contou com várias etapas de execução, possíveis de realização devido à integração multidisciplinar entre os pesquisadores do Grupo de Resíduos Sólidos (GRS-UFPE) e o apoio da equipe do Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU-DF), além de documentos oficiais divulgados, que contribuíram na execução das etapas discriminadas na Figura 18 e no fornecimento de todos os dados.

Figura 18 - Etapas executadas na pesquisa



Fonte: Autora (2018).

4.1 DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DO DISTRITO FEDERAL

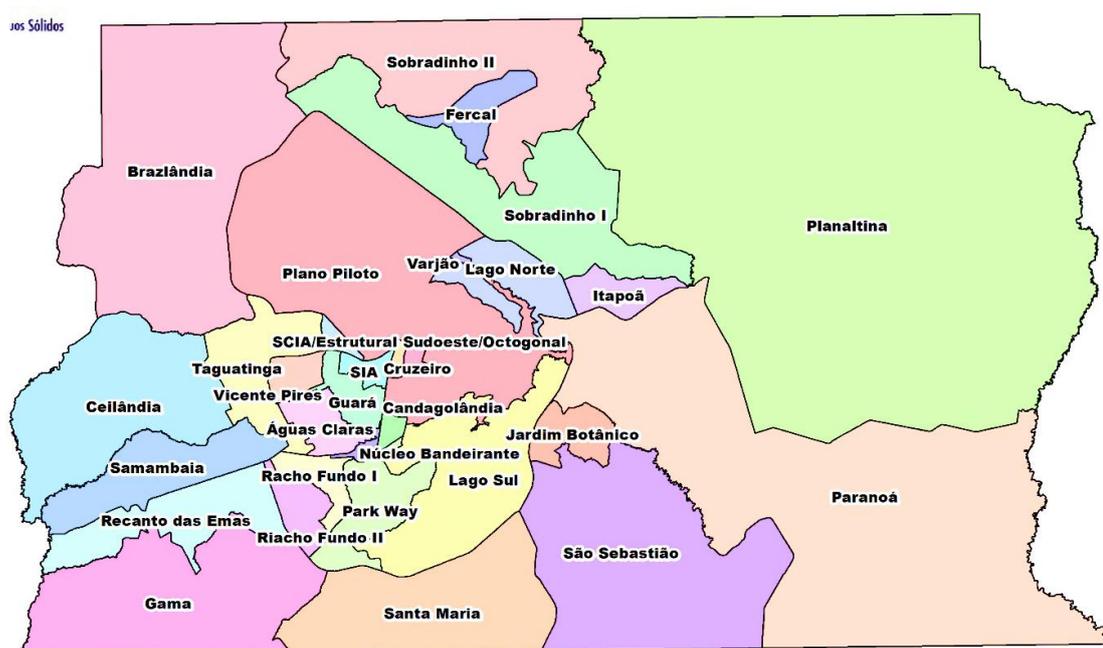
Esta etapa foi realizada através de atividades que envolveram reuniões, leitura de documentos, visitas técnicas, pesquisa de dados, levantamento de informações, base de dados censitários, geoprocessamento dos dados e análise de infraestruturas. Também foram consideradas as características da área, com enfoque aos aspectos de localização, população e indicadores socioeconômicos, a fim de estabelecer relação com a geração, composição e manejo dos resíduos sólidos urbanos no Distrito Federal.

Para base do estudo foram considerados dados referentes, principalmente, a gestão dos resíduos para o ano de 2015, com algumas atualizações, que para cada subitem do diagnóstico adotaram como metodologia as características a seguir.

4.1.1 Estudo de caso: Distrito Federal

Localizado na Região Centro-Oeste, o Distrito Federal é a menor unidade federativa brasileira e a única que não tem municípios, subdividida em 31 Regiões Administrativas (Figura 19). Sua área territorial é de 5.780 km² e em seu território, está localizada a capital federal do Brasil, Brasília, que é também a sede do governo do Distrito Federal.

Figura 19 - Mapa do Distrito Federal subdividido em regiões administrativas



Fonte: Autora (2018).

A população e densidade demográfica do DF foi determinada, a partir de estimativas realizadas pelo IBGE, para o ano de 2015, com base nos dados do Censo (IBGE, 2010).

Enquanto que, para a análise das características socioeconômicas da população urbana de cada Região Administrativa, considerou-se os dados obtidos na Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílio PDAD/DF (2013) e PDAD/DF (2015), destacando-se informações sobre infraestrutura familiar, grau de instrução, rendimento e características gerais da população urbana, conforme organograma apresentado na Figura 20.

Figura 20 – Etapa inicial do diagnóstico da gestão de resíduos do DF



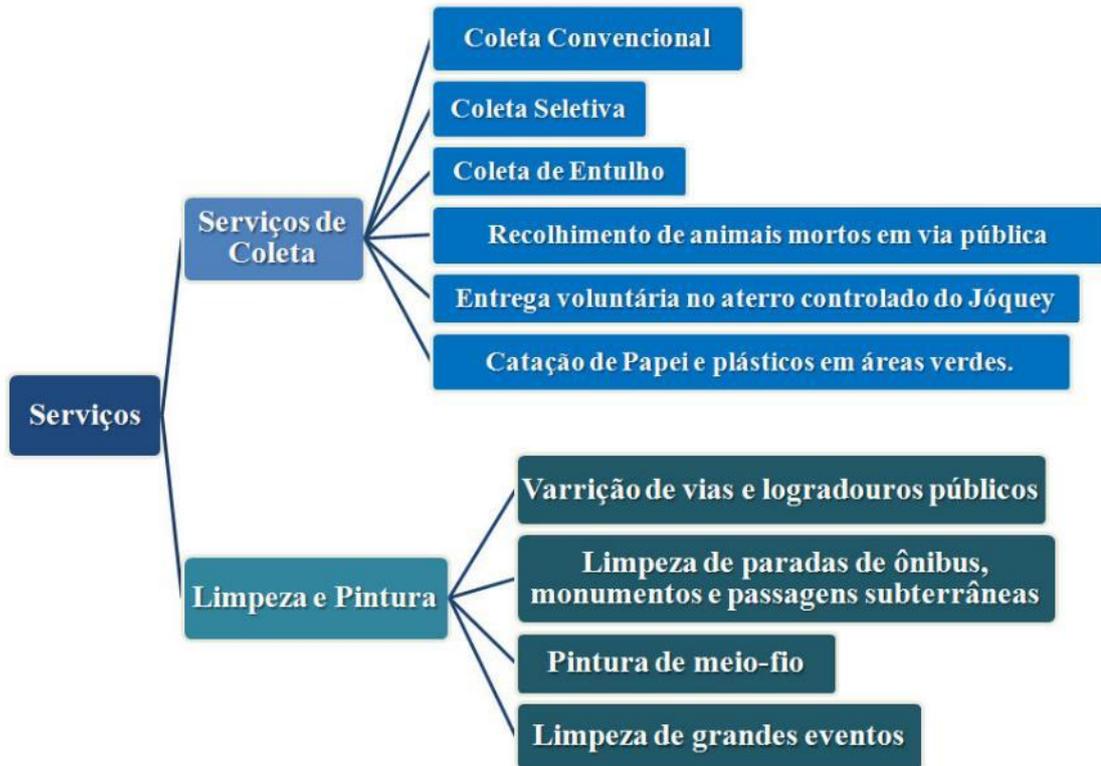
Fonte: Autora (2018).

4.1.2 Geração e análise da coleta de resíduos

Para diagnóstico da geração e coleta de resíduos do Distrito Federal foram analisados dados da ABRELPE de 2009 a 2016, e os dados disponibilizados pelo SLU/DF (2015, 2016 e 2017), onde a maior parcela de resíduo gerado é derivada dos resíduos domiciliares, esses são destinados a coleta convencional e coleta seletiva, seguida dos resíduos da construção civil recolhidos em vias e logradouros públicos pelo SLU. Já os serviços de saúde apresentaram pouca representatividade.

O manejo dos resíduos sólidos é parte integrante da Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007). Portanto, além dos serviços de coleta mais comuns (convencional e seletiva), o DF dispõe de diversos serviços que otimizam o gerenciamento dos resíduos, no intuito de atender aos requisitos das leis vigentes (Figura 21).

Figura 21 - Organograma dos serviços prestados de limpeza urbana pelo SLU/DF



Fonte: Autora (2018).

A coleta dos resíduos domiciliares, comerciais e pequenos volumes de entulho era realizada por duas empresas em três lotes, enquanto o serviço de coleta seletiva, inicialmente, era realizado por três empresas em quatro lotes, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos setores de coleta convencional e seletiva

	<i>Empresa</i>	<i>Setor de Abrangência</i>	<i>% Coletada</i>
<i>Coleta Convencional</i>	Sustentare	LOTE I	50
	Valor Ambiental	LOTE II	32
	Valor Ambiental	LOTE III	18
<i>Coleta Seletiva</i>	CGC	LOTE I	46
	Valor Ambiental	LOTE II	12
	Quebec	LOTE III	15
	Valor Ambiental	LOTE IV	27

Fonte: Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal (SLU, 2015).

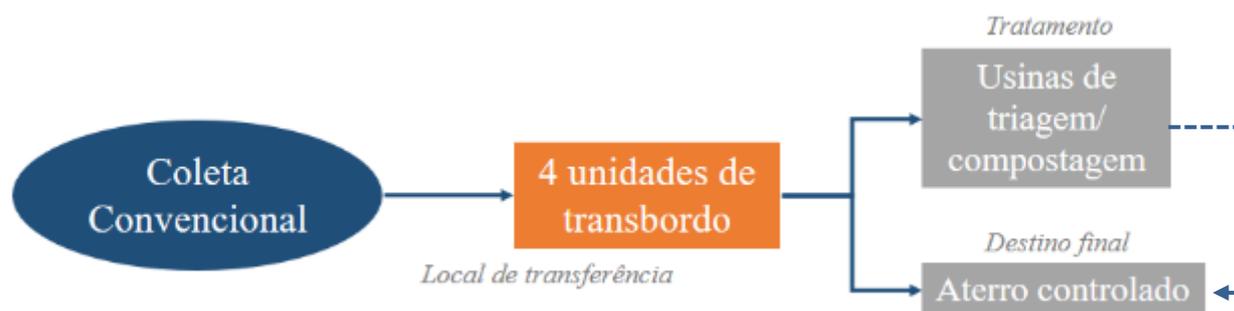
Cada setor de coleta é subdividido geograficamente em lotes, e a quantidade de resíduos gerada por cada lote pode ser influenciada pela área de abrangência do lote, número de domicílios, população e renda do setor.

As características das coletas domiciliares (convencional e seletiva) sofreram alterações durante os anos de 2015-2017, devido aos manejos da gestão.

4.1.2.1 Serviços de coleta convencional

A coleta convencional do DF compreende o recolhimento de todos resíduos ou detritos apresentados regularmente ou esporadicamente nas vias e logradouros públicos, originários de estabelecimentos públicos, institucionais de prestação de serviços, comerciais, industriais e residenciais, além daqueles provenientes da varrição pública, e posteriormente encaminhados ao local de transferência (unidades de transbordo), tratamento (usinas de triagem/compostagem) ou destino final, que inicialmente era apenas o aterro controlado (antigo lixão), conforme Figura 22. Durante as fases do estudo, também pôde ser considerado o Aterro Sanitário de Brasília como alternativa de destinação final.

Figura 22 – Encaminhamento dos resíduos provenientes da coleta convencional



Fonte: Autora (2018).

4.1.2.2 Serviços de coleta seletiva

Nas Regiões Administrativas do Distrito Federal, as atividades praticadas de coleta seletiva não cobrem a totalidade da área urbana, mas, a partir dados do Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal disponibilizado pelo SLU (2015), alguns avanços foram observados no período 2015-2017.

A coleta seletiva no DF abrange duas modalidades básicas: Porta a porta, onde a coleta é realizada em dias específicos da semana, e Locais de Entrega Voluntária - LEV (Figura 23).

Figura 23 – Modalidades de coleta seletiva do DF



Fonte: Autora (2018).

Os materiais considerados rejeitos, após a prática da triagem de recicláveis e orgânicos, eram devidamente encaminhados a destinação final (lixão/aterro sanitário).

4.1.2.3 Geoprocessamento dos circuitos de coleta

Para a análise dos circuitos de coleta convencional e seletiva, foram desenvolvidos estudos em geoprocessamento, utilizando o software ArcGIS 10.3 (com licença fornecida pela empresa ESRI) e a base cartográfica dos logradouros do Distrito Federal disponibilizada pela SITURB (Secretaria de Informação Territorial e Urbana – Governo do Distrito Federal/2014), cadastrada no Sistema de Coordenada UTM - Datum Sirgas 2000, Zona 23 SUL.

A metodologia consistiu na realização do traçado dos circuitos de coleta, a partir de vetorizações na base cartográfica dos logradouros da área, com a inserção dos dados do SLU-DF (2015). Para interpretação dos roteiros da coleta seletiva, foram gerados mapas temáticos de população, número de domicílios, grau de alfabetização e renda domiciliar, por setores censitários, com base nos dados do censo demográfico (IBGE, 2010).

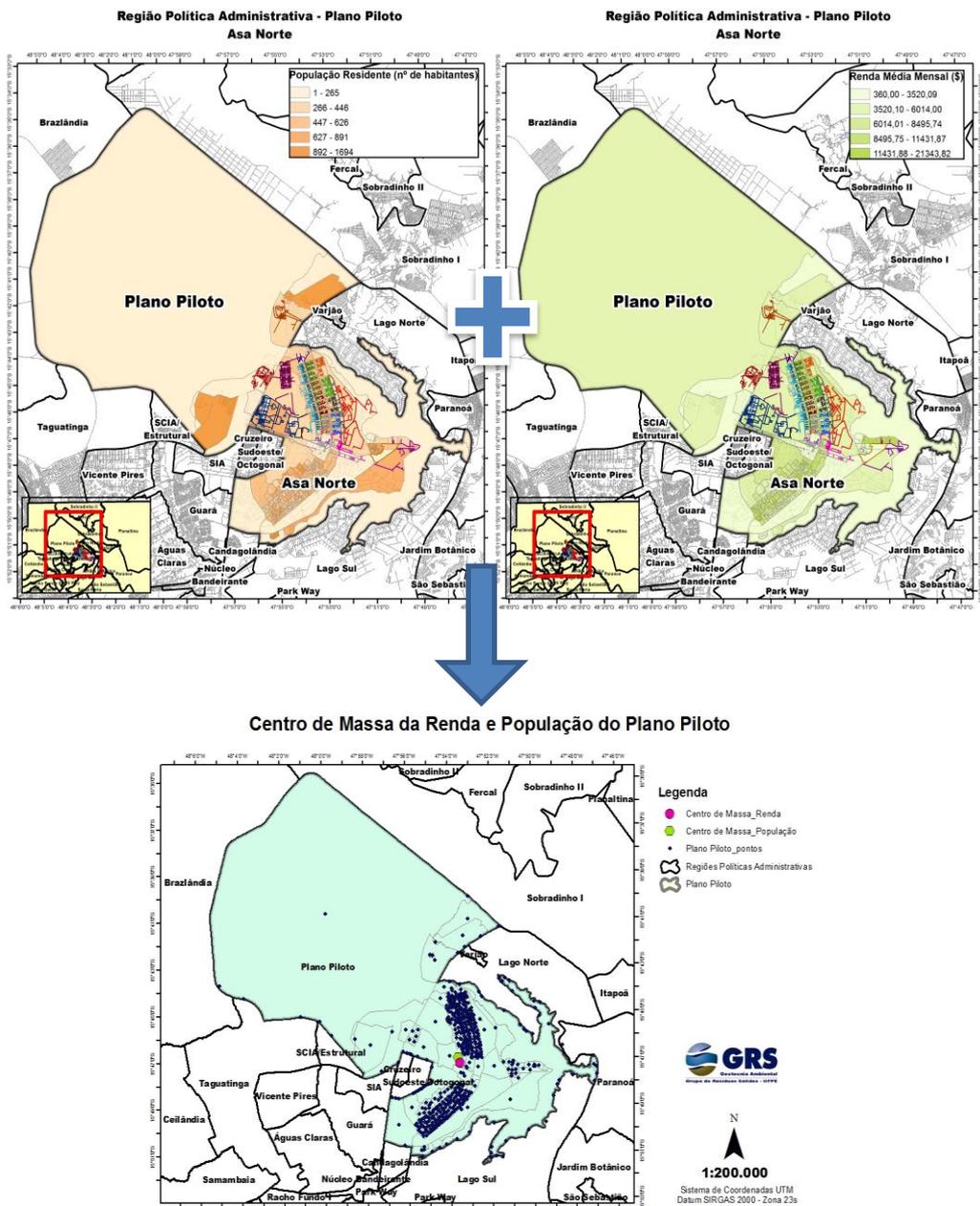
4.1.2.4 Centro de geração de massa

Para a análise e desenvolvimento dos centros de geração de massa foram desenvolvidos estudos em geoprocessamento, também utilizando o software ArcGIS 10.3 e a base cartográfica dos logradouros do Distrito Federal disponibilizada pela SITURB.

A metodologia consistiu na realização da análise dos mapas de população e renda domiciliar, por setores censitários, com base nos dados do censo demográfico (IBGE, 2010), para geração de dois centros de massa (Figura 24).

Levando-se em consideração que o centro de massa será o ponto onde se concentra o maior potencial de geração de resíduos, este corresponderá a intercessão dos centros de massa da poligonal censitária com elevada taxa de população e renda.

Figura 24 - Metodologia para encontrar centro de massa considerando população e renda

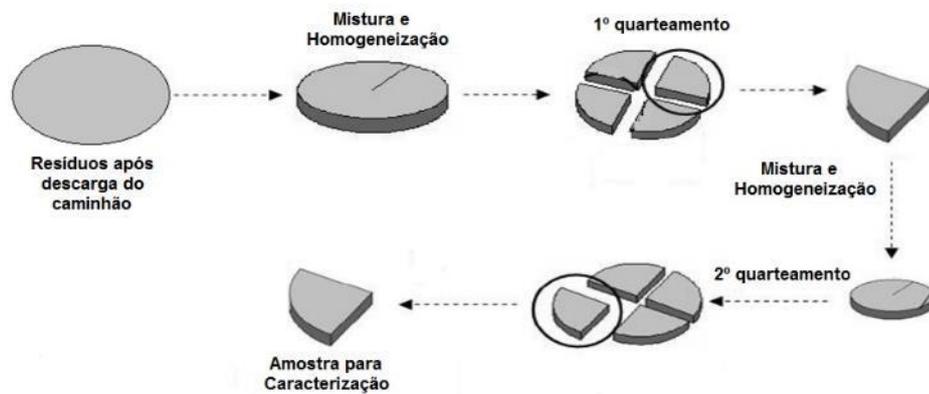


Fonte: Autora (2018).

4.1.3 Composição gravimétrica dos resíduos

O método utilizado foi baseado na recomendação da ABNT NBR 10007:2004 que consistiu no quarteamento da amostra e análise do material, com adaptação da metodologia utilizada pelo Grupo de Resíduos Sólidos (GRS/UFPE, 2007) e aplicado pela equipe executora do SLU, esse tipo de homogeneização já é adaptada de normas para caracterização em solos, porem por se tratarem de materiais com maior heterogeneidade que os solos, exigem maiores cuidados para minimizar possíveis falhas, conforme as etapas apresentadas na Figura 25 e 26.

Figura 25 – Etapas envolvidas no quarteamento dos RSU



Fonte: SLU/DF (2016b).

Figura 26 - Etapas para a realização da composição gravimétrica no DF: (a) homogeneização e quarteamento, (b) rompimento dos sacos e homogeneização manual (c) separação das amostras (d) pesagem



Fonte: SLU (2015).

A Figura 26 apresentou-se a execução das atividades realizadas pelo SLU-DF, no ano de 2015, referentes à metodologia de composição gravimétrica, demonstrando as etapas envolvidas na descarga dos resíduos do caminhão compactador, mistura e homogeneização dos materiais, seleção de leiras e execução do quarteamento e, por fim, o rompimento dos sacos e coleta das amostras.

Para a triagem, os resíduos foram separados seguindo uma subdivisão em 6 categorias, subdivididas em 14 subgrupos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4– Categorias e subcategorias dos RSU

Plástico	Papel	Vidro	Metal	Outros	Matéria Orgânica
PET Plástico Duro Plástico Mole Plástico Filme	Papel Colorido, Branco, Misto e Jornal Papelão	Vidro Branco, Verde, Âmbar e Outros	Alumínio Latão Outros Metais	Embalagem Longa Vida Isopor Tecido, Roupas	Restos de Comida e Podas

Fonte: SLU (2015).

Os roteiros escolhidos para análise basearam-se nos dados das regiões administrativas, onde para cada localidade foram realizadas análises de composição gravimétrica, geralmente em duplicata, para os diferentes tipos de coleta - convencional e seletiva.

4.1.3.1 Composição gravimétrica da coleta convencional

Para a coleta convencional, no ano de 2015, foram realizadas análises de composição gravimétrica em 15 Regiões Administrativas, onde o Brasília (Plano Piloto) foi dividido em Asa Norte e Asa Sul. O Quadro 3 e a Figura 27 apresentam as regiões e os roteiros de coleta utilizadas para a composição gravimétrica.

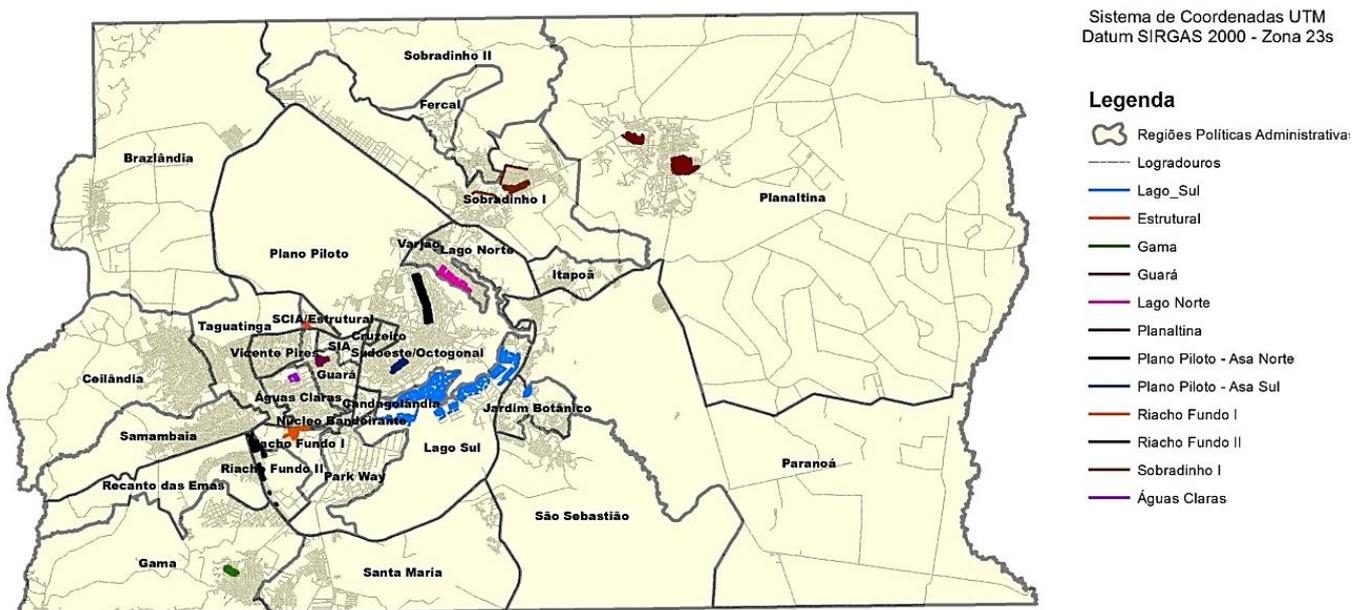
Quadro 3 - Trajetos de coleta convencional utilizados para a composição gravimétrica (2015)

COLETA CONVENCIONAL	
REGIÃO ADMINISTRATIVA	SETOR DE COLETA
Águas Claras	Quadra 301,101,102,103, Ruas 1,2,3,4,5,6,7,8,e 9 norte

Asa Norte	Quadras 102, 103/104, 105/106, 107/108, 109/110, 111/112, 113/114, 115/116, 302/303, 304/305, 306/307, 308/309, 310/311, 312/313, 314/315, 316, W3, Eixo L
Asa Sul	Qds. 109 a 114, Qds. 309 a 313
Estrutural	St. Oeste - Qds. 1, 2, 3 e St. Norte - Qd. 1
Gama	Setor Oeste/Sul (Qd. 01 a 12) - Rota realizada: St. Oeste Qd. 09 a 21 - 19h às 23h
Guará I	QI 02, 04, 06, 08, 10, 12, QE 02, 04, 06, 08, 10, 12
Lago Norte	QI/QL 06, 08, 10 e 12
Lago Sul	QI e QL, St. Mansões D. Bosco, Alte Plano, Mini Chácaras, Condomínio Village, Mosteiro e Sacaria.
Planaltina	Arapoanga Parte de baixo Qd. 01 a 22 Estâncias V, II, III e IV
Riacho Fundo I	QN 01, 03 e 05, QS 02, 04 e 14
Riacho Fundo II	QS 18 e 08, QC 04 a 06 e QN 08, 15, 22, 23, 24 e 25
Sobradinho I	Qd. 02, 01, DF-425 e Av. Contorno

Fonte: SLU (2015)

Figura 27 - Trajetos de coleta dos ensaios das amostras gravimétricas (Coleta Convencional)



Fonte: Autora (2018).

4.1.3.2 Composição gravimétrica da coleta seletiva

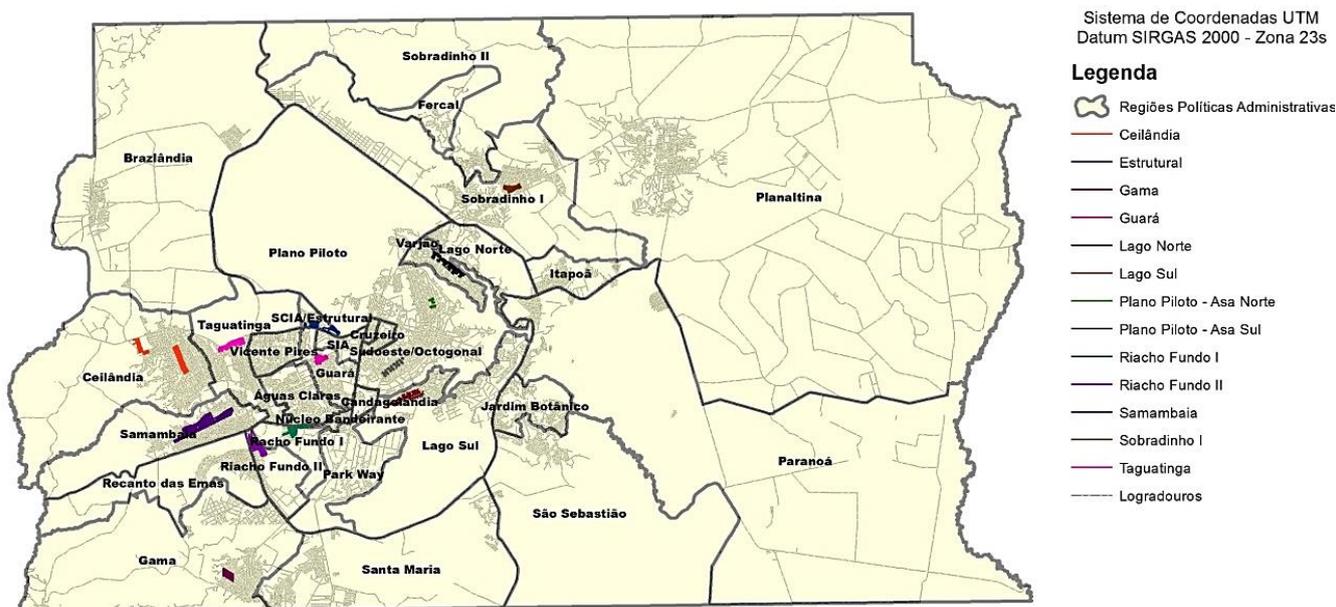
Os procedimentos para realização dos estudos gravimétricos da coleta seletiva seguiram os mesmos utilizados na coleta convencional, só que para 14 regiões administrativas. O Quadro 4 e a Figura 28 apresentam as regiões e os roteiros de coleta selecionadas para a realização das composições gravimétricas, no ano de 2015.

Quadro 4 - Trajetos de coleta seletiva utilizados para a composição gravimétrica (2015)

COLETA SELETIVA	
REGIÃO ADMINISTRATIVA	SETOR DE COLETA
Asa Norte	SQN 206/406, 407, 208/408
Asa Sul	SQS 309 a 316, 110 a 116
	SQS 309, 110/310, 111/311, 112/312
Ceilândia	QNN 15,17,19, 21, 23 e 25
	QNR 1, 2, 3, 4 e 5
Estrutural	Quadras 02, 14, 13, 10, feira, Restaurante Comunitário, Setor Leste e Área Especial
Gama	Setor Oeste, QSD 22 a 33.
Guará I	QI e QE 2,4,6,8,10,12
Lago Norte	QI e QL 01, 03, 05 e 07
Lago Sul	QI 01, 03 e 05
Riacho Fundo I	QN 07/09, QS 06, 08 e 10
	QN 01, Placa Mercedes, QN 05, QN 03, QS 02, 04 e 14, Com. Av. Princ.
Riacho Fundo II	QN 09 a 16 e QN 08
Samambaia	Quadras 201 a 225, Avenida de ligação Norte, Quadras 401 a 417, Avenida de ligação da 1ª Avenida Norte
	QR 202 à 212 Pares Norte
Sobradinho I	Qd. 01, Qd. 02 Conjuntos A, B e C
Taguatinga	QNG 01 a 47/ QNH 01 a 47

Fonte: SLU (2015).

Figura 28. Trajetos de coleta dos ensaios das amostras gravimétricas (Coleta Seletiva)



Fonte: Autora (2018).

4.1.4 Análise do mercado de recicláveis

A reciclagem dos materiais, na prática, ocorre fora do sistema de gerenciamento dos RSU. Os materiais destinados à reciclagem entram na indústria de transformação ou de reciclagem e retornam ao mercado. Devido à baixa presença da indústria no Distrito Federal, os materiais recicláveis possuem, praticamente, apenas dois possíveis destinos: serem comercializados com a empresa de reciclagem ou com atravessadores, que comercializam esses materiais fora do Distrito Federal, em outros estados onde haja comércio para os mesmos.

O método utilizado na análise do mercado de recicláveis seguiu basicamente 2 passos:

- 1) A obtenção dos preços aplicados por componente dos resíduos sólidos;
- 2) Cálculo da estimativa do potencial valor de mercado dos resíduos gerados.

Os preços aplicados podem variar mês a mês, dependendo da quantidade coletada e de quão bem segregado está o material. Estes valores foram obtidos através de algumas cooperativas que trabalham na separação e venda dos resíduos sólidos no Distrito Federal. Segundo Abreu (2015), existe um total de 35 cooperativas atuantes no DF, distribuídas em diferentes regiões administrativas, mas destas, apenas 16 recebem resíduos da coleta seletiva em 2015.

No Distrito Federal, os preços aplicados durante a pesquisa estão dispostos na Tabela 5, variando de acordo com a organização de catadores.

Tabela 5 - Valores de comércio aplicados pelas organizações de catadores

Material Reciclável	Subdivisão	Cooperativa 1	Cooperativa 2	Cooperativa 3	Cooperativa 4	Média (R\$ / kg)
		Valor unitário por tipo de material em R\$/kg				
Plástico	PET	R\$ 0,80 - R\$ 1,10	NI	R\$ 0,80 - R\$ 0,90	R\$ 0,55 - R\$ 0,65	R\$ 0,90
	PET Óleo	NI	R\$0,80	R\$0,30	NI	R\$ 0,55
	Plástico Duro	R\$1,00	R\$ 1,00 - R\$ 1,50	R\$ 0,73 - R\$ 2,00	NI	R\$ 1,20
	Plástico Mole	R\$ 1,50 - R\$ 1,80	R\$1,00	R\$ 0,50 - R\$ 0,96	NI	R\$ 1,05
Papel	Papel	NI	R\$0,32	R\$ 0,23 - R\$ 0,43	0,25	R\$ 0,30
	Papelão	NI	R\$0,25	NI	NI	R\$ 0,25
Vidro		NI	R\$0,03	NI	NI	R\$ 0,03
Metal	Alumínio	NI	NI	NI	R\$ 1,7 - R\$ 2,10	R\$ 1,93
	Latão	NI	R\$3,50	3,2	NI	R\$ 3,35
Tecido		1,6	NI	NI	R\$ 0,30 - R\$ 0,50	R\$ 0,80
Isopor		NI	R\$0,60	NI	NI	R\$ 0,60

* NI = Não Informado
**** Dados da Organização de Catadores Santa Maria, Organização de Catadores Reciclar a Vida, Organização de Catadores da Usina da Asa Sul e Organização de Catadores Associação Cataguar**

Fonte: Autora (2018).

A partir dos valores acima e dos resultados obtidos através da composição gravimétrica, foi possível calcular a estimativa da receita gerada pela comercialização dos materiais da coleta seletiva.

O cálculo foi realizado através dos preços médios para cada tipo de resíduo e a quantidade coletada. Adotou-se que não é realizada a comercialização em 100% dos materiais, então foram analisados cenários com 70%, 50% e 30% de comercialização. Ao final a receita foi comparada ao custo da coleta seletiva, que é fixo por tonelada, a fim de verificar se existe lucro no processo.

Tais resultados também serviram para análise das rotas tecnológicas do DF, sob aspectos econômicos.

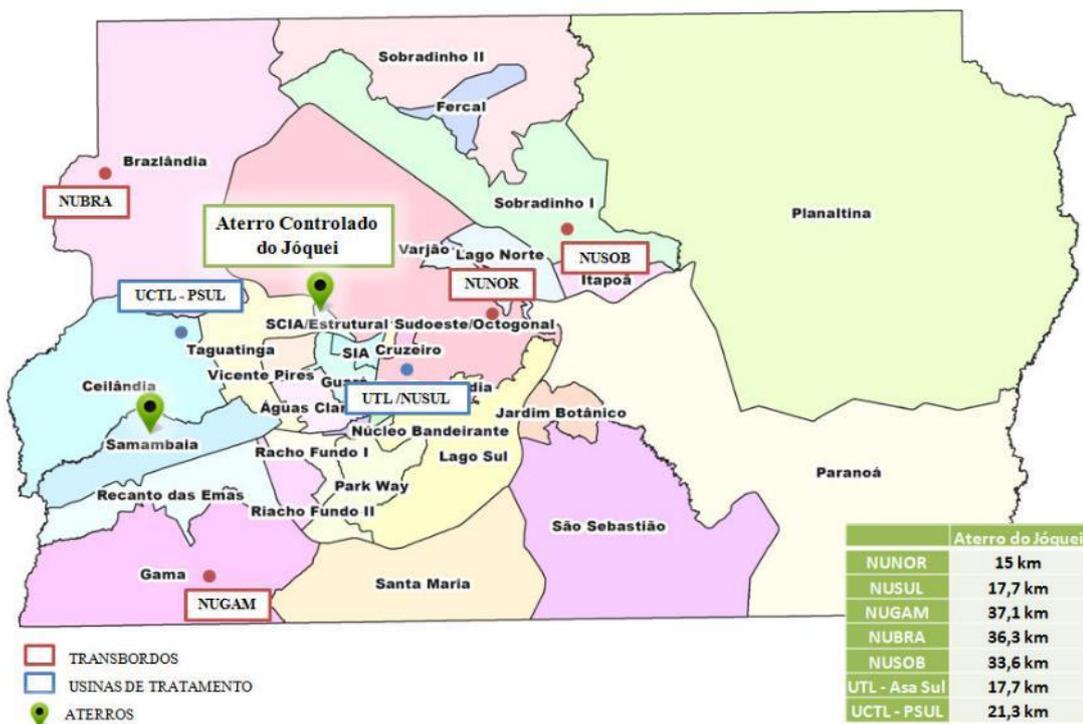
4.1.5 Unidades de tratamento disponíveis

Em termos de infraestrutura operacional e de tratamento de resíduos sólidos urbanos, foram considerados dados fornecidos pelo SLU (2015), onde o Distrito Federal já possui uma boa diversidade de unidades, tais como duas usinas de triagem e compostagem, estações de transbordo, além de várias instalações de apoio a operação do sistema. Porém, como destinação final, até o início da pesquisa contava apenas com o Aterro do Jóquei em operação, mais popularmente conhecido como Lixão da Estrutural. Mudanças no cenário atual já estão sendo

implementadas, a exemplo do Aterro Sanitário no Distrito Federal, denominado de Aterro Sanitário de Brasília, localizado entre as Regiões Administrativas de Samambaia e Ceilândia.

Estas alterações na conjectura das unidades de tratamento disponíveis no DF, serão base para análise das rotas tecnológicas sustentáveis em seus diferentes cenários. A localização dessas instalações pode ser observada na Figura 29.

Figura 29 - Mapa de localização das instalações em operação no DF



Fonte: Autora (2018).

Nas instalações foram observados problemas em decorrência da falta de manutenção de equipamentos, ou mesmo do sucateamento, comuns em todas as unidades. Esses fatores são determinantes na diversidade de impactos gerados na qualidade e eficiência dos serviços prestados.

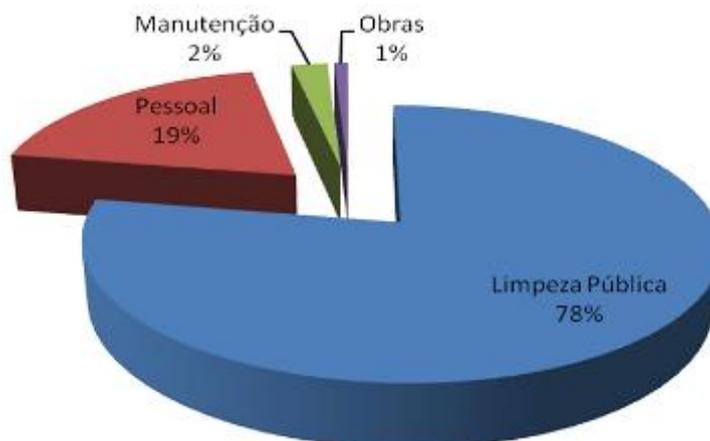
4.2 LEVANTAMENTO DOS CUSTOS ENVOLVIDOS NO MANEJO DOS RESÍDUOS

As análises dos custos dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos do Distrito Federal foram realizadas a partir da base de dados, disponibilizada pelo SLU (2015) com as

despesas discriminadas, referente ao orçamento de 2015, de cada atividade realizada na gestão dos serviços de limpeza da unidade federativa.

A base orçamentária disponível é subdividida em gasto de pessoal, manutenção, obras e os serviços de limpeza pública, que compreende 78% dos recursos, conforme Figura 30.

Figura 30 – Divisão do orçamento do SLU



Fonte: SLU (2015).

No ano de 2016, os gastos em obras foram elevados a 3%, enquanto que os gastos com pessoal/funcionários reduziram para 16% (SLU, 2016). Do valor anual destinado à limpeza pública foi possível obter e analisar o custo da coleta convencional, da coleta seletiva, do processamento dos resíduos orgânicos para a compostagem e do custo para operação dos Aterros.

4.3 DESENVOLVIMENTO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS DO DF

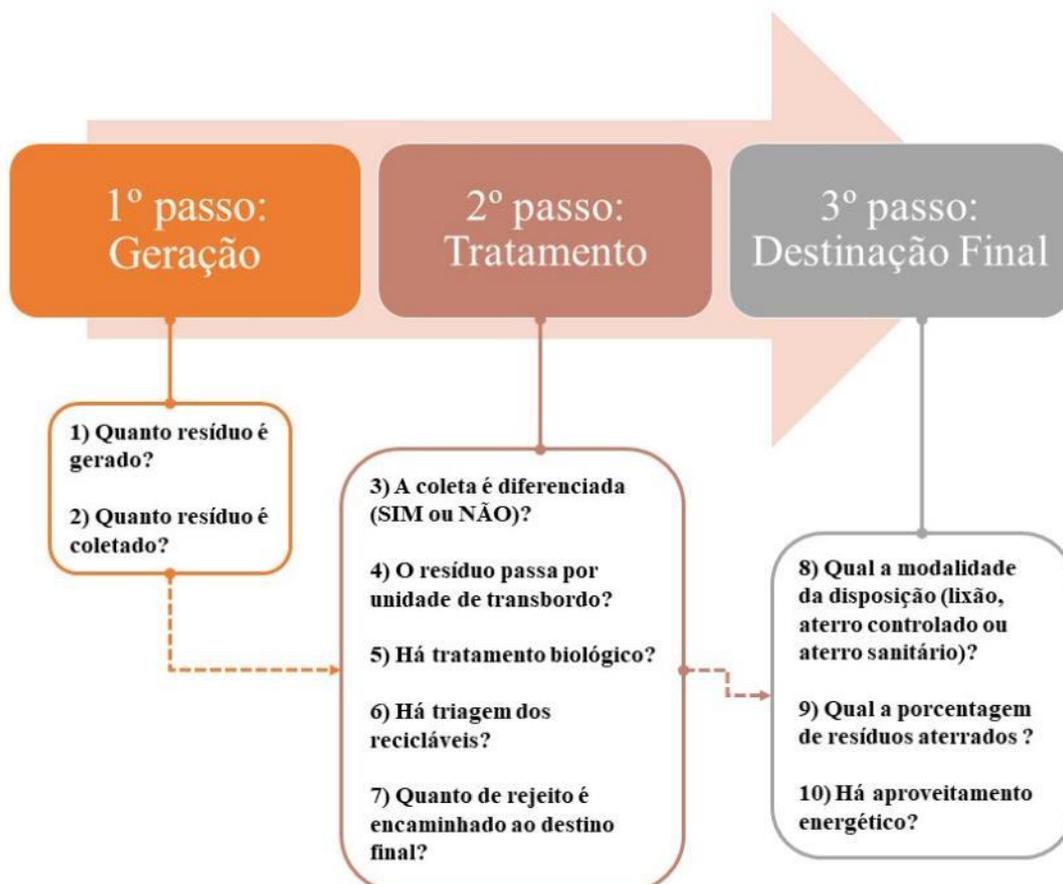
A proposição das rotas tecnológicas nesta pesquisa foi realizada com base na metodologia desenvolvida por BNDES (2014), que estabelecem premissas e recomendações, a serem utilizadas como referência para a construção dos fluxos das rotas tecnológicas para Distrito Federal, independentemente do tamanho populacional, destacam-se as seguintes premissas:

- A maior parte dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados é disposta em locais inadequados (lixões e aterros controlados);

- A implantação das tecnologias de tratamento e destinação dos resíduos deve se dar de forma gradativa;
- As rotas tecnológicas atuais, restringem-se às tecnologias de triagem, compostagem e aterro sanitário sem aproveitamento energético;
- As rotas definidas devem estar alinhadas à Política Nacional dos Resíduos Sólidos;
- O horizonte a ser considerado na proposta de rotas deve incluir curto e médio prazos;
- Devem ser considerados critérios técnicos, econômicos, ambientais, sociais e culturais associados às tecnologias e à região específica;

Diante dessas informações, procede-se a elaboração de fluxograma, semelhante a um balanço de massa, que considerem o manejo dos resíduos da região em estudo, e todos os dados obtidos no diagnóstico dos serviços de limpeza urbana. Basicamente, monta-se o percurso dos resíduos até sua destinação final através de 3 passos de acordo com o sistema metodológico apresentado na Figura 31.

Figura 31 – Metodologia para elaboração de rotas tecnológicas



Fonte: Autora (2018).

As respostas obtidas nos questionamentos de 1) a 10) direcionam o fluxo dos resíduos em cada uma de suas etapas de manejo.

4.4 ANÁLISE DAS ROTAS TECNOLÓGICAS SUSTENTÁVEIS

A rotas tecnológicas obtidas a partir do sistema de gestão do DF podem ser analisadas sob diversos aspectos para atender os pilares da sustentabilidade, com a integração dos fatores econômico, ambientais e da sociedade, desejando-se obter um manejo eficiente de resíduos.

A metodologia utilizada nesta etapa da pesquisa, consistiu em analisar a influência da presença ou não de tratamento dos resíduos nas rotas tecnológicas obtidas para o Distrito Federal, utilizando-se um parâmetro de cada pilar da sustentabilidade, o custo de cada rota para o cenário econômico, as emissões de GEE no cenário ambiental e, por fim, a geração de emprego para o cenário social, conforme da Figura 32.

Figura 32 – Os três aspectos adotados para análise das rotas tecnológicas



Fonte: Autora (2018).

A escolha dos três aspectos utilizados foi de acordo com a disponibilidade de dados coletados na unidade federativa, que propiciaram tanto a elaboração das rotas como as

estimativas de economia, redução de emissões e geração de empregos em cada subcategoria de rotas tecnológicas.

4.4.1 Análise dos custos atribuídos as coletas convencional e seletiva

Considerou-se o valor para coleta nos sistemas convencional e seletiva, o custo de cada etapa de tratamento e de aterramento, para, por fim, obter o valor final gasto por cada rota tecnológica estudada, conforme dados disponibilizados pelo SLU (2015).

4.4.2 Estimativa da redução de emissões dos gases do efeito estufa (GEE)

Para esse estudo considerou-se a composição gravimétrica do Distrito Federal e a porcentagem de degradação dos materiais, de acordo com dados da ABRELPE (2013), capazes de gerarem biogás, analisando assim, a redução das emissões com a presença, ou não, de tratamento na rota tecnológica.

4.4.3 Geração de emprego por rota tecnológica

A metodologia para essa etapa consistiu em analisar o número de funcionários empregados pela gestão dos serviços de limpeza urbana do DF, de acordo com dados disponibilizados pelo SLU (2015), e avaliar quantos empregos podem ser gerados ou reduzidos com a presença ou ausência de tratamento dos resíduos, e ainda, quais impactos sociais resultantes dessa prática, foi utilizado como parâmetro para geração de emprego nos dois tipos de tratamento considerado, triagem e compostagem, a metodologia de Goldstein e Electris (2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da pesquisa possibilitaram a obtenção de um panorama da atual gestão de resíduos sólidos no Distrito Federal e fundamentaram a elaboração de rotas tecnológicas, que apresentam todas as etapas do tratamento dos resíduos na região, envolvendo desde seu descarte e formas de manejo até a sua destinação final. Esses aspectos serviram de base para análises das rotas tecnológicas pelo viés da sustentabilidade, considerando um olhar econômico, ambiental e social da gestão eficiente de resíduos.

5.1 DIAGNOSTICO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DO DF

Nos tópicos a seguir estão apresentadas as características obtidas no diagnóstico do DF.

5.1.1 Contextualização geopolítica e socioeconômica do Distrito Federal

A contextualização geopolítica e socioeconômica do DF tem por objetivo estabelecer uma relação entre estas características e a geração, composição e manejo dos resíduos sólidos urbanos no Distrito Federal. Evidenciando as características da área, com ênfase nos aspectos de localização, população, índice de desenvolvimento humano e economia.

O Distrito Federal, segundo o Censo demográfico (IBGE, 2010), possui população de aproximadamente 2.570.160 habitantes, sendo a estimada em 2015 de 2.906.574 habitantes, segundo os dados do PDAD/DF (2015). Sua área territorial é de 5.780 km² e sua densidade demográfica estimada em 2015 de 502,39 hab./km².

O Distrito Federal está subdividido em 31 Regiões Administrativas, a Lei nº 4.545/64 dispõe sobre a reestruturação administrativa do Distrito Federal que tiveram suas fundações em diferentes anos, até alcançar a configuração atual, conforme apresentado na Tabela 6. A população de cada região administrativa difere muito entre si, variando desde regiões como SIA, com 1.990 habitantes, até a mais populosa Ceilândia, com 479.713 habitantes. Esta discrepância também é observada na Figura 33.

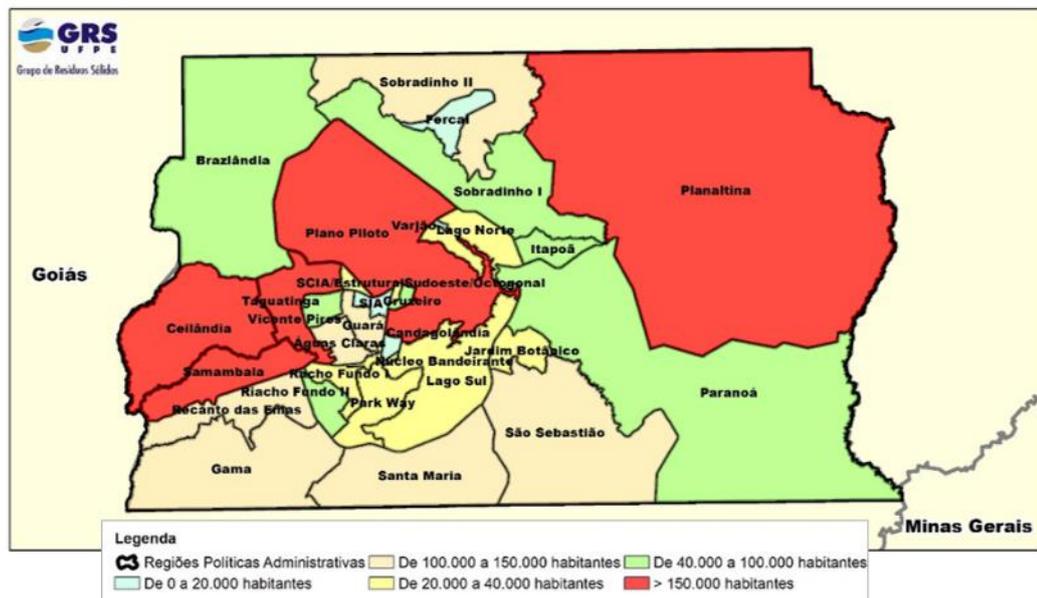
Tabela 6 – Data da fundação das regiões administrativas e populações

Regiões Administrativas – Distrito Federal		População 2013	População 2015	% Aumento
RA I – Plano Piloto (Brasília)	1964	216.489	210.067	-2,97
RA II – Gama	1964	134.958	134.111	-0,63
RA III – Taguatinga	1964	212.863	207.045	-2,73

RA IV – Brazlândia	1964	51.121	51.616	0,97
RA V – Sobradinho	1964	63.715	62.763	-1,49
RA VI – Planaltina	1964	185.375	190.495	2,76
RA VII – Paranoá	1964	46.233	44.975	-2,72
RA VIII – Núcleo Bandeirante	1989	23.714	23.562	-0,64
RA IX – Ceilândia	1989	451.872	479.713	6,16
RA X – Guará	1989	119.923	133.171	11,05
RA XI – Cruzeiro	1989	32.182	29.535	-8,23
RA XII – Samambaia	1989	228.356	258.457	13,18
RA XIII – Santa Maria	1992	122.721	125.559	2,31
RA XIV – São Sebastião	1993	98.908	99.525	0,62
RA XV – Recanto das Emas	1993	138.997	146.906	5,69
RA XVI – Lago Sul	1994	30.629	28.981	-5,38
RA XVII – Riacho Fundo	1993	37.606	40.098	6,63
RA XVIII – Lago Norte	1994	34.182	36.394	6,47
RA XIX – Candangolândia	1994	16.886	15.641	-7,37
RA XX – Água Claras	2003	118.864	138.562	16,57
RA XXI – Riacho Fundo II	2003	39.424	51.709	31,16
RA XXII – Sudoeste/Octogonal	2003	52.237	52.990	1,44
RA XXIII – Varjão	2003	9.292	8.453	-9,03
RA XXIV – Park Way	2003	19.727	19.803	0,39
RA XXV – SCIA/Estrutural	2004	35.094	38.429	9,50
RA XXVI – Sobradinho II	2004	97.466	100.683	3,30
RA XXVII – Jardim Botânico	2004	25.302	26.882	6,24
RA XXVIII – Itapoã	2005	59.694	67.238	12,64
RA XXIX – SIA	2005	1.997	1.990	-0,35
RA XXX – Vicente Pires	2009	72.415	72.733	0,44
RA XXXI – Fercal	2012	8.408	8.288	-1,43
DISTRITO FEDERAL	-	2.786.684	2.906.574	4,30

Fonte: PDAD/DF (2015).

Figura 33 – Mapa da distribuição da população por regiões administrativas (ano 2015)



Fonte: Autora (2018).

Estas Regiões Administrativas também apresentam discrepância em suas infraestruturas e nas características populacionais, demográficas e socioeconômicas. Tais indicadores, que têm reflexo na tipologia e quantidades de resíduos gerados em cada uma delas.

No que concerne à infraestrutura, segundo dados da PDAD (2013) 98,6% das construções do Distrito Federal são do tipo permanente. Com domicílios predominantemente horizontais, as casas representam 73,1% dos domicílios, enquanto os apartamentos 23,1%. O Sudoeste/Octogonal é a única região administrativa que possui apenas construções do tipo verticais.

Entre os vários fatores relevantes para avaliar a condição de habitabilidade estão o atendimento aos serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos. Conforme apresentado na Tabela 7, a abrangência do abastecimento de água no DF por rede geral é de 98,1%. Observa-se cobertura de 100% em Núcleo Bandeirante, Cruzeiro, Riacho Fundo I e II, Sudoeste/Octogonal e Varjão. As demais regiões tendem à universalização, porém as RAs Taguatinga e SAI possuem 100% de abastecimento em 2013 e decaíram em 2015. A energia elétrica está presente em 99,4% dos domicílios do Distrito Federal. Quinze regiões apresentam cobertura total e nas demais regiões administrativas a universalização também está próxima (PDAD, 2015). O esgotamento sanitário ocorre em 85,46% dos domicílios, que contam com rede geral, embora as regiões de criação mais recente, especialmente de alta renda, possuam ampla maioria de esgotamento servido por fossa rudimentar ou séptica como Vicente Pires (75,59%), Jardim Botânico (82,36%), Park Way (95,2%). Nas regiões de menor poder aquisitivo, como Fercal, a fossa séptica está presente em 52,6% dos domicílios e a fossa rudimentar, em 44,2% (PDAD, 2015).

Tabela 7 - Atendimento dos serviços públicos por regiões administrativas

Infraestrutura por Regiões Administrativas								
	Abastecimento de água (%)		Energia Elétrica (%)		Esgotamento Sanitário (%)		Coleta de RSU (%)	
	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2013	2015
RA I – Plano Piloto	99,96	99,75	99,96	100,0	99,24	99,42	99,82	99,37
RA II – Gama	95,88	95,29	98,55	99,11	92,88	91,09	95,77	95,30
RA III – Taguatinga	100,0	99,87	100,0	100,0	97,84	97,47	99,94	99,93
RA IV – Brazlândia	93,78	93,66	99,78	99,58	87,78	89,64	97,78	98,32
RA V – Sobradinho	94,00	96,43	99,59	99,86	83,22	82,86	98,77	99,86
RA VI – Planaltina	99,17	99,49	99,83	100,0	79,30	81,74	99,67	100,0

RA VII – Paranoá	96,90	98,05	100,00	98,70	94,25	95,24	99,56	99,35
RA VIII – Núcleo Bandeirante	99,20	100,0	99,80	100,0	95,00	94,60	99,20	91,60
RA IX – Ceilândia	98,86	98,37	99,31	98,26	64,08	80,72	85,43	85,14
RA X – Guará	99,53	99,83	99,92	100,0	96,12	98,14	95,81	97,04
RA XI – Cruzeiro	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0	99,20	100,0	100,0
RA XII – Samambaia	98,83	99,55	99,88	100,0	97,08	97,10	100,0	99,33
RA XIII – Santa Maria	97,65	97,67	99,85	100,0	91,50	91,17	97,95	97,17
RA XIV – São Sebastião	95,99	97,04	99,80	99,65	92,38	91,93	98,20	98,86
RA XV – Recanto das Emas	98,68	98,62	99,52	99,50	93,65	91,70	96,64	95,35
RA XVI – Lago Sul	99,46	99,00	100,0	100,0	87,11	67,20	99,64	96,00
RA XVII – Riacho Fundo	100,0	100,0	100,0	99,20	89,50	89,40	97,23	95,00
RA XVIII – Lago Norte	94,36	93,40	99,64	99,20	79,45	80,60	99,45	96,00
RA XIX – Candangolândia	99,79	100,0	99,17	100,0	96,25	96,80	98,96	99,80
RA XX – Água Claras	99,04	99,43	99,72	98,19	72,85	84,40	98,14	90,92
RA XXI – Riacho Fundo II	99,27	100,0	100,0	100,0	94,90	95,40	100,0	100,0
RA XXII – Sudoeste/Octogonal	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
RA XXIII – Varjão	99,78	100,0	99,56	100,0	98,45	99,80	100,0	100,0
RA XXIV – Park Way	99,10	99,40	99,55	100,0	16,37	4,21	93,72	51,70
RA XXV – SCIA Estrutural	90,89	93,00	91,11	91,40	89,33	89,80	93,78	94,80
RA XXVI – Sobradinho II	86,90	89,49	99,89	99,87	38,96	30,79	96,00	95,62
RA XXVII – Jardim Botânico	80,80	88,38	99,80	99,60	13,00	17,64	99,80	91,79
RA XXVIII – Itapoã	88,10	95,60	99,78	100,0	52,61	86,80	98,67	100,0
RA XXIX – S I A	100,00	98,78	100,0	99,18	99,40	97,55	100,0	100,0
RA XXX – Vicente Pires	96,64	98,12	99,89	99,12	4,14	23,40	81,32	81,10
RA XXXI – Fercal	86,67	93,60	98,67	99,60	6,89	3,20	98,44	99,80
Distrito Federal	97,82	98,14	99,66	99,38	85,95	85,46	97,22	95,00

Fonte: Adaptado de Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2013/2015

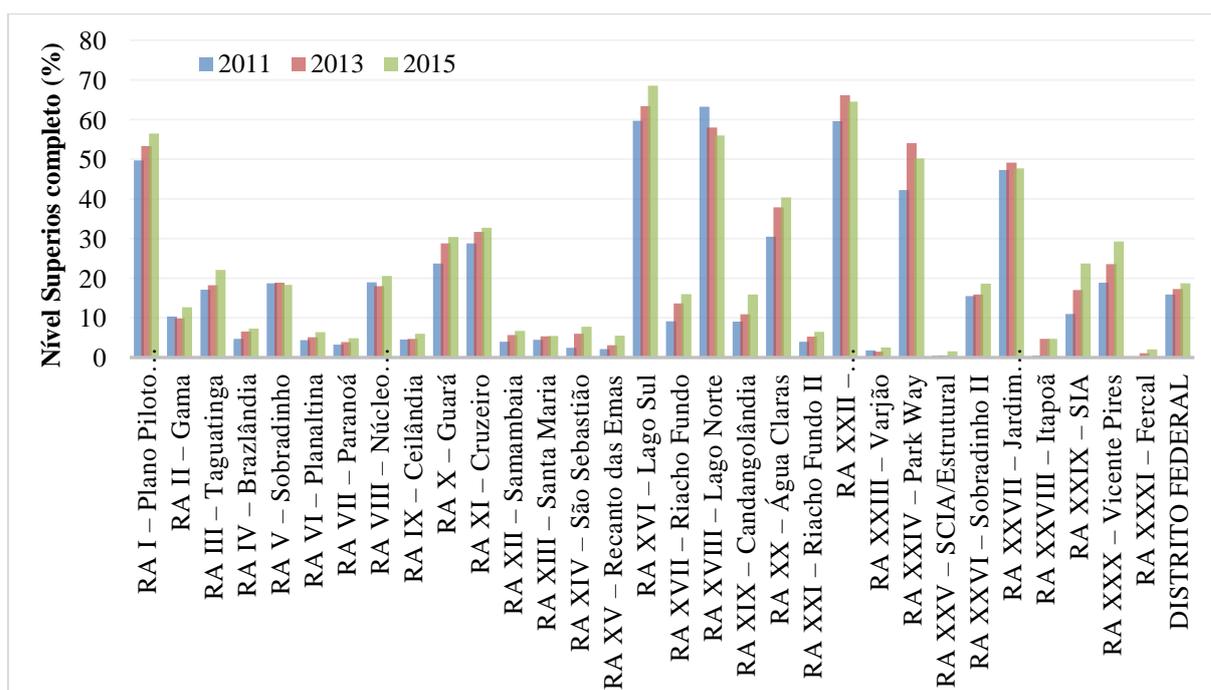
De acordo com a PDAD/DF (2013), a quase totalidade dos domicílios do DF (97,22%) possuía serviço de coleta urbana de resíduos sólidos urbanos, esse valor decaiu para 95% na pesquisa realizada em 2015, onde regiões como Park Way, Vicente Pires e até mesmo Ceilândia apresentam porcentagem elevada de resíduos sem coleta adequada. Destes 9,88% dos domicílios eram atendidos com um programa de coleta seletiva até o ano de 2013. A partir de

fevereiro de 2014, o serviço de coleta seletiva evoluíram e alcançaram 10,33% dos domicílios atendidos por coleta seletiva no ano de 2015 (PDAD, 2015).

De uma forma geral, o Distrito Federal é bem atendido pelos serviços essenciais de infraestrutura urbana. Independente da condição socioeconômica da região, apresentam ruas asfaltadas, meios-fios, iluminação pública e rede de água pluvial na quase totalidade dos domicílios.

O Distrito Federal se destaca por sua grande participação no PIB brasileiro, pois concentra um PIB de R\$ 171,23 bilhões, que corresponde a quase 4% do PIB brasileiro, enquanto sua população representa apenas 1,37% da população do país. Assim, seu PIB per capita é de R\$ 64.653,00 por ano é o maior do Brasil (IBGE, 2014). Nesta economia predomina o setor de serviços, que concentra 91,7% do PIB, seguida do setor industrial (7,9%), e de agropecuária (0,3%). No setor de serviços, a subdivisão que retém o maior percentual do PIB é a que concentra as áreas públicas de administração, saúde, educação e seguridade social, com participação de 55,2% do PIB total. No setor de indústria, a subdivisão mais significativa é a construção civil, com 3,4%, sendo importante destacar que a área de saneamento retém 0,7% do PIB (IBGE, 2014). O Distrito Federal possui um índice de desenvolvimento humano IDHM de 0,824, que é o mais alto do país (Atlas do Desenvolvimento Humano, 2010). Isso pode se dever a eleva porcentagem da população com nível de escolaridade superior no DF (Figura 34).

Figura 34 - Porcentagem da população com nível superior no DF (2011 a 2015)

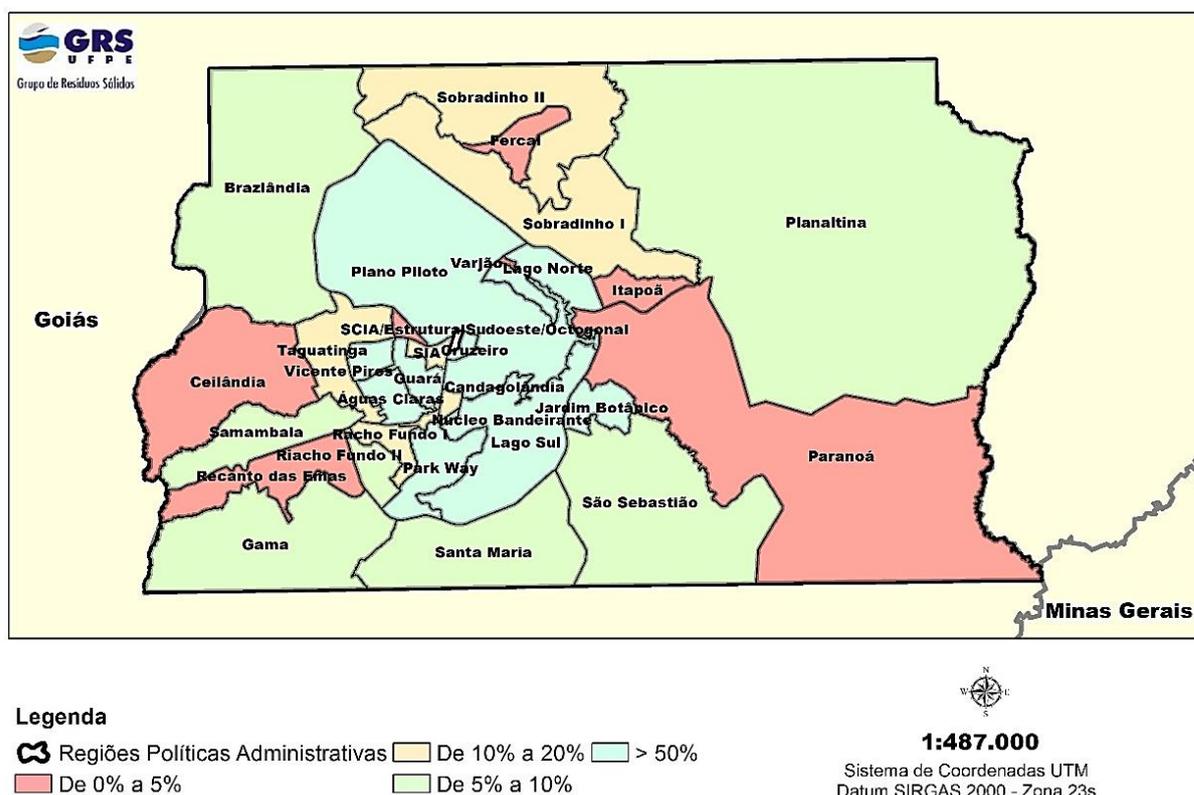


Fonte: Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2015, 2013 e 2011.

Quanto ao nível de escolaridades dos residentes no Distrito Federal, a média de 24,25% dos moradores tem o ensino fundamental incompleto, enquanto 27,48% têm formação superior, incluindo curso de especialização, mestrado e doutorado, conforme a evolução dos anos de 2011 a 2015 apresentados.

Este percentual da população com nível superior varia bastante de acordo com a Região Administrativa (RA), podendo se observar RA que possuem mais de 60% de seus moradores com nível superior (Figura 35). Por outro lado, os analfabetos e os que sabem ler, escrever e cursam a alfabetização de adultos totalizam 3,9%, e somados aos que têm ensino fundamental incompleto, atingem a casa dos 32,8% da população. Estes aspectos educacionais tem uma repercussão direta na sensibilização da população à programas e campanhas de coleta seletiva.

Figura 35 - Nível superior completo de escolaridade por regiões administrativas



Fonte: Autora (2018).

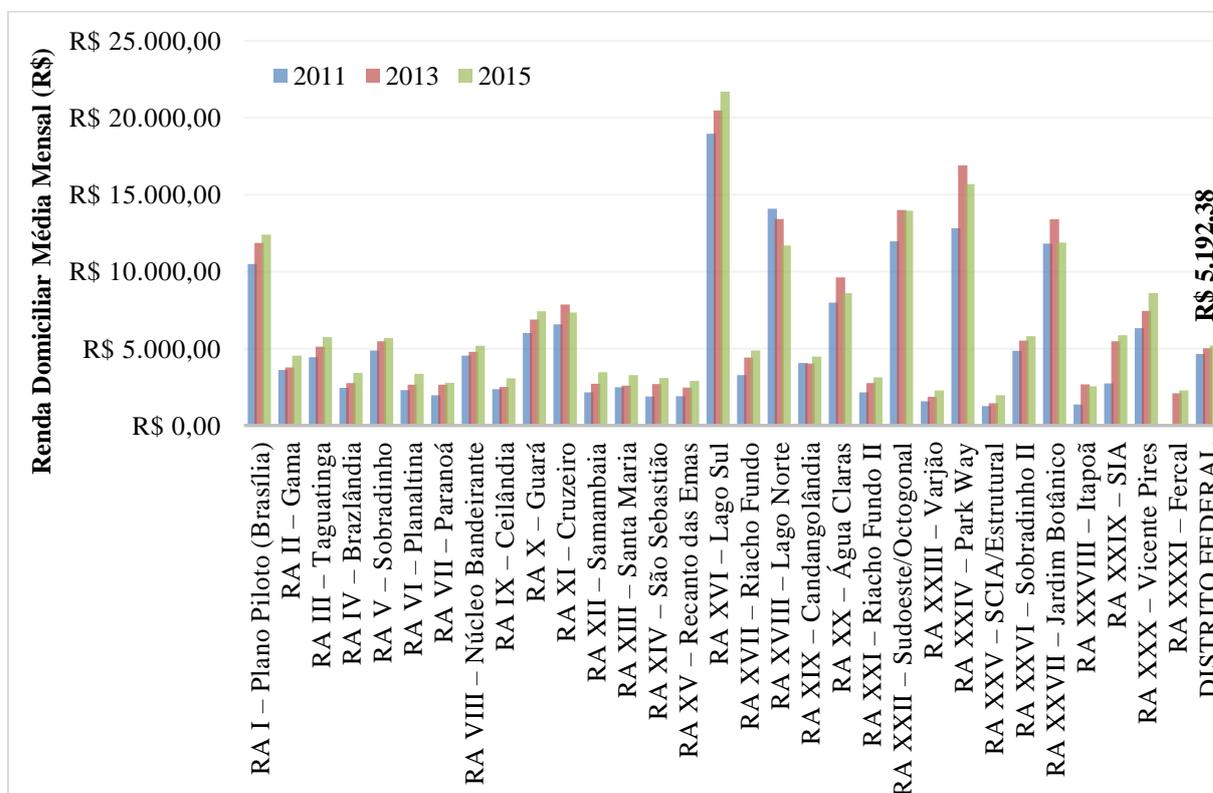
Os resultados apresentados acima demonstram a alta correlação entre o grau de instrução e a renda domiciliar. Além disso podem fornecer também indicadores para quantidade e qualidade de resíduos, com alto potencial de reciclagem.

Nas regiões de rendas mais altas como Lago Norte, Lago Sul e Sudoeste/Octogonal, a maioria da população possui nível superior, incluindo cursos de especialização, enquanto nas de baixo poder aquisitivo como SCIA-Estrutural, este percentual não chega a um por cento.

A renda familiar constitui um indicador amplamente utilizado para análise da situação socioeconômica de uma população. Feitas as devidas ressalvas, esse indicador se constitui como bom parâmetro na definição do perfil socioeconômico da população residente, investigando-se a renda bruta mensal decorrente do trabalho e demais rendimentos dos membros dos domicílios pesquisados.

A renda domiciliar média da população do Distrito Federal em 2015, conforme apresentado na Figura 36, era da ordem de R\$ 5.192,38 (6,59 Salários Mínimos - SM) e a renda per capita de R\$ 1.652,97 (2,10 SM). Quando se compara estes valores com os verificados em 2011 e 2013 observa-se aumento da renda em todas as regiões administrativas, com destaque para Park Way que teve um aumento de 32% na renda familiar entre 2011 e 2013, e caiu novamente em 2015. A renda média domiciliar mais alta foi verificada no Lago Sul, seguida do Park Way, Sudoeste/Octogonal e Lago Norte.

Figura 36 - Renda domiciliar média mensal por regiões administrativas.

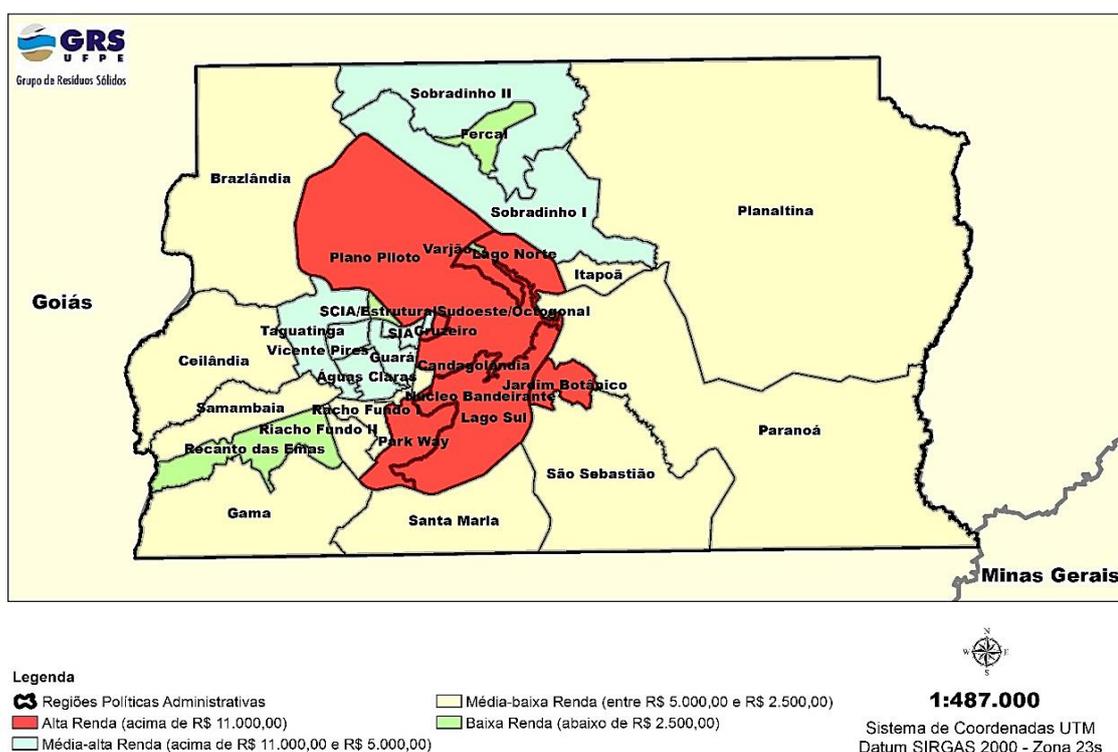


Fonte: Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF (2011/2013/2015)

A renda mais alta representa quatro vezes a renda média do DF. Por outro lado, as regiões de menor renda são SCIA-Estrutural (R\$ 1972,99/2,5 SM), Varjão (R\$ 2269,49/2,88 SM) e Fercal (R\$ 2276,21/2,89 SM). É importante destacar que em termos de renda média o Distrito Federal possui um valor elevado e uma elevada desigualdade, que pode ser expressa pelo Coeficiente de Gini de 0,468 (PNAD, 2015). Este coeficiente representa a classificação da renda, mensurando as suas diferenças, variando de “0” (onde todos têm a mesma renda, ou seja, completa igualdade) a “1” (que corresponde a completa desigualdade). No entanto, ao desagregar os dados em nível de regiões administrativas, um novo contexto aparece, evidenciando um menor nível de desigualdade interna em cada região. Por exemplo, dentro de cada região administrativa verifica-se que a diferença entre a maior renda domiciliar média (Lago Sul) é 11 vezes maior que a menor renda (Estrutural) e em termos de renda per capita, essa diferença é de 16 vezes. O Coeficiente de Gini do Lago Sul é de 0,370 enquanto na RA de renda mais baixa, o indicador cai minimamente para 0,366 (SCIA-Estrutural). Ou seja, dentro de cada Região Administrativa, a desigualdade é menor, independente da classe social.

Considerando o agrupamento da renda domiciliar mensal, as regiões administrativas são divididas em quatro grupos com base na renda domiciliar e per capita: Alta Renda, Média-Alta Renda, Média-Baixa Renda e Baixa Renda (Figura 37).

Figura 37 - Renda média domiciliar mensal por região administrativa



Fonte: Autora (2018).

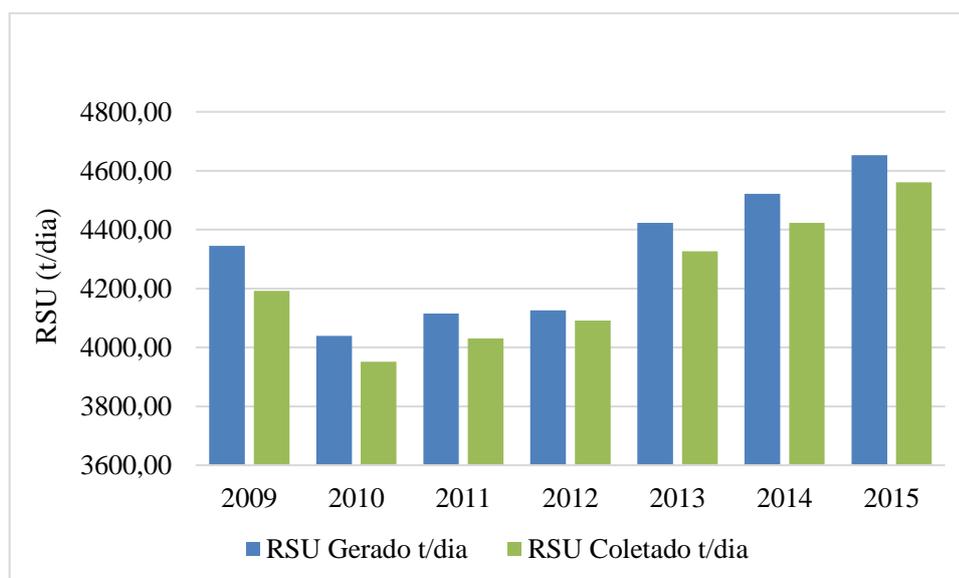
As rendas mais altas estão localizadas no Lago Sul, Park Way, Sudoeste/Octogonal, Plano Piloto, Jardim Botânico e Lago Norte. Nesta classe, está a população mais instruída e qualificada, predominando os funcionários e empregados públicos, profissionais liberais, empresários, entre outros. A maior participação de regiões está nas classes média baixa (13 regiões) e na média alta (9 regiões), representando 58,7% e 19,4% da população, respectivamente. No outro extremo, nas regiões de baixa renda, encontra-se a faixa de população que compõe a mão de obra menos especializada e com menor instrução, empregada na construção civil, empregos domésticos e no comércio.

5.1.2 Geração e coleta de resíduos

No Distrito Federal em 2014 foram coletados, pelo SLU-DF, 1.636.680,17 toneladas de resíduos, que daria uma média diária de 4.546 toneladas, se forem considerados 30 dias de coleta no mês. Os resíduos gerados foram basicamente provenientes das coletas domiciliares e comerciais, da construção civil e dos serviços de saúde. A alta densidade demográfica de 502,39 hab./km², junto aos elevados indicadores socioeconômicos contribuem para que o DF tivesse uma das maiores taxas de resíduos coletados por habitante do país (ABRELPE, 2015).

A Figura 38 apresenta a evolução, ao longo dos anos, do total de resíduos coletados e gerados no Distrito Federal.

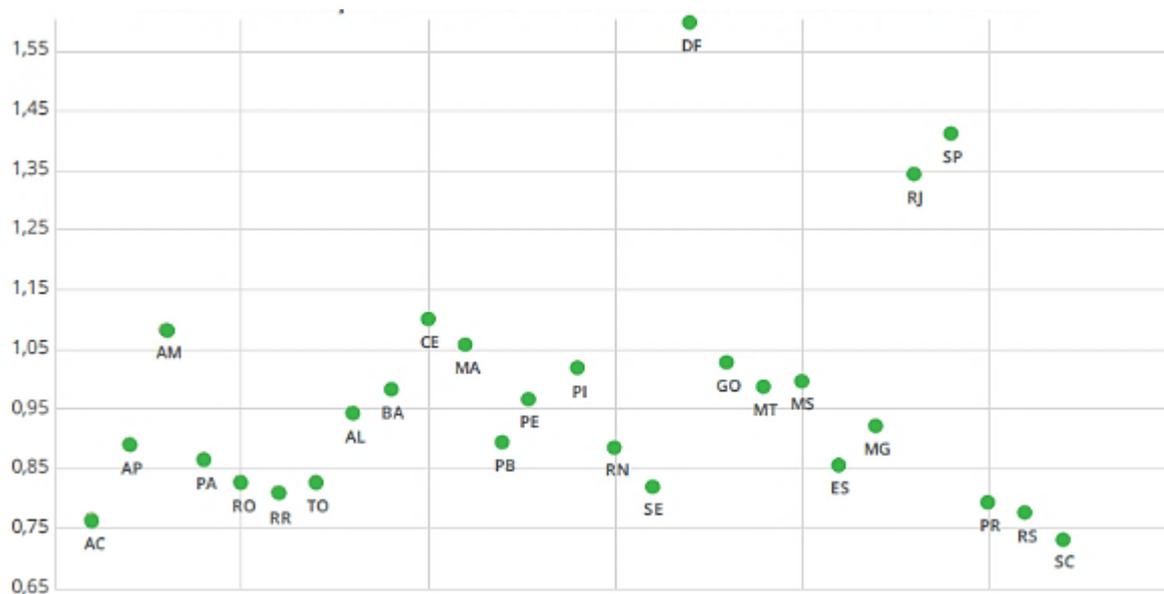
Figura 38 - Resíduos sólidos gerados e coletados no Distrito Federal



Fonte: ABRELPE 2009 a 2015.

Em 2015, foram coletadas 1.607.567,27 toneladas de resíduos no DF, com média diária de 5.152,46 toneladas, mostrando um declínio fruto da redução de consumo atual. Destes, 900.712,43t foram provenientes da coleta domiciliar e comercial (convencional e seletiva). O distrito Federal representa a maior taxa de resíduos gerado e coletado do país se comparado com as demais regiões (Figura 39).

Figura 39 - Geração de RSU per capita nos estados e no Distrito Federal



Fonte: ABRELPE (2015).

Em 2015, a maior parcela de resíduo gerado no Distrito Federal foi derivada dos resíduos domiciliares, com cerca de 56%, seguida dos resíduos da construção civil, manual e mecanizada, com 44%. Enquanto os serviços de saúde representaram 0,15% do total coletado (Tabela 8).

Tabela 8 - Quantidade de resíduos coletados no Distrito Federal em 2015

Tipo de Resíduo	% da quantidade	Quantidades (t)
Resíduo Domiciliar Convencional	52,45%	843.216,83
Resíduo Domiciliar Seletiva	3,58%	57.495,60
Resíduo da Construção Civil Manual	0,93%	14.889,09
Resíduo da Construção Civil Mecanizada	43,04%	691.965,75
Resíduo da Saúde	0,15%	2.465,90
TOTAL	100,00%	1.607.567,27

Fonte: SLU (2015)

Na Tabela 9 são apresentados os valores de coleta mensais estimados por Região Administrativa, onde se verifica que 68.724,75 t são provenientes da coleta convencional, enquanto 4.633,60 t referem-se aos resíduos da coleta seletiva. Estes valores, são referentes a geração per capita dos RSU de acordo com a estimativa da população de 2015 para cada RA. Os resultados demonstraram um percentual de 6,32% (em peso) da coleta seletiva.

Tabela 9 - Média mensal dos resíduos da coleta domiciliar no ano de 2015

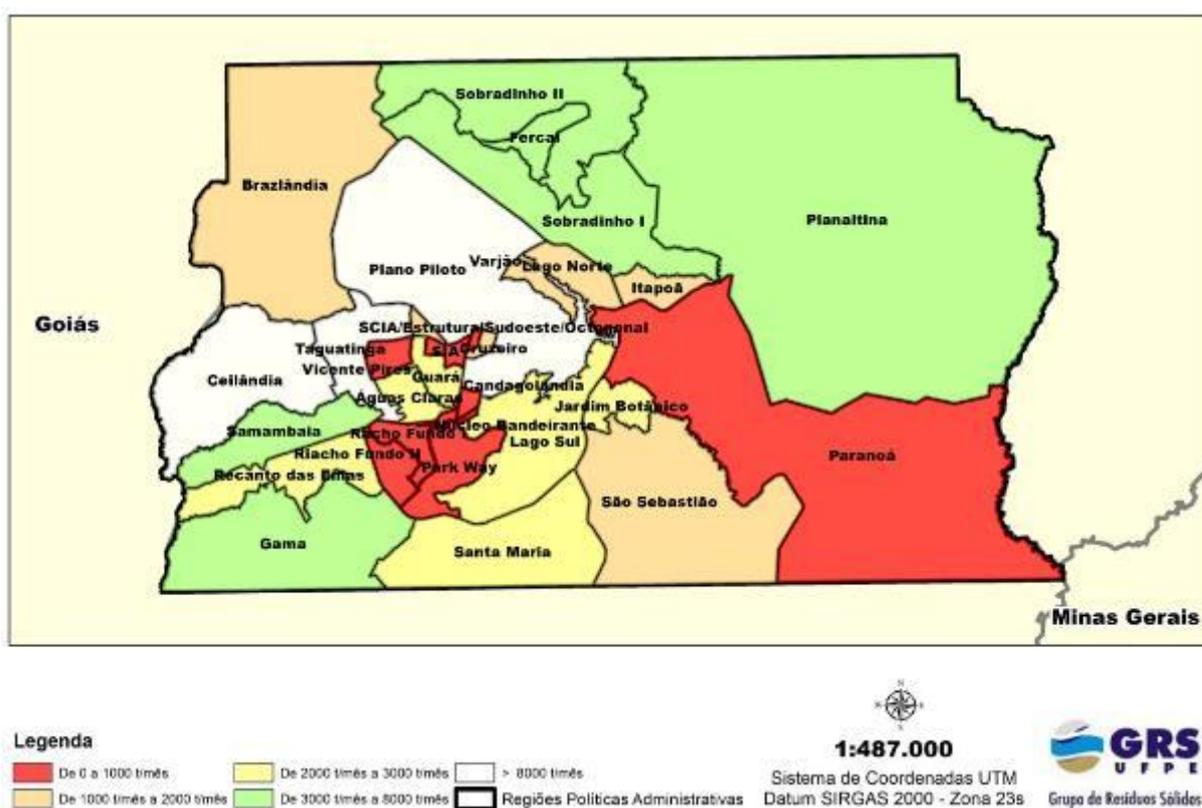
Região Administrativa	Coleta Convencional (t)	Coleta Seletiva (t)	Total (t)	% da Coleta Seletiva
I – Brasília	10.165,27	1.521,70	11.686,97	13,02%
II – Gama	3.081,23	102,30	3.183,53	3,21%
III – Taguatinga	8.162,24	407,60	8.569,84	4,76%
IV – Brazlândia	1.251,03	121,80	1.372,83	8,87%
V - Sobradinho / Sobradinho II / Fercal*	3.115,44	247,80	3.363,24	7,37%
VI – Planaltina	3.087,03	0,00	3.087,03	0,00%
VII – Paranoá	770,55	0,00	770,55	0,00%
VIII - Núcleo Bandeirante	708,05	54,30	762,35	7,12%
IX – Ceilândia	10.601,22	414,00	11.015,22	3,76%
X – Guará	2.543,41	198,40	2.741,81	7,24%
XI – Cruzeiro	678,34	101,30	779,64	12,99%
XII – Samambaia	3.918,24	180,70	4.098,94	4,41%
XIII - Santa Maria	2.129,85	78,50	2.208,35	3,55%
XIV - São Sebastião	1.912,66	0,00	1.912,66	0,00%
XV - Recanto das Emas	2.204,38	95,00	2.299,38	4,13%
XVI - Lago Sul / Jardim Botânico	2.591,88	162,80	2.754,68	5,91%
XVII - Riacho Fundo	776,99	28,90	805,89	3,59%
XVIII - Lago Norte / Varjão	1.249,58	172,60	1.422,18	12,14%
XIX – Candangolândia	592,40	25,60	618,00	4,14%
XX - Águas Claras	2.015,75	283,80	2.299,55	12,34%
XXI - Riacho Fundo II	736,21	69,40	805,61	8,61%
XXII - Sudoeste/Octogonal	1.534,84	162,10	1.696,94	9,55%
XXIV - Park Way	683,02	23,90	706,92	3,38%
XXV - S.C.I.A/Estrutural	1.510,05	31,50	1.541,55	2,04%
XXVIII – Itapoã	1.033,39	0,00	1.033,39	0,00%
XXIX - S.I.A	766,43	87,10	853,53	10,20%
XXX - Vicente Pires	905,28	62,50	967,78	6,46%
TOTAL	68.724,75	4.633,60	73.358,35	6,32%

Fonte: Autora (2018).

Analisando a coleta domiciliar mensal, a partir da geração dos resíduos estimadas por Regiões Administrativas, observa-se que Brasília, Ceilândia e Taguatinga são as maiores produtoras de resíduos da unidade federativa. Esse fato se justifica pela elevada concentração populacional das regiões e em alguns casos pelos elevados índices de desenvolvimento sócio econômico.

Nove das RAs geram menos de 1.000,00 t de resíduos ao mês. Destas, destaca-se Candangolândia com a geração mais baixa, 618,00 t, e com uma taxa de geração per capita consideravelmente alta, 1,17 kg/hab/dia. A Figura 40 apresenta as faixas de quantidades de resíduos da coleta convencional em cada região administrativa.

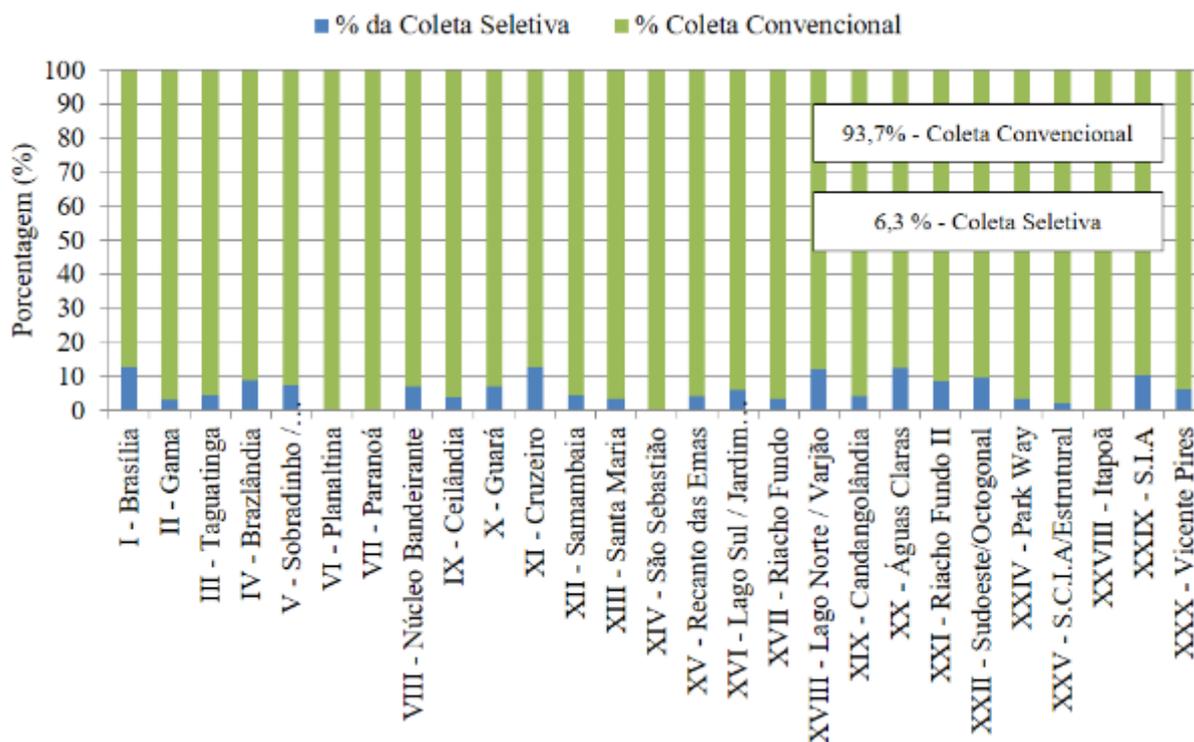
Figura 40 - Quantidade dos resíduos da coleta convencional por regiões administrativas



Fonte: Autora (2018).

No Distrito Federal 6,3% dos resíduos domiciliares gerados por mês foram destinados aos serviços de coleta seletiva, o que corresponde a cerca de 154,45 t/dia, no ano de 2015 (Figura 41).

Figura 41 - Quantidade de RSU por região administrativa/2015



Fonte: Autora (2018).

5.1.3 Composições gravimétricas dos RSU por Regiões administrativas

A seguir serão apresentados os resultados obtidos, considerando os dois tipos de coleta utilizados no DF: coleta convencional e coleta seletiva.

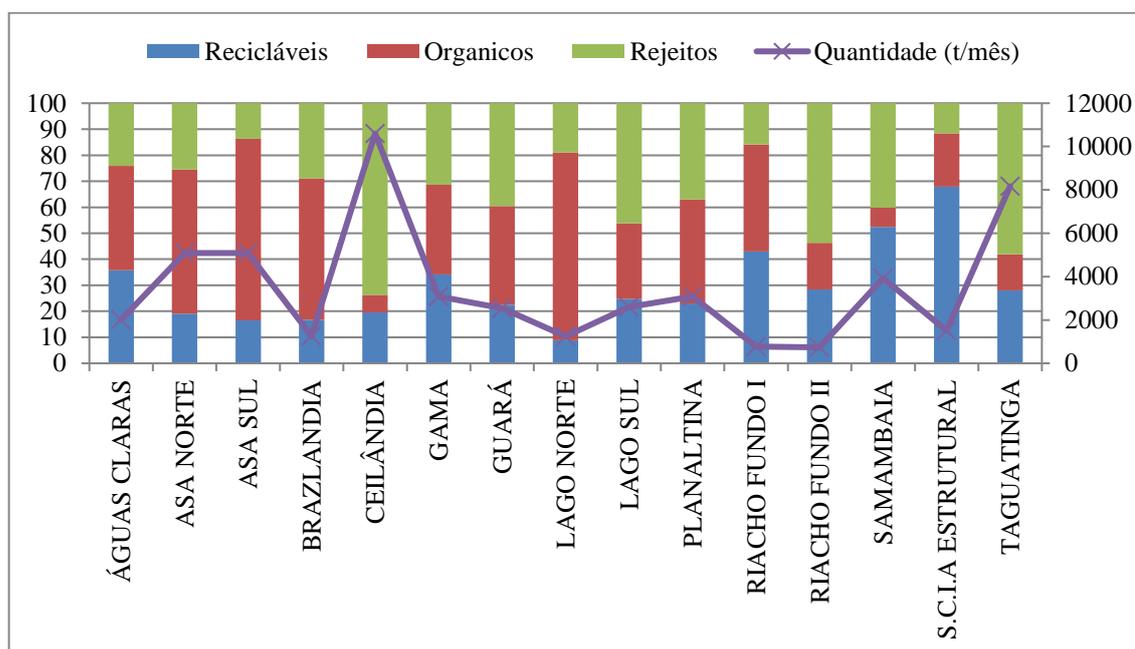
5.1.3.1 Coleta Convencional

Quando existem políticas voltadas ao descarte adequado dos resíduos e a prática da coleta seletiva, há ocorrência de um maior quantitativo de materiais orgânicos na coleta convencional. No DF, esta é uma realidade ainda presente, mas com demonstração de mudanças significativas. Segundo o DISTRITO FEDERAL (2017) através da PDGIRS o DF registrou uma composição de 37,21% de orgânicos, 23,32% de recicláveis e 39,47 de rejeitos para o ano de 2015. O valor elevado de rejeito demonstra indicativos de dificuldades durante separação dos materiais, a composição referente ao ano 2016 comprovou decaimento dessa porcentagem, apesar de ainda ser um valor relativamente alto, onde para 2016 a gravimetria foi de 48,34% de orgânicos, 28,67% de recicláveis e 22,99% de rejeitos.

De modo geral, para os estudos de algumas RA no ano de 2015, os resíduos apresentaram comportamentos semelhantes, com as mudanças em virtude das características de cada região.

Os resíduos foram, inicialmente, agrupados em três grandes grupos – orgânicos rejeitos e recicláveis, conforme apresentados na Figura 42.

Figura 42 - Resultados obtidos considerando a divisão em orgânicos, rejeitos e recicláveis (coleta convencional) -2015

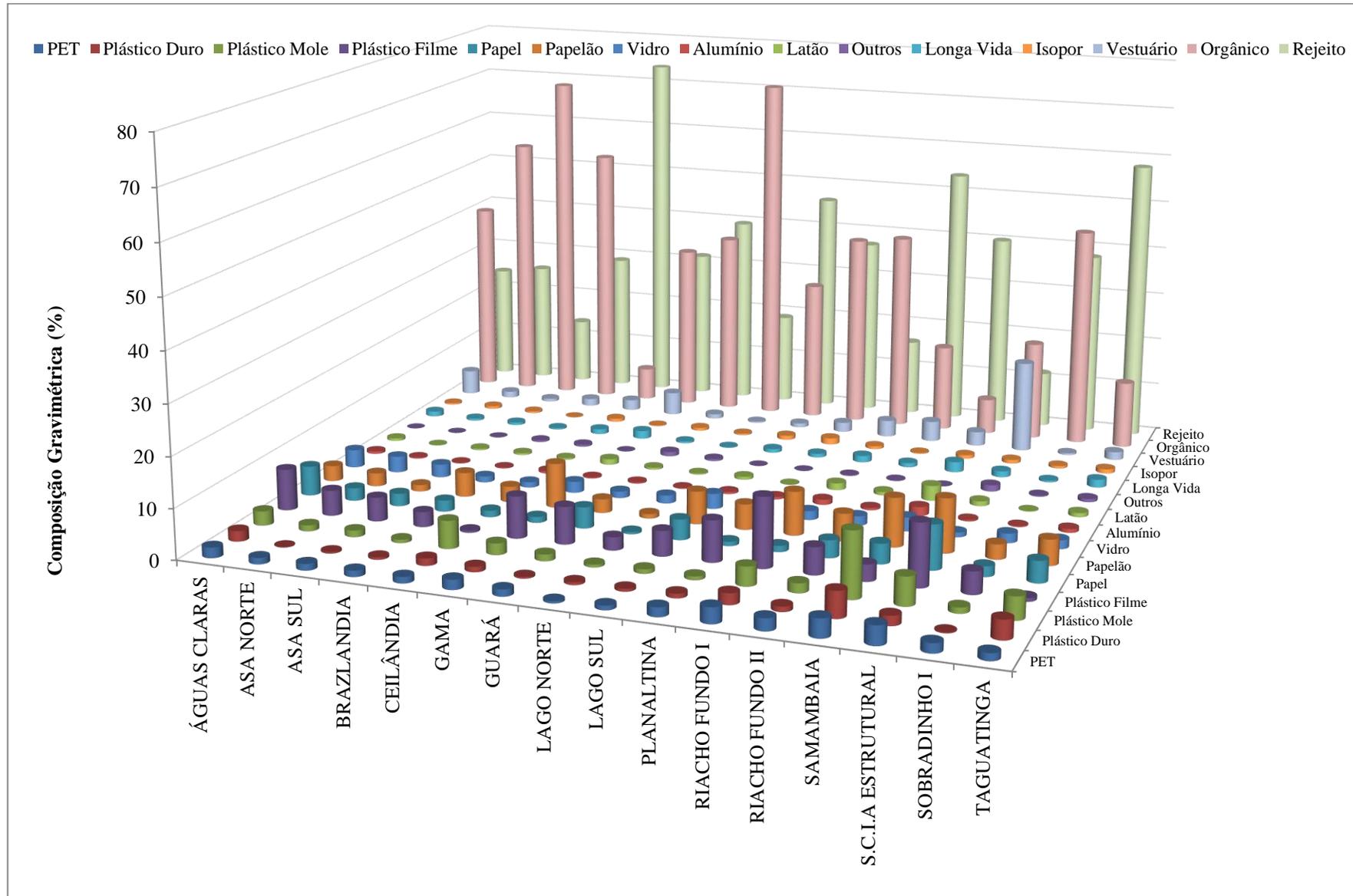


Fonte: Autora (2018).

Em termos da valorização do material, apenas classificar como recicláveis não é suficiente, é necessário um maior detalhamento do percentual médio de cada componente, pois cada fração de plástico (por exemplo) possui mercado diferente. As particularidades e propriedades de cada componente são determinantes para seu aproveitamento energético, para produção de composto orgânico, e até mesmo para o descarte final.

Na Figura 43 apresenta-se o percentual médio obtido para cada componente relacionando-os com as Regiões Administrativas. Os resíduos orgânicos e os rejeitos apresentaram média semelhante, com um percentual de 36,7% e 34,8% respectivamente. É importante enfatizar que a região administrativa do Lago Norte apresentou o maior resultado para materiais orgânicos (72,15%). Este fato pode ter ocorrido em virtude desta região possuir características residenciais, o que pode justificar a maior evidência do descarte deste tipo de material.

Figura 43 - Composição gravimétrica de 15 regiões administrativas do DF (Coleta Convencional)



Fonte: Autora (2018).

A mínima registrada para orgânicos foi de 6,75% para a região administrativa de Ceilândia.

Segundo ABRELPE (2012), os resíduos de matéria orgânica apresentaram uma participação de 51,4% dos resíduos coletados no Brasil. Juca *et al.* (2014), em estudo realizado na cidade do Recife em 31 rotas de coleta, apresentou uma média de 44% para resíduos de matéria orgânica. Neste contexto, os resultados obtidos nas Regiões Administrativas estudadas no DF em 2015 apresentaram-se um pouco abaixo quando comparado a esses estudos, mas demonstraram crescimento para os anos seguintes, conforme dados da DISTRITO FEDERAL (2017) já citados. Confirmando, agora por região administrativa, que isso pode estar ocorrendo devido ao alto percentual de rejeitos observados, ou, até mesmo, a dificuldade de separação de alguns materiais, visto o grau de contaminação.

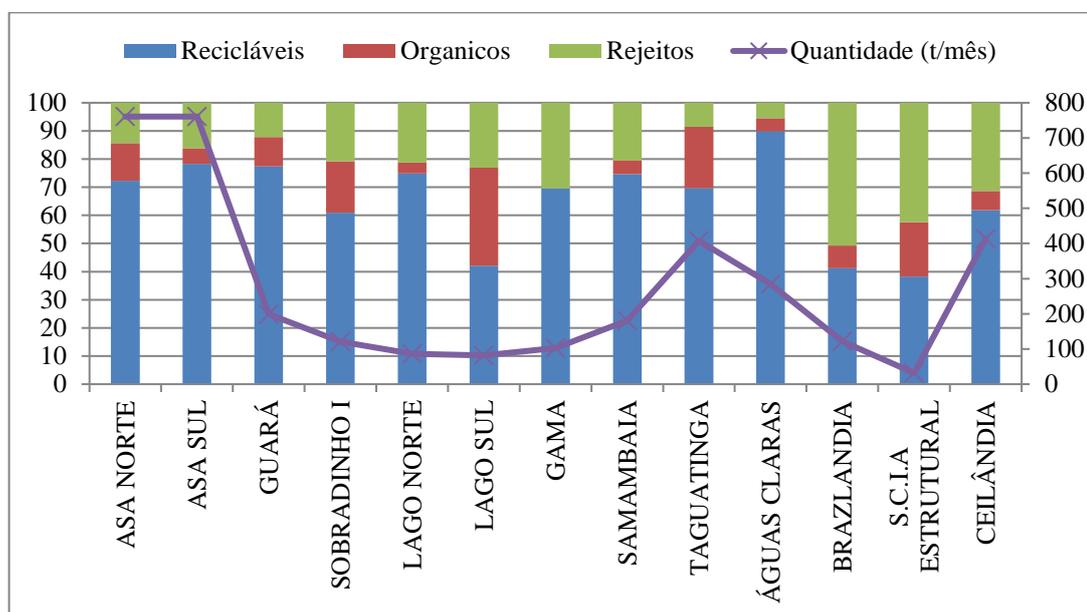
Neste sentido, salienta-se que, com base nas definições da PNRS Lei 12.305/2010, os rejeitos são considerados “resíduos sólidos que, depois de esgotadas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade a não ser a disposição final ambientalmente adequada”. Diante dessa prerrogativa, observa-se que esses resultados indicam a necessidade de intensificar medidas referentes ao gerenciamento desta fração, visto que o quantitativo de rejeitos superou o percentual dos resíduos com potenciais de aproveitamento, para o decorrente ano.

5.1.3.2 Coleta seletiva

A Figura 44 apresenta o comportamento observado pelas composições gravimétricas das 14 Regiões Administrativas estudadas no Distrito Federal. Materiais recicláveis apresentaram claramente um maior percentual, porém, uma grande quantidade de rejeitos e materiais orgânicos ainda foram identificadas, mostrando assim que ainda existem problemas a serem corrigidos para um gerenciamento mais eficiente.

Por exemplo, nas regiões de Brazlândia, Lago Sul e S.C.I.A/ Estrutural, os percentuais de rejeitos e orgânicos foram maiores que os de resíduos recicláveis, se aproximando assim de um cenário de coleta convencional.

Figura 44 - Resultados obtidos considerando a divisão em orgânicos, rejeitos e recicláveis (coleta seletiva)



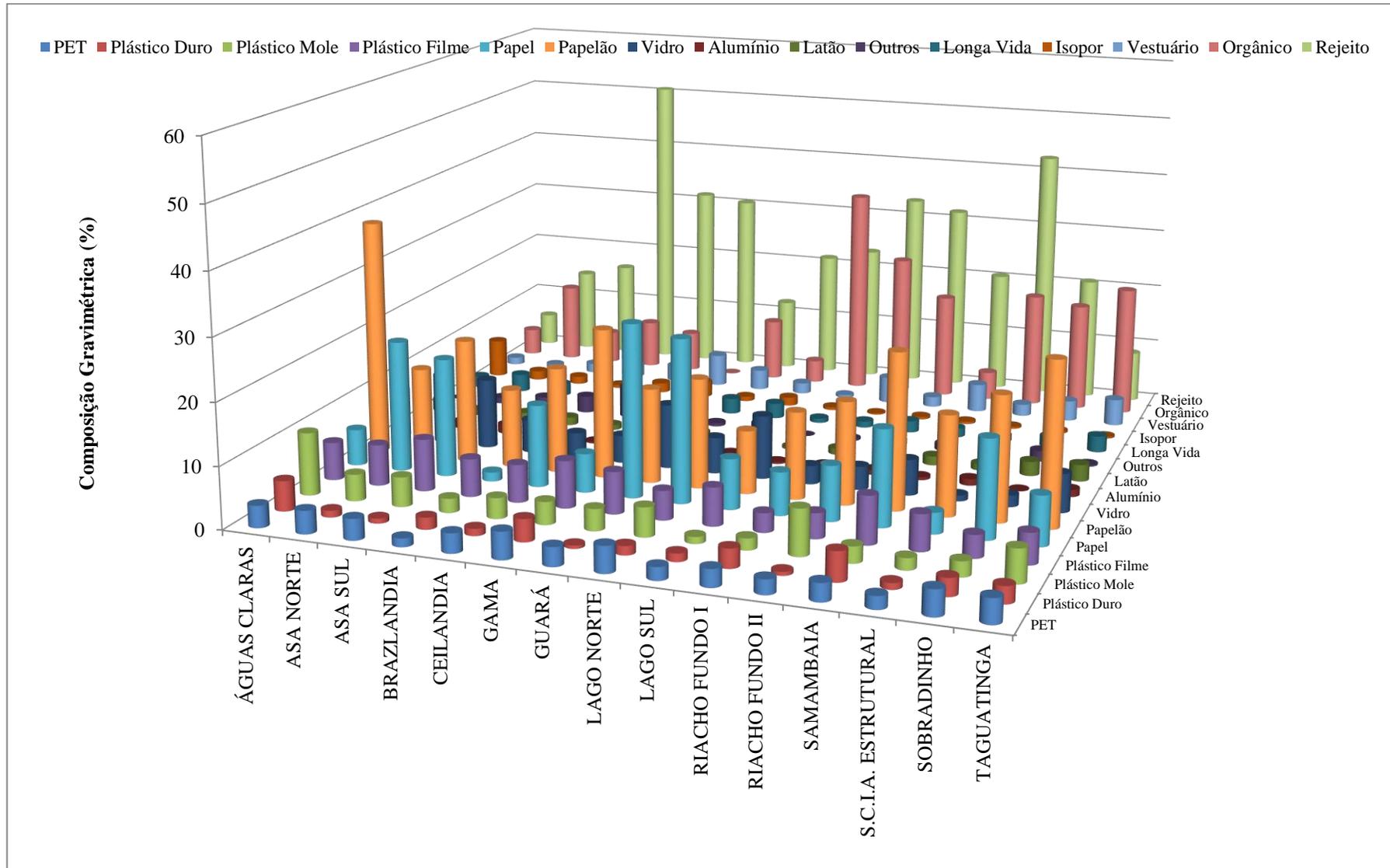
Fonte: Autora (2018).

Os resultados apresentados na Figura 45 fazem referência aos percentuais em massa, advindos da coleta seletiva, para os diversos subgrupos participantes da segregação. Como anteriormente mencionado, os materiais recicláveis apresentaram resultados significativos, onde através dessa minuciosa segregação observou-se que os componentes de papel e papelão apresentaram uma maior geração.

Águas Claras apresentou o maior resultado para o componente papelão (38,49%). Este tipo de material, apesar de ter apresentado a maior média registrada para materiais recicláveis (19,41%), ainda ficou abaixo da média para o resíduo considerado rejeito (24,14%). É importante enfatizar que o percentual de papel apresentou uma média de 12,65%, valor este similar à média de 12,88% registrada para materiais orgânicos.

Apesar de no geral, os resultados da coleta seletiva terem apresentado percentuais satisfatórios de reciclagem, a presença de rejeitos e materiais orgânicos podem dificultar o processo de triagem.

Figura 45 - Composição gravimétrica de 14 regiões administrativas do DF (Coleta Seletiva)

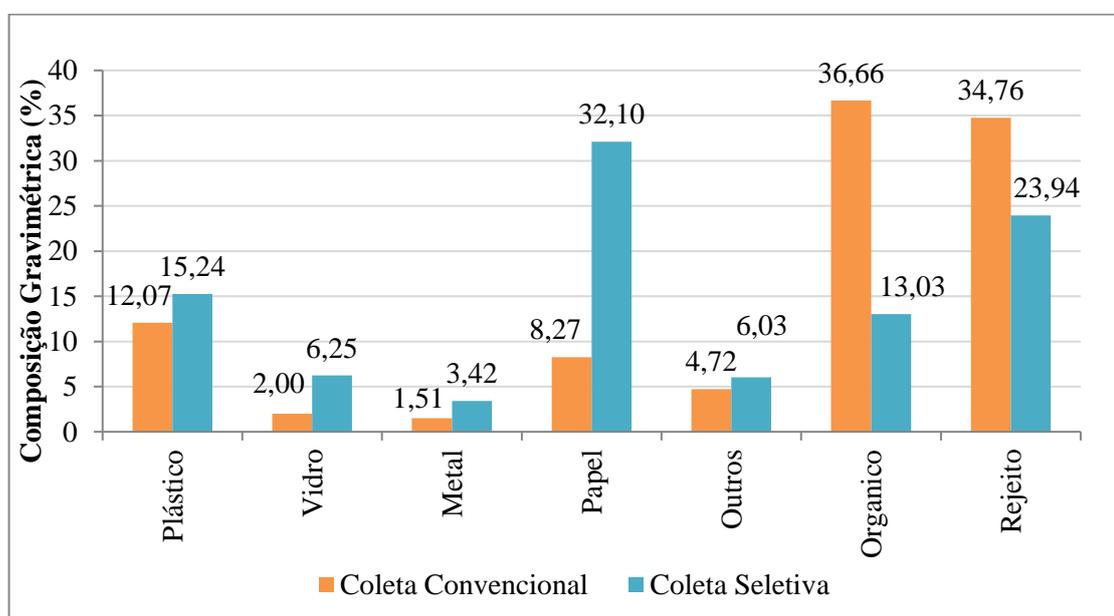


Fonte: Autora (2018).

Mediante os resultados obtidos, através das composições gravimétricas, o gráfico da Figura 46 apresenta de forma resumida o comportamento médio dos componentes. Destaca-se o resultado obtido para papel/papelão, que apresentou um grande diferencial entre as duas coletas, apresentando o maior percentual para a coleta seletiva.

Os demais recicláveis, apesar de terem apresentado resultados melhores para a coleta seletiva, também são significativos para a coleta convencional. Os orgânicos e rejeitos obtiveram uma maior relevância na coleta convencional. Porém, os percentuais indicados para a coleta seletiva são elevados, ultrapassando os valores de outros materiais que deveriam constar com um maior percentual para a seletiva.

Figura 46 - Comparativo das composições gravimétricas (convencional e seletiva)



Fonte: Autora (2018).

5.1.4 Análise do mercado de recicláveis

O aproveitamento dos resíduos recicláveis se aplica na redução do volume enviado aos aterros sanitários, aumentando sua vida útil. Outra vantagem deste método é a geração de trabalho e renda para os segmentos da população com alto grau de vulnerabilidade social. A separação na origem e o método de coleta podem determinar se certo resíduo possuirá mercado para reciclagem.

A coleta seletiva no DF teve como princípio a segregação prévia dos resíduos conforme sua constituição ou composição. A população separou, no ano de 2015, seus resíduos

domésticos em dois grupos: úmidos e secos (recicláveis), onde estes teriam destinações diferenciadas. O trabalho de separar os resíduos deve ser feito de forma consciente a partir de estudo sobre quais materiais são viáveis de serem comercializados, a fim de evitar trabalho desnecessário.

De acordo com estudos realizados com as organizações de catadores do Distrito Federal, os materiais mais comercializados, seja pela quantidade ou pelo interesse no material, são os plásticos, incluindo PET e plástico duro, seda, lata de alumínio, papel (misto, branco), jornal e papelão. Os materiais de difícil comercialização são vidros, pneus, sucata, devido ao baixo preço, e isopor, devido ao grande volume e difícil armazenamento.

Através dos valores de comércios obtidos na Tabela 5 (metodologia), foram calculados os possíveis mercados para os resíduos da coleta seletiva de cada região administrativa. É importante frisar que esta é uma estimativa do potencial de mercado, usando os valores médios das organizações de catadores. O mercado informal não está quantificado neste trabalho.

Os cálculos foram realizados com base nos resultados de composição gravimétrica informados pelo SLU-DF (2015), e os valores calculados nestas estimativas levam em consideração que 100% dos resíduos coletados podem ser comercializados (Tabela 10).

Tabela 10 - Valor potencial do mercado de recicláveis por região administrativa

Região Administrativa	Total - Coleta Seletiva (t/mês)	% de Recicláveis	Total - Recicláveis (t/mês)	Valor Total Mensal (R\$/mês)	Custo da Coleta Seletiva (R\$/mês)	Saldo Financeiro (R\$/mês)
Plano Piloto - Asa Norte	1.521,7	72,28%	549,94	588.618,68	262.828,02	325.790,66
Plano Piloto - Asa Sul		78,31%	595,82			
Gama	102,3	69,54%	71,14	45.667,44	17.671,30	27.996,14
Taguatinga	407,6	69,64%	283,85	179.585,52	70.408,82	109.176,70
Brazlândia	121,8	41,19%	50,17	34.006,47	21.039,73	12.966,74
Sobradinho	120,4	60,95%	73,38	44.114,24	20.797,90	23.316,34
Ceilândia	414,0	61,88%	256,18	138.275,02	71.514,36	66.760,66
Guará	198,4	77,38%	153,52	73.174,51	34.271,62	38.902,89
Samambaia	180,7	74,71%	135,00	75.846,74	31.214,12	44.632,62
Lago Sul	162,8	42,12%	68,57	31.858,00	28.122,07	3.735,93
Riacho Fundo	28,9	43,05%	12,44	7.710,67	4.992,19	2.718,48
Lago Norte	172,6	74,88%	129,24	66.734,94	29.814,92	36.920,02
Águas Claras	283,8	89,93%	255,22	142.513,88	49.023,61	93.490,27
Riacho Fundo II	69,4	50,68%	35,17	20.595,60	11.988,16	8.607,44
SCIA / Estrutural	31,5	38,25%	12,05	7.946,11	5.441,31	2.504,80
Total	3.815,9		2.681,71	1.456.647,82	659.158,57	797.489,25

Fonte: SLU-DF (2015)

A partir dos dados acima foram considerados os custos da coleta seletiva pagos pelo SLU-DF para se avaliar a viabilidade econômica desta atividade, considerando-se uma comercialização de recicláveis variando entre 100%, já referidos, até 30% informado por algumas organizações de catadores.

Com a análise da Tabela 10, observou-se um percentual de recicláveis bastante variados para cada Região Administrativa. Estes valores, junto ao mercado existente no DF para estes materiais serão fatores determinantes na viabilidade do programa de coleta seletiva. Nesta mesma Tabela pode-se verificar que o custo total da coleta seletiva é equivalente a cerca de 45% do valor potencial de mercado de recicláveis. Isso representa um lucro significativo, se for estimulada a comercialização de 100% do material. No entanto, esta realidade ainda não é correta para o Distrito Federal, pois as organizações de catadores não comercializam 100% dos resíduos que separam. No melhor cenário existente atualmente, 70% dos resíduos são aproveitados. Entretanto, há discrepância entre as organizações quanto ao percentual de resíduos comercializados, podendo chegar a apenas 30%.

Na Tabela 11 estão apresentados três diferentes cenários para análise deste mercado, considerando as quantidades totais de resíduos da coleta seletiva, os valores pagos pela SLU-DF e os diferentes percentuais de comercialização.

Tabela 11 - Cenários para análise do mercado

CENÁRIOS	COLETA SELETIVA (t/mês)	PERCENT .DE COMERC.	RECEITA BRUTA ORGANIZAÇÕES DE CATADORES	CUSTOS DA COLETA SELETIVA	SALDO FINANCEIRO
1	3.815,90	70%	R\$ 1.019.653,47	R\$ 659.158,57	R\$ 360.494,90
2	3.815,90	50%	R\$ 728.323,91	R\$ 659.158,57	R\$ 69.165,34
3	3.815,90	30%	R\$ 436.994,35	R\$ 659.158,57	R\$ - 222.164,22

Fonte: Jucá *et al.*, 2016.

Ao realizar os três cenários distintos, verifica-se que os Cenários 1 e 2, que possuem um percentual de comercialização de 70% e 50% dos resíduos coletados, apresentam um saldo financeiro positivo. Já o Cenário 3, com apenas 30% de comercialização dos materiais recicláveis, apresenta um déficit de R\$ 222.164,22.

Este aspecto revela a importância de se ter como meta a redução da quantidade de rejeitos, através da melhoria da qualidade da coleta seletiva, considerando todos os aspectos desta rota, desde a coleta até a infraestrutura disponível para triagem, acondicionamento, transporte e comercialização dos materiais recicláveis.

Os resultados do mercado de recicláveis pode influenciar na análise da rota tecnológica sustentável, tanto sobre aspectos econômicos quanto sociais.

5.1.5 Manejo dos resíduos do Distrito Federal

Para a coleta e o transporte é preciso entender o manejo dos resíduos no Distrito Federal, através da análise de como as características das Regiões Administrativas e suas rotas de coleta estão atreladas a geração de resíduos em cada lote, evidenciando que esta análise foi baseada nos dados do sistema de gestão para o ano de 2015.

Nas Tabelas 12 e 13 podem ser observados as características dos resíduos gerados nos setores de coleta convencional e seletiva.

Tabela 12 - Características por lotes da coleta convencional em 2015

	Abrangência	Coleta de resíduos domiciliares (%)	Porcentagem da população
LOTE I	Itapoã, Paranoá, Região dos Lagos, Condomínios Contagem, Sobradinho, Sobradinho II, Fercal, Lago Oeste, Mestre Darmas, Planaltina, Arapoanga, Vale do Amanhecer, Nova Colina, Alto da Boa Vista, Condomínios Grande Colorado, Brazlândia, Park Way I, Núcleo Bandeirante, Guará I, Guará II, Candangolândia, Colônia Agrícola Águas Claras, Setor Militar, Cruzeiro, Asa Sul, Sudoeste/Octogonal, Asa Norte, Lago Sul, Lago Norte, Varjão, Taquari, Mansões do Lago Norte, Torto, Condomínios São Bartolomeu, Condomínios Jardim Botânico, São Sebastião, Setor Residencial Tororó, Setor Habitacional Dom Bosco, Vila Planalto	50%	47%
LOTE II	Ceilândia, Taguatinga, Riacho Fundo I, Vicente Pires, Águas Claras, Arniqueira, Vila Estrutural, Park Way II, Parque Sol Nascente	32%	29%
LOTE III	Samambaia, Recanto das Emas, Riacho Fundo II (2ª etapa), Riacho Fundo II (3ª etapa), Gama, Santa Maria, Meireles, Água Quente	18%	24%

Fonte: SLU (2015).

Quanto aos lotes de coleta convencional, o LOTE I abrange a maior área de coleta, onde está concentrada a maior parcela da população do DF. Observa-se que os circuitos deste lote

atendem as regiões de maior poder aquisitivo da unidade federativa. Esses fatores justificam a elevada quantidade de resíduos coletados, se comparado aos LOTES II e III.

Na coleta seletiva (Tabela 13), a quantidade de resíduos mais expressiva foi a obtida pelo LOTE I, que apesar de não concentrar a maior parcela da população, atende às regiões administrativas com percentuais mais elevados de coleta seletiva (porcentagem de domicílios atendidos por coleta seletiva), de acordo com os indicadores socioeconômicos do Distrito Federal.

Tabela 13 - Características por lotes da coleta seletiva, dados do 1º trimestre de 2015

LOTES	Regiões Administrativas	Coleta Seletiva dos resíduos (% da t/trimestre)	Porcentagem da população
LOTE I	Brasília; Guará; Cruzeiro; Sudoeste/Octogonal; S.I.A.	46,3%	15%
LOTE II	Park Way (exceto Q 03, 04 e 05); Candangolândia; Núcleo Bandeirante; Gama; Samambaia; Santa Maria; Recanto das Emas; Riacho Fundo I; Riacho Fundo II	11,5%	23%
LOTE III	Sobradinho; Planaltina; Paranoá, Itapoá; São Sebastião; Lago Sul; Jardim Botânico; Lago Norte; Varjão; Sobradinho II; Fercal	15,2%	24%
LOTE IV	Taguatinga; Brazlândia, Ceilândia; Águas Claras; Vicente Pires; S.C.I.A./Estrutural; Park Way (Qd 03, 04 e 05)	27%	38%

Fonte: Fonte: SLU (2015).

Esperava-se que o Lote III, por reunir o maior número de regiões administrativas e contar com algumas regiões de elevado poder aquisitivo, gerasse uma quantidade maior de resíduos, mas isso não aconteceu.

A partir de abril de 2015, os serviços de coleta seletiva em São Sebastião, Paranoá, Itapoã, Fercal e Planaltina foram suspensos. O baixo volume de resíduos coletados nessas cinco regiões mostrou-se inviável de permanência com a coleta, no quesito custo benefício.

As RA Sobradinho, Lago Sul, Lago Norte, Jardim Botânico, Sobradinho II e Varjão foram realocadas para o LOTE I, aumentando os valores atribuídos a esse lote, conforme Tabela 14.

Tabela 14 – Alteração na porcentagem de coleta seletiva por lote

LOTES	LOTE I	LOTE II	LOTE III	LOTE IV
Coleta Seletiva dos resíduos (%)	53%	13%	4%	30%

Fonte: SLU (2015).

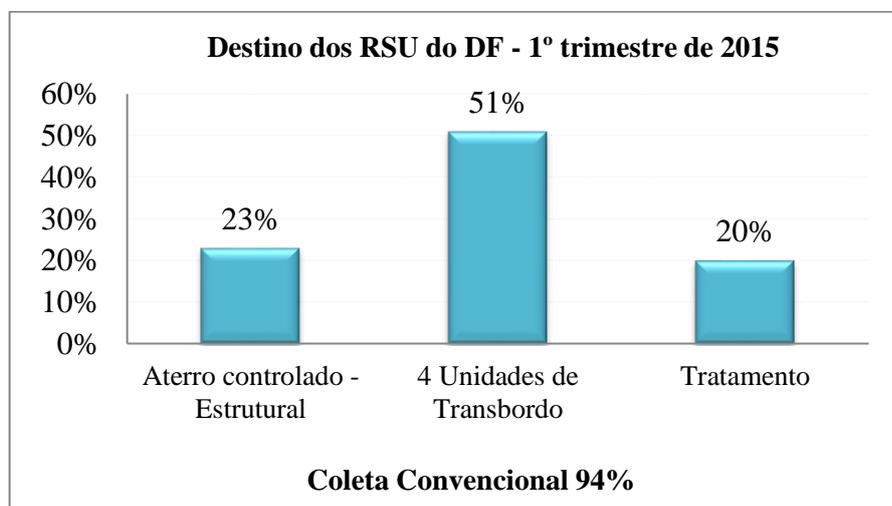
5.1.5.1 Serviços de coleta convencional

Da análise dos dados e informações sobre o manejo dos resíduos sólidos, considerando como base de dados a situação da gestão do DF no ano de 2015, foram recolhidas pela coleta convencional 94% dos resíduos coletados.

Dos resíduos da coleta convencional, 23%, foram transportadas diretamente para o Aterro Controlado do Jóquei. Cerca 51%, passaram por 4 unidades de transbordo, situados em Brazlândia, Gama, Sobradinho e Asa Sul, onde os resíduos foram transferidos em caminhões compactadores para carretas visando a racionalização e a redução dos custos de transporte.

Outras toneladas de resíduos, correspondendo a 20%, foram processadas em duas unidades de tratamento, localizadas na Asa Sul e em Ceilândia, para a retirada de materiais recicláveis como papel, papelão, plásticos, vidros, etc e matéria orgânica para a compostagem. Destas, foram aproveitadas 4,22% de recicláveis e 17,9% foram transformadas em composto orgânico. A destinação dos resíduos, em percentual, está apresentada na Figura 47.

Figura 47 - Destino dos resíduos gerados de janeiro a março de 2015 no Distrito Federal



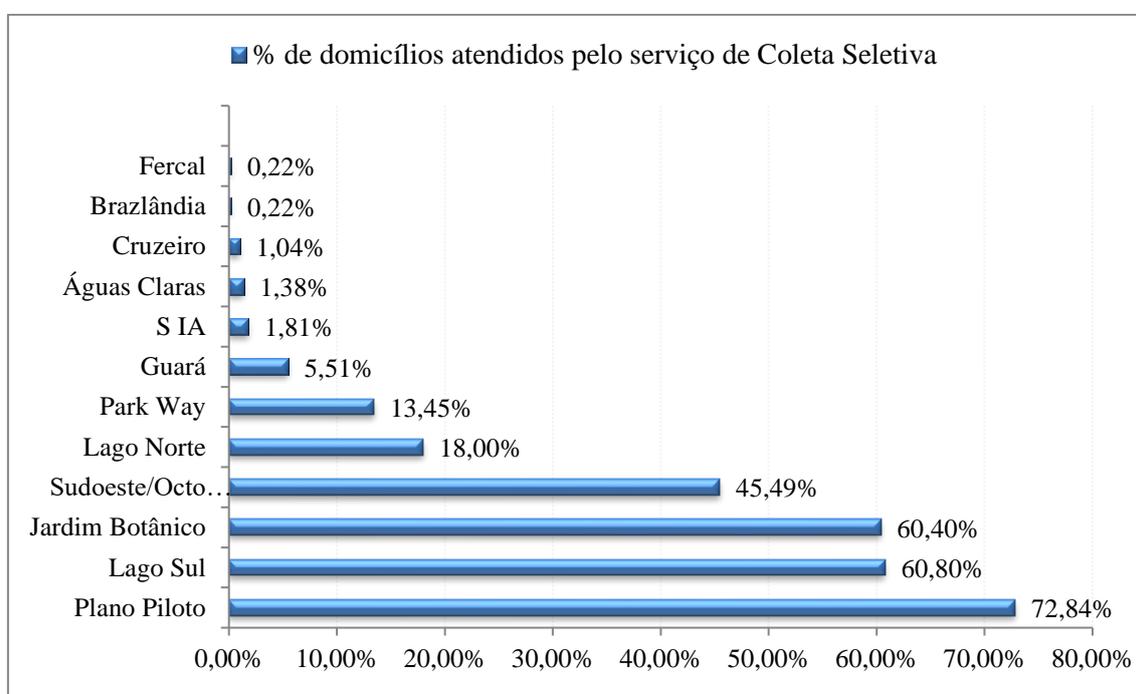
Fonte: Relatório SLU – 1 trimestre (2015).

5.1.5.2 Serviços de coleta seletiva

No Distrito Federal, quase a totalidade de seus domicílios contam com serviços de coleta convencional, mas, quando se trata de coleta seletiva os resultados são diferentes. Até o ano de 2013, apenas 12 regiões administrativas apresentaram dados de domicílios atendidos pelo SLU com coleta seletiva, isso segundo pesquisa PDAD.

A maior porcentagem de domicílios atendidos pelos serviços de limpeza com coleta seletiva concentrou-se nas regiões de Brasília, Jardim Botânico, Lago Sul e Sudoeste/Octogonal (Figura 48).

Figura 48 - Porcentagem dos domicílios atendidos pelo SLU com coleta seletiva



Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2013.

Na pesquisa PDAD (2015) todas as RA apresentaram domicílios que declaram possuir alguma iniciativa de coleta seletiva, um enorme avanço se comparado com o ano de 2013.

Em muitas das Regiões Administrativas do Distrito Federal, as atividades praticadas de coleta seletiva não abrangem a totalidade de sua área urbana, mas segundo dados do Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal disponibilizado pelo SLU, em julho de 2015, alguns avanços foram observados.

Por meio da coleta seletiva, no primeiro trimestre de 2015, foram recolhidas, em média, 6% dos resíduos coletados no DF e que foram destinadas a 14 organizações de catadores. Dessas

organizações, 6 se encontravam no Aterro da Estrutural e recuperam os resíduos sólidos secos oriundos da coleta seletiva como também da coleta convencional.

Para a reciclagem são encaminhados, em média, 106 t/dia de materiais secos, correspondendo a 57% do valor total recolhido pela coleta seletiva. Destas, 25 t/dia foram oriundas das usinas TMB, 26 t/dia das organizações de catadores que trabalham no Aterro do Jóquei e 55 t/dia das 8 organizações que atuam fora do Aterro. Portanto, ao todo, considerando a t/dia aproveitada por processo orgânico, deixam de ir para o Aterro 212 t/dia de resíduos correspondendo a 7% do total de resíduos coletados no DF. A metade foi referente aos resíduos sólidos secos segregados para a reinsertão nos processos industriais produtivos e a outra metade referente ao composto utilizados pelos agricultores situados no DF e entorno.

Diante das dificuldades encontradas para ampliação da coleta seletiva, no ano referência (2015), foi realizado nesta etapa de diagnóstico, um estudo sobre os roteiros de coleta seletiva no DF para cada lote.

5.1.5.2.1 Análise dos roteiros de coleta seletiva

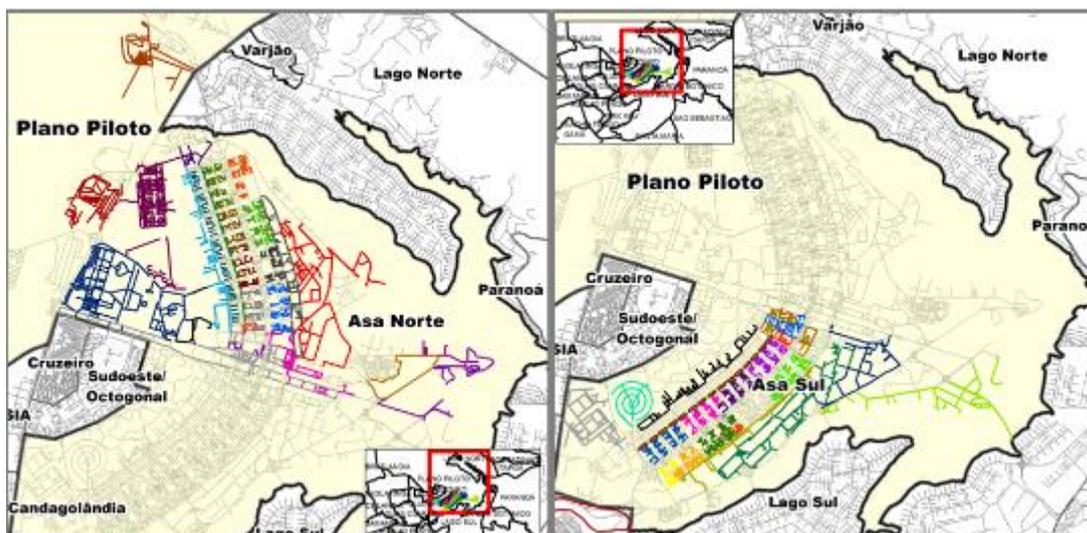
O **LOTE I** abrange as coletas seletivas das regiões Brasília/Plano Piloto, Sudoeste/Octogonal, Cruzeiro, Guará, S.I.A, Sobradinho, Sobradinho II, Lago Norte, Lago Sul, Jardim Botânico e Varjão.

Dentre elas, apenas Varjão tem todos seus logradouros atendidos pelos serviços de coleta seletiva, que é realizado por um único circuito, devido a sua pequena extensão territorial (1,5 km²). Cruzeiro apresenta características semelhantes quanto a extensão territorial (2,77 km²) e ao atendimento de coleta (aproxima-se da totalidade). Porém, diferencia-se do anterior, por ser uma região populosa de elevada renda domiciliar, que é responsável por destinar, em média, cerca de 12,99% de seus RSU à coleta seletiva.

A RA I - Plano Piloto é uma das regiões que possui quase a totalidade de seus logradouros atendidos pelos serviços de coleta seletiva, e destina 13,05% de resíduos apenas a esse serviço. Os seus circuitos de coleta são subdivididos para os setores da Asa Norte e da Asa Sul, conforme apresentado na Figura 49.

O estudo detalhado e a vetorização de todas as RA, pode ser encontrado no documento elaborado por JUCÁ (2015).

Figura 49 - Circuitos de coleta seletiva da Asa Norte e Asa Sul (Brasília/Plano Piloto)



Fonte: Autora (2018).

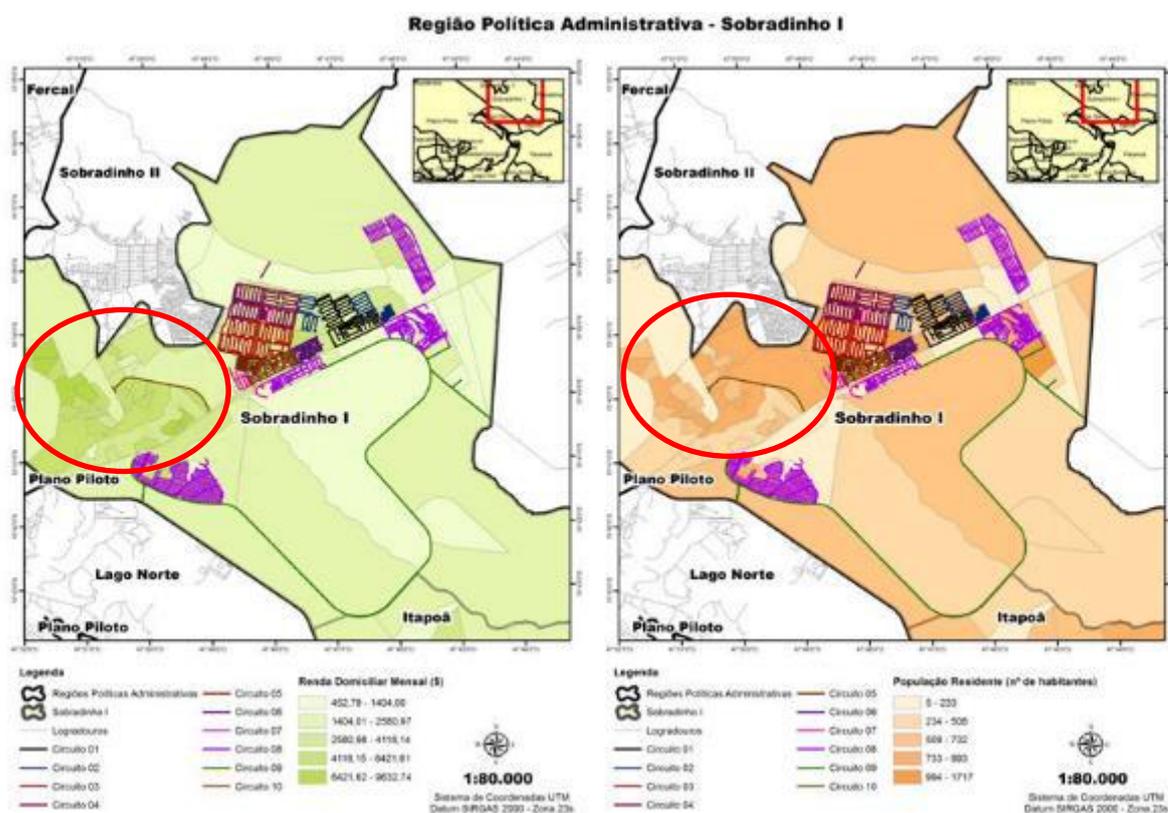
Lago Sul, Lago Norte, Sudoeste/Octogonal e Sobradinho II são semelhantes ao Plano Piloto, no que se refere a população e domicílios atendidos por coleta seletiva.

Deste Lote, Jardim Botânico, Sobradinho e Guará são as regiões menos atendidas pelos circuitos de coleta seletiva. Há, ainda, áreas com potencial para geração de resíduos secos, que podem ser incluídas nos circuitos de coleta. Mesmo assim, os serviços atendem bem as regiões, uma vez que, seus roteiros compreendem grande parte dos logradouros. A fim de exemplificar, Sobradinho possui um setor, a oeste, com grande número de logradouros não atendidos, que apresenta alta renda domiciliar e alta população. Estas características indicam que este local pode possuir áreas com alto potencial para geração de resíduos secos.

A RA XXIX - S.I.A também é uma região muito bem atendida. Destaca-se das demais por ser uma área industrial, onde estão localizados um grande número de concessionárias, postos de combustíveis, empresas de material de construção, entre outras, que destinam um alto teor de resíduos para coleta seletiva.

Os pontos positivos destacados no LOTE I justificam o elevado percentual de resíduos coletados pela seletiva no Distrito Federal. Os mapas censitários de renda, população, domicílios e alfabetização indicam algumas áreas com potencial de crescimento na geração dos resíduos secos, conforme podemos observar no destaque em vermelho da Figura 50, para a região de Sobradinho I.

Figura 50 – Mapas de renda e população destacando logradouros não atendidos na RA Sobradinho I



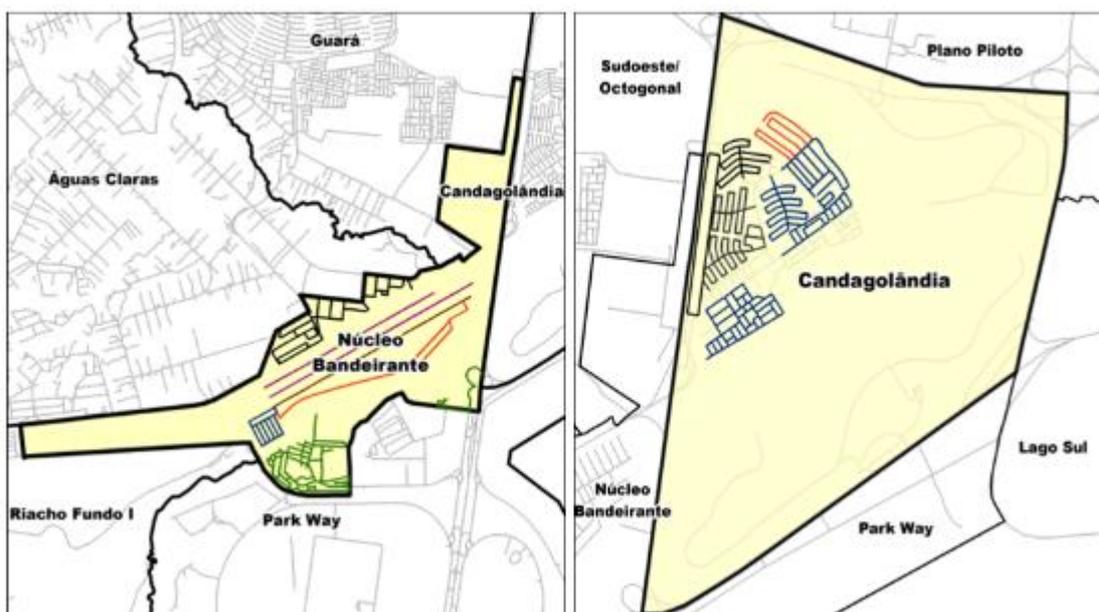
Fonte: Autora (2018).

O **LOTE II** compreende as regiões de Park Way (exceto quadras 3, 4 e 5), Candangolândia, Núcleo Bandeirante, Gama, Samambaia, Santa Maria, Recanto das Emas, Riacho Fundo I e Riacho Fundo II. Segundo SLU (2015), 23% da população atendida pelo serviço de coleta seletiva está concentrada neste lote.

Destacou-se que a região de Núcleo Bandeirante possui a menor extensão territorial (4,7 km²). Este fato pode ser diferencial na observação de que, com base nos dados georreferenciados e das informações cedidas pelo SLU das rotas de coleta seletiva, dentre as demais regiões pertencentes ao LOTE II, o Núcleo Bandeirante é o único que apresenta todos os seus logradouros atendidos pelos serviços de coleta.

Candangolândia também apresenta uma extensão territorial baixa quando comparada as demais (6,6 km²), porém, alguns logradouros ainda não participam da coleta seletiva. Esta característica é marcante ainda para as demais regiões que compõem o LOTE II. A Figura 51 apresenta os circuitos de coleta seletiva realizados nas regiões de Núcleo Bandeirantes e Candangolândia.

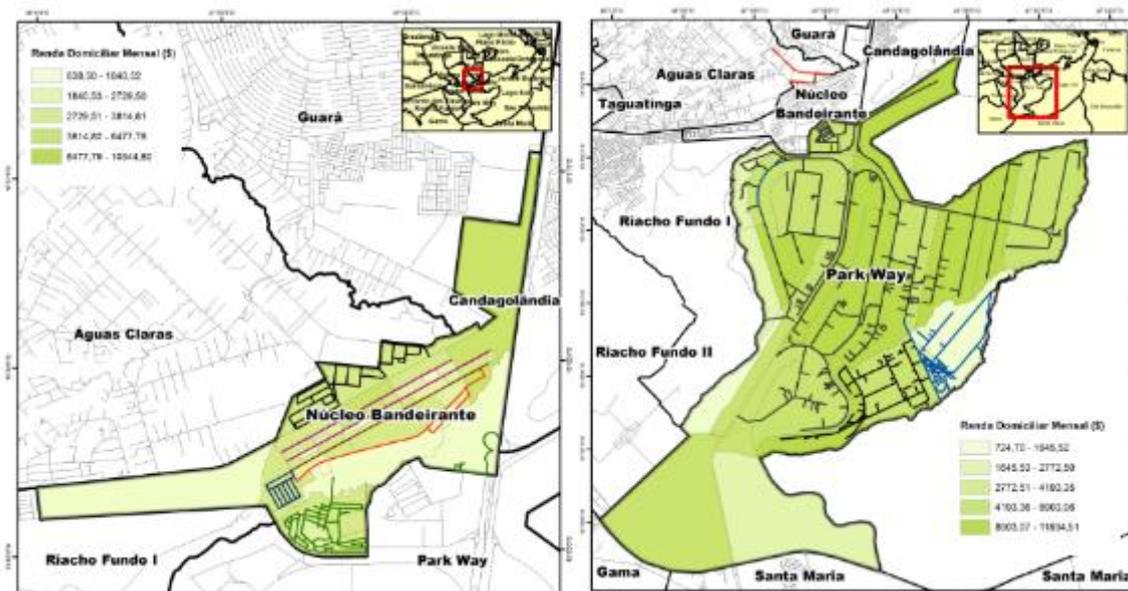
Figura 51. Circuitos de coleta seletiva de Núcleo Bandeirante e Candagolândia



Fonte: Autora (2018).

No que concerne à abordagem em termos de renda domiciliar mensal, as regiões de Núcleo Bandeirantes e Park Way apresentam rendas altas chegando a atingir valores de R\$ 10.302,05 e R\$ 11.894,51 respectivamente (Figura 52). Vale salientar, que essa renda não corresponde a renda média mensal, e sim ao valor mais alto atingido por setor censitário (base de dados IBGE, 2010).

Figura 52. Renda nas regiões de Núcleo Bandeirantes e Park Way por setores censitários



Fonte: Autora (2018).

Visto que grande parte da população dessas duas regiões é atendida pelo serviço de coleta seletiva, se houver uma segregação adequada na fonte geradora, e considerando conforme a literatura que os diferentes tipos de resíduos possuem relação com o nível social da população, nestes setores poderão ser observados alto quantitativo de materiais recicláveis.

Gama apresenta a maior extensão territorial deste lote, com área de 276,3 km². Até 2013 nesta região, nenhum dos domicílios pesquisados informou destinar seus resíduos para a coleta seletiva. Atualmente a RA, aponta um grande avanço neste setor, visto que dos domicílios ocupados em Gama, 90,07% informam destinar seus resíduos para algum serviço de coleta seletiva (PDAD, 2015).

Santa Maria se assemelha a Gama no que se refere à população, domicílios atendidos e renda domiciliar mensal, porém, observa-se, segundo os mapas georreferenciados do documento de Jucá (2015), das regiões deste lote, esta apresenta o menor quantitativo de logradouros sem a coleta seletiva.

Áreas com potencial de geração de resíduos recicláveis são ainda observadas nas regiões de Samambaia, Recanto das Emas, Riacho Fundo I e Riacho Fundo II, apesar de terem apresentado um relativo percentual de atendimento à coleta seletiva de acordo com os mapas.

Considerando que o **LOTE III** foi suspenso, e o **LOTE IV** abrange as Regiões Administrativas de Águas Claras, Brazlândia, Ceilândia, Park Way (apenas as quadras 3, 4 e 5), SCIA/Estrutural, Taguatinga e Vicente Pires, sendo o lote com menor número de regiões. No início de 2015, este serviço atendia a 38% da população e coletava 26% da massa de resíduos.

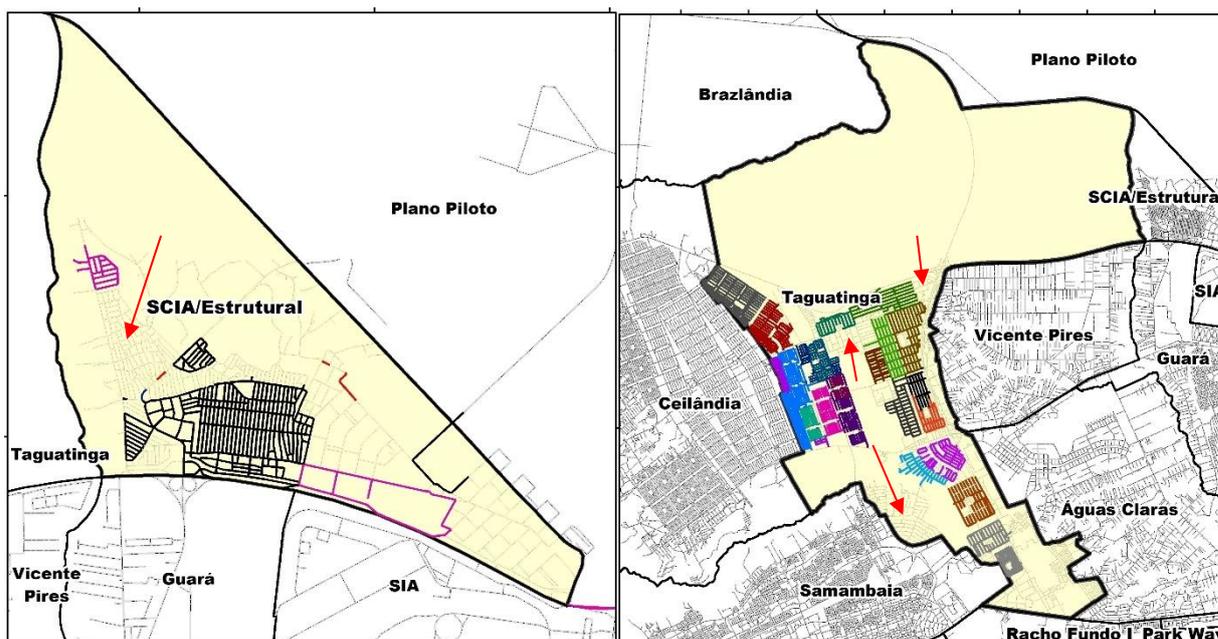
Dentre elas, Águas Claras, Brazlândia, Ceilândia e Park Way (Quadras 3, 4 e 5) apresentaram um bom atendimento, com a quase totalidade de seus logradouros atendidos pelo serviço de coleta seletiva, de acordo com os mapas georreferenciados. Águas Claras e Brazlândia são as regiões que destinam maior parte dos seus resíduos à coleta seletiva, se comparadas com as demais RA deste lote, com 12,34% e 8,87%, respectivamente.

Taguatinga é, em geral, uma região com a maior parte dos seus logradouros atendidos pela coleta seletiva, e destina 4,76% de seus resíduos para este serviço. Porém, há áreas com potencial para geração de resíduos recicláveis, com alta população e renda, que poderiam estar incluídas nos circuitos de coleta.

SCIA/ Estrutural é a região com menor extensão territorial (7,08km²), dentre as estudadas no LOTE IV, e a região menos atendida pelo circuito de coleta seletiva. Assim como Taguatinga, há áreas com potencial para geração de resíduos secos para incluir nos circuitos de coleta, com alta população. O que difere é a renda das áreas citadas: SCIA/ Estrutural possui

renda média de R\$ 553,47 e Taguatinga, R\$ 5.607,46. Como a renda pode ser um fator determinante na tipologia e quantidade dos materiais (LEME, 2009), observa-se que uma melhoria nos circuitos de coleta seletiva em Taguatinga poderia apresentar maior rentabilidade que em SCIA/ Estrutural. A Figura 53 apresenta os circuitos de coleta das duas regiões estudadas.

Figura 53 – Circuitos de coleta seletiva das RAs de SCIA/ Estrutural e Taguatinga



Fonte: Autora (2018).

Áreas com potencial de geração de resíduos secos são ainda observadas em Vicente Pires, que possui parte de seus logradouros ainda não atendidos pela coleta seletiva. Ainda assim, esta região possui 6,46% de seus resíduos destinados à coleta seletiva.

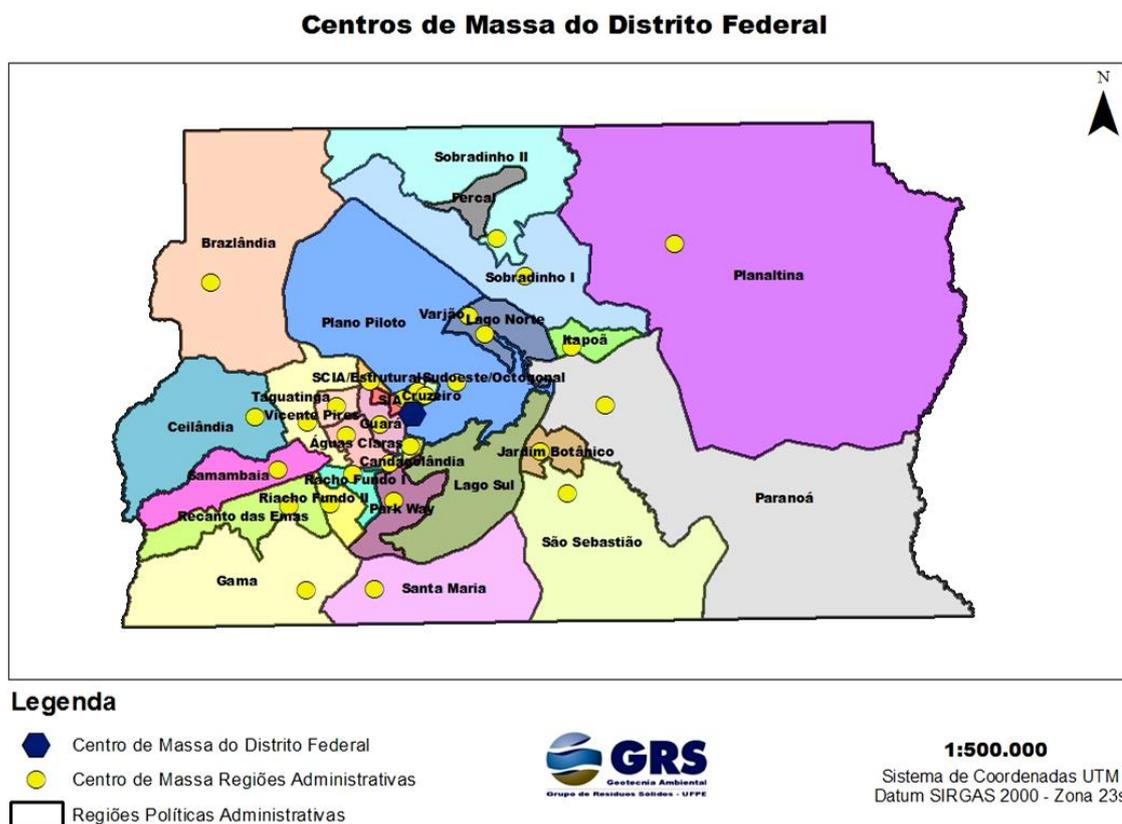
Em geral, o LOTE IV apresentou um alto percentual de logradouros atendidos pelo serviço de coleta seletiva, com apenas alguns pontos a melhorar.

5.1.6 Centro de geração de massa

Os estudos referentes ao centro de geração dos resíduos foram importantes por fornecerem as informações base para análise da rota tecnológica dos serviços de limpeza urbana do Distrito Federal, considerando os fluxos, distâncias dos centros de massa até a unidades de transbordo (roteiros de coletas), tratamento e destinação final dos resíduos.

A partir dos centros de geração dos resíduos das Regiões Administrativas em todo o Distrito Federal (Figuras 54), foi possível entender a logística do manejo de resíduos.

Figura 54 - Centro de geração dos resíduos das RA do Distrito Federal - DF



Fonte: Autora (2018).

Existe uma relação direta entre a renda média da população, o consumo e a geração de resíduos. E realizar uma abordagem entre a distância do centro de massa com relação a densidade populacional e os locais de destinação final dos resíduos permitiram avaliar a correlação entre eles. A avaliação desses estudos subsidia uma melhoria da logística visando minimizar os custos de transporte.

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos no âmbito do sistema operacional das duas modalidades de coleta realizadas no DF, abordando a situação observada para o ano de 2015 e 2016.

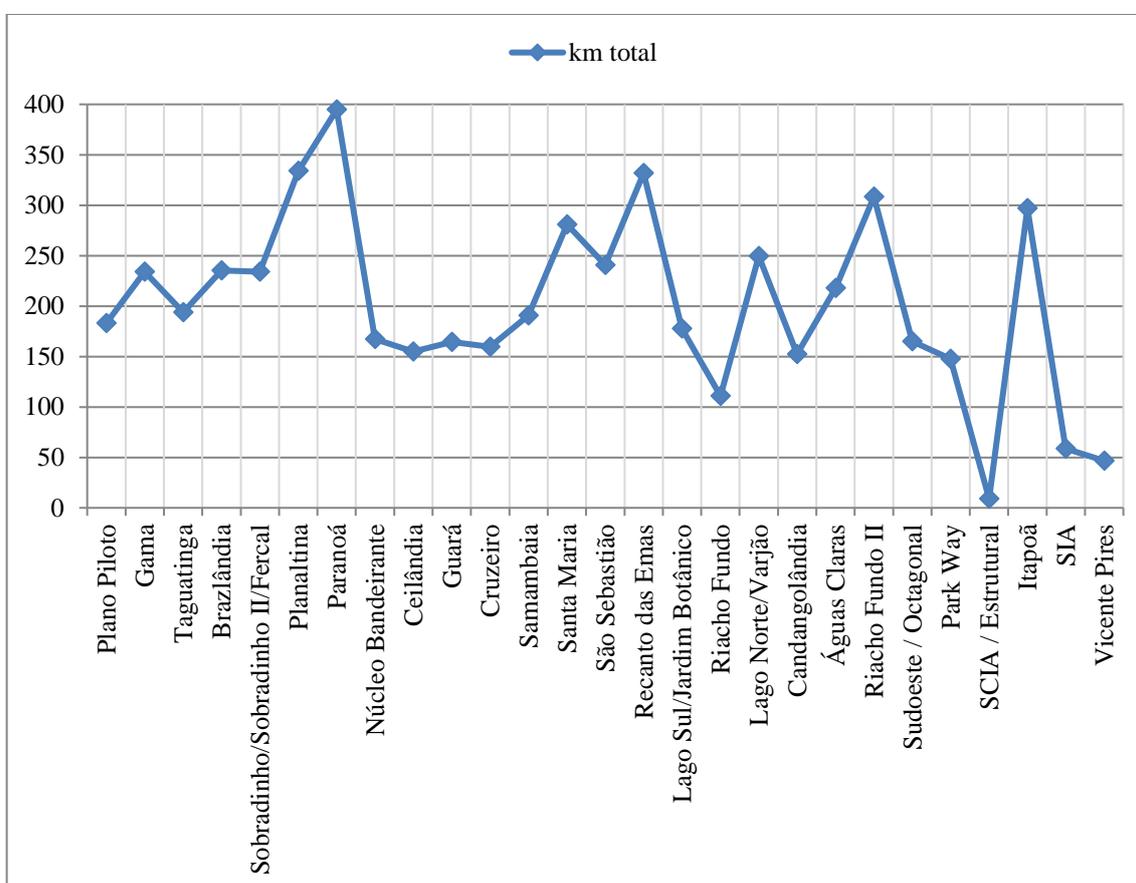
a) Coleta Convencional:

O sistema operacional da coleta convencional foi realizado pelas 2 empresas (Sustentare e Valor Ambiental), abrangendo diariamente as 31 regiões administrativas pertencentes ao DF. Onde, para o ano de referência, os resíduos provenientes da coleta convencional possuem

destinos diferenciados, parte é encaminhado diretamente para o Aterro do Jóquei (Estrutural) e os demais resíduos são enviados inicialmente para as unidades de Transbordo, Unidades de Triagem e Compostagem para posterior envio ao Aterro do Jóquei.

A Figura 55 apresenta as distâncias totais percorridas com base nos resultados de centro de massa, considerando os diferentes destinos de tratamento e disposição final de RSU, ou seja, os percursos desde a coleta nos centros de massa, passando aos diferentes tratamentos até a chegada ao aterro para o ano de 2015.

Figura 55 - Distância total mensal percorrida do centro de massa das RAs às tecnologias/práticas de tratamento – Coleta Convencional/2015-2016



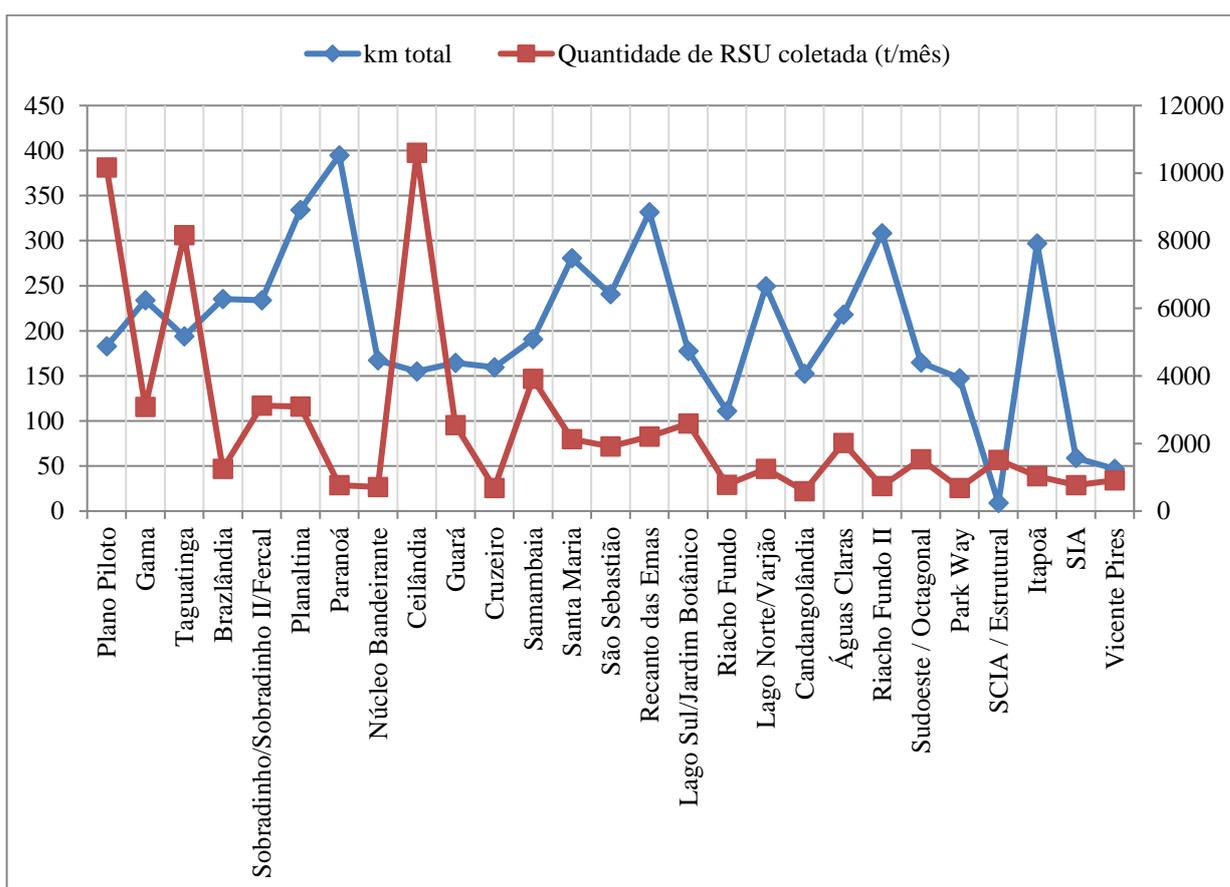
Fonte: Autora (2018).

Com base na frequência mensal da coleta de cada Região Administrativa, foram percorridos 5.440,2 km correspondentes a coleta convencional, onde observa-se que os resíduos das regiões de Planaltina, Paranoá, Recanto das Emas e Riacho Fundo II apresentaram as maiores distâncias percorridas, com os valores de 334,2 km, 394,8 km, 331,8 km, 308,4 km,

respectivamente, até o destino final, as duas primeiras devido a sua localização afastada, e as duas últimas devido ao trajeto realizado.

A Figura 56 apresenta uma correlação entre a distância percorrida mensalmente em cada roteiro de coleta convencional por região administrativa – com base no cálculo do centro de massa – e a quantidade de resíduos coletados. Observa-se que as regiões de Brasília - Plano Piloto (formada pela Asa Norte e Asa Sul), Taguatinga e Ceilândia apresentaram os maiores resultados de resíduos coletados, ou seja, 10.165,27 t/mês, 8.162,24 t/mês e 10.601,22 t/mês, respectivamente. Por outro lado, não se observa uma coerência entre as distancias percorridas e a quantidade de resíduos coletados. Isto pode indicar grandes deslocamentos com a mesma carga e uma necessidade de novas unidades de transbordo.

Figura 56 - Correlação entre a distância mensal percorrida e a quantidade de RSU coletados – Coleta Convencional/2015-2016



Fonte: Autora (2018).

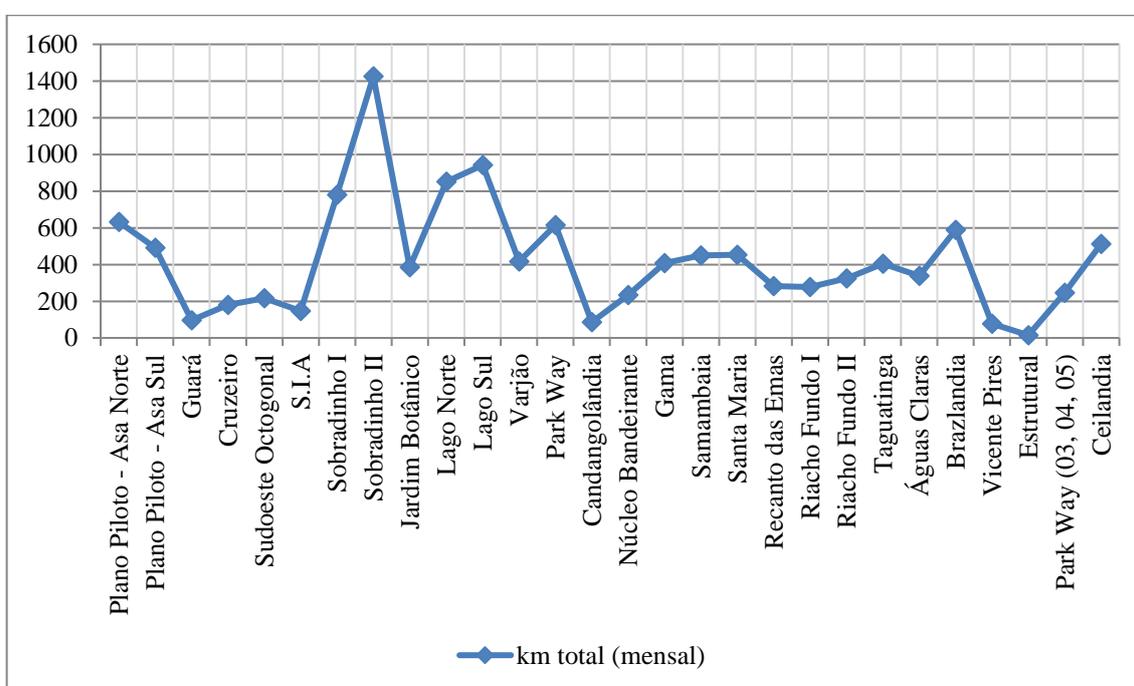
b) Coleta Seletiva

O sistema operacional da coleta seletiva foi realizado também por 2 empresas (CGC e Valor Ambiental), abrangendo os diferentes lotes. No ano de 2015, os Lotes I, II e IV eram

contemplados por esse sistema de coleta, com uma distância total mensal percorrida de 11.879,0 km entre o centro de massa e os destinos de tratamento e disposição final, ou seja, transbordos e Aterro do Jóquei. Destes, 6.565 km foram relativos a distância percorridas pelas regiões do Lote I, 3.130 km referente as regiões do Lote II e 2.183 km para as regiões do Lote III.

A Figura 57 apresenta de forma detalhada as distâncias percorridas pela realização da coleta seletiva em cada região administrativa, onde é possível observar que as regiões de Sobradinho I, Sobradinho II, Lago Norte e Lago Sul apresentaram os maiores valores percorridos.

Figura 57 - Distância total mensal percorrida do centro de massa de cada região às tecnologias/práticas de tratamento – Coleta Seletiva/2015

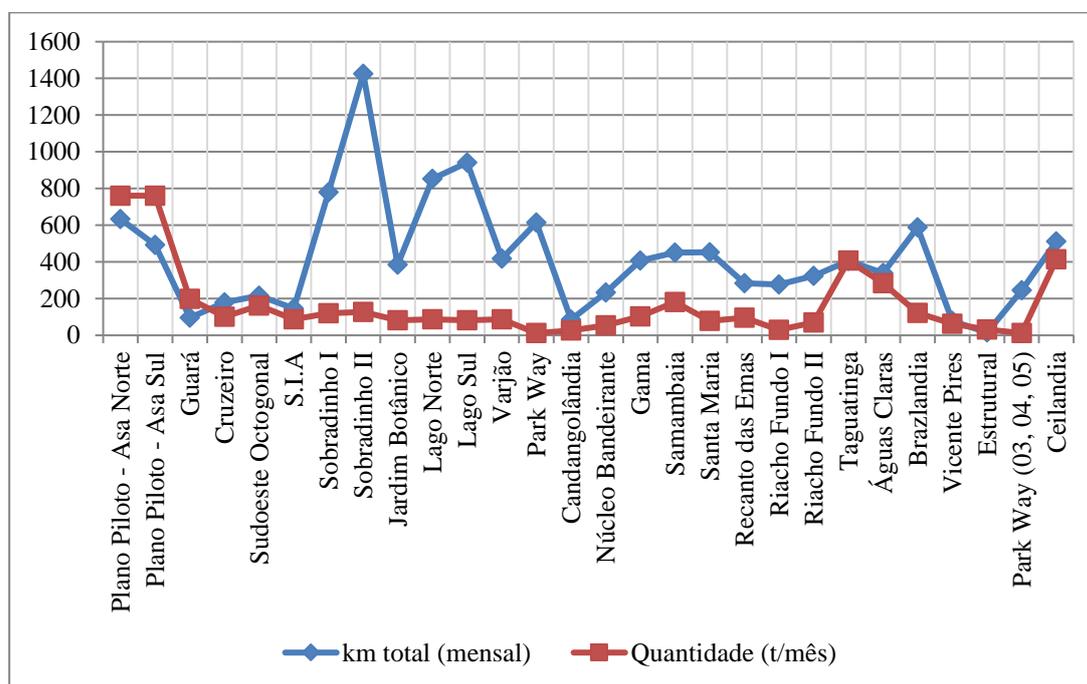


Fonte: Autora (2018).

Para uma melhor avaliação da análise operacional, foi realizada, da mesma maneira, uma correlação entre a distância e a quantidade de resíduos coletados, conforme apresentado na Figura 58.

Observou-se que as regiões de Plano Piloto (Asa Norte e Asa Sul), Taguatinga e Ceilândia apresentaram uma maior quantidade de resíduos coletados, com uma logística favorável do ponto de vista da quilometragem percorrida. Por serem regiões muito bem atendidas, este cenário poderá ter contribuído para uma maior quantidade de resíduos coletados, além de serem regiões com uma alta concentração populacional.

Figura 58 - Correlação entre a distância mensal percorrida e a quantidade de RSU coletados – Coleta seletiva/2015



Fonte: Autora (2018).

As altas distâncias percorridas observadas para as regiões de Sobradinho I, Sobradinho II, Lago Norte, Lago Sul demonstram a necessidade de modificações na logística da coleta seletiva, visando principalmente minimizar os custos relativos ao transporte.

No ano de 2016, apenas 19 regiões administrativas foram contempladas pelo sistema de coleta seletiva. Destas, 11 descartam o resíduo diretamente no Aterro Controlado do Jóquei e as demais enviam inicialmente o resíduo para as diferentes estações de transbordo e posteriormente para o Aterro do Jóquei.

A previsão é que seja percorrida uma distância total mensal de 8.748,5 km entre as diferentes regiões administrativas e seus respectivos destinos finais. Assim, no que concerne aos materiais recicláveis, provenientes da coleta seletiva, a avaliação entre a quantidade total de resíduos coletados e a distância percorrida indica a necessidade de se buscar alternativas que visem otimizar e reduzir os custos de transporte da coleta seletiva, além de possíveis melhorias operacionais no sistema no que se refere a triagem dos materiais, visto que para o ano referenciados dados (2015), os resíduos provenientes deste tipo de coleta foram encaminhados para estações de transbordo com pouca infraestrutura e para o Aterro do Jóquei (lixão).

5.1.7 Infraestrutura das unidades tratamento dos resíduos sólidos no DF

Para a realização de um tratamento eficiente dos resíduos, em geral faz-se necessário a adoção do uso de tecnologias apropriadas, que priorizem as características particulares de cada componente com o intuito de mitigar eventuais problemas de poluição ao meio ambiente devido ao descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos. Neste contexto, e a partir dos dados disponibilizados pelo SLU, foi possível avaliar quali e quantitativamente as unidades de tratamento de resíduos existentes no DF.

- Infraestrutura das Unidades de Transbordo:

No Distrito Federal, as diferentes distâncias das localidades de cada Região Administrativa para as unidades de tratamento ou para o destino final justificam o uso de várias estações de transbordo. O DF possui quatro áreas que funcionam como unidades de transbordo: Sobradinho, Gama, Asa Sul e Brazlândia, e o transbordo desativado da Asa Norte, que funciona como área para triagem de materiais da coleta seletiva (Quadro 5 e Figura 59).

Quadro 5 - Unidades de transbordo em operação no DF

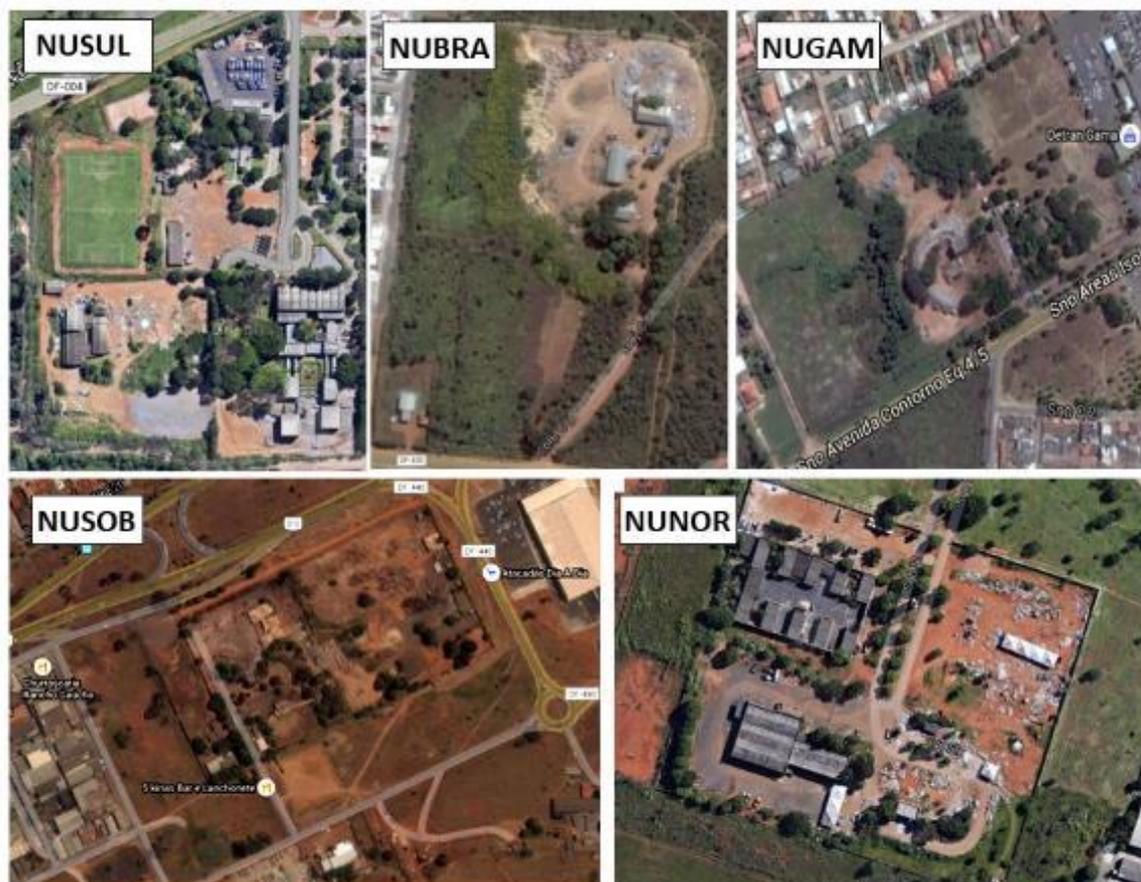
	Área	Localização	Observações	Condições Operacionais
Transbordo de Asa Sul (NUSUL)	A _T : 116.469 m ² A _C : 9.737 m ²	Av. das Nações, S/N, às margens do Lago Sul, Asa Sul, Plano Piloto	Transbordo com separação dos resíduos que passam por 2 esteiras	Precária
Transbordo de Brazlândia (NUBRA)	A _T : 62.972 m ² A _C : 587 m ²	Vila São José, Brazlândia	Separação de resíduos em esteiras	Razoável
Transbordo de Gama (NUGAM)	A _T : 80.000 m ²	Av. Contorno, A/E, Lote 02, Gama	Transbordo direto sem separação dos resíduos	Precária
Transbordo de Sobradinho (NUSOB)	A _T : 25.000 m ²	A/E Para Industria nº 03 Lotes 04 a 06, Sobradinho I	Separação de resíduos no chão	Muito precária
Transbordo da Asa Norte (NUNOR)	A _T : 50.000 m ² A _C : 4.150 m ²	SGAIN, Lote 23, Asa Norte, Plano Piloto	Triagem realizada apenas por organizações de catadores	Transbordo desativado

*A_T - Área Total

A_C - Área Construída

Fonte: Autora (2018).

Figura 59 - Visão aérea das unidades de transbordo do DF.



Fonte: Maps (2016).

Analisando os dados observou-se que as áreas disponíveis necessitam melhorias e apresentam possibilidade de reforma e ampliação, pois todas as áreas construídas indicadas ocupam menos de 8% da área total. Fator importante para ampliação das condições operacionais, tanto do ponto de vista das instalações, como das capacidades instaladas de atendimento ao crescimento das demandas e de mão de obra.

- Unidades de triagem e compostagem

O sistema de triagem e compostagem do Distrito Federal, para o ano base, demonstrou-se constituído por duas unidades de tratamento: UTL - Usina de Tratamento de Lixo, localizada na Asa Sul, e a UCTL – Usina Central de Tratamento de Lixo, localizada na Região Administrativa de Ceilândia.

As informações de ambas estão contidas no Quadro 6.

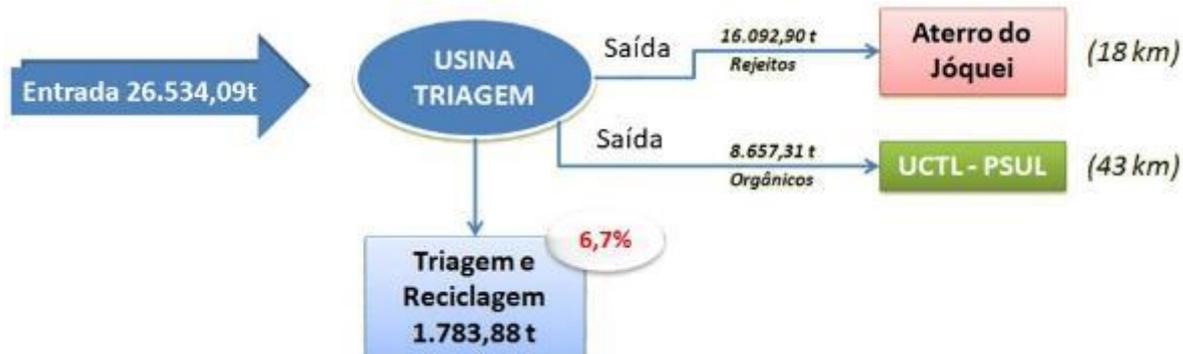
Quadro 6 - Usinas de tratamento de resíduos em operação no DF em 2015

	Capacidade Máxima	Localização	Observações	Condições Operacionais
UTL – Asa Sul	300 t/dia	Avenida L4 Sul, no Plano Piloto. Onde também funciona o Transbordo NUSUL	Opera com peneiras rotativas e esteiras com triagem manual	Deficiente, com necessidade de reformas urgentes e ampliação.
UCTL – P-SUL	900 t/dia (18h)	Setor P-Sul, na quadra QNP 28, Ceilândia. Próximo a estação de tratamento de esgoto.	Segregação de materiais com duas linhas de 300t/dia cada uma, com duas peneiras rotativas, esteiras para triagem manual e um eletroímã; Pátio de compostagem impermeabilizado e com sistema de drenagem e armazenamento de chorume.	As condições de operação podem ser consideradas de boa a razoável.

Fonte: Autora (2018).

O tratamento dos resíduos na Usina da Asa Sul (UTL) apresentou-se limitado, uma vez que segundo dados do ano base (2015) 26.534,09 t foram processadas na usina, apresentando apenas 6,7% de aproveitamento dos seus resíduos para reciclagem, e ainda enviando seu composto pré maturado (32,6% do total de resíduos) a usina de Ceilândia, para realização do processo de compostagem. Este procedimento pode não ser considerado o mais viável por incluir dois tipos de trajetos após a triagem, o que pode acarretar na elevação dos custos totais do serviço (Figura 60).

Figura 60 - Fluxograma de funcionamento da usina UTL - Asa SUL (dados 2015)

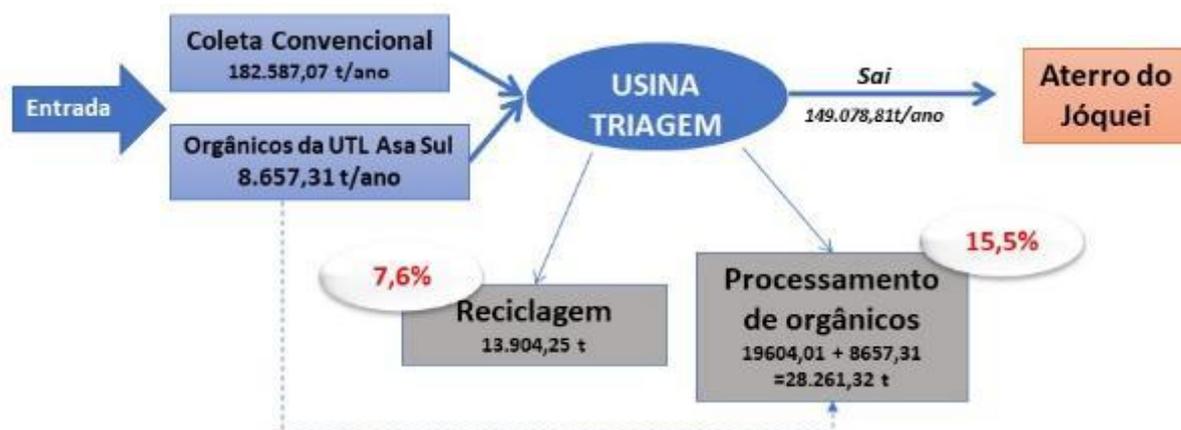


Fonte: Autora (2018).

A distância elevada entre as usinas supõe a necessidade de a UTL-Asa SUL inserir o tratamento orgânico dos resíduos triados, conforme opera a usina de Ceilândia, que também

apresenta dificuldades em seu processamento, uma vez que envia aproximadamente 78% do total de resíduos recebidos para o Aterro do Jóquei (Figura 61). Apenas 7,6% é aproveitado no mercado de recicláveis e 15,5% é utilizado no processamento orgânico.

Figura 61 - Fluxograma de funcionamento da usina UCTL - PSUL (dado anual 2015)



Fonte: Autora (2018).

Observou-se que as duas unidades necessitam de reparos e reformas para melhoria do seu funcionamento. Analisando as imagens de satélite de ambas usinas (Figura 62), identificou-se a possibilidade de expansão das áreas disponíveis, para implementar melhorias nos sistemas de triagem e compostagem nos setores não construídos.

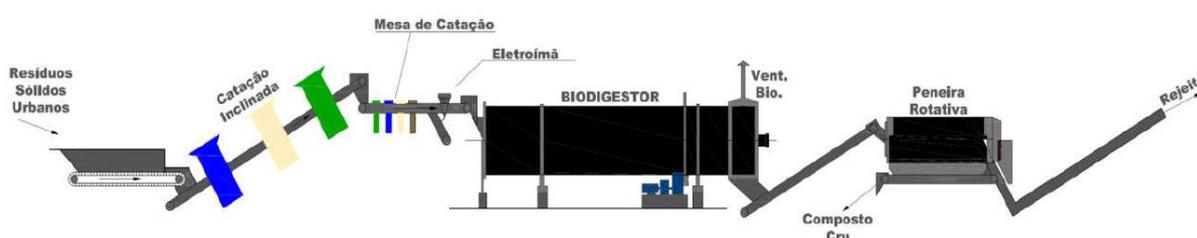
Figura 62 - Visão aérea das usinas de tratamento de resíduos do DF



Fonte: Maps (2016)

A Usina da Asa Sul localiza-se em região de ocupação predominantemente residencial, porém observa-se nos arredores áreas comerciais e consulados, além da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), que pode tornar-se aliada no tratamento de resíduos. Quanto a avaliação da estrutura, sua capacidade operacional máxima de triagem de resíduos é de 300 toneladas/dia, em duas linhas de triagem com capacidade de 150 toneladas/dia cada. Os demais resíduos passam por transbordo e são transportados para o Aterro do Jóquei (FRAL, 2015). A Figura 63 apresenta o fluxograma operacional da usina.

Figura 63 - Fluxograma operacional da UTL- Asa Sul



Fonte: PROJETO BÁSICO UTL ASA SUL (2014).

Os resíduos depositados na UTC são destinados aos 4 fossos existentes, que apresentam sistema de drenagem deficitário culminando no acúmulo de chorume, proliferação de vetores e propagação de odores. Devido aos problemas, que podem ser considerados críticos, o local torna-se o mais insalubre da unidade.

Os 2 galpões de triagem abrigam 4 linhas de 150 t/dia, sendo distribuídas 2 em cada um deles. Estes galpões, assim como o de recepção, encontraram-se sujos, mofados e com pintura danificada, porém o fechamento lateral dos mesmos pode ser considerado adequado. Em razão de problemas nos equipamentos, apenas 2 linhas de triagem eram utilizadas, as vezes 1. Os eletroímãs existentes nas esteiras não funcionam adequadamente, algumas dessas características são visíveis na Figura 64.

Os terminais destinados ao recebimento de rejeitos e da matéria orgânica crua apresentaram fechamentos laterais, em chapas metálicas, danificados com iluminação inadequada. A capacidade volumétrica dos mesmos demonstrou-se insuficiente para a demanda a eles destinada.

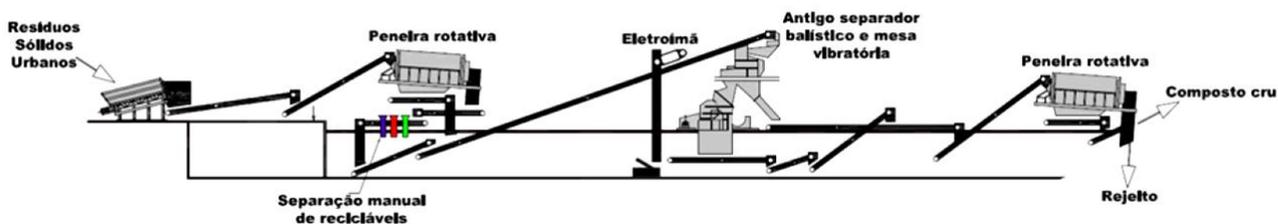
Figura 64 - Imagens da situação atual da UTL -Asa Sul



Fonte: PROJETO BÁSICO UTL ASA SUL (2014).

No que se refere a avaliação das condições da UCTL - PSUL, a capacidade operacional máxima de triagem de resíduos na Usina é 600 toneladas/dia (12h), em duas linhas de triagem com capacidade de 300 toneladas/dia cada, que pode chegar até 900t em regime de 18h de funcionamento. Além da triagem, existem 3 pátios de compostagem (Pátio 1: 10.328 m²; Pátio 2 com 11.479 m²; Pátio 3 com 12721 m²) que somam 34.528 m². Esta área permite uma capacidade operacional para processar no máximo 500 toneladas de matéria orgânica por dia. A Figura 65 apresenta o esboço da operacionalidade da usina.

Figura 65 - Fluxograma operacional UCTL-PSul



Fonte: PROJETO BÁSICO UCTL CEILÂNDIA (2014).

A infraestrutura da UCTL conta com portaria e casa de balança, onde os resíduos que adentram a unidade são pesados. Há 2 balanças rodoviárias com a capacidade de 70 toneladas cada, entretanto, apenas 1 apresentou em funcionamento, no ano base.

Os resíduos depositados na usina são destinados aos 2 extratores existentes que alimentam e dosam as 2 linhas de processamento de resíduos em galpão adjacente. O galpão de triagem abriga a sala de comando e controle cujo painel necessita de atualização e reforma, e

também as 2 linhas de processamento em que os equipamentos necessitam de reformas gerais além de reativação dos balísticos, mesa vibratória e substituição dos eletroímãs. Em todos os galpões existem sistemas de drenagem e a área da Usina apresentou, de modo geral, odor de resíduos.

Os terminais destinados ao recebimento de rejeitos e da matéria orgânica crua apresentam fechamentos laterais em chapas metálicas danificadas, com ausência de iluminação adequada. A capacidade volumétrica dos mesmos é insuficiente para a demanda. Observa-se a usina em operação na Figura 66.

Figura 66 - UCTL em funcionamento



Fonte: PROJETO BÁSICO UCTL CEILÂNDIA, 2014.

- Unidade de Destinação Final do DF

O sistema de gestão de resíduos sólidos do DF conta basicamente com duas unidades de destinação final de resíduos: o Aterro do Jóquei (lixão), que recebeu quase a totalidade dos resíduos gerados por muitos anos; e o Aterro Sanitário de Brasília, que em 2015, encontrava-se em fase de construção e acabamento (Figura 67).

Figura 67 - Unidade de destinação final disponíveis no DF



Fonte: Maps (2016).

De acordo com as informações do Relatório do SLU/DF (2015), o Aterro do Jockey conta com os serviços de operação e manutenção, que compreendem atividades de espalhamento, compactação e cobertura dos resíduos sólidos, bem como controle de entrada e pesagem de veículos; sistema de drenos profundos periféricos, a manutenção das lagoas de acumulação de líquidos percolados e os serviços de drenos. Porém, nem todas essas atividades estavam sendo executadas da maneira adequada, tendo como consequência uma operação irregular, sem licenciamento ambiental.

O Aterro Sanitário de Brasília foi construído entre as regiões administrativas de Samambaia e de Ceilândia, com extensão total prevista de aproximadamente 760.000 m² (76 ha), sendo que a área de implantação atual é de aproximadamente 490.000 m² (49 ha). Esse espaço contempla as áreas de disposição de rejeitos com 320.000 m² (32 ha), e de apoio administrativo e operacional, o poço de recalque de chorume para a Estação de Tratamento de Esgoto Melchior, operada pela Caesb, e a área para disposição emergencial de resíduos de serviços de saúde (SLU, 2015).

Em janeiro de 2017 foi inaugurado o Aterro Sanitário de Brasília, e iniciou-se gradativamente o seu recebimento de resíduos, enquanto a gestão do DF preparava-se para o fechamento do lixão. Em janeiro de 2018 foram encerradas as atividades do lixão da Estrutural.

O fechamento do lixão da Estrutural é uma determinação do Tribunal de Justiça do DF, motivada por ação do Ministério Público. A decisão pelo seu fechamento atende também à Política Nacional de Resíduos Sólidos. Pós encerramento, o local servirá como ponto de

descarte apenas de entulho, segundo o GDF, até que sejam licitadas empresas para o processamento desses resíduos. A Figura 68 representa a situação atual, de encerramento das atividades do lixão e fase de inicial da operação do Aterro Sanitário.

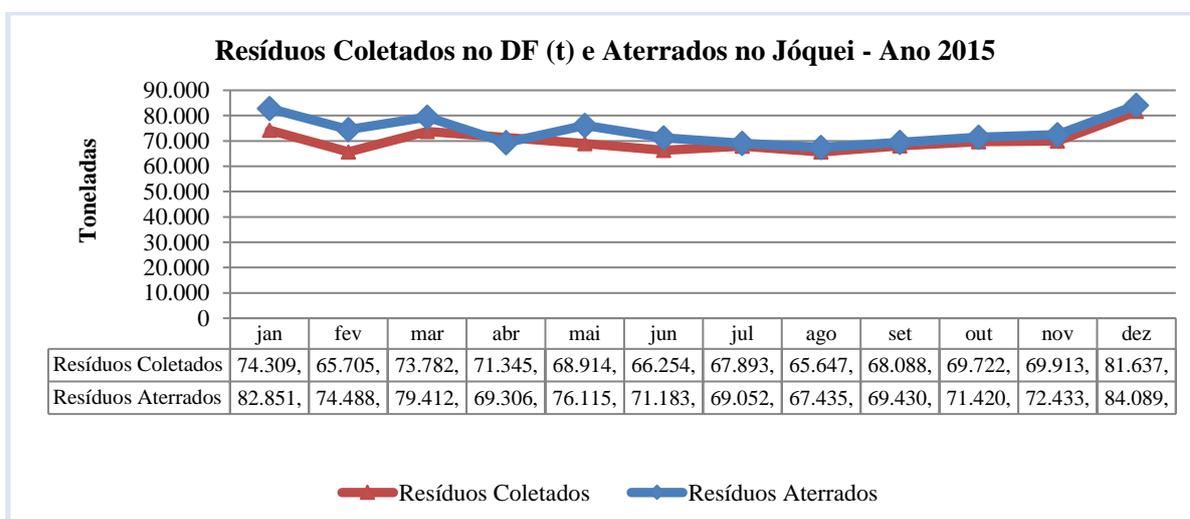
Figura 68 – Situação atual das unidades de destinação final do DF



Fonte: G1/DF (2018)

Analisando a operacionalidade e o funcionamento do Aterro do Jóquei, para o ano de 2015, observou-se que, mesmo com o crescimento do incentivo à coleta seletiva e passagem do RSU por unidades de triagem e tratamento antes de serem encaminhados ao seu destino final, a quantidade de resíduos aterrados, em alguns meses, foi superior ou semelhante ao número de resíduos coletados, conforme dados apresentados na Figura 69.

Figura 69 - Gráfico da quantidade de resíduos coletados e aterrados no Distrito Federal - Ano 2015



Fonte: SLU-DF (2015).

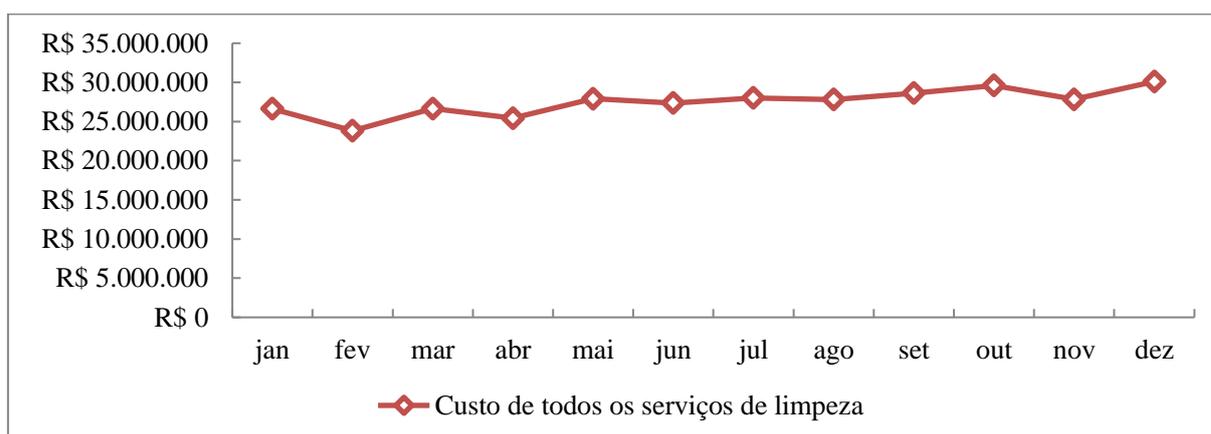
Este apresenta-se como resultado atípico diante do que é esperado pela gestão eficiente dos resíduos sólidos, e pode comprometer a vida útil do aterro.

Observar estas, entre outras deficiências de operação dos serviços de limpeza urbana, são essenciais para as análises do pré-dimensionamento da capacidade das instalações nos cenários de gestão e desenvolvimento de rotas tecnológicas.

5.2 CUSTOS ASSOCIADOS A GESTÃO DE RESÍDUOS NO DF

No Distrito Federal, os custos com os serviços de limpeza, em 2015, variaram em torno de R\$27,5 milhões/mês, o que acarreta em custos anuais de aproximadamente R\$330 milhões. A Figura 70 apresenta a variação mensal deste custo, de janeiro a dezembro do mesmo ano.

Figura 70 - Evolução dos custos dos serviços de limpeza em 2015



Fonte: SLU-DF (2015)

Os serviços prestados pelo SLU-DF podem ser divididos em coleta, limpeza e pintura, e operação. Entre os serviços de coleta, pode-se destacar a coleta seletiva, coleta domiciliar e comercial, coleta manual de entulhos, coleta mecanizada de entulhos, catação de papeis, remoção de animais mortos e transferência de resíduos.

Dentre esses serviços, a Varrição manual de vias e logradouros públicos se destaca, de acordo com a Tabela 15. Outros serviços são extremamente relevantes nos custos operacionais do SLU, tais como coleta e transporte domiciliar que representa 22,05% dos custos, enquanto a coleta seletiva representa 3,25% dos custos anuais, apesar de possuir custo médio unitário bem mais elevados do que o considerado pelo serviço de coleta convencional dos resíduos sólidos do distrito federal.

Tabela 15 - Custos dos serviços do SLU/DF no ano de 2015

CUSTOS OPERACIONAIS DOS SERVIÇOS EM 2015 - SLU DF					
Serviços	Quantidades	Unidade	Custo Anual (R\$)	% do total	Custo Médio Unitário (R\$/unidade)
Coleta e transporte de resíduos sólidos domiciliares	843.216,83	t	R\$72.727.156,66	22,05%	R\$86,25
Coleta e transporte manual de entulho	14.889,09	t	R\$890.391,92	0,27%	R\$59,80
Coleta e transporte mecanizado de entulho	691.965,75	t	R\$19.649.903,48	5,96%	R\$28,40
Coleta e transporte dos resíduos sól. infect. de serv. de saúde	2.465.903,00	kg	R\$3.546.487,27	1,08%	R\$1,44
Coleta seletiva	57.495,60	t	R\$10.721.133,57	3,25%	R\$186,47
Varrição manual de vias e logradouros públicos	1.345.888,67	km	R\$125.818.046,65	38,15%	R\$93,48
Varrição mecanizada de vias	25.539,15	km	R\$1.286.585,46	0,39%	R\$50,38
Usina de triagem e compostagem da Asa Sul	26.534,09	t	R\$1.480.451,39	0,45%	R\$52,70
Operação da usina de Ceilândia	182.587,07	t	R\$9.539.626,79	2,89%	
Operação do Aterro do Jóquei	887.220,10	t	R\$17.758.228,78	5,39%	R\$20,02
Operação da usina de compostagem de Ceilândia	8.657,31	t	R\$271.732,55	0,08%	R\$31,39
Lavagem de vias	80,24	equipe	R\$2.485.501,78	0,75%	R\$30.976,23
Lavagem de monumentos e prédios públicos	36,01	equipe	R\$2.249.062,74	0,68%	R\$62.453,15
Catação de papéis em áreas verdes	288,11	equipe	R\$14.720.273,14	4,46%	R\$51.092,54
Pintura de meio fio	37,11	equipe	R\$3.623.260,67	1,10%	R\$97.635,70
Serviços diversos	391,89	equipe	R\$30.762.542,89	9,33%	R\$78.497,90
Remoção e transporte de animais mortos	12,00	equipe	R\$818.624,14	0,25%	R\$68.218,68
Transferência e transbordo de RSU	14.746.552,28	t x km	R\$11.420.945,47	3,46%	R\$0,77
TOTAL			R\$329.769.955,35	100,00%	

Fonte: SLU-DF (2015)

A avaliação desses custos reflete a necessidade de melhorias no sistema de gestão, uma vez que associados ao manejo adequado dos resíduos, podem representar ganho econômico em um sistema otimizado de rota tecnológica.

Dentre todos os serviços de limpeza urbana destacou-se aqueles que serviram de base para analisar as rotas tecnológicas do DF, que são os referentes a coleta, tratamento e disposição final dos resíduos domiciliares. Para o ano de 2015, observou-se que a coleta convencional representa mais que 22% do total e 64,6% se comparados só com os serviços domiciliares, mesmo que o valor de uma tonelada da coleta seletiva seja superior a coleta convencional. No processo de operação as usinas gastam 10% para operar, 15% para aterrar e os outros 75% para fazer coleta, onde 45% é só de varrição, e isso confere uma ineficiência no controle da operação

e dos gastos destinados ao setor. Este fato se dá devido a quantidade de resíduos para esse tipo de coleta, que é muito superior a coleta seletiva. A Tabela 16 apresenta os custos operacionais de alguns serviços do SLU (2015).

Tabela 16 – Custo total referente as coleta, tratamento e disposição final dos resíduos do DF no ano de 2015

CUSTOS OPERACIONAIS DE ALGUNS SERVIÇOS EM 2015				
SERVIÇOS	QUANTIDADES (t)	CUSTO ANUAL (R\$)	% DO TOTAL	CUSTO UNITÁRIO (R\$/t)
Coleta Convencional	843.216,83	72.727.156,66	64,65	86,25
Coleta Seletiva	57.493,60	10.721.133,57	9,53	186,48
Operação Usina Asa Sul	26.534,09	1.480.451,39	1,32	55,79
Operação Usina P-SUL	182.587,07	9.539.626,79	8,84	52,25
Usina de Compostagem	8.657,31	271.732,55	0,24	31,39
Aterro do Jóquei	887.220,10	17.758.228,78	15,79	20,02
TOTAL		112.498.329,74	100,00	

Fonte: SLU (2015)

Observou-se que o custo unitário do aterramento é relativamente baixo se comparado aos demais serviços, porém a quantidade de resíduos aterrados é tão elevada que ele passa a representar 5,39% do custo total e 15,8% dos gastos para o manejo de resíduos domiciliares.

5.3 DESENVOLVIMENTO DE ROTAS TECNOLÓGICAS

Nos itens a seguir estão apresentadas as características que possibilitaram as análises por rotas.

5.3.1 Cenário da gestão do Distrito Federal

Para elaboração do panorama da gestão do DF através das rotas tecnológicas, fez-se necessária a análise dos fluxos das coletas desde a fonte geradora de resíduos até o seu destino final. Os fluxos da coleta convencional estão apresentados de forma simplificada no Quadro 7, onde foi possível observar quais regiões destinam seus resíduos diretamente ao aterro, e quais encaminham para unidades de transbordo antes de destinarem ao aterro, e por fim quais regiões dispõem seus resíduos em unidades de tratamento, e apenas os rejeitos são depositados no aterro.

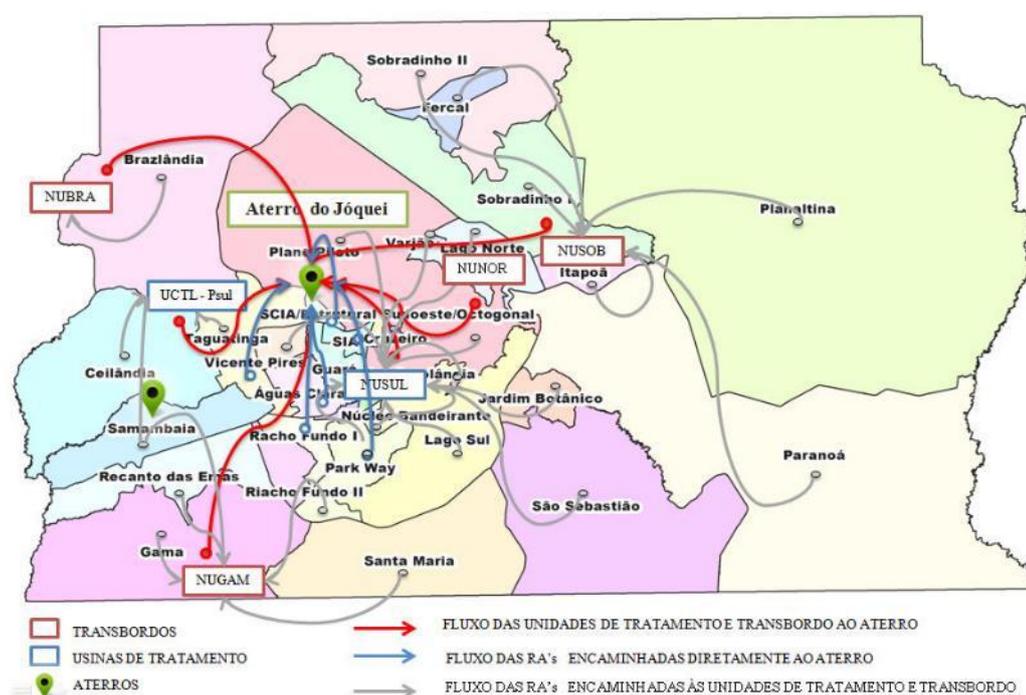
Quadro 7 - Destinação final dos resíduos provenientes da coleta convencional

Região Administrativa	Unidade de Tratamento	Destinação Final
Park Way(Quadras 3,4 e 5), Águas Claras, Riacho Fundo I, Estrutural e Vicente Pires	→	Aterro Controlado do Jóquei
Itapoã, Paranoá, Planaltina, Sobradinho, Sobradinho II e Fercal	Transbordo Sobradinho (NUSOB)	
Brazlândia	Transbordo de Brazlândia (NUBRA)	
Gama, Recanto das Emas, Riacho Fundo II, Santa Maria e Samambaia (1/2)	Transbordo de Gama (NUGAM)	
Candangolândia, Cruzeiro, Guará, Lago Norte, Lago Sul, Jardim Botânico, Núcleo Bandeirante, Plano Piloto, Sudoeste/Octagonal, Park Way (com exceção das quadras 3, 4 e 5), São Sebastião, SIA, Varjão	UTL/Transbordo da Asa Sul (NUSUL)	
Ceilândia, Samambaia (1/2) e Taguatinga	UCTL - PSUL	

Fonte: SLU-DF (2015)

Na operação atual observa-se que os resíduos de algumas regiões não passam por unidades de transbordo nem de tratamento, são transferidos diretamente ao aterro controlado do Jóquei (Figura 71).

Figura 71 - Distribuição dos fluxos dos resíduos por RA pela coleta convencional - 2015



Fonte: Autora (2018).

Na análise de rotas tecnológicas sustentáveis, espera-se que essa deficiência seja solucionada, considerando as distâncias dos centros de massa de cada RA até a instalação de transbordo ou tratamento mais próximo, e por fim destinação final.

O incentivo à prática da coleta seletiva vem sendo gradativamente evidenciado nas regiões administrativas do DF, o que promove melhorias nas diversas perspectivas de ordem econômica, social e ambiental, visto os benefícios advindos deste tipo de iniciativa. A eficiência do sistema de coleta seletiva poderá ser determinante na geração de emprego e renda, na redução dos custos de destinação final, além da mitigação de impactos ambientais em decorrência do descarte inadequado.

Para o desenvolvimento deste estudo foi considerado o sistema de coleta do SLU/DF, conforme apresentado no Quadro 8, onde observou-se que para o ano de 2015, a coleta seletiva foi realizada para os Lotes I, II e IV; já para o ano de 2016, a coleta vem sendo realizada apenas nos Lotes 1 e 4.

Quadro 8 - Subdivisão dos lotes de coleta seletiva nos anos de 2015 e 2016

Ano	Lote	Região Administrativa
2015/2016	Lote 1	Plano Piloto – Asa Norte, Plano Piloto – Asa Sul, Guará, Cruzeiro, Sudoeste/Octogonal, S.I.A, Sobradinho, Sobradinho II, Lago Sul, Jardim Botânico, Lago Norte, Varjão
2015	Lote 2	Park Way, Candangolândia, Núcleo Bandeirante, Gama, Samambaia, Santa Maria, Recanto das Emas, Riacho Fundo I, Riacho Fundo II
2015/2016	Lote 4	Taguatinga, Brazlândia, Águas Claras, Vicente Pires, S.C.I.A./Estrutural, Park Way (Q3, Q4 e Q5), Ceilândia

Fonte: SLU-DF (2015)

As unidades de transbordo foram utilizadas como locais de descarte de materiais provenientes deste tipo de coleta, onde os catadores, em geral participantes de cooperativas, separaram o material de acordo com o potencial de reciclagem dos mesmos para posterior venda aos intermediários que encaminharão esses resíduos a indústria.

No Aterro do Jóquei, a prática da catação ainda se demonstrou bastante significativa e, em geral, feita em condições inadequadas. A operação do Aterro Sanitário de Brasília não prevê unidade de triagem, este fato alerta sobre a necessidade da ampliação de novas instalações que deverão suprir gradativamente as atividades realizadas no Aterro do Jóquei. No Quadro 9 apresenta-se a subdivisão por lotes e por regiões administrativas dos roteiros realizados na coleta seletiva, para o ano base.

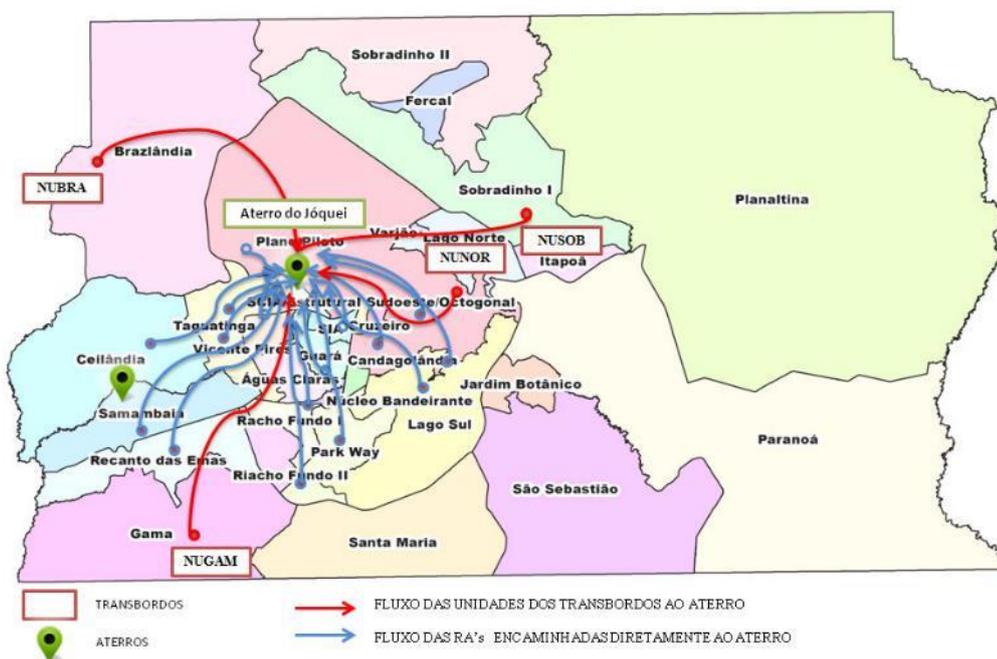
Quadro 9 - Destinação final dos resíduos provenientes da coleta seletiva com base nas diferentes regiões administrativas em 2015

Lotes	Região Administrativa	Unidade de Tratamento	Destinação Final
Lote 1	Plano Piloto (1/3), Guará, Cruzeiro, S.I.A, Sudoeste/Octogonal, Jardim Botânico e Lago Sul,	→	Aterro Controlado do Jóquei
	Sobradinho I e II	Transbordo Sobradinho (NUSOB)	
	Plano Piloto (2/3), No Lago Norte e no Varjão apesar da pesagem ser feita no NUNOR, descarrega na cooperativa CRV.	Transbordo Asa Norte (NUNOR)	
Lote 2	Park Way, Núcleo Bandeirante, Riacho Fundo I, Candangolândia,	→	Aterro Controlado do Jóquei
	Recanto das Emas, Riacho Fundo II, Samambaia, Gama e Santa Maria (O transbordo só fazia a pesagem do material, e encaminhava para as cooperativas R3 e Recicla)	Transbordo de Gama (NUGAM)	
Lote 4	Águas Claras, Vicente Pires, Estrutural, Park Way (Qua. 03, 04, 05), 2/3 de Taguatinga e Ceilândia *1/3 de Taguatinga e Ceilândia é pesado do P.Sul e descarregado na cooperativa Recicla Vida	→	Aterro Controlado do Jóquei
	Brazlândia	Transbordo de Brazlândia (NUBRA)	

Fonte: SLU-DF (2015)

Na Figura 72 apresenta-se a distribuição dos fluxos observados para a coleta seletiva por regiões administrativas no ano de 2015, onde é perceptível o grande direcionamento dos resíduos diretamente ao Aterro Controlado do Jóquei. Apesar da existência de diversas áreas disponíveis para a realização de serviços relacionados ao sistema de gerenciamento de resíduos, observou-se que, apenas quatro transbordos e o Aterro do Jóquei participam dos fluxos para a coleta seletiva, e a parcela de aproveitamento acaba sendo reduzida.

Figura 72 - Distribuição dos fluxos dos resíduos na coleta seletiva-2015



Fonte: Autora (2018).

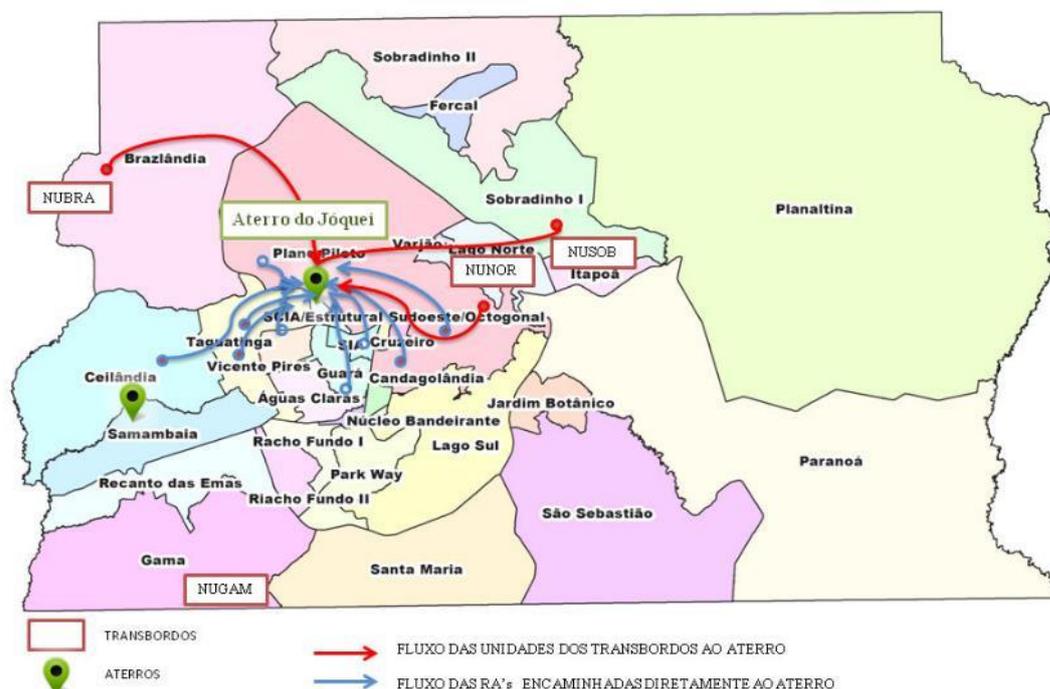
É importante salientar que alguns materiais provenientes deste tipo de coleta apresentam um certo tipo de impureza aderida. Outros apresentam uma quantidade significativa de materiais orgânicos em sua composição, necessitando assim de cuidados e direcionamentos para unidades de compostagem.

No início do ano de 2016, foi interrompida a coleta no Lote 2, não havendo previsão para relocação das regiões administrativas aos demais lotes. Todas as mudanças ocorridas na coleta seletiva de algumas regiões administrativas, desde o início de 2015, representaram um impacto para redução de resíduos encaminhados à destinação final, porém as RAs onde foram mantidas as coletas representavam a maior quantidade de resíduos coletados.

Na Figura 73 apresenta-se as mudanças na distribuição dos fluxos observados para a coleta seletiva no ano de 2016. Além da redução do número de regiões atendidas, observou-se que a partir deste ano não haverá triagens no Transbordo de Gama (NUGAM), visto que as regiões de Gama e Santa Maria não estão sendo atendidas pela coleta seletiva.

Desta forma, soluções visando a transferência dos catadores deste transbordo para outras localidades deverão ser realizadas.

Figura 73 - Distribuição dos fluxos dos resíduos por regiões administrativas observadas na coleta seletiva para o ano de 2016



Fonte: Autora (2018).

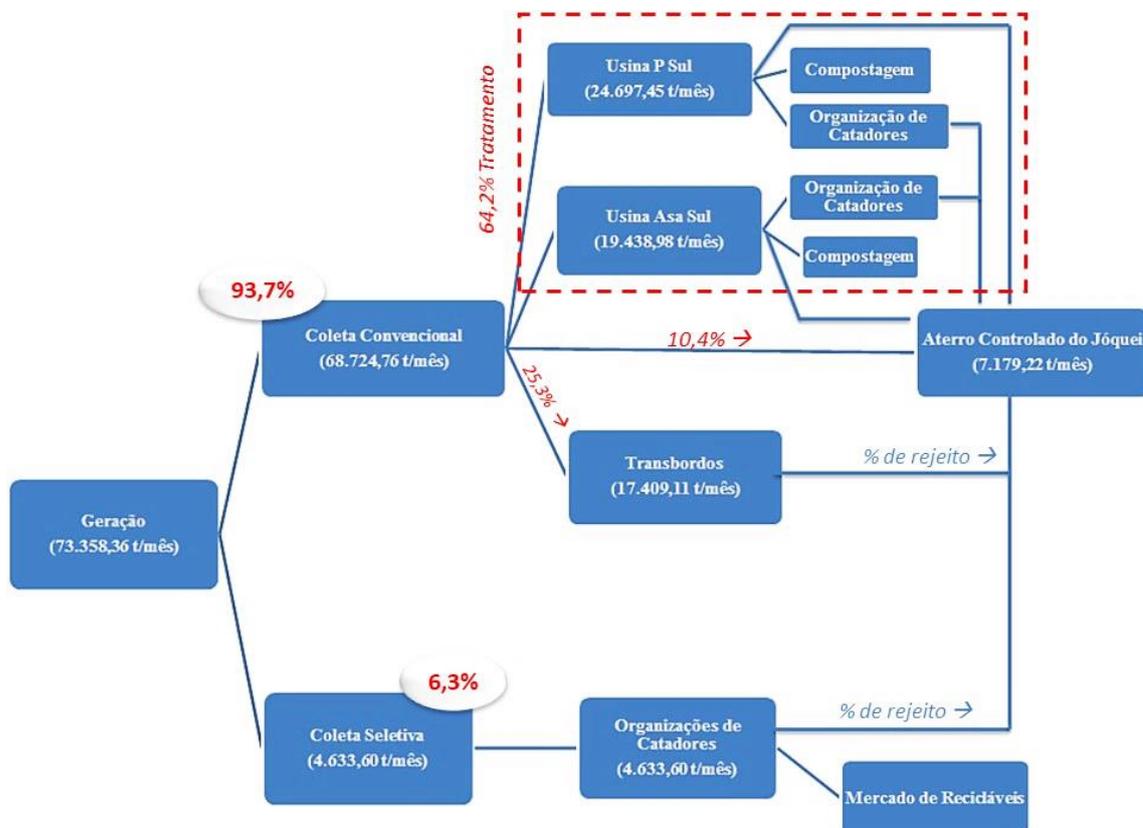
Essas características de fluxo, tanto da coleta convencional quanto da seletiva, serviram de subsídio para elaboração de 6 diferentes rotas tecnológicas do manejo de resíduos no DF, sendo 4 da coleta convencional e 2 da coleta seletiva.

5.3.2 Rota tecnológica geral do Distrito Federal

A situação dos resíduos sólidos urbanos no Distrito Federal, no ano de 2015, demonstrou-se limitada. A quase totalidade dos resíduos coletados foi depositada no Aterro Controlado do Jóquei, e, aproximadamente, 6% foram encaminhados para as cooperativas de catadores para serem comercializados e inseridos novamente no mercado. Estes números mostram uma alta taxa de coleta diária, além da complexidade da logística e manejo dos resíduos sólidos urbanos.

A seguir serão apresentadas as rotas tecnológicas que representam as atividades gerais de manejo de resíduos sólidos no Distrito Federal. A Figura 74 apresenta o fluxo de resíduos coletados e tratados em cada uma das etapas.

Figura 74 - Rota tecnológica geral do Distrito Federal



Fonte: Autora (2018).

As quantidades indicadas referem-se às médias mensais estimadas para o ano de 2015, e permitem visualizar a logística do manejo do Distrito Federal, que requer estudos mais aprofundados de rotas tecnológicas que consideram o tipo de coleta, os tratamentos de resíduos aplicados e os custos envolvidos no manejo.

De acordo com a rota tecnológica observou-se que 93,7% dos resíduos coletados são provenientes da coleta convencional, desse 64,2% são encaminhados para algum tipo de tratamento, 25,3% passa por transbordo e 10,4% é levado diretamente ao seu destino final.

5.3.3 Rotas tecnológicas por tipo de coleta

Nos tópicos seguintes estão apresentadas as características das rotas estudadas.

5.3.3.1 Rotas Tecnológicas da coleta convencional

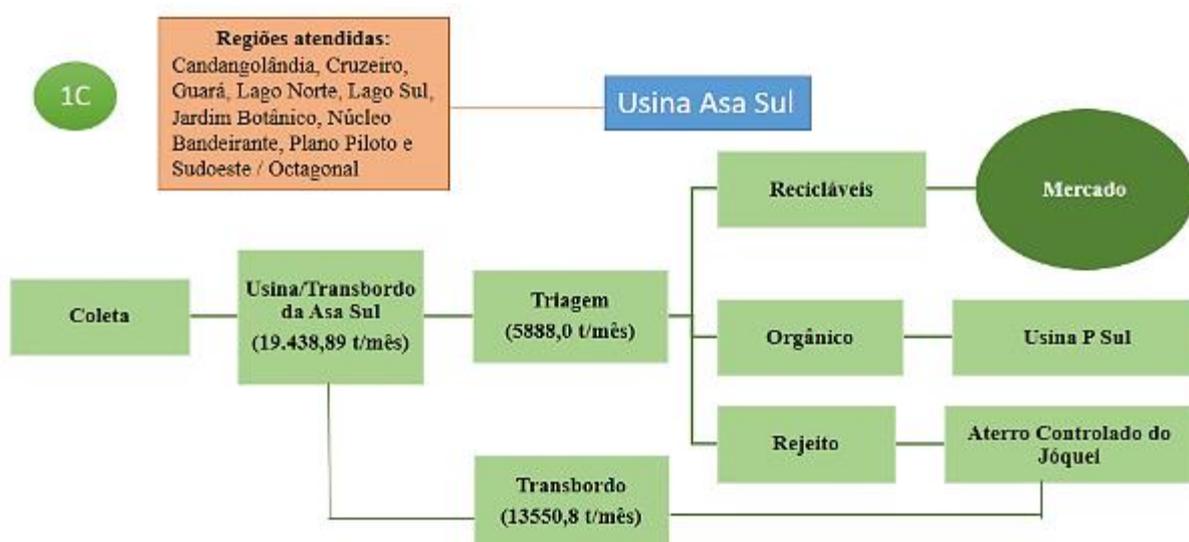
Os resíduos da coleta convencional possuem rotas diferenciadas, variando de acordo com a Região Administrativa onde o resíduo é gerado. Estes podem passar primeiramente por

uma unidade de tratamento, como usinas ou transbordos, ou podem ser direcionados diretamente para o Aterro do Jóquei.

Nas Figuras 75 a 78 apresentam-se o fluxograma das rotas tecnológicas para a coleta convencional, considerando quatro cenários de coleta que passam ou não pelas unidades de tratamento de resíduos disponíveis.

A Rota Tecnológica 1C da coleta convencional considera o fluxo dos resíduos de 10 Regiões Administrativas, Candangolândia, Cruzeiro, Guará, Lago Norte, Lago Sul, Jardim Botânico, Núcleo Bandeirante, Brasília-Plano Piloto e Sudoeste/Octagonal, juntas elas concentram uma população de aproximadamente 590.421,00 habitantes estimada para o ano de 2015, que gera 19438,89 t/mês de resíduos. Nesta rota o tratamento é considerado, portanto, os resíduos coletados são destinados a usina da Asa Sul, onde parte do material é triado e destinado ao mercado de recicláveis, parte é encaminhado para a compostagem em outra usina de tratamento (PSUL), e a maior parcela usa a usina como transbordo e envia os resíduos ao aterro do Jóquei/Lixão da Estrutural (Figura 75).

Figura 75 – Rota tecnológica 1C: da coleta convencional para Usina Asa Sul (2015)

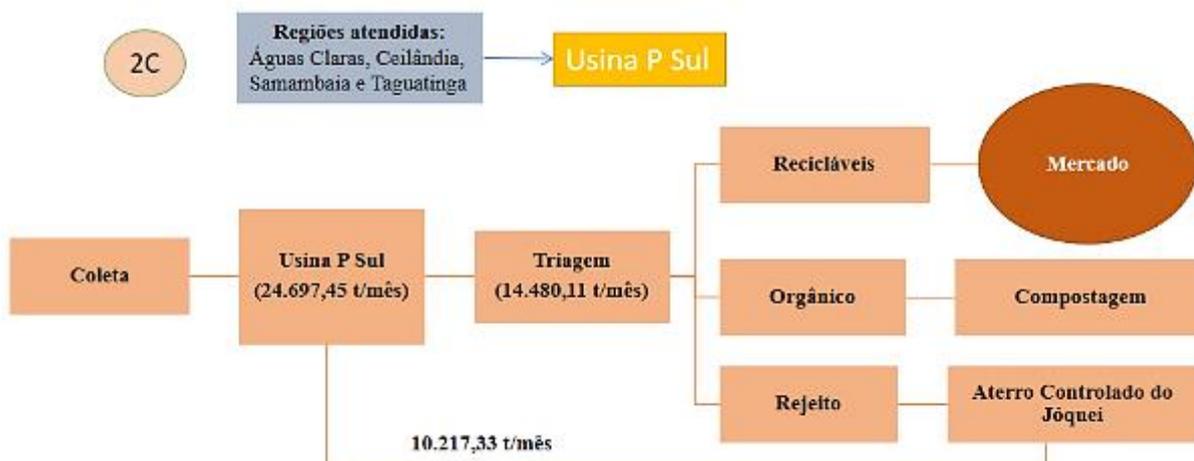


Fonte: Autora (2018).

A Rota Tecnológica 2C da coleta convencional considera o fluxo dos resíduos de 4 Regiões Administrativas, Águas Claras, Ceilândia, Samambaia e Taguatinga, juntas elas concentram uma população de aproximadamente 1.055.070 habitantes estimados para 2015, que geram cerca de 24.697,45 t/mês de resíduos. Nesta rota o tratamento também é considerado, portanto, os resíduos coletados são destinados a usina da PSUL em Ceilândia, onde parte de

seus resíduos são triados e enviados para o mercado, parte são compostados e os rejeitos encaminhados para o destino final (Figura 76).

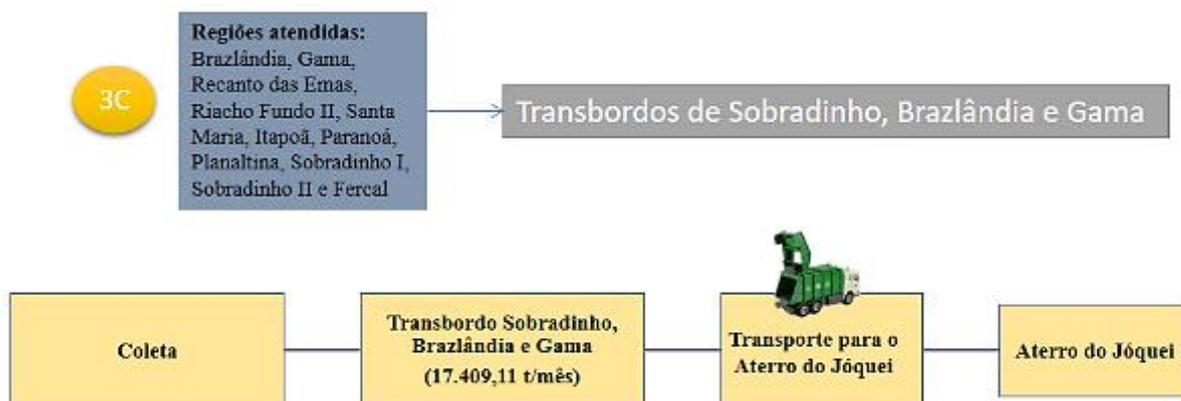
Figura 76 – Rota tecnológica 2C: da coleta convencional para usina PSul (2015)



Fonte: Autora (2018).

A Rota Tecnológica 3C da coleta convencional considera o fluxo dos resíduos de 11 Regiões Administrativas, Brazlândia, gama, Recanto da Emas, Riacho Fundo II, Santa Maria, Itapoã, Paranoá, Planaltina, Sobradinho I, Sobradinho II e Fercal, juntas elas concentram uma população de aproximadamente 980.908,0 habitantes estimados para 2015, que geram cerca de 17.409,11 t/mês de resíduos. Nesta rota o tratamento não é considerado, os resíduos são apenas encaminhados para as unidades de transbordo, onde pode haver ou não triagem por cooperativas de catadores, em seguida os resíduos são destinados ao aterro (Figura 77).

Figura 77 – Rota tecnológica 3C: da coleta convencional para transbordos (2015)



Fonte: Autora (2018).

A Rota Tecnológica 4C da coleta convencional considera o fluxo dos resíduos de 7 Regiões Administrativas, Park Way, Riacho Fundo I, São Sebastião, SCIA/Estrutural, S.I.A, Varjão e Vicente Pires, juntas elas concentram uma população de aproximadamente 288.429,0 habitantes estimados para 2015, que geram cerca de 7.179,0 t/mês de resíduos. Nesta rota o tratamento não é considerado, e os resíduos são direcionados diretamente ao aterro, onde parte é triado e direcionado ao mercado de recicláveis e parte é aterrado (Figura 78)

Figura 78 – Rota tecnológica 4C: da coleta convencional para aterro a céu aberto (2015)



Fonte: Autora (2018).

5.3.3.2 Rotas tecnológicas da coleta seletiva

Os resíduos provenientes dos serviços de coleta seletiva são direcionados às localidades onde existem organizações de catadores, que realizam a triagem visando inseri-los novamente no mercado. As cooperativas de catadores estão localizadas nos Transbordos de Sobradinho, Gama, Asa Norte e Brazlândia, e também no Aterro do Jóquei (Lixão da Estrutural). Apesar de todo o resíduo da coleta seletiva ser entregue às organizações de catadores, o resíduo recebido é muito misturado, o que dificulta um maior aproveitamento. As Figuras 79 e 80 apresentam o fluxograma referente à rota tecnológica da coleta seletiva.

A Rota Tecnológica 1S da coleta seletiva considera o fluxo dos resíduos de 16 Regiões Administrativas, Águas Claras, Asa Sul, Candangolândia, Ceilândia, Cruzeiro, Guará, Núcleo Bandeirante, Park Way, Recanto das Emas, Riacho Fundo I e II, Samambaia, SCIA/Estrutural, SIA, Sudoeste/ Octagonal, Taguatinga e Vicente Pires, juntas elas concentram a produção de cerca de 2986,95 t/mês de resíduos. O fluxo da coleta seletiva passou por várias alterações de manejo, durante o ano base, a Rota Tecnológica 1S considera as RA que transferem os seus

resíduos diretamente para o aterro do Jóquei, apenas lá é realizada a triagem e o encaminhamento para o mercado de recicláveis e para o aterramento (Figura 79).

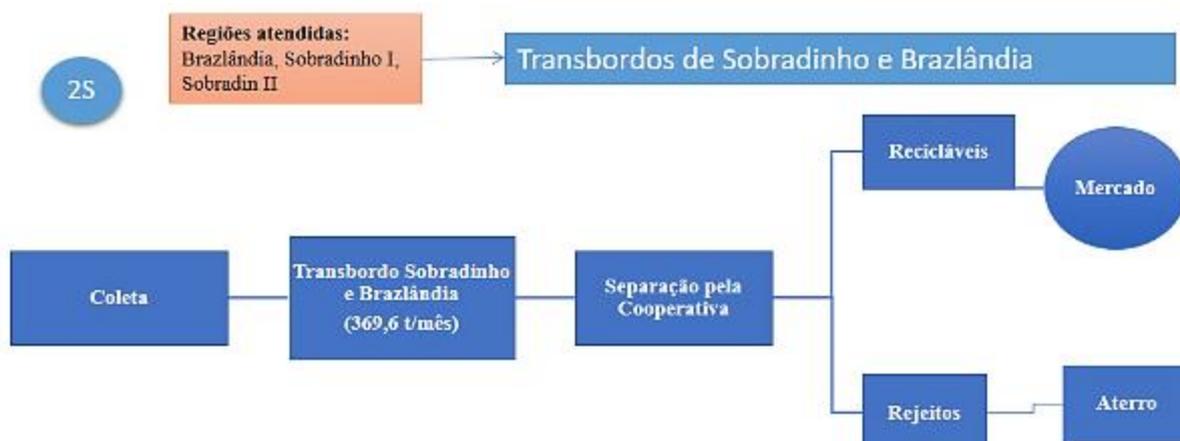
Figura 79 – Rota tecnológica 1S: da coleta seletiva para aterro a céu aberto (2015)



Fonte: Autora (2018).

A Rota Tecnológica 2S da coleta seletiva considera o fluxo dos resíduos de 3 Regiões Administrativas, Brazlândia, Sobradinho I, Sobradinho II, que juntas concentram a produção de cerca de 369,6 t/mês de resíduos. Nesta rota os resíduos são encaminhados para os transbordos de Sobradinho (NUSOB) e Brazlândia (NUBRA), onde a separação dos recicláveis é realizada por cooperativas de catadores, os rejeitos seguirão para aterramento, e o recicláveis para o mercado (Figura 80).

Figura 80 – Rota tecnológica 2S: da coleta seletiva para transbordos (2015)



Fonte: Autora (2018).

As regiões administrativas não mencionadas nas Rotas Tecnológicas 1S e 2S, foram as que não possuem coleta seletiva, ou as que tiveram seu atendimento suspenso.

5.3.4 Rotas tecnológicas sustentáveis

A partir das rotas tecnológicas 1C, 2C, 3C, 4C, 1S e 2S foi possível avaliar o sistema de gestão dos resíduos domiciliares do Distrito Federal, onde algumas regiões apresentam algum tipo de tratamento, mesmo que precário, e outras apenas descartam os resíduos na única forma de destinação final em funcionamento no DF, para o ano de 2015.

É de conhecimento público o anseio e a necessidade dos gestores dessa região em implantar melhorias nos serviços de limpeza urbana, algumas metas foram alcançadas no decorrer dos anos de 2016 e 2017, mas, para atender todas as premissas da Política Nacional de Resíduos Sólidos é preciso que o sistema de gestão atenda aos objetivos do desenvolvimento sustentável. Diante disso, essa sessão analisa as 6 rotas tecnológicas desenvolvidas sob três aspectos de ordem econômica, ambiental e social, os custos envolvidos na coleta, a estimativa de emissão de gases do efeito estufa e a possibilidade de geração de emprego por rota.

5.3.4.1 Análise dos custos de coleta por rota tecnológica

Para a análise dos custos de cada rota tecnológica adotou-se os custos unitários de cada serviço (Tabela 17). De acordo com Abreu (2015), o custo unitário médio da coleta seletiva é R\$ 172,74 por tonelada, o custo de operação da Usina de Ceilândia é de R\$ 56,28 por tonelada processada, e da Usina da Asa Sul é de R\$ 49,34. O material orgânico da Usina de Asa Sul custa R\$ 30,55 por tonelada para ser compostado na Usina de Ceilândia. Para uma rota tecnológica sustentável e eficiente esses serviços de coleta diferenciada e tratamento devem ser incorporados, porém essa não é a realidade de todas as rotas do DF.

Tabela 17– Custo operacional de alguns serviços em 2015

Valores em reais de cada serviço/ unidade por tonelada	
Serviço / Unidade	Valores (dez/2015)
Coleta Convencional (por km)	R\$ 0,80
Coleta Seletiva (por km)	R\$ 0,80
Coleta Convencional (Fixo)	R\$ 82,51
Coleta Seletiva (Fixo)	R\$172,74
Aterro do Jóquei	R\$ 22,80

Aterro Sanitário Oeste	R\$ 23,50
Aterro Sanitário Norte	R\$ 46,00
Usina de Ceilândia	R\$ 52,82
Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$ 56,28
Transbordo de Brazlândia	R\$ 0,00
Transbordo de Gama	R\$ 0,00
Transbordo de Sobradinho	R\$ 0,00
Transbordo da Asa Norte	R\$ 0,00

Fonte: SLU-DF (2015)

A partir das rotas tecnológicas traçadas para coleta convencional e seletiva foi possível avaliar os custos inerentes de cada rota, considerando o custo fixo, o custo do transporte, o custo de tratamento, o custo do aterramento, as distâncias percorridas e quantidade de resíduos coletada em cada RA, conforme apresentado nas Tabelas 18 e 19.

Tabela 18 - Resumo dos custos por rota tecnológica da coleta convencional

Rota Tecnológica	Regiões Administrativas	População Atendida	Destino do Resíduo	Total de Resíduos (t/mês)	Custo (R\$/t)	Custo Total (R\$/mês)	Custo per capita (R\$)
1C	Plano Piloto, Núcleo Bandeirante, Guará, Cruzeiro, Lago Sul, Lago Norte, Candangolândia, Sudoeste/Octagonal e Jardim Botânico	590.421	Usina/Transbordo da Asa Sul	19.438,98	185,84	3.612.471,21	6,12
2C	Taguatinga, Ceilândia, Samambaia e Águas Claras	1.055.070	Usina de Ceilândia	24.697,45	181,94	4.493.346,64	4,26
3C	Gama, Santa Maria, Recanto das Emas e Riacho Fundo II	448.670	Transbordo de Gama	8.192,45	140,09	1.147.644,09	2,56
	Brazlândia	53.175	Transbordo de Brazlândia	1.251,03	136,67	170.978,27	3,22
	Sobradinho, Planaltina, Paranoá, Sobradinho II, Itapoã e Fercal	479.063	Transbordo de Sobradinho	8.006,41	146,97	1.176.679,13	2,47
4C	São Sebastião, Riacho Fundo, Varjão, Park Way, SCIA/Estrutural, SIA e Vicente Pires	288.429	Aterro do Jóquei	7.179,22	120,72	866.709,23	3,00

Fonte: Autora (2018).

Quanto aos custos das rotas tecnológicas provenientes da coleta convencional (1C, 2C, 3C e 4C) observou-se que as rotas que apresentam maiores custos, são as que dispõem de algum tratamento. A rota 1C demonstrou o maior custo por tonelada, R\$ 185,84. A rota 4C, que destina seus resíduos direto para o aterro, apresentou menor custo, R\$ 120,72 por tonelada. Que apesar de representar uma economia de 35% se comparado a rota 1C, não apresenta características para atendimento da PNRS.

Quanto as rotas 1S e 2S, provenientes da coleta seletiva, observou-se que o custo da coleta por tonelada apresentou-se maior do que todas as rotas da coleta convencional (Tabela 19 e Figura 81). A rota 2S apresentou maior custo de rota por tonelada, R\$ 224,58, considerando que a quantidade do resíduo é triada no próprio transbordo, encaminhando os seu recicláveis para o mercado.

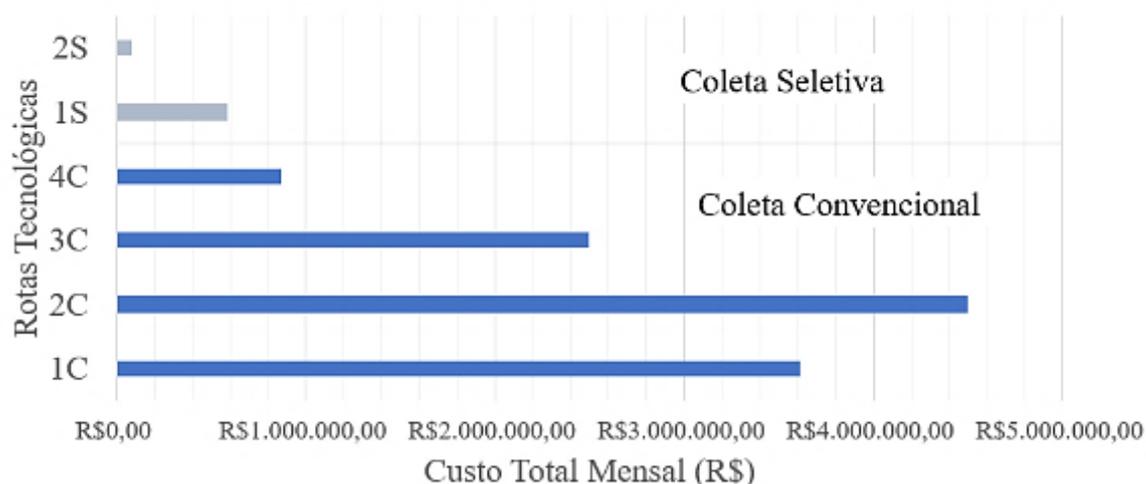
Tabela 19 - Resumo dos custos por rota tecnológica da coleta seletiva

<i>Rota Tecnológica</i>	Regiões Administrativas	Destino do Resíduo	Total de Resíduos (t/mês)	Custo (por tonelada)	Custo Total Mensal
1S	Águas Claras, Asa Sul, Candangolândia, Ceilândia, Cruzeiro, Guará, Núcleo Bandeirante, Park Way, Recanto das Emas, Riacho Fundo I e II, Samambaia, SCIA/Estrutural, SIA, Sudoeste/ Octagonal, Taguatinga e Vicente Pires	Aterro do Jóquei	2.986,95	R\$195,54	R\$584.068,2
2S	Brazlândia	Transbordo de Brazlândia	121,8	R\$224,58	R\$27.353,84
	Sobradinho I e II	Transbordo de Sobradinho	247,8	R\$222,42	R\$55.115,68

Fonte: Autora (2018).

A importância de se analisar os custos por rota, é a possibilidade de identificar que a implantação de qualquer tratamento de resíduos só é economicamente viável se houver retorno de receita ao sistema, a partir, por exemplo, do mercado de recicláveis e da comercialização do composto orgânico, conforme observa-se na Figura 81.

Figura 81 - Comparativos dos custos das rotas tecnológicas



Fonte: Autora (2018).

5.3.4.2 Estimativa de redução de emissões dos GEE por rota

Os GEE emitidos pelo tratamento de resíduos em sua maioria são representados pelo CH₄, pela digestão anaeróbia da matéria orgânica contida tanto no resíduo sólido quanto nos esgotos domésticos e efluentes industriais (CETESB, 2010).

Para estimar a emissão desses gases por rota tecnológica considerou-se a composição gravimétrica das coletas convencional e seletiva, e o fator de emissões (IPCC, 2006) gC/g de resíduo (Tabela 20).

A partir desses dados estimou-se quantas tCO₂/mês poderiam ser emitidos por rota tecnológica, considerando a situação com e sem tratamento (Tabelas 21 e 22).

Tabela 20 – Dados base para estimativa de emissões de GEE

Material	Composição gravimétrica		Fator de emissões (IPCC 2006) (gC/g de resíduo)
	Coleta convencional	Coleta seletiva	
Orgânicos	36,70%	13,03%	0,45
Rejeito	34,76%	23,94%	0,13
Recicláveis			
Plástico	12,07%	15,24%	0,11
vidro	2,00%	6,25%	0,33
Metal	1,51%	3,42%	0,29
papel	2,27%	32,10%	0,17
outros	4,72%	6,03%	0,13

Fonte: Autora (2018).

Tabela 21 – Estimativa de emissão de GEE por rota tecnológica da coleta convencional

<i>Rota Tecnológica</i>	<i>Destino do Resíduo</i>	<i>Total de Resíduos (t/mês)</i>	<i>Total de orgânicos (t/mês)</i>	<i>Total de rejeito (t/mês)</i>	<i>Total de recicláveis (t/mês)</i>	<i>Emissão GEE (tCO₂/mês)</i>	<i>Emissão GEE (tCO₂/mês) c/ tratam.</i>	<i>Redução das emissões de GEE (%)</i>
1C	Usina/ Transbordo da Asa Sul	19.438,98	7134,11	6745,33	5538,17	4330,92	876,89	79,75
2C	Usina de Ceilândia	24.697,45	9063,96	8570,02	7036,30	5502,48	1114,10	79,75
3C	Transbordo de Gama	8.192,45	3006,63	2842,78	2334,03	1825,24	1722,54	5,63
	Transbordo de Brazlândia	1.251,03	459,13	434,11	356,42	278,72	263,04	5,63
	Transbordo de Sobradinho	8.006,41	2938,35	2778,22	2281,03	1783,79	1683,43	5,63
4C	Aterro do Jóquei	7.179,22	2634,77	2491,19	2045,36	1599,50	1509,50	5,63
Total		68.765,54	25.236,95	23.861,64	19.591,30	15320,66	7169,51	53,20

Fonte: Autora (2018).

Para as rotas tecnológicas da coleta convencional observou-se um potencial de emissões de 15.320,66 tCO₂/mês sem nenhum tratamento dos resíduos, sobre a perspectiva da obtenção de rotas tecnológicas sustentáveis, considerou-se que os tratamentos de cada rota poderiam ser realizados com 100% de eficiência. Nessas condições, seriam emitidos 7.169,51 tCO₂/mês, que representa uma redução de 53,2% das emissões de GEE.

As rotas 1C e 2C são as principais responsáveis por essa redução, por incluir usinas de tratamento em suas rotas tecnológicas. Na situação de gestão mais precária apresentada nas rotas 3C e 4C a redução de emissões seria de apenas 5,63%, considerando que a parcela de material reciclável seria destinada ao mercado, para comercialização.

Quanto as rotas tecnológicas 1S e 2S, características semelhantes foram observadas, onde, provenientes da coleta seletiva foram estimadas a emissão de 534,03 tCO₂/mês, que uma vez aplicado o devido tratamento, seriam reduzidas em 43,58%, passando a emitir apenas 301,27 tCO₂/mês.

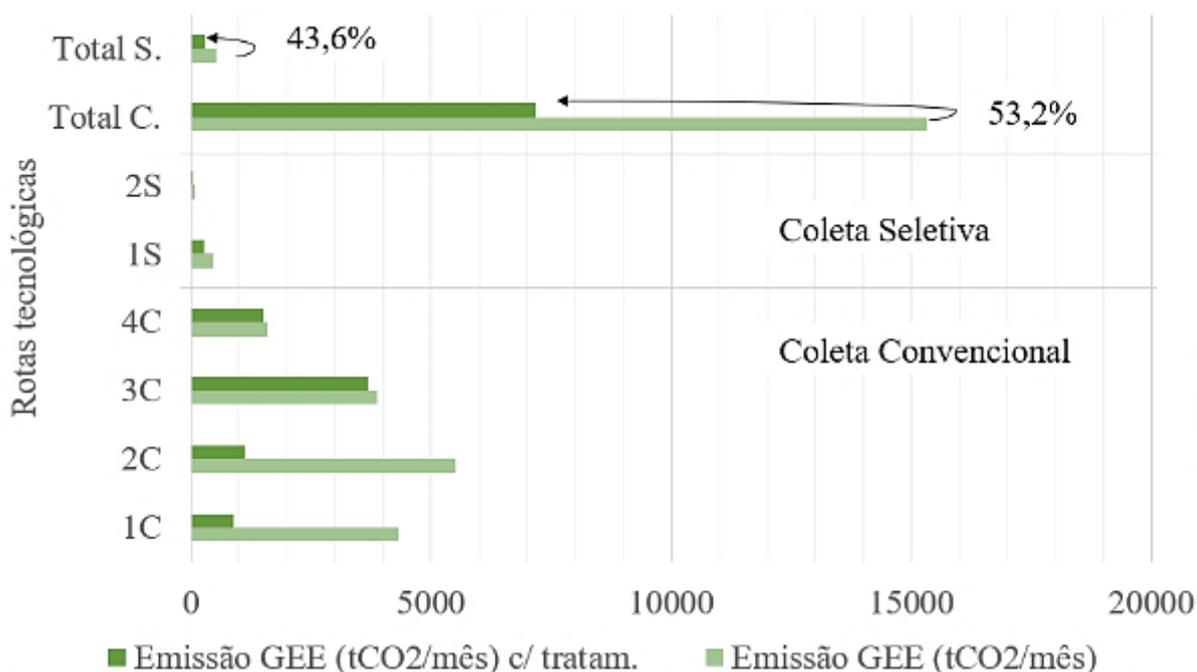
Tabela 22 - Estimativa de emissão de GEE por rota tecnológica da coleta seletiva

Rota Tecnológica	Destino do Resíduo	Total de Resíduos (t/mês)	Total de orgânicos (t/mês)	Total de rejeito (t/mês)	Total de recicláveis (t/mês)	Emissão GEE (tCO ₂ /mês)	Emissão GEE (tCO ₂ /mês) c/ tratamento	Redução das emissões de GEE (%)
1S	Aterro do Jôquei	2.986,95	389,1996	715,0758	1882,973	475,2267	268,09967	43,58489
2S	Transbordo de Brazlândia	121,8	15,87054	29,15892	76,78272	19,3785	10,932403	43,58489
	Transbordo de Sobradinho	247,8	32,28834	59,32332	156,2131	39,42523	22,241785	43,58489
Total		3.356,55	437,3585	803,5581	2115,969	534,0305	301,27386	43,58489

Fonte: Autora (2018).

Não houve diferenciação na porcentagem de redução das emissões para duas rotas, porque apenas é considerado como tratamento a triagem dos recicláveis, encaminhados ao mercado. Não há tratamento de orgânicos, e são aterrados juntamente com os rejeitos gerados. Na Figura 82 é possível observar o comparativo de redução de emissões em todas as rotas tecnológicas estudadas.

Figura 82 – Comparativo de emissões por rotas tecnológicas



Fonte: Autora (2018).

5.3.4.3 Número de empregos por rota tecnológica

Para se obter rotas tecnológicas sustentáveis é preciso haver inserção de tratamento tecnológico dos resíduos em seu processo, de modo que sejam gerados beneficiamento, de ordem social e econômica, além dos fatores políticos e ambientais.

Neste contexto, serão estimados o número de empregos gerados por cada rota tecnológica do Distrito Federal, de acordo com os dados fornecidos no Quadro 10.

Quadro 10 - Número de empregos gerados por tratamento de resíduos

Para cada 1 tonelada triada	São gerados 2 empregos
Para cada 1 tonelada compostada	São gerados 0,5 empregos

Fonte: Goldstein e Electris (2011)

A atividade de triagem destaca-se na geração de empregos, seguida da compostagem, essas práticas estão presentes nas rotas tecnológica do DF, e como elas refletem na criação de oportunidades no setor de resíduos pode ser observada na Tabela 23.

Tabela 23- Estimativa do potencial de geração de emprego pelo tratamento nas rotas da coleta convencional

<i>Rota Tecnológica</i>	<i>Destino do Resíduo</i>	<i>Total de Resíduos (t/mês)</i>	<i>Total de orgânicos (t/mês)</i>	<i>Total de rejeito (t/mês)</i>	<i>Total de recicláveis (t/mês)</i>	<i>Geração de emprego (triagem)</i>	<i>Geração de emprego (Compost.)</i>	<i>Total de empregos</i>
1C	Usina/ Transbordo da Asa Sul	19.438,98	7134,11	6745,33	5538,17	369	119	488
2C	Usina de Ceilândia	24.697,45	9063,96	8570,02	7036,30	469	151	620
3C	Transbordo de Gama	8.192,45	3006,63	2842,78	2334,03	156	0	156
	Transbordo de Brazlândia	1.251,03	459,13	434,11	356,42	24	0	24
	Transbordo de Sobradinho	8.006,41	2938,35	2778,22	2281,03	152	0	152
4C	Aterro do Jóquei	7.179,22	2634,77	2491,19	2045,36	136	0	136
Total		68.765,54	25.236,95	23.861,64	19.591,30	1306	270	1576

Fonte: Autora (2018).

Observou-se que para os serviços de coleta convencional, as rotas tecnológicas 1C, 2C, 3C e 4C pode gerar em torno de 1.576 empregos, sendo 1306 ligados aos serviços de triagem e 270 de compostagem.

Para as rotas 1S e 2S, referente a coleta seletiva, tem potencial de geração de 141 empregos. Se somados ao da coleta convencional, demonstra-se a possibilidade de geração de 1717 empregos ligados aos tratamentos de triagem e compostagem (Tabela 24).

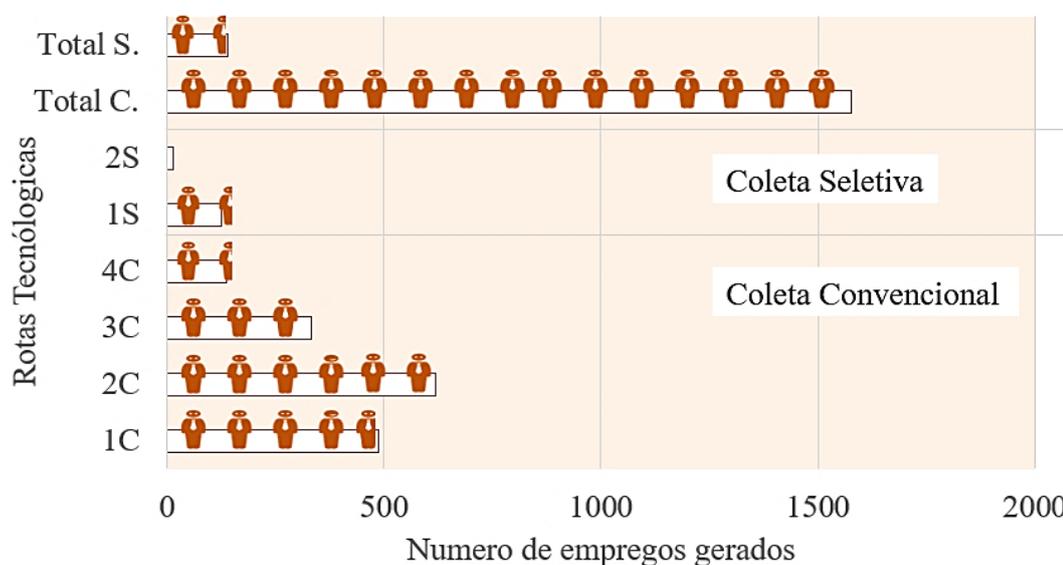
Tabela 24 - Potencial de geração de emprego pelo tratamento na coleta Seletiva

<i>Rota Tecnológica</i>	<i>Destino do Resíduo</i>	<i>Total de Resíduos (t/mês)</i>	<i>Total de orgânicos (t/mês)</i>	<i>Total de rejeito (t/mês)</i>	<i>Total de recicláveis (t/mês)</i>	<i>Geração de emprego (triagem)</i>	<i>Geração de emprego (Compost.)</i>	<i>Total de empregos</i>
<i>1S</i>	Aterro do Jóquei	2.986,95	389,20	715,08	1882,97	126	0	126
<i>2S</i>	Transbordo de Brazlândia	121,8	15,87	29,16	76,78	5	0	5
	Transbordo de Sobradinho	247,8	32,29	59,32	156,21	10	0	10
<i>Total</i>		3.356,55	437,36	803,56	2115,97	141	0	141

Fonte: Autora (2018).

É válido observar que há iniciativas de triagem em todas as rotas tecnológicas, porém, processamento de orgânicos apenas em duas, 1C e 2C. Isso indica que a maior fonte de geração de empregos associados ao manejo de resíduos sólidos urbanos, encontra-se na ampliação e melhorias nas usinas e nos serviços de separação dos resíduos. Essa análise fica clara quando se observa o comparativo da estimativa de geração de emprego em todas as rotas (Figura 83).

Figura 83 – Comparativo do potencial de geração de emprego por rotas tecnológicas considerando atividades de triagem e compostagem.



Fonte: Autora (2018).

Considerando que com o encerramento das atividades do Lixão (2018), muitos trabalhadores que viviam na informalidade, perderam sua principal fonte de renda, estimar o potencial de geração de emprego por rota, pode significar o realocamento desses profissionais. Embora, não seja possível mensurar com exatidão, há relatos de que cerca de 2 mil catadores atuavam no lixão. Demanda acima do total de empregos estimados, isso pode gerar um desconforto entres os trabalhadores, e resultar em um impasse social. Contrapondo, as ideias de as ideias de rota sustentáveis de beneficiamento a todos.

Analisou-se através do três critérios, econômico, ambiental e social, adotados para compor as subcategorias da rotas tecnológicas, que é necessário melhorias expressivas no sistema de gestão, para se obter rotas sustentáveis, que reduzam as emissões, e aumente o seu potencial de geração de emprego e renda, para suprir as necessidades locais, considerando que haverá aumento nos investimentos, uma vez que as rotas tecnológicas com melhor sistema de tratamento têm, também elevado custo associado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou os resultados relativos ao diagnóstico sobre os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos no Distrito Federal, contemplando a situação da organização e logística do manejo dos resíduos sólidos, no ano base (2015) através do levantamento quantitativo e qualitativo dos resíduos sólidos manejados em cada uma das atividades integrantes dos serviços de limpeza urbana, além da descrição técnica das instalações e equipamentos que compõem os serviços públicos.

A composição gravimétrica das regiões administrativas, considerando que no Distrito Federal são realizadas coletas do tipo convencional e seletiva, foi realizada em 16 Regiões Administrativas, selecionadas em função da maior representatividade em termos populacionais e de geração de resíduos. Os resultados obtidos foram correlacionados com os dados de setores censitários, estabelecendo uma relação com densidade populacional, renda e poder aquisitivo da população, além do nível educacional.

A análise das composições forneceu subsídios para a compreensão do serviço, que compõem às rotas tecnológicas, no sentido de agregar valor aos resíduos e reduzir problemas de ordem econômica e ambiental. A correlação dos dados de composição dos resíduos nos três lotes de coleta convencional permitiu identificar diferentes gerações per capita e composições gravimétricas bem similares. Considerando a existência de uma conexão linear entre a geração de resíduos e o perfil padrão socioeconômico, os resultados confirmaram que as regiões de classe alta indicaram uma elevada produção de RSU por hab/dia. As regiões com características comerciais obtiveram uma geração ainda mais alta, refletindo áreas de baixa densidade populacional residente.

O geoprocessamento dos mapas dos setores censitários permitiu uma análise e diagnóstico dos roteiros de coleta seletiva nas regiões estudadas, através da renda, educação, população e número de domicílios, a fim de verificar as características da população atendida pela coleta seletiva, no ano em estudo. Estes resultados demonstraram que ainda existem algumas lacunas a serem revistas, visando contemplar logradouros que ainda se apresentam sem atendimento e demonstraram ser potenciais geradores de materiais recicláveis.

O estudo do potencial mercado de recicláveis apontou para a necessidade de uma coleta seletiva com maior separação dos resíduos e menor quantidade de rejeitos. As Regiões Administrativas com maior potencial de mercado foram Plano Piloto (Brasília), Taguatinga e Ceilândia, que são também as regiões com maior quantidade de resíduos coletados. Estas

regiões, junto com Samambaia, são as mais populosas do Distrito Federal, o que justifica as grandes quantidades de resíduos. Em contrapartida, as regiões estudadas com menor potencial de mercado possuem baixa população, justificando este resultado. Nestas circunstâncias o potencial mercado de recicláveis pode atingir um valor de cerca de R\$ 1,5 milhões por mês, considerando apenas 15 regiões administrativas do Distrito Federal, que foram as contempladas na gravimetria. Nos estudos realizados foram apresentados três cenários distintos, onde estes valores de mercado foram relativizados em função dos gastos com a coleta seletiva, o percentual de comercialização e rejeitos gerados no processo de triagem.

Em relação a infraestrutura disponível para os serviços de limpeza urbana, o Distrito Federal possui estações de transbordo, usinas de triagem e compostagem, além do Aterro do Jockey, que demonstraram necessidade de melhorias e reparos para otimização da gestão dos resíduos.

As rotas tecnológicas do Serviço de Limpeza Urbana foram apresentadas com objetivo de mostrar a trajetória ou fluxo dos resíduos desde sua geração até sua destinação final, incluindo os tipos de coleta, unidades de transferências, tratamento e destinação final dos resíduos do Distrito Federal. Todas as categorias de rotas tecnológicas apresentadas permitiram visualizar o sistema de forma específica e sistemática, subsidiando futuras alterações no manejo e alternativas tecnológicas de tratamento.

Adotando os conceitos propostos pelo tripé da sustentabilidade, as subcategorias das rotas tecnológicas foram analisadas quanto a aspectos econômicos, ambientais e sociais, onde adotou-se como critérios o custo das rotas, a emissão de GEE e a estimativa de geração de empregos por rota. Quanto aos custos envolvidos nas rotas tecnológicas, observou-se que quanto mais elas se aproximam de atender as premissas da PNRS, mais onerosa torna-se a rota, ou seja, a medida que são considerados processos de tratamento dos resíduos, maiores são os seus gastos. Ao longo do tempo, essa realidade pode ser revertida, uma vez que o tratamento reduzirá cada vez mais a quantidade de resíduo aterrado, e ainda, a comercialização dos recicláveis e do composto orgânico pode gerar algum tipo de receita, para ser abatida dos custos atribuídos as rotas tecnológicas.

Quanto a emissão de gases do efeito estufa, observou-se que as rotas que possuem algum tipo de tratamento, tendem a reduzir a quantidade de emissões, se comparadas com rotas sem nenhum tratamento. Entretanto, a única forma de destinação final do DF no ano base (2015) era o aterro a céu aberto, a medida em que os resíduos passarem a ser destinados ao Aterro Sanitário de Brasília, essas emissões serão potencializadas, indicando a necessidade de inserir a queima ou o reaproveitamento energético como medida de tratamento do biogás gerado. A conversão

desses gases em energia elétrica, por exemplo, também pode gerar receita para o sistema de gestão da unidade federativa.

A análise do número de empregos por rota tecnológica, também demonstra ser positiva para o número de trabalhos formais gerados com a inserção de tratamentos nas rotas. A problemática deste setor é que não é possível mensurar o número de trabalhadores informais que atuam nas práticas inadequadas, e que sobrevivem dessas práticas, portanto o aumento e a geração de empregos atribuída a melhoria nos tratamentos de RSU pode não atender a todos, gerando impasses sociais.

A análise das rotas tecnológicas e do diagnóstico realizado, neste estudo, demonstraram a importância da base de dados, do tratamento e análise desta base, de forma a se transformar em informação para apoio a gestão dos serviços de limpeza urbana. O estudo das rotas por meio de critérios sustentáveis mostrou-se como uma ferramenta de apoio a decisões sobre a gestão dos serviços de limpeza urbana, a partir do entendimento da situação existente e da avaliação de impactos de cada setor no manejo dos resíduos para a otimização em todo o sistema.

Portanto, ao final deste trabalho é possível afirmar que as práticas desenvolvidas na análise das rotas tecnológicas do DF podem servir, aos analistas, estudiosos e gestores, como uma ferramenta metodológica a ser aplicada em sistemas de gestão de resíduos sólidos para municípios de grande, médio e pequeno porte, inserindo alterações de acordo com as necessidades e os recursos econômicos, ambientais e sociais de cada localidade. Tais ações também podem propiciar o exercício da gestão eficiente dos resíduos nos municípios, por indicarem as benefícios de se aplicar a PNRS, gerando receitas ao setor, além de contribuir para redução de gases do efeito estufa e incentivar as melhorias sociais, através da geração de emprego.

7 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Para contribuir na melhoria de estudos futuros, que complementem ou mesmo reforcem os resultados alcançados nesta pesquisa, sugere-se:

- Utilizar o estudo, a partir de rotas tecnológicas de tratamento dos resíduos, como modelo de metodologia e ferramenta de apoio a decisão que fundamentem direcionamentos implantados pelos serviços de gerenciamento e gestão de resíduos sólidos urbanos, em âmbito municipal de grande, médio e pequeno porte.
- Ampliar a importância do estudo da sustentabilidade aumentando o número de critérios analisados, principalmente para os cenários ambiental e social, onde outros fatores podem influenciar positiva ou negativamente o cenário econômico da região estudada.
- Aprofundar e otimizar a análise das rotas incluindo outras etapas no estudo, para avaliar ou melhor dimensionar as estimativas de redução de emissões e geração de emprego, portanto, além dos tratamentos, considerar etapas de transporte, aterramento e etc.
- Com base no estudo realizado, desenvolver um indicador de sustentabilidade por rota tecnológica de tratamento, em cada critério analisado, permitindo a criação de um índice de sustentabilidade do Distrito Federal, que possa ser utilizado em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Panorama Nanotecnologia**. Série Cadernos da Indústria ABDI – Volume XIX. Brasília, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.007:2004. **Resíduos Sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Atlas brasileiro de emissões de GEE e potencial energético na destinação de resíduos sólidos**. Grappa Editora e Comunicação. 2013.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos No Brasil**. Grappa Editora e Comunicação. São Paulo - SP, 2015.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos No Brasil - 2016**. Grappa Editora e Comunicação. São Paulo - SP, 2016.

ABREU, M. F. **Produto 1: Diagnóstico sobre os serviços de coleta seletiva, triagem e destinação dos resíduos recicláveis no Distrito Federal**. Consultoria ADASA/UNESCO. Brasília - DF. 2015.

AFCEE – AIR FORCE CENTER FOR ENVIRONMENTAL EXCELLENCE TECHNOLOGY TRANSFER DIVISION. **Decision Tool for Landfill Remediation**. 1999. Disponível em: <<https://www.federallabs.org/labs/air-force-center-for-environmental-excellence-afcee>> Acesso em: 25 abr. 2014.

AIRES, K. O. **Monitoramento das concentrações de gases em uma célula experimental de Resíduos Sólidos Urbanos na cidade de Campina Grande/PB**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB. 2013.

ALCÂNTARA, P.B. **Avaliação da Influência da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos no Comportamento de Aterros Simulados**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife. 2007.

ALLESCH, A.; BRUNNER, P. H. **Assessment methods for solid waste management: A literature review**. *Waste Management & Research*, 0734242X14535653, 2014.

ALVES, J. W. S. **Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogás gerado pela digestão anaeróbia de resíduos**. Dissertação de Mestrado do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo. Sao Paulo-SP, 2000.

ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A.; **A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização**. REDE – Revista Eletrônica do Prodema, Fortaleza, v. 6, n.1, p. 7-22, mar. 2011.

BELINI, L.; NASCIMENTO, N.; MELO, G. **Geração de trabalho, renda e o desafio ambiental na gestão dos resíduos sólidos no município de S. Paulo**. 2004. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/p/augusto.neiva/nesol/publicacoes/anais%20%20grava%c3%a7%c3%a3o/arquivos%20iii%20encontro/tra-8.htm>> Acessado em: 4 de dezembro de 2016.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Projeto executado pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco-GRS/FADE/UFPE. Equipe técnica: JUCÁ, J.F.T; LIMA, J.D.; MARIANO, M.O.H.; FIRMO, A.L.B.; LUCENA, L.F.L.; ANDRADE LIMA, D.G.; SÁ, E.V.F.L. Recife/PE. 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.305/ 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União. 03 ago. 2010.

BRITTO, M. D. **Gestão de Resíduos Sólidos no Distrito Federal: uma análise de sustentabilidade do trabalho da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Recicle**

a Vida. 60p. Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais. Universidade de Brasília (UNB), Brasília-DF, 2015.

CAMPOS, H. K. T.; **Resíduos Sólidos e Sustentabilidade: o papel das instalações de recuperação.** Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável na Universidade de Brasília-UNB. Brasília, 2013.

CARDOSO, M. A.; MOTA, P. D. M.; SILVA, L. C.; MONTEIRO, S. C.; FERREIRA, J. F. C.; **O despejo de resíduos sólidos nas ocupações irregulares no canal do Jandiá (Macapá-AP).** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 03, n. 19, 2015, pp. 149-161.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Estudo de Baixo Carbono para o Brasil - Relatório de Síntese Técnica: Resíduos.** Coord. João Wagner Silva Alves e Christophe de Gouvello. São Paulo/SP, 2010.

CRUZ, M. L. F. R. **A caracterização de resíduos sólidos no âmbito da sua gestão integrada.** Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente, ramo de Qualidade Ambiental. Universidade do Minho - Escola de Ciências, 2015.

CUCCHIELLA, F.; D'ADAMO, I.; GASTALDI, M. **Sustainable management of waste-to-energy facilities.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 33, 719-728, 2014.

DANTAS, E. R. B. **Análise do processo de implementação e operação do aterro sanitário no município de Puxinanã-PB utilizando o sistema de indicador de sustentabilidade Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P-E-I-R).** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB. 2013.

D'ARCY, François. **União Europeia: Instituições, Políticas e Desafios.** Rio de Janeiro: Konrad Adenauer Stiftung, 2002.

DEFRA - DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS. **The economics of waste and waste policy.** London: DEFRA, 2012.

DENARDIN, G. P. **Estudo dos recalques do aterro sanitário da central de resíduos do recreio – minas do leão/rs**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria - RS, 2013.

DEN BOER, E.; DEN BOER, J.; & JAGER, J. **Waste management planning and optimisation**. LCA IWM. Stuttgart, Germany, 2005.

DISTRITO FEDERAL -DF. **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos-PDGIRS**. Governo do Distrito Federal – DF. 2017. Disponível em: <<http://www.planodesaneamentodf.com.br/download-de-documentos>> Acesso em: 13 dez 2017

DOMÍNGUEZ, A. G. D.; AVILA, C. F. D.; GUANAES, S. A.; SILVA, N. C. C. **Gestão de Resíduos Sólidos, Atores Sociais e Saúde Coletiva no Brasil: Um Estudo de Caso no Distrito Federal**. International Journal of Health Management Review - JHMREVIEW, São Paulo, v.1, n.1, pp.90-112, Jan/Dez.2015

ECONOMIST - The Economist Online. **A rubbish map: A global comparison of garbage. Graphic Detail**. Jun.7th, 2012. Disponível em: <<https://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2012/06/daily-chart-3?zid=313&ah=f2a0b11adef572d67aed9273b6e55>> Acesso em: 15 dez 2017.

EIGENHEER, E. M. **Lixo - A Limpeza Urbana Através dos Tempos**. Editora: Elsevier. Porto Alegre - RS, 2009.

EM DISCUSSÃO. **Resíduos sólidos – Lixões persistem**. Revista editada pela Secretaria Agência e Jornal do Senado. Impresso pela Secretaria de Editoração e Publicações (Seep). Pg 48-53. Ano 5 - Nº 22 - setembro de 2014. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/residuos-solidos/residuos-solidos.pdf>> Acesso em: 15 de janeiro de 2018.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Sustainable management of food**, 2012. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sustainable-management-food>>. Acesso em: 17 de janeiro de 2018.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Toxics Release Inventory (TRI) 2016 National Analysis.** 2016. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-01/documents/2016_tri_national_analysis_execsumm.pdf> Acesso em: 31 jan 2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Avaliação preliminar do aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande, MS.** Rio de Janeiro: EPE 2008. Nota técnica DEN 06/08.

EUROSTAT – ENVIRONMENTAL DATA CENTRE ON WASTE. **Eurostat News Release** no 48, 2014. Disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/publications/collections/news_releases> Acesso em: 02 jul 2014.

FARIAS, R. M.de S. **Estudo dos Recalques em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Abordagem Experimental e Estatística.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB. 2014.

FERRAZ, J. M. G.; **As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores.** Capítulo do livro Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. Embrapa, 2003. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164528/1/Ferraz-as-dimensoes.pdf>> Acesso em: 29 dez 2017.

FERREIRA, E. M.; CRUVINEL, K. A. S.; COSTA, E. S.; **Disposição final dos resíduos sólidos urbanos: diagnóstico da gestão do município de Santo Antônio de Goiás.** REMOA/UFSM v.14, n.3, mai-ago. 2014, p.3401-3411.

FIRMO, A. L. B. **Estudo da geração de biogás a partir da biodegradação de resíduos sólidos urbanos.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 2013.

FRAL - **Resumo dos Projetos da FRAL para Ampliação da Capacidade Operacional das Usinas P-Sul (Ceilândia) e Asa Sul.** Notas fornecidas pelo SLU (2015).

FRICKE, K.; PEREIRA, C.; LEITE, A.; BAGNATI, M. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil.** Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015.

MARQUES, M.; **Lixão da Estrutural: um retrato do maior depósito de lixo da América Latina.** Portal G1/DF – Distrito Federal, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/lixao-da-estrutural-um-retrato-do-maior-deposito-de-lixo-da-america-latina.ghtml>> Acesso em: 18 jan 2018.

GALDINO, S. J.; MARTINS, C. H.; **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional de um município de pequeno porte.** TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 1, p. 01-08, jan./jun. 2016.

GAUDÊNCIO, H. R. S. C.; ENÉAS, A. P. S.; NASCIMENTO, L. L. S.; SOUSA, D. M. M.; **Gerenciamento de Resíduos Sólidos: estudo de caso em uma associação de catadores na cidade de Mossoró-RN.** *Ambiência Guarapuava (PR)* v.11 n.3 p. 685 - 698 Set./Dez. 2015.

GODECKE, M. V.; WALERKO, V. S.; **Gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo do caso da reciclagem em Pelotas, RS.** *R. gest. sust. ambient., Florianópolis*, v. 4, n. 1, p.104-128, abr./set.2015.

GOLDSTEIN, J.; ELECTRIS, C.; **More Jobs, Less Pollution: Growing the Recycling Economy in the U.S..** Tellus Institute, 2011. Disponível em : <<http://www.tellus.org/tellus/publication/more-jobs-less-pollution-growing-the-recycling-economy-in-the-u-s>> Acesso em: 30 dez 2017.

GRS/UFPE – Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco. **Metodologias para ensaios de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos.** Relatório Técnico UFPE, 2007.

HONGG, D.; BALLINGER, A. **The Potential Contribution of Waste Management to a Low Carbon Economy.** Zero Waste Europe. Eunomia Research & Consulting Ltd, United Kingdom, 2015. Disponível em: <<https://zerowasteurope.eu/downloads/the-potential->

contribution-of-waste-management-to-a-low-carbon-economy/?edd-free-download=true&download_id=11921> Acesso em: 13 de março de 2018.

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. José Henrique Penido Monteiro ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Atlas de saneamento**. IBGE, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro/RJ, 2011. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=253096>> Acessado em: 04 de Dez de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação**. 2018. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>> Acessado em: 31 jan de 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios: 2012**. Coordenação de Contas Nacionais. Coleção Ibgeana; ISSN 1415-9813. Rio de Janeiro/RJ, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008**; Rio de Janeiro/RJ, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse dos setores - 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/>>. Acessado em: 19 de outubro de 2015.

ILSR - INSTITUTE FOR LOCAL SELF-RELIANCE. **Recycling means business**. Washington, DC, 1997. Disponível em: <<https://ilsr.org/recycling-means-business/>> Acesso em: 11 de nov 2016.

IPCC -The Intergovernmental Panel on Climate Change. **Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories** – 2006. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/support/Primer_2006GLs.pdf> Acessado em : 04 de dezembro de 2016.

IPT/CEMPRE – Instituto de Pesquisas Tecnológicas/Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 3 Ed. São Paulo, 2010.

ISLU - **Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana para os municípios brasileiros** | 2ª Edição. SELUR – Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana de São Paulo, 2017. Disponível em: https://www.selur.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2017/08/ISLU_2EDICAO_2017.pdf> Acesso em: 13 dez 2017.

JAPAN – Government of Japan. **Regulations of Waste Management and Public Cleansing Law**. Ministry of Environment, 1970. Disponível em : <<http://www.env.go.jp/en/recycle/index.html>> Acesso em: 2 de Fevereiro de 2018.

JUCÁ, J. F. T. **Alternativas Tecnológicas para Tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. Palestra ministrada na Rio+20 - Conferência das Nações Unidas. Rio de Janeiro, 2012.

JUCÁ, A. S. C.; BRITO, E. P. L.; FARIAS, R. M. S.; TRINDADE, J. A.; JUCÁ, J. F. T.; **Estudo dos Materiais Recicláveis Provenientes dos Resíduos da Coleta Seletiva no Distrito Federal**. XVII – SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis/SC, 2016.

JUCÁ, J. F. T. **Estudos e Proposição de Modelagem para Execução Eficiente dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos no Distrito Federal**. Produto 1:Diagnóstico sobre os Serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal. Consultoria ADASA/UNESCO. Brasília-DF. 2015.

JUCÁ, J.F.T; FIRMO, A.L.B; OLIVEIRA, L.R.G; BRITO, E.P.L; SILVA, R.C.P; GÓIS, T.M.L. **Estudo da geração e composição dos resíduos sólidos urbanos da cidade do Recife**. Grupo de Resíduos Sólidos - GRS/UFPE. Recife/PE. 2014.

LIMA, J. D.; JUCÁ, J. F.T.; REICHERT, G. A.; FIRMO, A. L. B.; **Uso de modelos de apoio à decisão para análise de alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos na Região Sul do Brasil.** Eng Sanit Ambient | v.19 n.1 | jan/mar 2014 | 33-42

LEITE, C. B.; **Tratamento de resíduos sólidos urbanos com aproveitamento energético: avaliação econômica entre as tecnologias de digestão anaeróbia e incineração.** Dissertação de Mestrado em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, 2016.

LEITE, H.E.A.S. **Estudo do comportamento de aterros de RSU em um biorreator em escala experimental na cidade de Campina Grande – Paraíba.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Campina Grande – PB. 2008.

LEME, S. M. **Comportamento da população urbana no manejo dos resíduos sólidos domiciliares em Aquidauana-MS.** Revista do Programa de Pós-graduação em Geografia, v. 18, n. 1. Departamento de Geociências de Londrina. Universidade Estadual de Londrina. Londrina/PR. 2009.

MACHADO, G. B.; **PRS – Portal dos Resíduos Sólidos: Biogás.** 2013. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/biogas/>> Acessado em: 04 de dezembro de 2016.

MACIEL, 2009 = MACIEL, F. J. **Geração de Biogás e Energia em Aterro Experimental de Resíduos Sólidos Urbanos.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 2009.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. **Catadores de materiais recicláveis 2010.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>> Acesso em: 9 out 2015.

MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; GANDOLLA, M. **Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Europeia.** Eng. Sanit. Ambient. vol.21 no.2 Rio de Janeiro abr./jun., 2016.

MAPS – Google Maps **Imagem de Satélite 2016**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Bras%C3%ADlia+++Distrito+Federal/@-15.7751266,-48.0778469,93314m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x935a3af2108804d7:0x3eba2390c9145056!8m2!3d-15.7997654!4d-47.8644715>> Acesso em: 28 out 2016.

MARTINS, R.; e MARTINS, C. V. B.; **Modalidades da gestão das dimensões de resíduos sólidos urbanos em consórcios intermunicipais**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional - G&DR, v. 11, n. 2, p. 192-215, Taubaté, SP, Brasil, mai-ago/2015.

MAZZONETTO, A. W.; ROCHA, D. C.; OLIVEIRA, D. F. G.; SILVA, P. L. **Avaliação do potencial energético do resíduo sólido urbano de Piracicaba para produção de biogás**. bioenergia em revista: diálogos, ano 6, n. 1, p. 47-75, jan./jun. 2016.

MELO, M. C. **Influência da Matéria Orgânica nos Recalques de Resíduos Sólidos Urbanos Aterrados**. 148p. Tese (Tese de doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

MERSONI, C.; REICHERT, G. A.; **Comparação de cenários de tratamento de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica da Avaliação do Ciclo de Vida: o caso do município de Garibaldi, RS**. Eng Sanit Ambient | v.22 n.5 | set/out 2017 | 863-875.

MILLER JR, G. T. **Ciência Ambiental**. 11^a ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MOLDAN, B., JANOUSKOVA, S., HAK, T. **How to understand and measure environmental sustainability: indicators and targets**. *Ecol. Indic.* 17, 4–13, 2012.

MOURA, G. R.; SERRANO, A. L. M.; GUARNIERI, P.; **Análise socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis no Distrito Federal**. HOLOS, Ano 32, Vol. 3. 2016. DOI: 10.15628/holos.2016.1857

NEHLS, C. **A realização do plano de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na cidade de Rio Negro, Paraná, Brasil**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade | vol.2 n.1 | jul - dez 2012.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Agenda 21 - Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>> Acesso em: 29 dez 2017.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (ONU-BR). UNIC *Rio*, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso em: 26 jan 2018.

PDAD/DF (2011) CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS – DISTRITO FEDERAL – PDAD/DF 2011**.

PDAD/DF (2013) CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS – DISTRITO FEDERAL – PDAD/DF 2013**.

PDAD/DF (2015) CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS – DISTRITO FEDERAL – PDAD/DF 2015**.

PEREIRA, C. P. **Metodologia para implantação de estação de transferência de resíduos sólidos urbanos: um exemplo de aplicação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2013.

PEREIRA, R.R. - **O Lixão de Brasília** – REVISTA RETRATO DO BRASIL. Edição 98. São Paulo/SP. 2015.

PERNAMBUCO (Estado). Lei 14.236/10, de 13 de dezembro de 2010. **Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras Providências**. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Lei%2014236;141010;20101229.pdf>. Acesso em: 30 ago 2015.

POLAZ, C. N. M.; e TEIXEIRA, B. A. N.; **Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**. SIADES – Sistema de Informações Ambientais para o Desenvolvimento sustentável da Faculdade de Saúde Pública-USP. São Paulo/SP, 2015. Disponível em: < http://www.fsp.usp.br/siades/documentos/Publicacoes/artigo_6f.pdf > Acesso em: 16 dez 2017.

PORTO ALEGRE, PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. **Volume 1 – Diagnóstico e Prognóstico**. Prefeitura de Porto Alegre. Porto Alegre - RS, 2013.

PROJETO BÁSICO UCTL CEILÂNDIA - **produto referente ao Contrato 0001/79257, intitulado “Projeto Básico de Reforma e Modernização da Usina de Triagem e Compostagem UCTL Ceilândia”**. Brasília/DF, 2014.

PROJETO BÁSICO UTL ASA SUL - **Produto referente ao Contrato 0001/79257, intitulado “Projeto Básico de Reforma e Modernização da Usina de Triagem UTL”**. Brasília/DF, 2014.

RAMOS, N. F.; GOMES, J. C.; CASTILHOS JR, A. B.; GOURDON, R.; **Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Eng Sanit Ambient | v.22 n.6 | 1233-1241p | nov/dez 2017.

REICHERT, G. A.; **Apoio à tomada de decisão por meio da avaliação do ciclo de vida em sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: o caso de Porto Alegre**. Tese de Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2013.

SACHS, I. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2004.

SAMUEL, V. B.; AGAMUTHU, P.; & HASHIM, M. A. **Indicators for assessment of sustainable production: A case study of the petrochemical industry in Malaysia**. Ecological Indicators, 24, 392-402, 2012.

SCHALCH, V; LEITE, W. C. de A; FERNANDES JÚNIOR, J. L. e CASTRO, M. C. A. A. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos - SP, 2002.

SEDEMA - Secretaria Municipal de Defesa do Meio Ambiente do Município de Piracicaba. **Limpeza Urbana**. Disponível em: <www.sedema.piracicaba.sp.gov.br/conteudo.php?info=limpeza> Acesso em: 29 de Maio de 2011.

SEEG - SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Análise das emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o acordo de Paris**. São Paulo: Observatório do Clima, 2016. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/WIP-16-09-02-RelatoriosSEEG-Sintese.pdf>> Acesso em: 12 dez 2016.

SILVA, J. S. **Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no Brasil: uma análise regionalizada baseada em dados do SNIS**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) - boletim regional, urbano e ambiental |12| jul.-dez, 2015.

SLU – Serviço de Limpeza Urbana. **Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal - 2015**. Brasília-DF, 2015. Disponível em: <<http://www.slu.df.gov.br/images/Relatorio%20v.%202.3.pdf>> Acesso em: 20 out 2015.

SLU – Serviço de Limpeza Urbana. **Construindo um novo modelo de gestão dos resíduos sólidos do DF – Relatório de Atividades do SLU 2016**. Brasília-DF, 2016. Disponível em: <<http://www.slu.df.gov.br/images/PDF/relatorios/Relatorio%20SLU%202016.pdf>> Acesso em: 20 ago 2017.

SLU – Serviço de Limpeza Urbana. **Relatório da análise gravimétrica dos Resíduos sólidos urbanos do distrito Federal – 2015**. Brasília-DF, 2016b. Disponível em: <<http://www.slu.df.gov.br/images/PDF/gravimetria.pdf>> Acesso em: 23 ago 2017

SLU - Serviço de Limpeza Urbana. **Preparando para fechar o lixão - Relatório de Atividades do SLU: Primeiro Semestre de 2017**. Brasília-DF, 2017. Disponível em: <

http://www.slu.df.gov.br/images/PDF/relatorios/Relatorio_de_atividades_2017_publicacao.pdf
f > Acesso em: 1 dez 2017.

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016**. Ministério das Cidades e Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>> Acesso em: 12 mar 2018.

SOARES, F. R.; **Desempenho ambiental da destinação e tratamento de resíduos sólidos urbanos com reaproveitamento energético por meio da avaliação do ciclo de vida no ctr – caieiras**. Eng Sanit Ambient v.22, n. 5, 2017.

SOUZA, M. A.; FUSS, M.; VARELLA, C. V. S.; LIMA, F. P. A.; **Lixo zero: por uma rota tecnológica alinhada às diretrizes da política nacional de resíduos sólidos**. Capítulo 18 do livro Catadores de Materiais Recicláveis: um encontro nacional. Desenvolvido pelo IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160331_livro_catadores_cap_18.pdf> Acesso em: 5 jan 2018.

SOUZA, M. A. P.; **Importância do geoprocessamento no diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos**. Dissertação de Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador-UCS. Salvador, 2017.

STURLA, Adriana Andréa Dumbra. **A Sustentabilidade na Constituição Federal e no Plano Diretor de Campinas**. Boletim Jurídico, a. 5, no 752. Uberaba/MG, 2010. Disponível em: <<http://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=2209>> Acesso em: 19 jan. 2018.

TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., VIGIL, S.A., **Integrated Solid Wast Management -Engineering Principles and Management Issues**. McGraw-Hill International Editions. ISBN 0-07-063237-5. 978p. 1993.

TEIXEIRA, M. F. F. B.; **Desafios e Oportunidades para a Inserção do Tripé da Sustentabilidade nas Contratações Públicas: um estudo dos casos do Governo Federal**

Brasileiro e do Governo do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília-UNB. Brasília-DF, 2013.

TEODÓSIO, A. S. S.; DIAS, S. F. L. G.; SANTOS, M. C. L.; **Procrastinação da política nacional de resíduos sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana.** Revista Ciência e Cultura. vol.68 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2016.

TOEWS, D. W.; **Agroecosystem health: a framework for implementing sustainability in agriculture.** In: World Commission on Environmental Development -WCED. Our common future. London: Oxford University Press, 1987.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM. **Developing integrated solid waste management plan**, vol 6, 2012.

VAN ELK, A. G. H. P. **Redução de emissões na disposição final / Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL aplicado a resíduos sólidos.** Coordenação de Karin Segala – Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

WCED - WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future.** Oxford University Press, Oxford, 1991.

WILSON, D. C. **Development drivers for waste management.** *Waste Management & Research*, 25(3), 198-207, 2007.

WILSON, D. C.; WEBSTER, M.; **Building capacity for community waste management in low- and middle-income countries.** *Waste Management & Research* 2018, Vol. 36(1) 1–2. DOI: 10.1177/0734242X17748535 Disponível em: < <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0734242X17748535> > Acesso em: 12 jan 2018.

WORLD BANK – The World Bank. **What a waste: a global review of solid waste management**, 2011. Disponível em: < <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTURBANDEVELOPMENT/0>,

,contentMDK:23172887~pagePK:210058~piPK:210062~theSitePK:337178,00.html> Acesso em: 14 dez 2017.

ZANIN, M.; e MANCINI, S. D.; **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia** [online] 2nd. Ed. São Carlos: EdUFSCar, 2015, 138p. ISBN: 978-85-7600. 457-8.

ANEXO A – TABELAS PDAD PARA CARACTERIZAÇÃO DO DF – ANOS 2011, 2013 E 2015

ANEXO A1 – População PDAD/DF 2015

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADDF – 2015

Tabela 1.1 - População por sexo segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2015

Distrito Federal e Regiões Administrativas	População Total 2013	População Total 2015	Sexo	
			Masculino	Feminino
Valores Absolutos				
Plano Piloto	216.489	210.067	98.634	111.433
Gama	134.958	134.111	63.546	70.566
Taguatinga	212.863	207.045	95.659	111.386
Brazlândia	51.121	51.816	24.478	27.338
Sobradinho	63.715	62.763	28.524	34.239
Planaltina	185.375	190.495	93.155	97.339
Paranoá	46.233	44.975	20.837	24.138
Núcleo Bandeirante	23.714	23.562	10.959	12.603
Ceilândia	451.872	479.713	231.174	248.539
Guará	119.923	133.171	62.650	70.521
Cruzeiro	32.182	29.535	13.390	16.145
Samambaia	228.356	258.457	126.314	132.143
Santa Maria	122.721	125.559	61.219	64.340
São Sebastião	98.908	99.525	49.562	49.963
Recanto das Emas	138.997	146.906	71.767	75.139
Lago Sul	30.629	28.981	14.003	14.978
Riacho Fundo	37.606	40.098	17.801	22.297
Lago Norte	34.182	36.394	17.771	18.622
Candangolândia	16.886	15.641	7.441	8.200
Águas Claras	118.864	138.562	65.251	73.311
Riacho Fundo II	39.424	51.709	24.862	26.846
Sudoeste/Octogonal	52.273	52.990	25.517	27.474
Varjão	9.292	8.453	4.181	4.273
Park Way	19.727	19.803	9.966	9.836
SCIA - Estrutural	35.094	38.429	18.371	20.059
Sobradinho II	97.466	100.683	48.052	52.631
Jardim Botânico	25.302	26.882	12.982	13.899
Itapoá	59.694	67.238	32.247	34.990
S I A	1.997	1.990	1.032	958
Vicente Pires	72.415	72.733	36.063	36.670
Fercal	8.408	8.288	4.100	4.188
Distrito Federal	2.786.684	2.906.574	1.391.508	1.515.066
Valores Relativos (%)				
Plano Piloto		100,00	46,95	53,05
Gama		100,00	47,38	52,62
Taguatinga		100,00	46,20	53,80
Brazlândia		100,00	47,24	52,76
Sobradinho		100,00	45,45	54,55
Planaltina		100,00	48,90	51,10
Paranoá		100,00	46,33	53,67
Núcleo Bandeirante		100,00	46,51	53,49
Ceilândia		100,00	48,19	51,81
Guará		100,00	47,04	52,96
Cruzeiro		100,00	45,34	54,66
Samambaia		100,00	48,87	51,13
Santa Maria		100,00	48,76	51,24
São Sebastião		100,00	49,80	50,20
Recanto das Emas		100,00	48,85	51,15
Lago Sul		100,00	48,32	51,68
Riacho Fundo		100,00	44,39	55,61
Lago Norte		100,00	48,83	51,17
Candangolândia		100,00	47,58	52,42
Águas Claras		100,00	47,09	52,91
Riacho Fundo II		100,00	48,08	51,92
Sudoeste/Octogonal		100,00	48,15	51,85
Varjão		100,00	49,46	50,54
Park Way		100,00	50,33	49,67
SCIA - Estrutural		100,00	47,80	52,20
Sobradinho II		100,00	47,73	52,27
Jardim Botânico		100,00	48,29	51,71
Itapoá		100,00	47,96	52,04
S I A		100,00	51,86	48,14
Vicente Pires		100,00	49,58	50,42
Fercal		100,00	49,46	50,54
Distrito Federal		100,00	47,87	52,13

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF- 2015

ANEXO A2 – Infraestrutura de abastecimento de água PDAD/DF 2013

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal - PDAD/DF - 2013

Tabela 2.1 - Domicílios ocupados, por tipo de abastecimento de água, segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2013

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Total	Tipo de Abastecimento de Água					
		Rede geral	Poço/cisterna	Poço artesiano	Caminhão pipa	Chafariz	Outros
Valores Absolutos							
Plano Piloto	76.919	76.886	0	33	0	0	0
Gama	38.775	37.179	388	1.078	86	0	43
Taguatinga	66.702	66.702	0	0	0	0	0
Brazlândia	15.035	14.100	635	301	0	0	0
Sobradinho	18.518	17.407	152	935	0	0	25
Planaltina	50.332	49.895	404	33	0	0	0
Paranoá	12.650	12.258	280	112	0	0	0
Núcleo Bandeirante	7.315	7.256	59	0	0	0	0
Ceilândia	127.407	125.701	1.068	494	71	0	74
Guará	38.770	38.590	60	120	0	0	0
Cruzeiro	10.232	10.232	0	0	0	0	0
Samambaia	63.955	63.208	448	0	0	0	299
Santa Maria	33.532	32.745	492	295	0	0	0
São Sebastião	27.665	26.556	111	943	55	0	0
Recanto das Emas	36.942	36.455	266	221	0	0	0
Lago Sul	8.580	8.533	31	16	0	0	0
Riacho Fundo	11.244	11.244	0	0	0	0	0
Lago Norte	10.962	10.344	100	219	0	0	299
Candangolândia	4.616	4.606	10	0	0	0	0
Águas Claras	38.401	38.164	51	119	50	0	17
Riacho Fundo II	10.806	10.727	20	59	0	0	0
Sudoeste/Octogonal	22.062	22.062	0	0	0	0	0
Varjão	2.491	2.486	0	0	0	0	6
Park Way	5.404	5.356	36	12	0	0	0
SCIA - Estrutural	8.892	8.082	0	0	0	0	810
Sobradinho II	26.692	23.196	207	3.259	0	0	30
Jardim Botânico	7.490	6.052	195	1.243	0	0	0
Itapoã	16.200	15.665	215	305	0	0	15
S I A	537	537	0	0	0	0	0
Vicente Pires	19.690	19.029	132	485	0	0	44
Fercal	2.313	2.004	41	252	0	0	15
Distrito Federal	821.130	803.260	5.399	10.533	262	0	1.676
Valores Relativos (%)							
Plano Piloto	100,00	99,96	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Gama	100,00	95,88	1,00	2,78	0,22	0,00	0,11
Taguatinga	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Brazlândia	100,00	93,78	4,22	2,00	0,00	0,00	0,00
Sobradinho	100,00	94,00	0,82	5,05	0,00	0,00	0,14
Planaltina	100,00	99,17	0,58	0,25	0,00	0,00	0,00
Paranoá	100,00	96,90	2,21	0,88	0,00	0,00	0,00
Núcleo Bandeirante	100,00	99,20	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Ceilândia	100,00	98,86	0,73	0,28	0,04	0,00	0,08
Guará	100,00	99,53	0,16	0,31	0,00	0,00	0,00
Cruzeiro	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Samambaia	100,00	98,83	0,70	0,00	0,00	0,00	0,47
Santa Maria	100,00	97,65	1,47	0,88	0,00	0,00	0,00
São Sebastião	100,00	95,99	0,40	3,41	0,20	0,00	0,00
Recanto das Emas	100,00	98,68	0,72	0,60	0,00	0,00	0,00
Lago Sul	100,00	99,46	0,36	0,18	0,00	0,00	0,00
Riacho Fundo	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lago Norte	100,00	94,36	0,91	2,00	0,00	0,00	2,73
Candangolândia	100,00	99,79	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Águas Claras	100,00	99,04	0,21	0,48	0,21	0,00	0,07
Riacho Fundo II	100,00	99,27	0,18	0,55	0,00	0,00	0,00
Sudoeste/Octogonal	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Varjão	100,00	99,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
Park Way	100,00	99,10	0,67	0,22	0,00	0,00	0,00
SCIA - Estrutural	100,00	90,89	0,00	0,00	0,00	0,00	9,11
Sobradinho II	100,00	86,90	0,78	12,21	0,00	0,00	0,11
Jardim Botânico	100,00	80,80	2,60	16,60	0,00	0,00	0,00
Itapoã	100,00	88,10	4,78	6,79	0,00	0,00	0,33
S I A	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vicente Pires	100,00	96,64	0,67	2,46	0,00	0,00	0,22
Fercal	100,00	86,67	1,78	10,89	0,00	0,00	0,67
Distrito Federal	100,00	97,82	0,66	1,28	0,03	0,00	0,20

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2013

ANEXO A3 – Infraestrutura de abastecimento de água PDAD/DF 2015

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADF – 2015

Tabela 7.1 - Domicílios ocupados por abastecimento de água segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2015

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Total	Tipo de Abastecimento de Água			
		Rede geral - Caesb	Poço/cisterna	Poço artesiano	Outros
Valores Absolutos					
Plano Piloto	79.485	79.288	0	99	99
Gama	41.176	39.238	1.362	576	0
Taguatinga	64.810	64.723	86	0	0
Brazlândia	15.376	14.400	650	163	163
Sobradinho	19.143	18.460	0	684	0
Planaltina	54.596	54.317	139	139	0
Paranoá	12.502	12.259	135	108	0
Núcleo Bandeirante	7.828	7.828	0	0	0
Ceilândia	139.395	137.121	659	457	1.158
Guará	46.437	46.358	79	0	0
Cruzeiro	9.633	9.633	0	0	0
Samambaia	69.647	69.336	233	78	0
Santa Maria	34.685	33.875	173	636	0
São Sebastião	28.830	27.978	502	251	100
Recanto das Emas	41.890	41.311	105	474	0
Lago Sul	9.373	9.279	0	94	0
Riacho Fundo	12.994	12.994	0	0	0
Lago Norte	11.816	11.036	95	614	71
Candangolândia	4.801	4.801	0	0	0
Águas Claras	48.745	48.469	17	242	17
Riacho Fundo II	15.032	15.032	0	0	0
Sudoeste/Octogonal	22.556	22.556	0	0	0
Varjão	2.292	2.292	0	0	0
Park Way	5.914	5.878	24	0	12
SCIA - Estrutural	9.813	9.127	39	0	648
Sobradinho II	29.042	25.989	1.309	1.745	0
Jardim Botânico	8.027	7.094	129	740	64
Itapoã	17.583	16.809	352	422	0
S I A	549	542	0	2	4
Vicente Pires	20.206	19.827	101	202	76
Fercal	2.218	2.076	4	84	53
Distrito Federal	886.395	869.926	6.194	7.810	2.465
Valores Relativos (%)					
Plano Piloto	100,00	99,75	0,00	0,12	0,12
Gama	100,00	95,29	3,31	1,40	0,00
Taguatinga	100,00	99,87	0,13	0,00	0,00
Brazlândia	100,00	93,66	4,23	1,06	1,06
Sobradinho	100,00	96,43	0,00	3,57	0,00
Planaltina	100,00	99,49	0,26	0,26	0,00
Paranoá	100,00	98,05	1,08	0,87	0,00
Núcleo Bandeirante	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Ceilândia	100,00	98,37	0,47	0,33	0,83
Guará	100,00	99,83	0,17	0,00	0,00
Cruzeiro	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Samambaia	100,00	99,55	0,33	0,11	0,00
Santa Maria	100,00	97,67	0,50	1,83	0,00
São Sebastião	100,00	97,04	1,74	0,87	0,35
Recanto das Emas	100,00	98,62	0,25	1,13	0,00
Lago Sul	100,00	99,00	0,00	1,00	0,00
Riacho Fundo	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Lago Norte	100,00	93,40	0,80	5,20	0,60
Candangolândia	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Águas Claras	100,00	99,43	0,04	0,50	0,04
Riacho Fundo II	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Sudoeste/Octogonal	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Varjão	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Park Way	100,00	99,40	0,40	0,00	0,20
SCIA - Estrutural	100,00	93,00	0,40	0,00	6,60
Sobradinho II	100,00	89,49	4,51	6,01	0,00
Jardim Botânico	100,00	88,38	1,60	9,22	0,80
Itapoã	100,00	95,60	2,00	2,40	0,00
S I A	100,00	98,78	0,00	0,41	0,82
Vicente Pires	100,00	98,12	0,50	1,00	0,38
Fercal	100,00	93,60	0,20	3,80	2,40
Distrito Federal	100,00	98,14	0,70	0,88	0,28

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2015

ANEXO A4 – Infraestrutura de abastecimento de energia elétrica PDAD/DF 2013

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal - PDAD/DF - 2013

Tabela 2.3 - Domicílios ocupados, por tipo de abastecimento de energia elétrica, segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2013

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Total	Energia Elétrica			
		Rede Geral	Próprio (gerador/bateria)	Gambarra	Outros
Valores Absolutos					
Plano Piloto	76.919	76.886	0	33	0
Gama	38.775	38.215	43	302	216
Taguatinga	66.702	66.702	0	0	0
Brazlândia	15.035	15.002	33	0	0
Sobradinho	18.518	18.442	25	51	0
Planaltina	50.332	50.281	11	40	0
Paranoá	12.650	12.650	0	0	0
Núcleo Bandeirante	7.315	7.300	0	15	0
Ceilândia	127.407	126.811	0	560	37
Guará	38.770	38.740	0	30	0
Cruzeiro	10.232	10.232	0	0	0
Samambaia	63.955	63.880	0	75	0
Santa Maria	33.532	33.483	0	49	0
São Sebastião	27.665	27.610	0	55	0
Recanto das Emas	36.942	36.765	0	177	0
Lago Sul	8.580	8.580	0	0	0
Riacho Fundo	11.244	11.244	0	0	0
Lago Norte	10.962	10.922	20	0	20
Candangolândia	4.616	4.577	0	38	0
Águas Claras	38.401	38.333	51	17	0
Riacho Fundo II	10.806	10.806	0	0	0
Sudoeste/Octogonal	22.062	22.062	0	0	0
Varjão	2.491	2.480	0	11	0
Park Way	5.404	5.380	24	0	0
SCIA - Estrutural	8.892	8.102	0	652	138
Sobradinho II	26.692	26.662	0	0	30
Jardim Botânico	7.490	7.475	15	0	0
Itapoã	16.200	16.190	0	5	5
S I A	537	537	0	0	0
Vicente Pires	19.690	19.668	0	22	0
Fercal	2.313	2.282	5	26	0
Distrito Federal	821.130	818.299	228	2.158	445
Valores Relativos (%)					
Plano Piloto	100,00	99,96	0,00	0,04	0,00
Gama	100,00	98,55	0,11	0,78	0,56
Taguatinga	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Brazlândia	100,00	99,78	0,22	0,00	0,00
Sobradinho	100,00	99,59	0,14	0,27	0,00
Planaltina	100,00	99,83	0,08	0,08	0,00
Paranoá	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Núcleo Bandeirante	100,00	99,80	0,00	0,20	0,00
Ceilândia	100,00	99,31	0,00	0,65	0,04
Guará	100,00	99,92	0,00	0,08	0,00
Cruzeiro	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Samambaia	100,00	99,88	0,00	0,12	0,00
Santa Maria	100,00	99,85	0,00	0,15	0,00
São Sebastião	100,00	99,80	0,00	0,20	0,00
Recanto das Emas	100,00	99,52	0,00	0,48	0,00
Lago Sul	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Riacho Fundo	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Lago Norte	100,00	99,64	0,18	0,00	0,18
Candangolândia	100,00	99,17	0,00	0,83	0,00
Águas Claras	100,00	99,72	0,21	0,07	0,00
Riacho Fundo II	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Sudoeste/Octogonal	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Varjão	100,00	99,56	0,00	0,44	0,00
Park Way	100,00	99,55	0,45	0,00	0,00
SCIA - Estrutural	100,00	91,11	0,00	7,33	1,56
Sobradinho II	100,00	99,89	0,00	0,00	0,11
Jardim Botânico	100,00	99,80	0,20	0,00	0,00
Itapoã	100,00	99,78	0,00	0,11	0,11
S I A	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Vicente Pires	100,00	99,89	0,00	0,11	0,00
Fercal	100,00	98,67	0,22	1,11	0,00
Distrito Federal	100,00	99,66	0,03	0,26	0,05

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2013

ANEXO A5 – Infraestrutura de abastecimento de energia elétrica PDAD/DF 2015

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADDF – 2015

Tabela 7.2 - Domicílios ocupados por tipo de abastecimento de energia elétrica segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2015

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Total	Energia Elétrica			
		Rede Geral - CEB	Próprio (gerador/bateria)	Gambiarra	Outros
Valores Absolutos					
Plano Piloto	79.485	79.485	0	0	0
Gama	41.176	40.810	0	367	0
Taguatinga	64.810	64.810	0	0	0
Brazlândia	15.376	15.311	65	0	0
Sobradinho	19.143	19.116	0	27	0
Planaltina	54.596	54.596	0	0	0
Paranoá	12.502	12.340	0	162	0
Núcleo Bandeirante	7.828	7.828	0	0	0
Ceilândia	139.395	136.971	0	2.382	42
Guará	46.437	46.437	0	0	0
Cruzeiro	9.633	9.633	0	0	0
Samambaia	69.647	69.647	0	0	0
Santa Maria	34.685	34.685	0	0	0
São Sebastião	28.830	28.730	0	100	0
Recanto das Emas	41.890	41.679	0	211	0
Lago Sul	9.373	9.373	0	0	0
Riacho Fundo	12.994	12.890	0	104	0
Lago Norte	11.816	11.722	0	95	0
Candangolândia	4.801	4.801	0	0	0
Águas Claras	48.745	47.864	52	813	17
Riacho Fundo II	15.032	15.032	0	0	0
Sudoeste/Octogonal	22.556	22.556	0	0	0
Varjão	2.292	2.292	0	0	0
Park Way	5.914	5.914	0	0	0
SCIA - Estrutural	9.813	8.969	0	824	20
Sobradinho II	29.042	29.005	36	0	0
Jardim Botânico	8.027	7.995	0	32	0
Itapoá	17.583	17.583	0	0	0
S I A	549	544	0	2	2
Vicente Pires	20.206	20.029	0	177	0
Fercal	2.218	2.209	9	0	0
Distrito Federal	886.395	880.856	162	5.296	81
Valores Relativos (%)					
Plano Piloto	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Gama	100,00	99,11	0,00	0,89	0,00
Taguatinga	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Brazlândia	100,00	99,58	0,42	0,00	0,00
Sobradinho	100,00	99,86	0,00	0,14	0,00
Planaltina	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Paranoá	100,00	98,70	0,00	1,30	0,00
Núcleo Bandeirante	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Ceilândia	100,00	98,26	0,00	1,71	0,03
Guará	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Cruzeiro	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Samambaia	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Santa Maria	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
São Sebastião	100,00	99,65	0,00	0,35	0,00
Recanto das Emas	100,00	99,50	0,00	0,50	0,00
Lago Sul	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Riacho Fundo	100,00	99,20	0,00	0,80	0,00
Lago Norte	100,00	99,20	0,00	0,80	0,00
Candangolândia	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Águas Claras	100,00	98,19	0,11	1,67	0,04
Riacho Fundo II	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Sudoeste/Octogonal	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Varjão	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Park Way	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
SCIA - Estrutural	100,00	91,40	0,00	8,40	0,20
Sobradinho II	100,00	99,87	0,13	0,00	0,00
Jardim Botânico	100,00	99,60	0,00	0,40	0,00
Itapoá	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
S I A	100,00	99,18	0,00	0,41	0,41
Vicente Pires	100,00	99,12	0,00	0,88	0,00
Fercal	100,00	99,60	0,40	0,00	0,00
Distrito Federal	100,00	99,38	0,02	0,60	0,01

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2015

ANEXO A6 – Infraestrutura de esgotamento sanitário PDAD/DF 2013

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal - PDAD/DF - 2013

Tabela 2.4 - Domicílios ocupados, por tipo de esgotamento sanitário, segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2013

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Total	Tipo de Esgotamento Sanitário				
		Rede geral	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Esgotamento a céu aberto	Outros
Valores Absolutos						
Plano Piloto	76.919	76.359	461	66	0	33
Gama	38.775	36.015	2.243	431	0	86
Taguatinga	66.702	65.262	975	466	0	0
Brazlândia	15.035	13.198	1.838	0	0	0
Sobradinho	18.518	15.411	1.667	1.415	25	0
Planaltina	50.332	41.358	6.733	2.241	0	0
Paranoá	12.650	11.922	112	616	0	0
Núcleo Bandeirante	7.315	6.949	293	59	15	0
Ceilândia	127.407	106.544	11.687	9.087	79	10
Guará	38.770	37.265	572	873	0	60
Cruzeiro	10.232	10.232	0	0	0	0
Samambaia	63.955	62.089	1.045	821	0	0
Santa Maria	33.532	30.680	1.573	1.278	0	0
São Sebastião	27.665	25.559	721	1.386	0	0
Recanto das Emas	36.942	34.594	2.082	266	0	0
Lago Sul	8.580	7.474	1.090	16	0	0
Riacho Fundo	11.244	10.064	512	668	0	0
Lago Norte	10.962	8.710	1.654	598	0	0
Candangolândia	4.616	4.443	38	135	0	0
Águas Claras	38.401	31.672	5.385	1.344	0	0
Riacho Fundo II	10.806	10.255	394	157	0	0
Sudoeste/Octogonal	22.062	22.062	0	0	0	0
Varjão	2.491	2.453	22	17	0	0
Park Way	5.404	885	3.950	557	0	12
SCIA - Estrutural	8.892	7.944	257	672	0	20
Sobradinho II	26.692	10.398	12.354	3.940	0	0
Jardim Botânico	7.490	974	5.857	659	0	0
Itapoã	16.200	13.448	1.716	1.036	0	0
S I A	537	534	3	0	0	0
Vicente Pires	19.690	815	16.254	2.577	0	44
Fercal	2.313	159	1.043	1.105	5	0
Distrito Federal	821.130	705.725	82.530	32.486	124	265
Valores Relativos (%)						
Plano Piloto	100,00	99,24	0,62	0,09	0,00	0,04
Gama	100,00	92,88	5,78	1,11	0,00	0,22
Taguatinga	100,00	97,84	1,46	0,70	0,00	0,00
Brazlândia	100,00	87,78	12,22	0,00	0,00	0,00
Sobradinho	100,00	83,22	9,00	7,64	0,14	0,00
Planaltina	100,00	79,30	16,21	4,49	0,00	0,00
Paranoá	100,00	94,25	0,88	4,87	0,00	0,00
Núcleo Bandeirante	100,00	95,00	4,00	0,80	0,20	0,00
Ceilândia	100,00	64,08	20,05	15,67	0,12	0,08
Guará	100,00	96,12	1,48	2,25	0,00	0,16
Cruzeiro	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Samambaia	100,00	97,08	1,63	1,28	0,00	0,00
Santa Maria	100,00	91,50	4,69	3,81	0,00	0,00
São Sebastião	100,00	92,38	2,61	5,01	0,00	0,00
Recanto das Emas	100,00	93,65	5,64	0,72	0,00	0,00
Lago Sul	100,00	87,11	12,70	0,18	0,00	0,00
Riacho Fundo	100,00	89,50	4,55	5,94	0,00	0,00
Lago Norte	100,00	79,45	15,09	5,45	0,00	0,00
Candangolândia	100,00	96,25	0,83	2,92	0,00	0,00
Águas Claras	100,00	72,85	21,71	5,44	0,00	0,00
Riacho Fundo II	100,00	94,90	3,64	1,46	0,00	0,00
Sudoeste/Octogonal	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Varjão	100,00	98,45	0,88	0,66	0,00	0,00
Park Way	100,00	16,37	73,09	10,31	0,00	0,22
SCIA - Estrutural	100,00	89,33	2,89	7,56	0,00	0,22
Sobradinho II	100,00	38,96	46,28	14,76	0,00	0,00
Jardim Botânico	100,00	13,00	78,20	8,80	0,00	0,00
Itapoã	100,00	52,61	28,36	19,02	0,00	0,00
S I A	100,00	99,40	0,60	0,00	0,00	0,00
Vicente Pires	100,00	4,14	82,55	13,09	0,00	0,22
Fercal	100,00	6,89	45,11	47,78	0,22	0,00
Distrito Federal	100,00	85,95	10,05	3,96	0,02	0,03

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2013

ANEXO A7– Infraestrutura de esgotamento sanitário PDAD/DF 2015

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADF – 2015

Tabela 7.3 - Domicílios ocupados por tipo de esgotamento sanitário segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2015

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Total	Tipo de Esgotamento Sanitário				
		Rede geral - CAESB	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Esgotamento a céu aberto	Outros
Valores Absolutos						
Plano Piloto	79.485	79.025	394	66	0	0
Gama	41.176	37.509	2.515	1.153	0	0
Taguatinga	64.810	63.168	1.642	0	0	0
Brazlândia	15.376	13.783	488	1.105	0	0
Sobradinho	19.143	15.862	2.270	985	0	27
Planaltina	54.596	44.625	6.624	2.998	0	349
Paranoá	12.502	11.907	352	244	0	0
Núcleo Bandeirante	7.828	7.405	360	63	0	0
Ceilândia	139.395	112.517	16.182	10.452	42	202
Guará	46.437	45.571	866	0	0	0
Cruzeiro	9.633	9.556	77	0	0	0
Samambaia	69.647	67.626	1.399	622	0	0
Santa Maria	34.685	31.621	2.197	867	0	0
São Sebastião	28.830	26.504	1.072	1.154	50	50
Recanto das Emas	41.890	38.413	2.371	1.107	0	0
Lago Sul	9.373	6.299	3.018	56	0	0
Riacho Fundo	12.994	11.616	988	390	0	0
Lago Norte	11.816	9.524	662	1.631	0	0
Candangolândia	4.801	4.647	106	48	0	0
Águas Claras	48.745	41.140	6.153	1.453	0	0
Riacho Fundo II	15.032	14.340	601	90	0	0
Sudoeste/Octogonal	22.556	22.556	0	0	0	0
Varjão	2.292	2.288	5	0	0	0
Park Way	5.914	249	5.179	450	0	36
SCIA - Estrutural	9.813	8.812	667	334	0	0
Sobradinho II	29.042	8.942	15.048	5.052	0	0
Jardim Botânico	8.027	1.416	4.939	1.673	0	0
Itapoá	17.583	15.262	1.582	738	0	0
S I A	549	535	9	0	0	4
Vicente Pires	20.206	4.729	12.670	2.605	0	202
Fercal	2.218	71	1.167	981	0	0
Distrito Federal	886.395	757.518	91.601	36.314	92	870
Valores Relativos (%)						
Plano Piloto	100,00	99,42	0,50	0,08	0,00	0,00
Gama	100,00	91,09	6,11	2,80	0,00	0,00
Taguatinga	100,00	97,47	2,53	0,00	0,00	0,00
Brazlândia	100,00	89,64	3,17	7,19	0,00	0,00
Sobradinho	100,00	82,86	11,86	5,14	0,00	0,14
Planaltina	100,00	81,74	12,13	5,49	0,00	0,64
Paranoá	100,00	95,24	2,81	1,95	0,00	0,00
Núcleo Bandeirante	100,00	94,60	4,60	0,80	0,00	0,00
Ceilândia	100,00	80,72	11,61	7,50	0,03	0,14
Guará	100,00	98,14	1,86	0,00	0,00	0,00
Cruzeiro	100,00	99,20	0,80	0,00	0,00	0,00
Samambaia	100,00	97,10	2,01	0,89	0,00	0,00
Santa Maria	100,00	91,17	6,33	2,50	0,00	0,00
São Sebastião	100,00	91,93	3,72	4,00	0,17	0,17
Recanto das Emas	100,00	91,70	5,66	2,64	0,00	0,00
Lago Sul	100,00	67,20	32,20	0,60	0,00	0,00
Riacho Fundo	100,00	89,40	7,60	3,00	0,00	0,00
Lago Norte	100,00	80,60	5,60	13,80	0,00	0,00
Candangolândia	100,00	96,80	2,20	1,00	0,00	0,00
Águas Claras	100,00	84,40	12,62	2,98	0,00	0,00
Riacho Fundo II	100,00	95,40	4,00	0,60	0,00	0,00
Sudoeste/Octogonal	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Varjão	100,00	99,80	0,20	0,00	0,00	0,00
Park Way	100,00	4,21	87,58	7,62	0,00	0,60
SCIA - Estrutural	100,00	89,80	6,80	3,40	0,00	0,00
Sobradinho II	100,00	30,79	51,81	17,40	0,00	0,00
Jardim Botânico	100,00	17,64	61,52	20,84	0,00	0,00
Itapoá	100,00	86,80	9,00	4,20	0,00	0,00
S I A	100,00	97,55	1,63	0,00	0,00	0,82
Vicente Pires	100,00	23,40	62,70	12,89	0,00	1,00
Fercal	100,00	3,20	52,60	44,20	0,00	0,00
Distrito Federal	100,00	85,46	10,33	4,10	0,01	0,10

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2015

ANEXO A8 – Infraestrutura de coleta de resíduos PDAD/DF 2013

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal - PDAD/DF - 2013

Tabela 2.5 - Domicílios ocupados, por tipo de coleta de lixo, segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2013

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Total	Tipo de Coleta				
		Serviço de limpeza urbana	SLU com coleta seletiva	Queimado ou enterrado	Jogado em local impróprio	Outro destino
Valores Absolutos						
Plano Piloto	76.919	20.761	56.026	0	33	99
Gama	38.775	37.136	0	86	216	1.337
Taguatinga	66.702	66.660	0	0	0	42
Brazlândia	15.035	14.668	33	267	67	0
Sobradinho	18.518	18.291	0	0	0	227
Planaltina	50.332	50.176	0	145	11	0
Paranoá	12.650	12.594	0	0	0	56
Núcleo Bandeirante	7.315	7.256	0	0	59	0
Ceilândia	127.407	118.017	0	112	2.894	6.384
Guará	38.770	35.008	2.137	0	0	1.625
Cruzeiro	10.232	10.126	106	0	0	0
Samambaia	63.955	63.955	0	0	0	0
Santa Maria	33.532	32.844	0	49	0	639
São Sebastião	27.665	27.166	0	0	55	444
Recanto das Emas	36.942	35.702	0	44	0	1.196
Lago Sul	8.580	3.332	5.216	0	0	31
Riacho Fundo	11.244	10.932	0	0	0	312
Lago Norte	10.962	8.929	1.973	0	20	40
Candangolândia	4.616	4.568	0	0	0	48
Águas Claras	38.401	37.579	362	0	0	460
Riacho Fundo II	10.806	10.806	0	0	0	0
Sudoeste/Octogonal	22.062	12.025	10.037	0	0	0
Varjão	2.491	2.491	0	0	0	0
Park Way	5.404	4.338	727	0	0	339
SCIA - Estrutural	8.892	8.339	0	0	0	553
Sobradinho II	26.692	25.626	0	0	0	1.066
Jardim Botânico	7.490	2.951	4.524	15	0	0
Itapoã	16.200	16.114	0	36	0	50
S I A	537	528	10	0	0	0
Vicente Pires	19.690	16.012	0	0	0	3.678
Fercal	2.313	2.272	5	5	15	15
Distrito Federal	821.130	717.199	81.158	761	3.370	18.643
Valores Relativos (%)						
Plano Piloto	100,00	27,88	71,94	0,00	0,04	0,13
Gama	100,00	95,77	0,00	0,22	0,56	3,45
Taguatinga	100,00	99,94	0,00	0,00	0,00	0,06
Brazlândia	100,00	97,56	0,22	1,78	0,44	0,00
Sobradinho	100,00	98,77	0,00	0,00	0,00	1,23
Planaltina	100,00	99,67	0,00	0,25	0,08	0,00
Paranoá	100,00	99,56	0,00	0,00	0,00	0,44
Núcleo Bandeirante	100,00	99,20	0,00	0,00	0,80	0,00
Ceilândia	100,00	85,43	0,00	0,12	3,81	10,63
Guará	100,00	90,30	5,51	0,00	0,00	4,19
Cruzeiro	100,00	98,96	1,04	0,00	0,00	0,00
Samambaia	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Santa Maria	100,00	97,95	0,00	0,15	0,00	1,91
São Sebastião	100,00	98,20	0,00	0,00	0,20	1,60
Recanto das Emas	100,00	96,64	0,00	0,12	0,00	3,24
Lago Sul	100,00	38,84	60,80	0,00	0,00	0,36
Riacho Fundo	100,00	97,23	0,00	0,00	0,00	2,77
Lago Norte	100,00	81,45	18,00	0,00	0,18	0,36
Candangolândia	100,00	98,96	0,00	0,00	0,00	1,04
Águas Claras	100,00	96,76	1,38	0,00	0,00	1,86
Riacho Fundo II	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sudoeste/Octogonal	100,00	54,51	45,49	0,00	0,00	0,00
Varjão	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Park Way	100,00	80,27	13,45	0,00	0,00	6,28
SCIA - Estrutural	100,00	93,78	0,00	0,00	0,00	6,22
Sobradinho II	100,00	96,00	0,00	0,00	0,00	4,00
Jardim Botânico	100,00	39,40	60,40	0,20	0,00	0,00
Itapoã	100,00	98,67	0,00	0,22	0,00	1,11
S I A	100,00	98,19	1,81	0,00	0,00	0,00
Vicente Pires	100,00	81,32	0,00	0,00	0,00	18,68
Fercal	100,00	98,22	0,22	0,22	0,67	0,67
Distrito Federal	100,00	87,34	9,88	0,09	0,41	2,27

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2013

ANEXO A9 – Infraestrutura de coleta de resíduos PDAD/DF 2015

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADDF – 2015

Tabela 7.4 - Domicílios ocupados por existência de coleta de lixo segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2015

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Total	Tipo de Coleta			
		SLU sem coleta seletiva	SLU com coleta seletiva	Jogado em local impróprio	Outro destino
Valores Absolutos					
Plano Piloto	79.485	2.261	76.719	0	504
Gama	41.176	2.148	37.090	52	1.886
Taguatinga	64.810	13.178	51.588	0	43
Brazlândia	15.376	1.593	13.555	0	228
Sobradinho	19.143	5.223	13.893	0	27
Planaltina	54.596	18.826	35.770	0	0
Paranoá	12.502	9.498	2.923	0	81
Núcleo Bandeirante	7.828	673	6.497	0	658
Ceilândia	139.395	9.985	108.701	7.415	13.294
Guará	46.437	1.535	43.525	0	1.377
Cruzeiro	9.633	250	9.383	0	0
Samambaia	69.647	2.954	66.227	78	389
Santa Maria	34.685	2.312	31.390	116	867
São Sebastião	28.830	28.110	470	0	251
Recanto das Emas	41.890	4.742	35.198	105	1.844
Lago Sul	9.373	2.287	6.711	0	375
Riacho Fundo	12.994	624	11.720	0	650
Lago Norte	11.816	2.174	9.169	0	473
Candangolândia	4.801	470	4.321	0	10
Águas Claras	48.745	4.656	39.664	17	4.409
Riacho Fundo II	15.032	1.142	13.889	0	0
Sudoeste/Octogonal	22.556	3.864	18.692	0	0
Varjão	2.292	923	1.369	0	0
Park Way	5.914	2.038	1.019	0	2.856
SCIA - Estrutural	9.813	6.575	2.728	137	373
Sobradinho II	29.042	9.887	17.883	36	1.236
Jardim Botânico	8.027	6.242	1.126	0	660
Itapoá	17.583	16.704	879	0	0
S I A	549	63	486	0	0
Vicente Pires	20.206	9.484	6.904	25	3.793
Fercal	2.218	2.081	133	0	4
Distrito Federal	886.395	172.503	669.623	7.982	36.287
Valores Relativos (%)					
Plano Piloto	100,00	2,85	96,52	0,00	0,63
Gama	100,00	5,22	90,08	0,13	4,58
Taguatinga	100,00	20,33	79,60	0,00	0,07
Brazlândia	100,00	10,36	88,16	0,00	1,48
Sobradinho	100,00	27,29	72,57	0,00	0,14
Planaltina	100,00	34,48	65,52	0,00	0,00
Paranoá	100,00	75,97	23,38	0,00	0,65
Núcleo Bandeirante	100,00	8,60	83,00	0,00	8,40
Ceilândia	100,00	7,16	77,98	5,32	9,54
Guará	100,00	3,31	93,73	0,00	2,97
Cruzeiro	100,00	2,60	97,40	0,00	0,00
Samambaia	100,00	4,24	95,09	0,11	0,56
Santa Maria	100,00	6,67	90,50	0,33	2,50
São Sebastião	100,00	97,50	1,63	0,00	0,87
Recanto das Emas	100,00	11,32	84,03	0,25	4,40
Lago Sul	100,00	24,40	71,60	0,00	4,00
Riacho Fundo	100,00	4,80	90,20	0,00	5,00
Lago Norte	100,00	18,40	77,60	0,00	4,00
Candangolândia	100,00	9,80	90,00	0,00	0,20
Águas Claras	100,00	9,55	81,37	0,04	9,04
Riacho Fundo II	100,00	7,60	92,40	0,00	0,00
Sudoeste/Octogonal	100,00	17,13	82,87	0,00	0,00
Varjão	100,00	40,28	59,72	0,00	0,00
Park Way	100,00	34,47	17,23	0,00	48,30
SCIA - Estrutural	100,00	67,00	27,80	1,40	3,80
Sobradinho II	100,00	34,04	61,58	0,13	4,26
Jardim Botânico	100,00	77,76	14,03	0,00	8,22
Itapoá	100,00	95,00	5,00	0,00	0,00
S I A	100,00	11,43	88,57	0,00	0,00
Vicente Pires	100,00	46,93	34,17	0,13	18,77
Fercal	100,00	93,80	6,00	0,00	0,20
Distrito Federal	100,00	19,46	75,54	0,90	4,09

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2015

ANEXO A10 – Escolaridade PDAD/DF 2013

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal - PDAD/DF - 2013

Tabela 6.2 - População por nível de escolaridade, segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2013

(conclusão)

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Nível de Escolaridade				
	Superior incompleto	Superior completo (*)	Crianças de 6 a 14 anos fora da escola	Não sabem	Menor de seis anos fora da escola
Valores Absolutos					
Plano Piloto	23.253	115.473	0	31	5.796
Gama	10.610	13.285	0	43	4.443
Taguatinga	21.104	38.818	42	85	6.653
Brazlândia	2.406	3.341	33	0	1.938
Sobradinho	6.872	12.025	25	76	2.905
Planaltina	8.910	9.469	0	310	11.531
Paranoá	2.211	1.819	56	0	1.959
Núcleo Bandeirante	2.355	4.272	0	0	775
Ceilândia	24.372	21.243	252	141	22.594
Guará	14.569	34.526	120	90	3.341
Cruzeiro	3.927	10.189	0	21	913
Samambaia	12.537	12.910	75	672	11.642
Santa Maria	6.539	6.588	49	98	4.769
São Sebastião	4.602	5.932	0	55	5.932
Recanto das Emas	7.264	4.252	266	620	7.796
Lago Sul	2.460	19.402	0	62	452
Riacho Fundo	3.985	5.121	0	0	1.336
Lago Norte	3.089	19.812	0	0	1.056
Candangolândia	1.462	1.837	0	10	442
Águas Claras	12.520	44.999	0	88	5.244
Riacho Fundo II	2.598	2.067	0	0	1.850
Sudoeste/Octogonal	4.491	34.554	0	25	1.620
Varjão	353	138	6	0	452
Park Way	1.769	10.663	0	0	315
SCIA - Estrutural	909	178	79	79	3.438
Sobradinho II	8.769	15.494	0	59	4.681
Jardim Botânico	2.292	12.434	0	0	749
Itapoã	2.267	2.820	15	196	5.060
S I A	223	340	0	0	61
Vicente Pires	8.259	17.047	0	0	2.687
Fercal	206	93	0	0	838
Distrito Federal	207.184	481.140	1.018	2.762	123.268
Valores Relativos (%)					
Plano Piloto	10,74	53,34	0,00	0,01	2,68
Gama	7,86	9,84	0,00	0,03	3,29
Taguatinga	9,91	18,24	0,02	0,04	3,13
Brazlândia	4,71	6,54	0,07	0,00	3,79
Sobradinho	10,79	18,87	0,04	0,12	4,56
Planaltina	4,81	5,11	0,00	0,17	6,22
Paranoá	4,78	3,93	0,12	0,00	4,24
Núcleo Bandeirante	9,93	18,01	0,00	0,00	3,27
Ceilândia	5,39	4,70	0,06	0,03	5,00
Guará	12,15	28,79	0,10	0,08	2,79
Cruzeiro	12,20	31,66	0,00	0,07	2,84
Samambaia	5,49	5,65	0,03	0,29	5,10
Santa Maria	5,33	5,37	0,04	0,08	3,89
São Sebastião	4,65	6,00	0,00	0,06	6,00
Recanto das Emas	5,23	3,06	0,19	0,45	5,61
Lago Sul	8,03	63,35	0,00	0,20	1,47
Riacho Fundo	10,60	13,62	0,00	0,00	3,55
Lago Norte	9,04	57,96	0,00	0,00	3,09
Candangolândia	8,66	10,88	0,00	0,06	2,62
Águas Claras	10,53	37,86	0,00	0,07	4,41
Riacho Fundo II	6,59	5,24	0,00	0,00	4,69
Sudoeste/Octogonal	8,59	66,10	0,00	0,05	3,10
Varjão	3,80	1,48	0,06	0,00	4,86
Park Way	8,97	54,05	0,00	0,00	1,60
SCIA - Estrutural	2,59	0,51	0,23	0,23	9,80
Sobradinho II	9,00	15,90	0,00	0,06	4,80
Jardim Botânico	9,06	49,14	0,00	0,00	2,96
Itapoã	3,80	4,72	0,03	0,33	8,48
S I A	11,18	17,02	0,00	0,00	3,08
Vicente Pires	11,41	23,54	0,00	0,00	3,71
Fercal	2,44	1,10	0,00	0,00	9,96
Distrito Federal	7,43	17,27	0,04	0,10	4,42

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2013

(*) Inclui Especialização, Mestrado e Doutorado.

ANEXO A11 – Escolaridade PDAD/DF 2015

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADDF – 2015

Tabela 3.2 - População por nível de escolaridade segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2015

(conclusão)

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Nível de Escolaridade				
	Superior incompleto	Superior completo (¹)	Crianças de 6 a 14 anos fora da escola	Não sabem	Menor de seis anos fora da escola
Valores Absolutos					
Plano Piloto	20.485	118.688	36	0	5.106
Gama	11.001	16.973	52	105	4.034
Taguatinga	20.264	45.756	43	86	6.049
Brazlândia	3.478	3.771	0	33	2.015
Sobradinho	6.153	11.486	0	27	1.942
Planaltina	12.900	12.202	139	209	9.692
Paranoá	3.004	2.192	0	27	2.327
Núcleo Bandeirante	2.333	4.853	0	16	892
Ceilândia	26.465	28.830	118	160	19.490
Guará	14.167	40.494	0	0	3.935
Cruzeiro	2.871	9.672	0	0	597
Samambaia	18.733	17.256	0	0	11.427
Santa Maria	7.110	6.764	0	0	6.070
São Sebastião	6.502	7.703	100	251	6.513
Recanto das Emas	7.588	8.115	105	211	8.325
Lago Sul	2.006	19.870	0	0	412
Riacho Fundo	3.976	6.419	0	104	1.247
Lago Norte	3.285	20.371	0	0	1.182
Candangolândia	1.210	2.487	0	0	355
Águas Claras	13.969	55.985	17	17	5.908
Riacho Fundo II	3.006	3.337	30	0	2.796
Sudoeste/Octogonal	5.269	34.173	0	50	1.907
Varjão	450	216	0	9	390
Park Way	1.861	9.943	0	0	379
SCIA - Estrutural	1.472	589	20	0	2.983
Sobradinho II	8.942	18.792	145	73	4.289
Jardim Botânico	3.057	12.821	32	16	901
Itapoá	2.708	3.165	70	316	5.802
S I A	257	472	2	0	83
Vicente Pires	6.828	21.269	0	0	2.124
Fercal	328	169	0	0	719
Distrito Federal	221.676	544.832	912	1.710	119.894
Valores Relativos (%)					
Plano Piloto	9,75	56,50	0,02	0,00	2,43
Gama	8,20	12,66	0,04	0,08	3,01
Taguatinga	9,79	22,10	0,02	0,04	2,92
Brazlândia	6,71	7,28	0,00	0,06	3,89
Sobradinho	9,80	18,30	0,00	0,04	3,09
Planaltina	6,77	6,41	0,07	0,11	5,09
Paranoá	6,68	4,87	0,00	0,06	5,17
Núcleo Bandeirante	9,90	20,60	0,00	0,07	3,79
Ceilândia	5,52	6,01	0,02	0,03	4,06
Guará	10,64	30,41	0,00	0,00	2,96
Cruzeiro	9,72	32,75	0,00	0,00	2,02
Samambaia	7,25	6,68	0,00	0,00	4,42
Santa Maria	5,66	5,39	0,00	0,00	4,83
São Sebastião	6,53	7,74	0,10	0,25	6,54
Recanto das Emas	5,16	5,52	0,07	0,14	5,67
Lago Sul	6,92	68,56	0,00	0,00	1,42
Riacho Fundo	9,92	16,01	0,00	0,26	3,11
Lago Norte	9,03	55,97	0,00	0,00	3,25
Candangolândia	7,73	15,90	0,00	0,00	2,27
Águas Claras	10,08	40,40	0,01	0,01	4,26
Riacho Fundo II	5,81	6,45	0,06	0,00	5,41
Sudoeste/Octogonal	9,94	64,49	0,00	0,09	3,60
Varjão	5,33	2,55	0,00	0,11	4,62
Park Way	9,40	50,21	0,00	0,00	1,92
SCIA - Estrutural	3,83	1,53	0,05	0,00	7,76
Sobradinho II	8,88	18,66	0,14	0,07	4,26
Jardim Botânico	11,37	47,70	0,12	0,06	3,35
Itapoá	4,03	4,71	0,10	0,47	8,63
S I A	12,94	23,73	0,11	0,00	4,16
Vicente Pires	9,39	29,24	0,00	0,00	2,92
Fercal	3,96	2,03	0,00	0,00	8,67
Distrito Federal	7,63	18,74	0,03	0,06	4,12

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2015

(1) Inclui Especialização, Mestrado e Doutorado.

ANEXO A12 – Escolaridade PDAD/DF 2011

PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS - 2011

Tabela 5.2 - População por nível de escolaridade, segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal – 2011

(conclusão)

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Nível de Escolaridade						
	Médio incompleto	Médio completo	Superior incompleto	Superior completo ¹	Crianças de 6 a 14 anos fora da escola	Não sabe	Menor de seis anos fora da escola
Valores Absolutos							
Brasília	9.873	33.056	24.342	104.363	0	120	4.876
Gama	14.277	29.243	8.558	13.141	0	122	5.029
Taguatinga	17.045	47.758	19.892	33.845	0	529	6.224
Brazlândia	5.362	9.415	2.259	2.343	0	106	2.639
Sobradinho	5.097	14.705	5.734	11.035	0	25	1.988
Planaltina	17.269	31.065	6.846	7.102	0	51	8.992
Paranoá	4.546	7.255	1.587	1.390	0	18	2.585
Núcleo Bandeirante	1.605	5.941	2.447	4.268	11	11	854
Ceilândia	42.164	81.643	21.032	18.447	99	2.983	24.264
Guará	7.374	27.862	13.114	25.538	0	145	3.451
Cruzeiro	1.991	7.966	3.841	8.993	0	32	838
Samambaia	22.012	41.832	10.672	8.052	0	238	10.863
Santa Maria	13.133	29.934	5.759	5.319	37	73	4.806
São Sebastião	8.721	15.051	2.479	1.896	175	233	4.784
Recanto das Emas	14.364	25.531	5.474	2.682	37	478	9.294
Lago Sul	1.037	3.221	2.671	17.721	0	47	408
Riacho Fundo	3.158	9.064	3.001	3.205	31	47	1.728
Lago Norte	663	3.082	3.998	21.200	0	0	722
Candangolândia	1.596	4.248	1.300	1.448	9	0	584
Águas Claras	7.884	20.461	13.543	33.535	0	0	5.514
Riacho Fundo II	4.437	8.730	1.730	1.458	32	128	1.954
Sudoeste/Octogonal	1.985	4.923	5.113	30.732	0	27	2.230
Varjão	1.004	1.370	322	161	6	12	521
Park Way	1.077	2.868	2.154	8.302	0	0	597
SCIA - Estrutural	3.563	4.026	559	176	32	64	2.812
Sobradinho II	9.014	20.633	7.433	14.610	43	256	5.126
Jardim Botânico	1.029	3.087	2.675	11.276	0	14	851
Itapoá	5.673	6.749	709	293	24	147	5.917
S I A ¹	302	587	134	268	0	0	134
Vicente Pires	5.963	14.040	7.875	12.807	25	25	2.893
Distrito Federal	233.218	515.346	187.253	405.606	561	5.931	123.478
Valores Relativos (%)							
Brasília	4,70	15,75	11,60	49,71	0,00	0,06	2,32
Gama	11,20	22,94	6,71	10,31	0,00	0,10	3,95
Taguatinga	8,62	24,15	10,06	17,11	0,00	0,27	3,15
Brazlândia	10,85	19,05	4,57	4,74	0,00	0,21	5,34
Sobradinho	8,64	24,91	9,72	18,70	0,00	0,04	3,37
Planaltina	10,67	19,20	4,23	4,39	0,00	0,03	5,56
Paranoá	10,72	17,10	3,74	3,28	0,00	0,04	6,09
Núcleo Bandeirante	7,11	26,32	10,84	18,91	0,05	0,05	3,78
Ceilândia	10,43	20,19	5,20	4,56	0,02	0,74	6,00
Guará	6,84	25,84	12,16	23,69	0,00	0,13	3,20
Cruzeiro	6,38	25,51	12,30	28,80	0,00	0,10	2,68
Samambaia	10,90	20,72	5,29	3,99	0,00	0,12	5,38
Santa Maria	11,00	25,06	4,82	4,45	0,03	0,06	4,02
São Sebastião	11,21	19,35	3,19	2,44	0,22	0,30	6,15
Recanto das Emas	11,51	20,46	4,39	2,15	0,03	0,38	7,45
Lago Sul	3,49	10,85	9,00	59,71	0,00	0,16	1,37
Riacho Fundo	8,95	25,70	8,51	9,09	0,09	0,13	4,90
Lago Norte	1,98	9,19	11,92	63,23	0,00	0,00	2,15
Candangolândia	10,00	26,63	8,15	9,08	0,06	0,00	3,66
Águas Claras	7,17	18,61	12,32	30,50	0,00	0,00	5,02
Riacho Fundo II	11,98	23,56	4,67	3,94	0,09	0,35	5,27
Sudoeste/Octogonal	3,85	9,55	9,92	59,60	0,00	0,05	4,32
Varjão	11,13	15,19	3,57	1,79	0,07	0,13	5,78
Park Way	5,48	14,60	10,96	42,25	0,00	0,00	3,04
SCIA - Estrutural	11,08	12,52	1,74	0,55	0,10	0,20	8,75
Sobradinho II	9,56	21,88	7,88	15,50	0,05	0,27	5,44
Jardim Botânico	4,31	12,94	11,21	47,27	0,00	0,06	3,57
Itapoá	10,07	11,97	1,26	0,52	0,04	0,26	10,50
S I A ¹	12,34	23,98	5,47	10,95	0,00	0,00	5,47
Vicente Pires	8,80	20,71	11,62	18,89	0,04	0,04	4,27
Distrito Federal	9,12	20,16	7,33	15,87	0,02	0,23	4,83

Fonte: CODEPLAN – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2011

¹ Inclui Especialização, Mestrado e Doutorado.

ANEXO A13 – Renda Domiciliar Média Mensal PDAD/DF 2011

PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS - 2011

Tabela 6.9 - Renda Domiciliar Média Mensal, Per Capita Média Mensal e Gini, segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal – 2011

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Renda Domiciliar Média Mensal		Renda Per Capita Média Mensal		GINI
	Valores Absolutos R\$ 1,00	Valores em Salários Mínimos	Valores Absolutos R\$ 1,00	Valores em Salários Mínimos	
Valores Absolutos					
Brasília	10.484,55	19,24	3.648,89	6,7	0,378
Gama	3.604,08	6,61	1.015,77	1,86	0,456
Taguatinga	4.427,16	8,12	1.310,86	2,41	0,453
Brazlândia	2.443,12	4,48	642,21	1,18	0,464
Sobradinho	4.872,95	8,94	1.455,34	2,67	0,444
Planaltina	2.308,51	4,24	634,35	1,16	0,462
Paranoá	1.957,86	3,59	487,55	0,89	0,407
Núcleo Bandeirante	4.544,85	8,34	1.388,09	2,55	0,439
Ceilândia	2.351,83	4,32	642,69	1,18	0,462
Guará	6.016,32	11,04	1.850,35	3,4	0,413
Cruzeiro	6.580,22	12,07	2.021,16	3,71	0,380
Samambaia	2.158,99	3,96	577,67	1,06	0,427
Santa Maria	2.483,73	4,56	658,97	1,21	0,452
São Sebastião	1.877,41	3,44	501,47	0,92	0,400
Recanto das Emas	1.914,18	3,51	491,12	0,9	0,414
Lago Sul	18.950,96	34,77	5.756,38	10,56	0,323
Riacho Fundo	3.271,14	6,00	850,72	1,56	0,457
Lago Norte	14.084,57	25,84	4.864,87	8,93	0,349
Candangolândia	4.066,56	7,46	1.064,08	1,95	0,446
Águas Claras	7.979,76	14,64	2.375,70	4,36	0,426
Riacho Fundo II	2.156,37	3,96	563,31	1,03	0,423
Sudoeste/Octogonal	11.963,81	21,95	4.727,42	8,67	0,350
Varjão	1.575,83	2,89	424,65	0,78	0,403
Park Way	12.809,28	23,5	3.656,21	6,71	0,421
SCIA - Estrutural	1.263,01	2,32	306,42	0,56	0,354
Sobradinho II	4.858,82	8,92	1.330,25	2,44	0,505
Jardim Botânico	11.817,42	21,68	3.449,62	6,33	0,347
Itapoã	1.358,96	2,49	343,8	0,63	0,338
S I A ¹	2.736,80	5,02	827,94	1,52	0,382
Vicente Pires	6.327,82	11,61	1.707,94	3,13	0,427
Distrito Federal	4.640,86	8,52	1.318,85	2,42	0,510

Fonte: CODEPLAN – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2011

ANEXO A14 – Renda Domiciliar Média Mensal PDAD/DF 2013

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal - PDAD/DF - 2013

Tabela 10.7 - Renda Domiciliar Média Mensal, Per Capita Média Mensal e Gini, segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2013

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Renda Domiciliar Média Mensal		Renda Per Capita Média Mensal		GINI
	Valores Absolutos RS 1,00	Valores em Salários Mínimos	Valores Absolutos RS 1,00	Valores em Salários Mínimos	
Valores Absolutos					
Plano Piloto	11.866,79	16,39	4.451,87	6,57	0,389
Gama	3.776,98	5,22	1.103,93	1,63	0,431
Taguatinga	5.126,27	7,08	1.635,12	2,41	0,453
Brazlândia	2.749,33	3,80	818,30	1,21	0,444
Sobradinho	5.463,15	7,55	1.594,26	2,35	0,452
Planaltina	2.647,74	3,66	728,72	1,07	0,491
Paranoá	2.651,09	3,66	741,71	1,09	0,418
Núcleo Bandeirante	4.778,49	6,60	1.500,18	2,21	0,463
Ceilândia	2.516,50	3,48	720,49	1,06	0,418
Guará	6.882,62	9,51	2.279,91	3,36	0,426
Cruzeiro	7.864,56	10,86	2.532,13	3,73	0,351
Samambaia	2.716,63	3,75	765,32	1,13	0,409
Santa Maria	2.586,83	3,57	708,50	1,04	0,404
São Sebastião	2.697,69	3,73	764,05	1,13	0,403
Recanto das Emas	2.454,83	3,39	662,28	0,98	0,420
Lago Sul	20.464,01	28,27	6.510,10	9,60	0,350
Riacho Fundo	4.406,80	6,09	1.346,09	1,99	0,444
Lago Norte	13.423,28	18,54	4.558,40	6,72	0,388
Candangolândia	4.010,56	5,54	1.114,19	1,64	0,429
Águas Claras	9.619,64	13,29	3.158,29	4,66	0,469
Riacho Fundo II	2.747,34	3,79	759,93	1,12	0,402
Sudoeste/Octogonal	13.995,64	19,33	6.144,17	9,06	0,371
Varjão	1.873,32	2,59	501,91	0,74	0,353
Park Way	16.901,36	23,34	4.871,39	7,18	0,352
SCIA - Estrutural	1.440,51	1,99	367,50	0,54	0,318
Sobradinho II	5.520,14	7,62	1.518,41	2,24	0,487
Jardim Botânico	13.404,02	18,51	4.132,91	6,10	0,381
Itapoã	2.665,86	3,68	726,93	1,07	0,270
S I A	5.474,28	7,56	1.500,84	2,21	0,321
Vicente Pires	7.452,58	10,29	2.075,47	3,06	0,398
Fercal	2.085,30	2,88	574,31	0,85	0,379
Distrito Federal	5.015,04	6,93	1.489,57	2,20	0,474

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2013

ANEXO A15 – Renda Domiciliar Média Mensal PDAD/DF 2015

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADDF – 2015

Tabela 5.7 - Renda Domiciliar Média Mensal, Per Capita Média Mensal e Gini segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2015

Distrito Federal e Regiões Administrativas	Renda Domiciliar Média Mensal		Renda Per Capita Média Mensal		GINI
	Valores Absolutos RS 1,00	Valores em Salários Mínimos	Valores Absolutos RS 1,00	Valores em Salários Mínimos	
Plano Piloto	12.391,62	15,73	5.559,75	7,06	0,427
Gama	4.541,79	5,76	1.396,93	1,77	0,462
Taguatinga	5.736,83	7,28	1.998,14	2,54	0,442
Braziândia	3.418,65	4,34	983,66	1,25	0,425
Sobradinho	5.675,96	7,20	1.775,79	2,25	0,475
Planaltina	3.359,22	4,26	933,80	1,19	0,477
Paranoá	2.769,59	3,51	756,88	0,96	0,402
Núcleo Bandeirante	5.187,49	6,58	1.842,38	2,34	0,449
Ceilândia	3.073,62	3,90	914,75	1,16	0,436
Guará	7.415,25	9,41	2.683,23	3,41	0,427
Cruzeiro	7.333,68	9,31	2.725,23	3,46	0,354
Samambaia	3.465,87	4,40	914,61	1,16	0,402
Santa Maria	3.267,50	4,15	887,63	1,13	0,447
São Sebastião	3.092,70	3,92	966,96	1,23	0,341
Recanto das Emas	2.899,28	3,68	803,92	1,02	0,420
Lago Sul	21.695,66	27,53	8.117,53	10,30	0,370
Riacho Fundo	4.868,09	6,18	1.624,19	2,06	0,457
Lago Norte	11.687,13	14,83	4.736,75	6,01	0,450
Candangolândia	4.478,05	5,68	1.460,98	1,85	0,445
Águas Claras	8.615,45	10,93	3.339,91	4,24	0,547
Riacho Fundo II	3.119,76	3,96	930,37	1,18	0,419
Sudoeste/Octogonal	13.956,59	17,71	6.589,90	8,36	0,356
Varjão	2.269,49	2,88	627,81	0,80	0,366
Park Way	15.671,92	19,89	5.207,54	6,61	0,438
SCIA - Estrutural	1.972,99	2,50	521,80	0,66	0,366
Sobradinho II	5.800,24	7,36	1.732,52	2,20	0,514
Jardim Botânico	11.873,82	15,07	3.930,39	4,99	0,437
Itapoá	2.551,29	3,24	702,38	0,89	0,462
S I A	5.858,53	7,43	1.763,13	2,24	0,312
Vicente Pires	8.604,11	10,92	2.757,51	3,50	0,424
Fercal	2.276,21	2,89	625,64	0,79	0,402
Distrito Federal	5.192,38	6,59	1.652,97	2,10	0,468

Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2015

ANEXO A16 – Grupos de Renda Domiciliar Média e per capita mensal PDAD/DF 2015

Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal – PDADDF – 2015

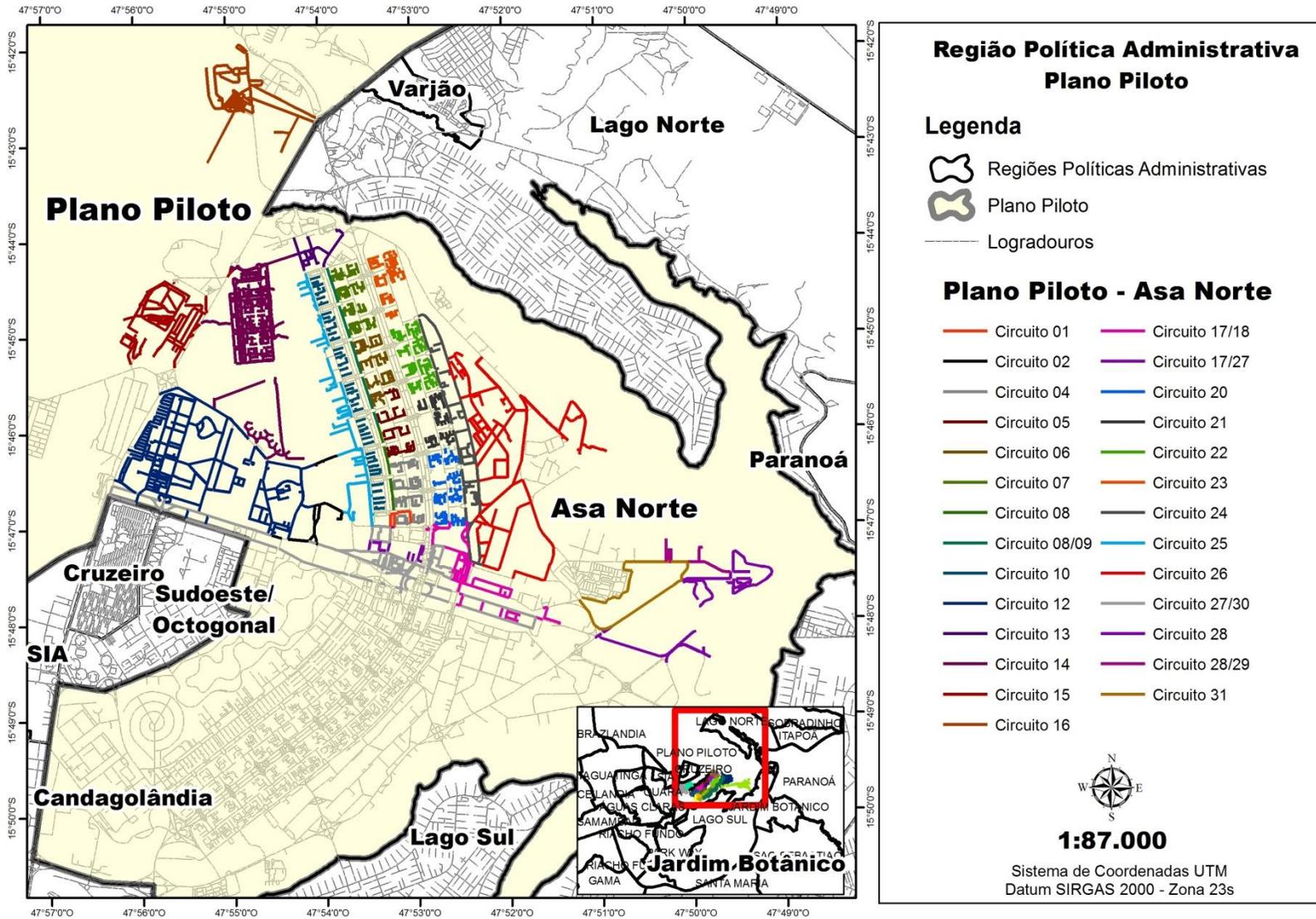
Tabela 5.9 - Rendas domiciliar e Per Capita segundo as Regiões Administrativas - Distrito Federal - 2015

Grupo	Região Administrativa	Renda Domiciliar Mensal	
		Domiciliar	Per capita
	Distrito Federal	5.192,38	1.652,97
Grupo I	Lago Sul	21.695,66	8.117,53
	Park Way	15.671,92	5.207,54
Alta Renda	Sudoeste/Octogonal	13.956,59	6.589,90
	Plano Piloto	12.391,62	5.559,75
(Renda domiciliar acima de R\$ 10.000,00)	Jardim Botânico	11.873,82	3.930,39
	Lago Norte	11.687,13	4.736,75
Grupo II	Águas Claras	8.615,45	3.339,91
	Vicente Pires	8.604,11	2.757,51
Média-Alta Renda	Guará	7.415,25	2.683,23
	Cruzeiro	7.333,68	2.725,23
(Renda domiciliar entre R\$10.000,00 e R\$ 5.000,00)	S I A	5.858,53	1.763,13
	Sobradinho II	5.800,24	1.732,52
	Taguatinga	5.736,83	1.998,14
	Sobradinho	5.675,96	1.775,79
	Núcleo Bandeirante	5.187,49	1.842,38
Grupo III	Riacho Fundo	4.868,09	1.624,19
	Gama	4.541,79	1.396,93
Média-Baixa Renda	Candangolândia	4.478,05	1.460,98
	Samambaia	3.465,87	914,61
(Renda domiciliar entre R\$ 5.000,00 e R\$ 2.500,00 e)	Brazlândia	3.418,65	983,66
	Planaltina	3.359,22	933,8
	Santa Maria	3.267,50	887,63
	Riacho Fundo II	3.119,76	930,37
	São Sebastião	3.092,70	966,96
	Ceilândia	3.073,62	914,75
	Recanto das Emas	2.899,28	803,92
Grupo IV	Paranoá	2.769,59	756,88
	Itapoá	2.551,29	702,38
Baixa Renda	Fercal	2.276,21	625,64
	Varjão	2.269,49	627,81
(Renda domiciliar abaixo de R\$ 2.500,00)	SCIA - Estrutural	1.972,99	521,80

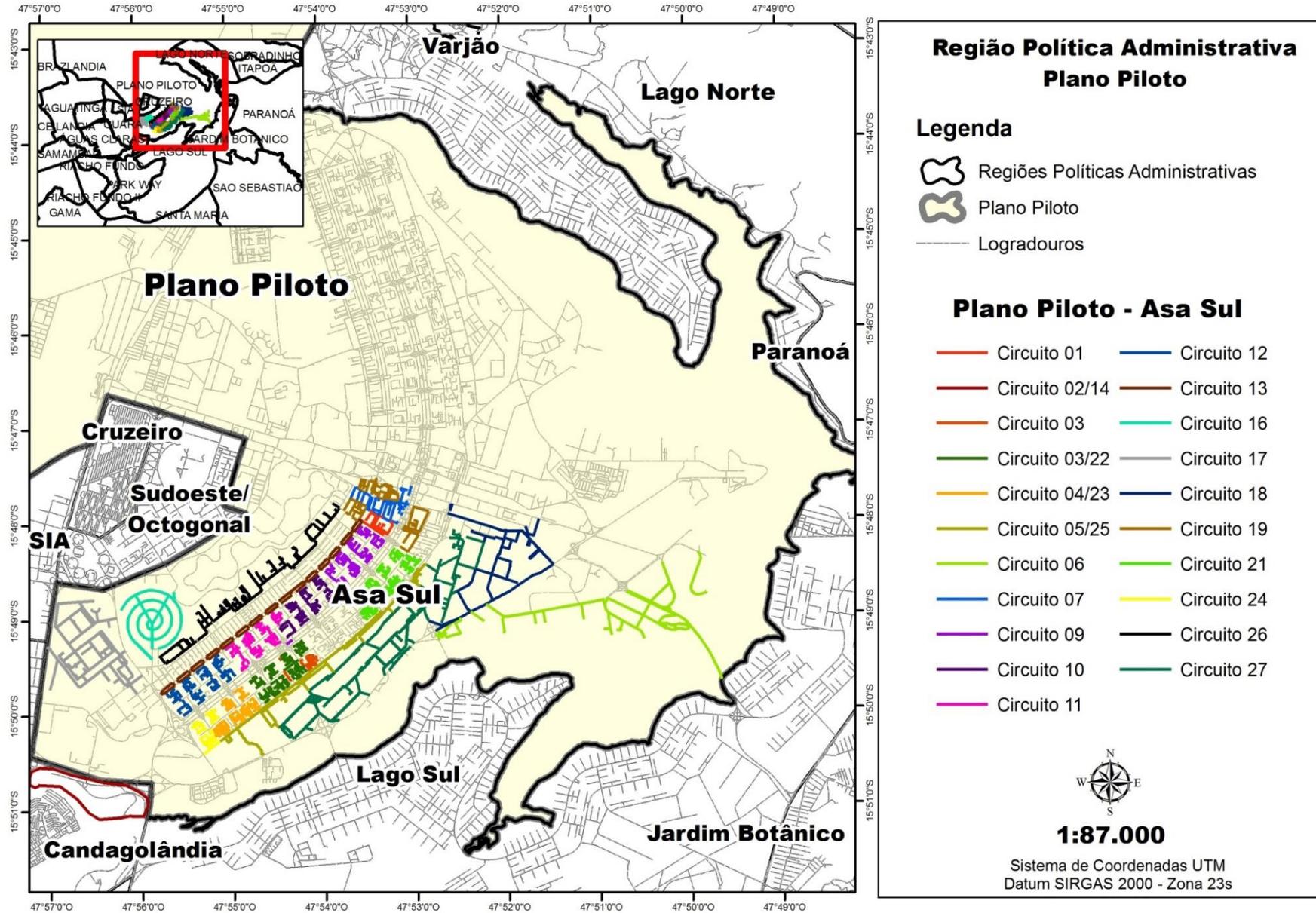
Fonte: Codeplan – Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD/DF-2015

ANEXO B - ALGUNS MAPAS DE VETORIZAÇÃO DOS CIRCUITOS DE COLETA SELETIVA (JUCÁ, 2015)

ANEXO B1 - Circuitos de coleta seletiva Asa Norte - RA I - Plano Piloto

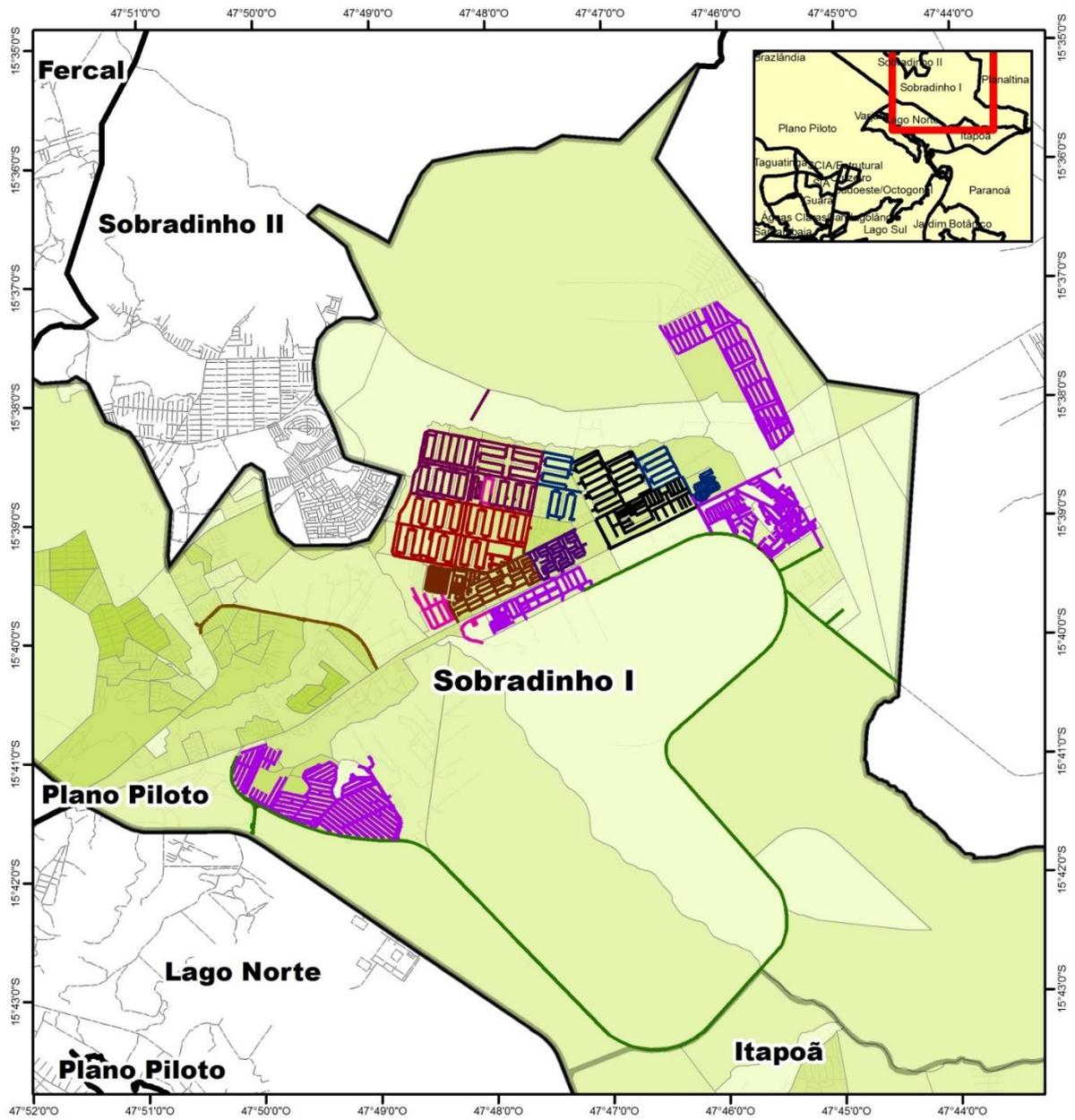


ANEXO B2 - Circuitos de coleta seletiva Asa Sul - RA I - Plano Piloto



ANEXO B3 – Mapa Censitário de renda da RA V - Sobradinho

Região Política Administrativa - Sobradinho I



Legenda

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|-------------|
|  | Regiões Políticas Administrativas |  | Circuito 05 |
|  | Sobradinho I |  | Circuito 06 |
|  | Logradouros |  | Circuito 07 |
|  | Circuito 01 |  | Circuito 08 |
|  | Circuito 02 |  | Circuito 09 |
|  | Circuito 03 |  | Circuito 10 |
|  | Circuito 04 | | |

Renda Domiciliar Mensal (\$)

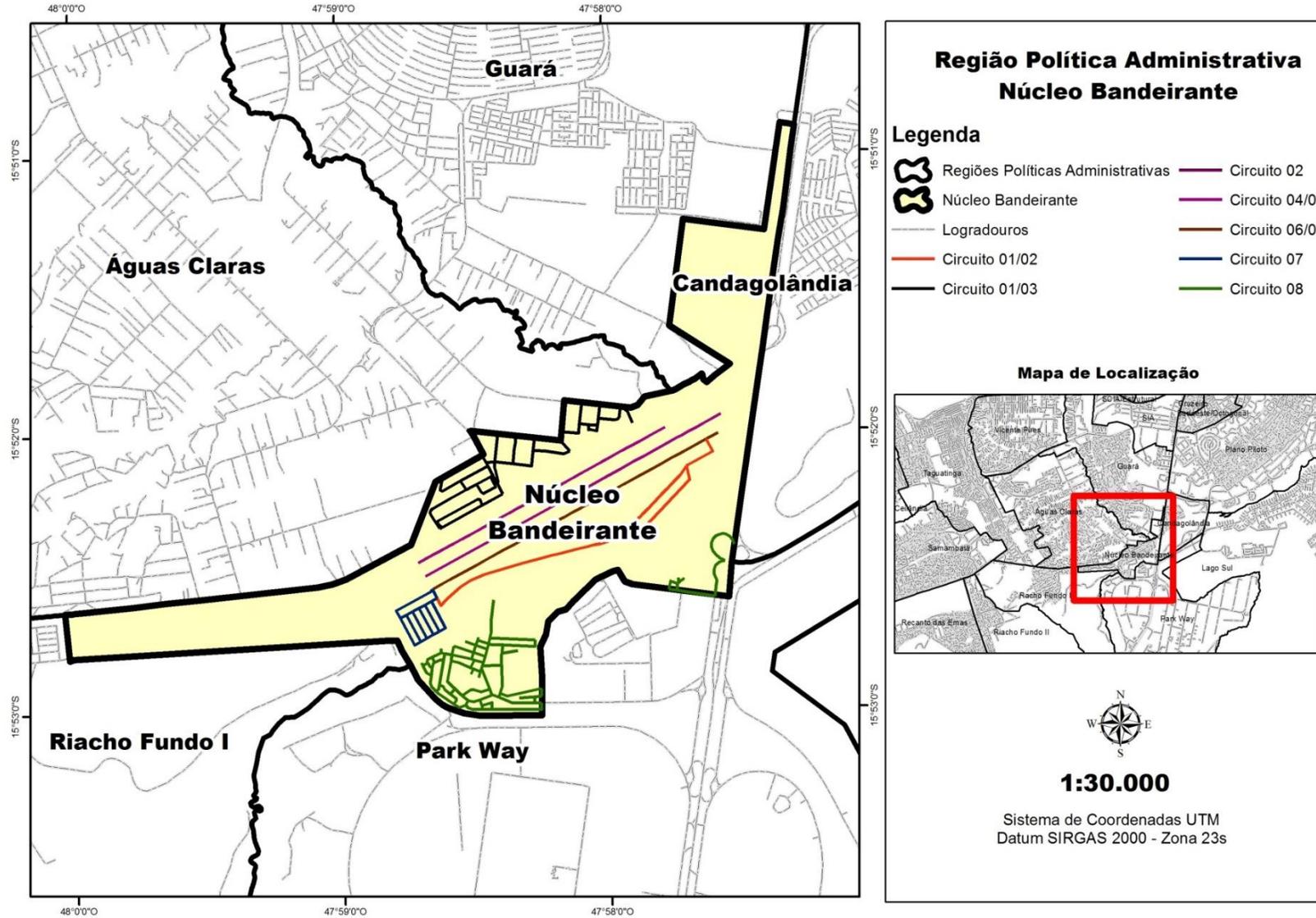
- | | |
|---|-------------------|
|  | 452,79 - 1404,00 |
|  | 1404,01 - 2580,97 |
|  | 2580,98 - 4116,14 |
|  | 4116,15 - 6421,61 |
|  | 6421,62 - 9632,74 |



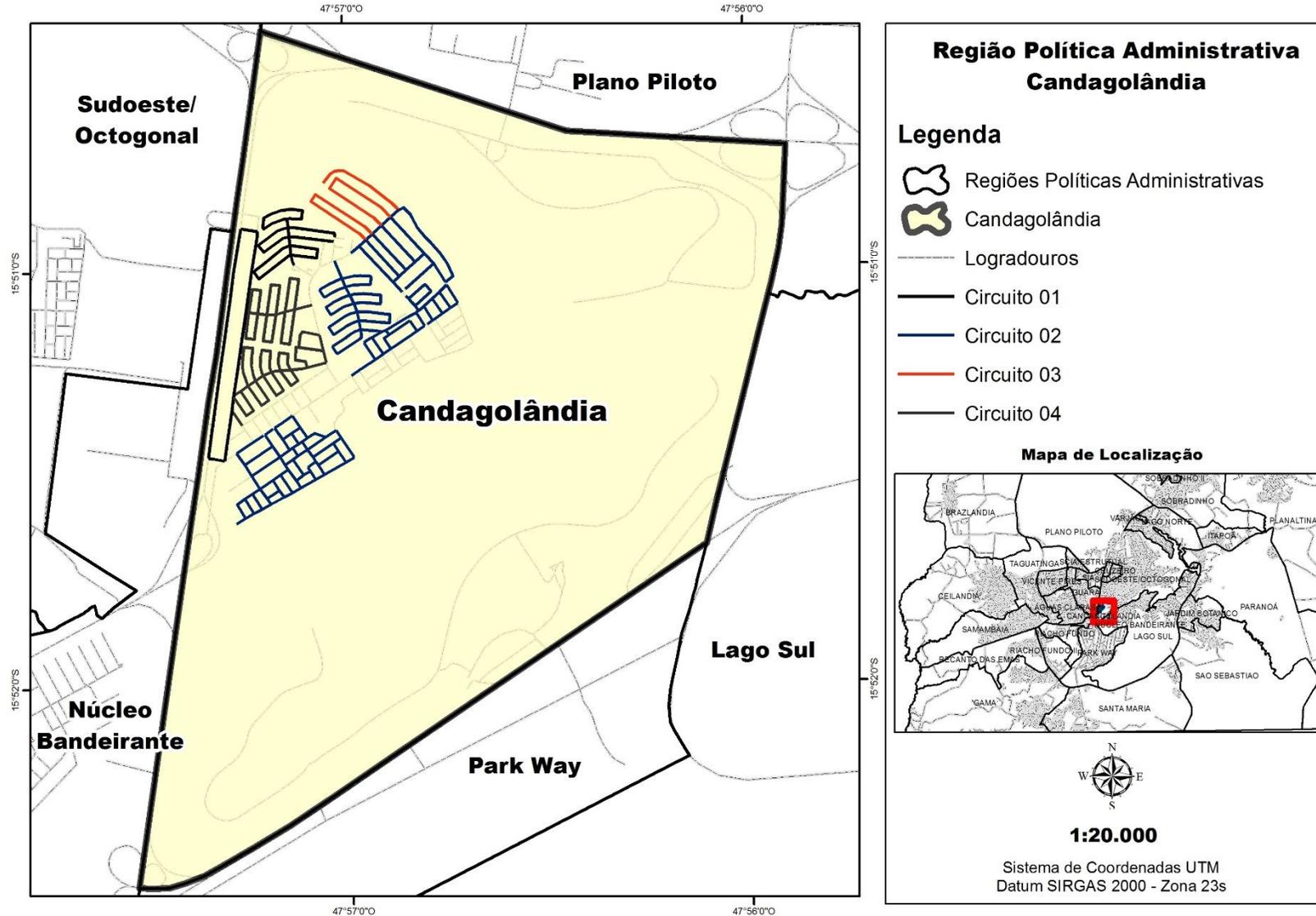
1:80.000

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS 2000 - Zona 23s

ANEXO B5 – Vetorização dos Circuitos de coleta seletiva - RA VIII - Núcleo Bandeirante

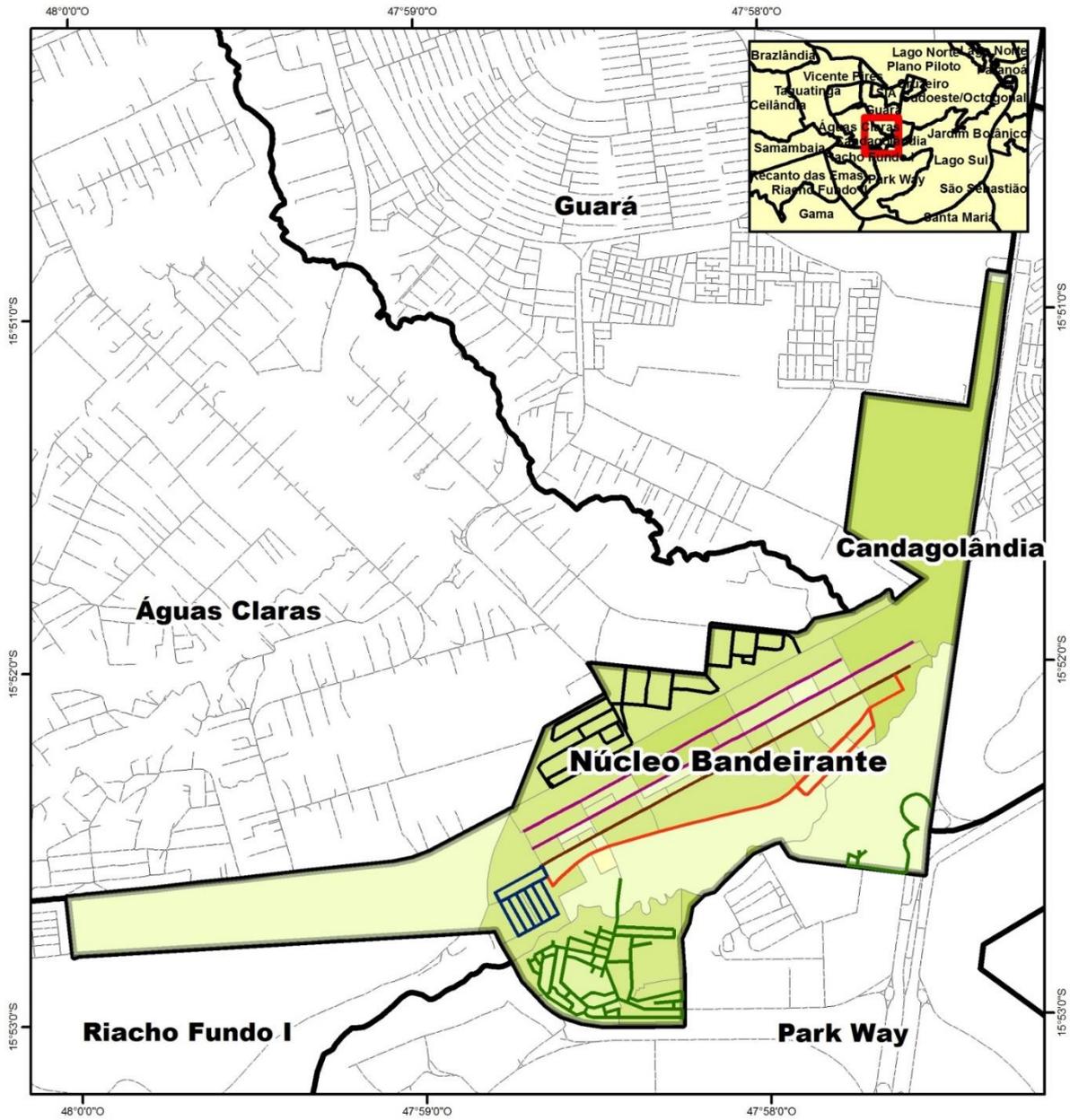


ANEXO B6 – Vetorização dos Circuitos de coleta seletiva da RA XIX – Candangolândia



ANEXO B7 - Mapa censitário de renda da RA VIII Núcleo Bandeirante

Região Política Administrativa - Núcleo Bandeirante



Legenda

- Regiões Políticas Administrativas
- Núcleo Bandeirante
- Logradouros
- Circuito 01/02
- Circuito 01/03
- Circuito 02
- Circuito 04/05
- Circuito 06/07
- Circuito 07
- Circuito 08

Renda Domiciliar Mensal (\$)

- 838,50 - 1840,52
- 1840,53 - 2729,50
- 2729,51 - 3814,81
- 3814,82 - 6477,78
- 6477,79 - 10344,60

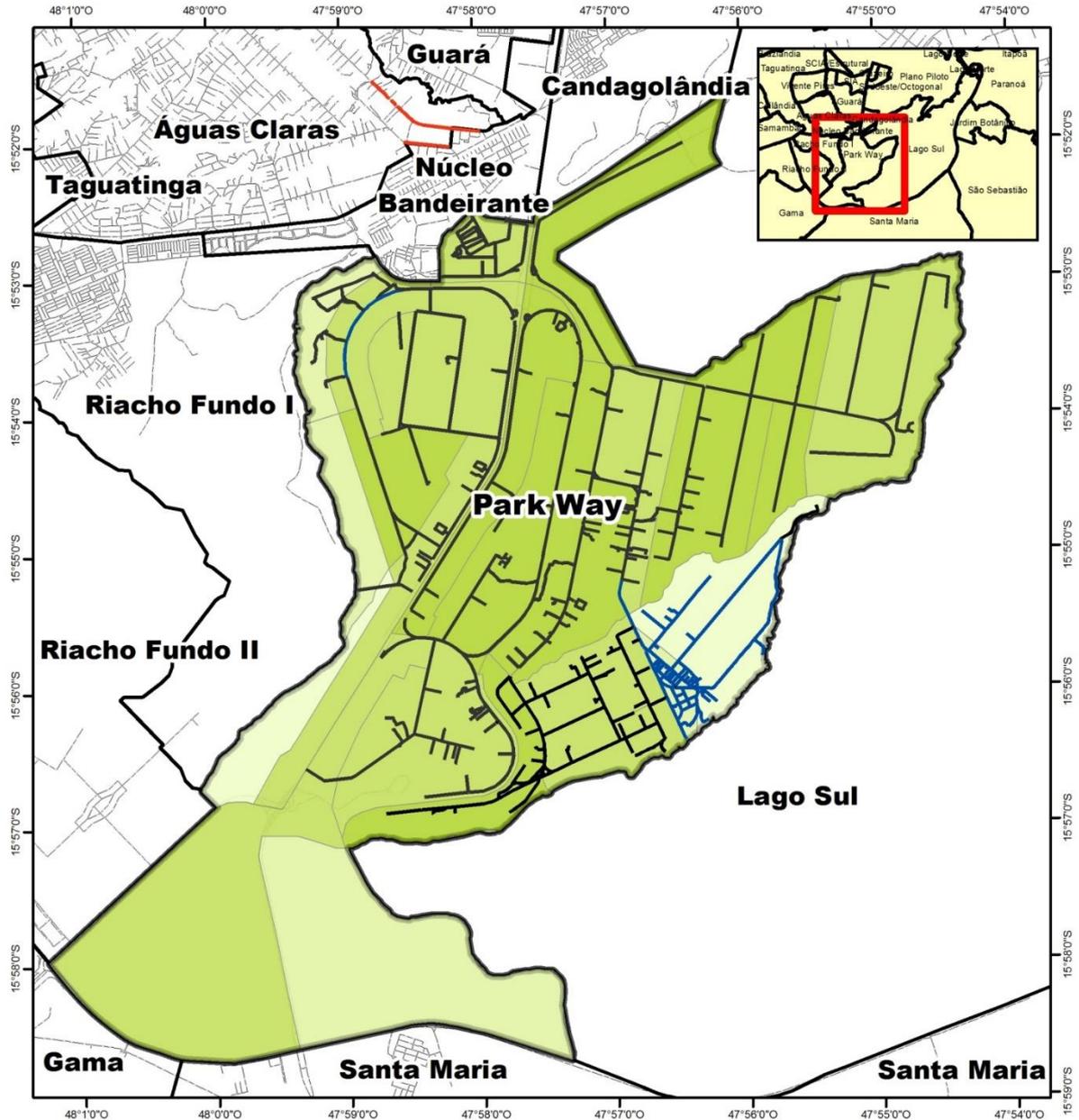


1:27.000

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS 2000 - Zona 23s

ANEXO B8 - Mapa censitário de renda da RA XXIV – Park Way

**Região Política Administrativa - Park Way
(exct. q 03, 04, 05)**



Legenda

- Regiões Políticas Administrativas
- Park Way
- Logradouros
- Circuito 01
- Circuito 01/05
- Circuito 02/03
- Circuito 04

Renda Domiciliar Mensal (\$)

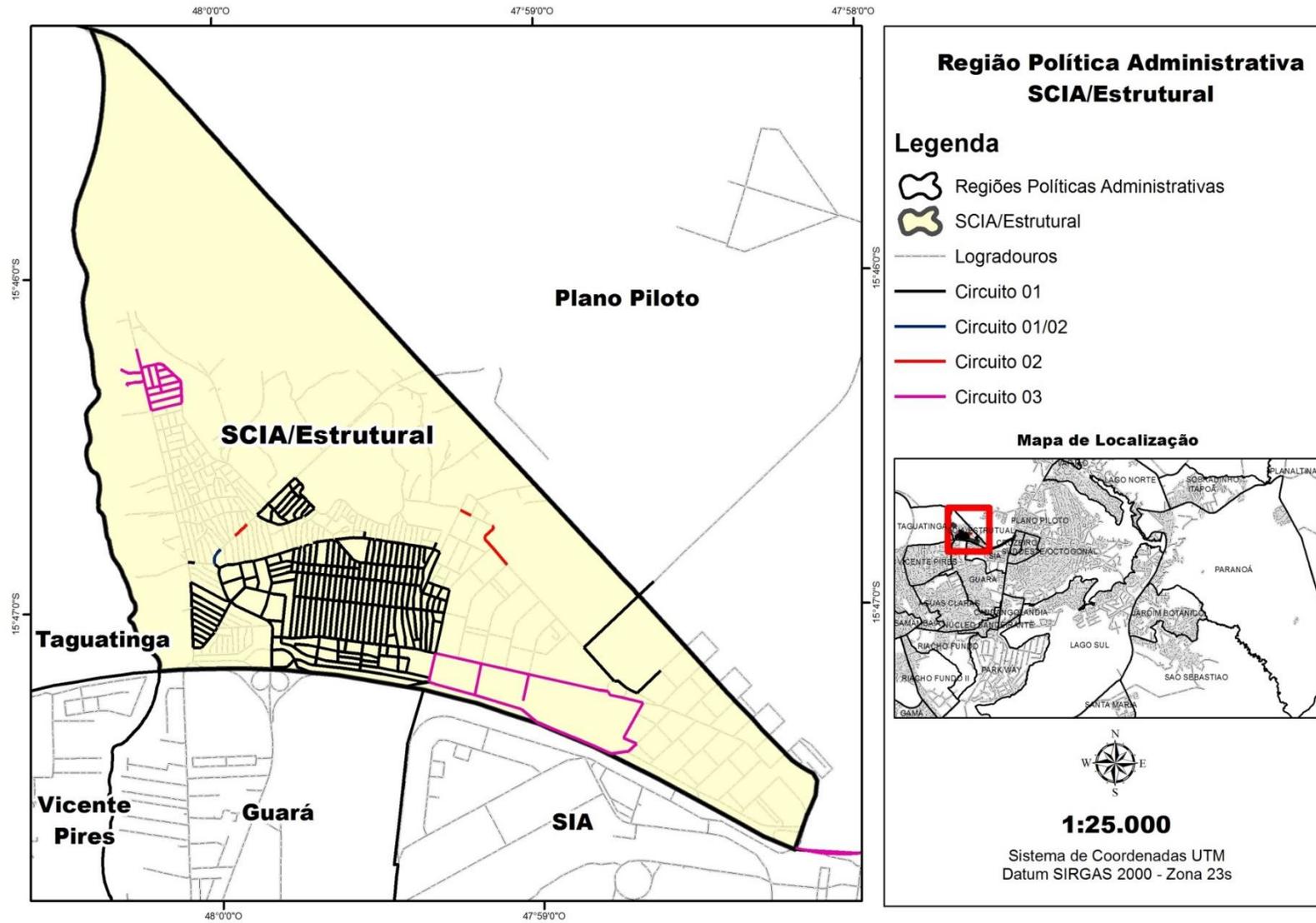
- 724,70 - 1645,52
- 1645,53 - 2772,50
- 2772,51 - 4193,35
- 4193,36 - 8903,06
- 8903,07 - 11894,51



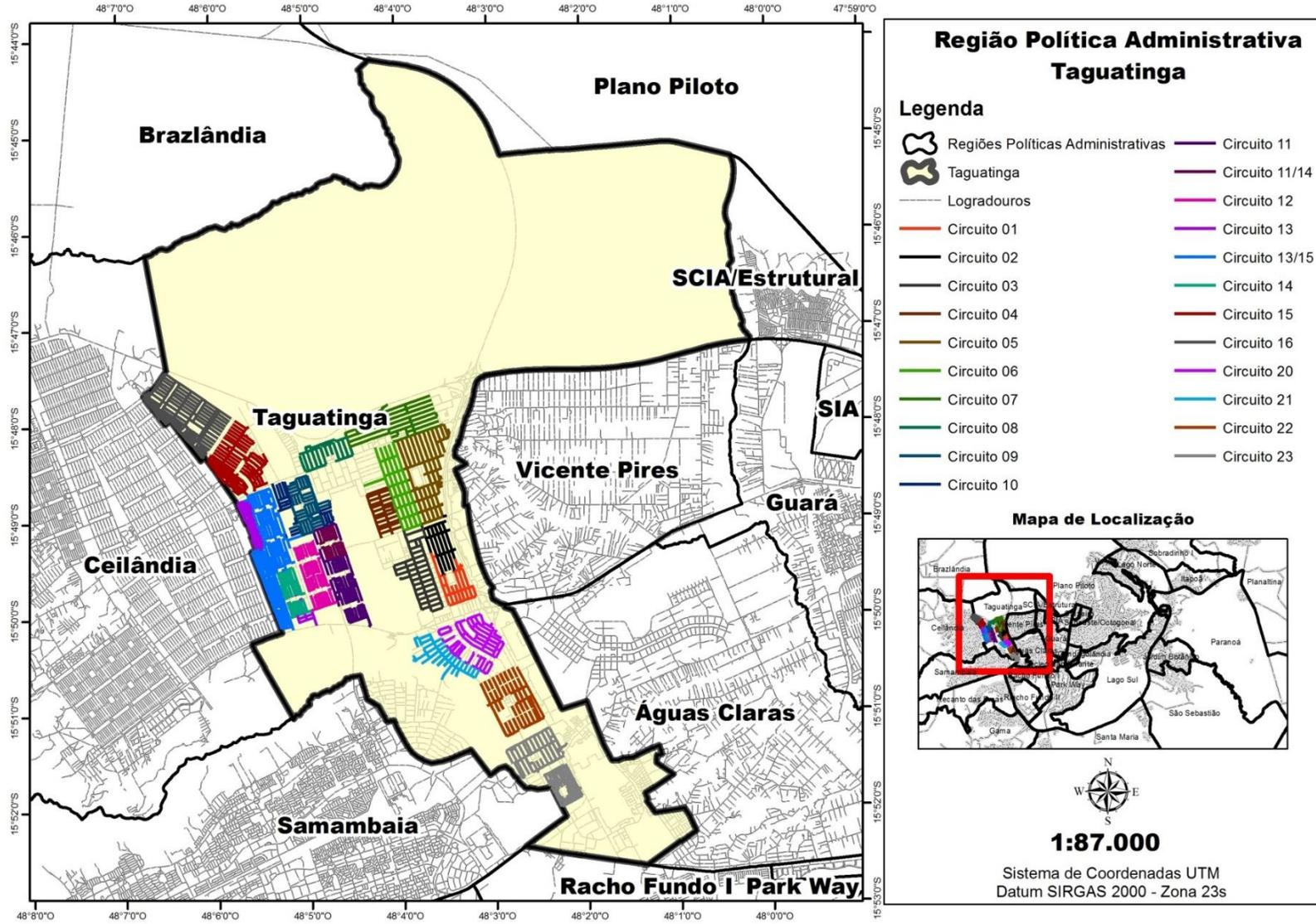
1:70.000

Sistema de Coordenadas UTM
Datum SIRGAS 2000 - Zona 23s

ANEXO B9 – Vetorização dos Circuitos de coleta seletiva da RA XXV – S.C.I.A Estrutural



ANEXO B10 – Vetorização dos Circuitos de coleta seletiva - RA III – Taguatinga



ANEXO C – TABELAS DE CUSTOS DAS ROTAS TECNOLÓGICAS DO DF

ANEXO C1 – Custo por Rota Tecnológica – Coleta Convencional (2015)

Custo por Rota Tecnológica - Convencional (2015)									
Regiões Administrativas	Custo Fixo (por tonelada)	Custo do Transporte (por tonelada)	Destino 1	Custo do Destino 1	Destino Final	Custo do Destino Final	Custo Total (por tonelada)	Total de Resíduos (t)	Custo Total
Plano Piloto	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	10.165,27	R\$1.824.564,31
Gama	R\$86,25	R\$29,68	Transbordo de Gama	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$138,73	3.081,23	R\$427.459,04
Taguatinga	R\$86,25	R\$17,04	Usina de Ceilândia	R\$52,82	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$178,91	8.162,24	R\$1.460.306,36
Brazlândia	R\$86,25	R\$29,04	Transbordo de Brazlândia	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$138,09	1.251,03	R\$172.754,73
Sobradinho	R\$86,25	R\$26,88	Transbordo de Sobradinho	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$135,93	1.038,48	R\$141.160,59
Planaltina	R\$86,25	R\$26,88	Transbordo de Sobradinho	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$135,93	3.087,03	R\$419.619,99
Paranoá	R\$86,25	R\$26,88	Transbordo de Sobradinho	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$135,93	770,55	R\$104.740,86
Núcleo Bandeirante	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	708,05	R\$127.087,89
Ceilândia	R\$86,25	R\$17,04	Usina de Ceilândia	R\$52,82	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$178,91	10.601,22	R\$1.896.664,27
Guará	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	2.543,41	R\$456.516,66

Cruzeiro	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	678,34	R\$121.755,25
Samambaia	R\$86,25	R\$17,04	Usina de Ceilândia	R\$52,82	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$178,91	3.918,24	R\$701.012,32
Santa Maria	R\$86,25	R\$29,68	Transbordo de Gama	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$138,73	2.129,85	R\$295.474,09
São Sebastião	R\$86,25	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$109,05	1.912,66	R\$208.575,57
Recanto das Emas	R\$86,25	R\$29,68	Transbordo de Gama	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$138,73	2.204,38	R\$305.813,64
Lago Sul	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	1.295,94	R\$232.608,27
Riacho Fundo	R\$86,25	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$109,05	776,99	R\$84.730,76
Lago Norte	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	624,79	R\$112.143,56
Candangolândia	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	592,40	R\$106.329,88
Águas Claras	R\$86,25	R\$17,04	Usina de Ceilândia	R\$52,82	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$178,91	2.015,75	R\$360.637,83
Riacho Fundo II	R\$86,25	R\$29,68	Transbordo de Gama	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$138,73	736,21	R\$102.134,41
Sudoeste / Octagonal	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	1.534,84	R\$275.488,43
Varjão	R\$86,25	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$109,05	624,79	R\$68.133,35
Park Way	R\$86,25	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$109,05	683,02	R\$74.483,33
SCIA / Estrutural	R\$86,25	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$109,05	1.510,05	R\$164.670,95
Sobradinho II	R\$86,25	R\$26,88	Transbordo de Sobradinho	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$135,93	1.038,48	R\$141.160,59

Jardim Botânico	R\$86,25	R\$14,16	Usina/Transbordo da Asa Sul	R\$56,28	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$179,49	1.295,94	R\$232.608,27
Itapoã	R\$86,25	R\$26,88	Transbordo de Sobradinho	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$135,93	1.033,39	R\$140.468,70
SIA	R\$86,25	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$109,05	766,43	R\$83.579,19
Vicente Pires	R\$86,25	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$109,05	905,28	R\$98.720,78
Fercal	R\$86,25	R\$26,88	Transbordo de Sobradinho	R\$-	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$135,93	1.038,48	R\$141.160,59
TOTAL									R\$11.082.564,46

ANEXO C2 – Custos da coleta por região administrativa (Coleta seletiva 2015)

Custo por Rota Tecnológica - Seletiva (2015)									
Regiões Administrativas	Custo Fixo (por tonelada)	Custo do Transporte (por tonelada)	Destino 1	Custo do Destino 1	Destino Final	Custo do Destino Final	Custo Total (por tonelada)	Total de Resíduos (t)	Custo Total
Asa Norte	R\$172,74	R\$12,00	Transbordo da Asa Norte	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$207,54	760,85	R\$157.906,81
Asa Sul	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	760,85	R\$148.776,61
Gama	R\$172,74	R\$29,68	Transbordo de Gama	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$225,22	102,3	R\$23.040,01
Taguatinga	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	407,60	R\$79.702,10
Brazlândia	R\$172,74	R\$29,04	Transbordo de Brazlândia	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$224,58	121,80	R\$27.353,84
Sobradinho	R\$172,74	R\$26,88	Transbordo de Sobradinho	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$222,42	120,40	R\$26.779,37

Núcleo Bandeirante	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	54,30	R\$10.617,82
Ceilândia	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	414,00	R\$80.953,56
Guará	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	198,40	R\$38.795,14
Cruzeiro	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	101,30	R\$19.808,20
Samambaia	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	180,70	R\$35.334,08
Santa Maria	R\$172,74	R\$29,68	Transbordo de Gama	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$225,22	78,50	R\$17.679,77
Recanto das Emas	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	95,00	R\$18.576,30
Lago Sul	R\$172,74	R\$12,00	Transbordo da Asa Norte	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$207,54	81,40	R\$16.893,76
Riacho Fundo	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	28,90	R\$5.651,11
Lago Norte	R\$172,74	R\$12,00	Transbordo da Asa Norte	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$207,54	86,30	R\$17.910,70
Candangolândia	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	25,60	R\$5.005,82
Águas Claras	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	283,80	R\$55.494,25
Riacho Fundo II	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	69,40	R\$13.570,48
Sudoeste / Octagonal	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	162,10	R\$31.697,03
Varjão	R\$172,74	R\$12,00	Transbordo da Asa Norte	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$207,54	86,3	R\$17.910,70
Park Way	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	23,90	R\$4.673,41
SCIA / Estrutural	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	31,50	R\$6.159,51
Sobradinho II	R\$172,74	R\$26,88	Transbordo de Sobradinho	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$222,42	127,40	R\$28.336,31
Jardim Botânico	R\$172,74	R\$12,00	Transbordo da Asa Norte	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$207,54	81,40	R\$16.893,76

SIA	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	87,10	R\$17.031,53
Vicente Pires	R\$172,74	R\$-	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	R\$22,80	R\$195,54	62,50	R\$12.221,25
TOTAL									R\$799.849,72

ANEXO D – DISTÂNCIAS PERCORRIDAS A PARTIR DOS CENTROS DE MASSA DAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS

ANEXO D1 – Distâncias percorridas do centro de massa das regiões administrativas até seu destino final (Coleta convencional 2015)

Rotas Tecnológicas Atuais - Coleta Convencional					
Regiões Administrativas	Destino 1	Km ao Destino 1	Destino Final	Km ao Destino Final	Total de Km
Plano Piloto	Usina/Transbordo da Asa Sul	12,8	Aterro do Jóquei	17,7	30,5
Gama	Transbordo de Gama	1,9	Aterro do Jóquei	37,1	39
Taguatinga	Usina de Ceilândia	11	Aterro do Jóquei	21,3	32,3
Brazlândia	Transbordo de Brazlândia	2,9	Aterro do Jóquei	36,3	39,2
Sobradinho	Transbordo de Sobradinho	5,4	Aterro do Jóquei	33,6	39
Planaltina	Transbordo de Sobradinho	22,1	Aterro do Jóquei	33,6	55,7
Paranoá	Transbordo de Sobradinho	32,2	Aterro do Jóquei	33,6	65,8
Núcleo Bandeirante	Usina/Transbordo da Asa Sul	10,2	Aterro do Jóquei	17,7	27,9
Ceilândia	Usina de Ceilândia	4,5	Aterro do Jóquei	21,3	25,8
Guará	Usina/Transbordo da Asa Sul	9,7	Aterro do Jóquei	17,7	27,4
Cruzeiro	Usina/Transbordo da Asa Sul	8,9	Aterro do Jóquei	17,7	26,6
Samambaia	Usina de Ceilândia	10,5	Aterro do Jóquei	21,3	31,8
Santa Maria	Transbordo de Gama	9,7	Aterro do Jóquei	37,1	46,8
São Sebastião	Aterro do Jóquei	40,1	Aterro do Jóquei	0	40,1
Recanto das Emas	Transbordo de Gama	18,2	Aterro do Jóquei	37,1	55,3
Lago Sul	Usina/Transbordo da Asa Sul	11,9	Aterro do Jóquei	17,7	29,6

Riacho Fundo	Aterro do Jóquei	18,5	Aterro do Jóquei	0	18,5
Lago Norte	Usina/Transbordo da Asa Sul	23,9	Aterro do Jóquei	17,7	41,6
Candangolândia	Usina/Transbordo da Asa Sul	7,7	Aterro do Jóquei	17,7	25,4
Águas Claras	Usina de Ceilândia	15	Aterro do Jóquei	21,3	36,3
Riacho Fundo II	Transbordo de Gama	14,3	Aterro do Jóquei	37,1	51,4
Sudoeste / Octagonal	Usina/Transbordo da Asa Sul	9,8	Aterro do Jóquei	17,7	27,5
Varjão	Aterro do Jóquei	21,8	Aterro do Jóquei	0	21,8
Park Way	Aterro do Jóquei	24,6	Aterro do Jóquei	0	24,6
SCIA / Estrutural	Aterro do Jóquei	1,5	Aterro do Jóquei	0	1,5
Sobradinho II	Transbordo de Sobradinho	13,9	Aterro do Jóquei	33,6	47,5
Jardim Botânico	Usina/Transbordo da Asa Sul	20,9	Aterro do Jóquei	17,7	38,6
Itapoã	Transbordo de Sobradinho	15,9	Aterro do Jóquei	33,6	49,5
SIA	Aterro do Jóquei	9,8	Aterro do Jóquei	0	9,8
Vicente Pires	Aterro do Jóquei	7,8	Aterro do Jóquei	0	7,8
Fercal	Transbordo de Sobradinho	17,7	Aterro do Jóquei	33,6	51,3

ANEXO D2 – Distâncias percorridas do centro de massa das regiões administrativas até seu destino final (Coleta Seletiva 2015)

Rotas Tecnológicas Atuais - Coleta Seletiva					
Regiões Administrativas	Destino 1	Km ao Destino 1	Destino Final	Km ao Destino Final	Total de Km
Asa Norte	Transbordo da Asa Norte	0	Aterro do Jóquei	15	15
Asa Sul	Aterro do Jóquei	0	Aterro do Jóquei	0	0
Taguatinga	Aterro do Jóquei	13,5	Aterro do Jóquei	0	13,5
Brazlândia	Transbordo de Brazlândia	2,9	Aterro do Jóquei	36,3	39,2
Sobradinho	Transbordo de Sobradinho	5,4	Aterro do Jóquei	33,6	39
Ceilândia	Aterro do Jóquei	20,5	Aterro do Jóquei	0	20,5
Guará	Aterro do Jóquei	9,6	Aterro do Jóquei	0	9,6

Cruzeiro	Aterro do Jóquei	12	Aterro do Jóquei	0	12
Lago Sul	Transbordo da Asa Norte	16,4	Aterro do Jóquei	15	31,4
Lago Norte	Transbordo da Asa Norte	13,4	Aterro do Jóquei	15	28,4
Águas Claras	Aterro do Jóquei	11,3	Aterro do Jóquei	0	11,3
Sudoeste / Octagonal	Aterro do Jóquei	14,4	Aterro do Jóquei	0	14,4
Varjão	Transbordo da Asa Norte	12,8	Aterro do Jóquei	15	27,8
Park Way (quadras 3, 4, e 5)	Aterro do Jóquei	24,6	Aterro do Jóquei	0	24,6
SCIA / Estrutural	Aterro do Jóquei	1,5	Aterro do Jóquei	0	1,5
Sobradinho II	Transbordo de Sobradinho	13,9	Aterro do Jóquei	33,6	47,5
Jardim Botânico	Transbordo da Asa Norte	23,5	Aterro do Jóquei	15	38,5
SIA	Aterro do Jóquei	9,8	Aterro do Jóquei	0	9,8
Vicente Pires	Aterro do Jóquei	7,8	Aterro do Jóquei	0	7,8