

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - PPGEMA**

**DIOGO APPEL COLVERO**

**ANÁLISE DAS ROTAS TECNOLÓGICAS  
EXISTENTES PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS NO MUNICÍPIO DE  
CIDADE OCIDENTAL/GO**

**Goiânia/GO  
2014**

**DIOGO APPEL COLVERO**

**ANÁLISE DAS ROTAS TECNOLÓGICAS EXISTENTES PARA OS RESÍDUOS  
SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE CIDADE OCIDENTAL/GO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Universidade Federal de Goiás como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre.

**Área de Concentração:**

Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

**Orientadora:**

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Simone Costa Pfeiffer.

**Goiânia/GO  
2014**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C727a Colvero, Diogo Appel.

Análise das rotas tecnológicas existentes para os resíduos sólidos urbanos no município da Cidade Ocidental - GO / Diogo Appel Colvero. - 2014.

130 f. : il. : Color ; 30 cm.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Costa Pfeiffer.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pesquisa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente, 2014.

Bibliografia: 111-121.

Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas, tabelas.

Anexos.

1. Análise de Situação Ambiental – Goiânia /GO. 2. Ciências da Conservação. 3. Resíduos Sólidos Urbanos. I. Pfeiffer, Simone Costa. II. Título.

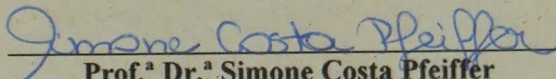
CDU 504.064.2

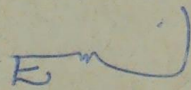
**DIOGO APPEL COLVERO**

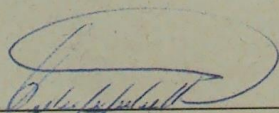
**Análise das Rotas Tecnológicas Existentes para os Resíduos Sólidos Urbanos no  
Município de Cidade Ocidental/GO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Universidade Federal de Goiás como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia do Meio Ambiente.

Dissertação defendida e aprovada em 09 de abril de 2014, pela banca examinadora constituída pelos professores:

  
\_\_\_\_\_  
**Prof.ª Dr.ª Simone Costa Pfeiffer**  
**Presidente da Banca – UFG**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Eraldo Henriques de Carvalho**  
**Examinador interno – UFG**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Antônio Pasqualetto**  
**Examinador externo – PUC/GOIÁS**

Dizem que a mulher é o sexo frágil  
Mas que mentira absurda  
Eu que faço parte da rotina de uma delas  
Sei que a força está com elas

Vejam como é forte a que eu conheço  
Sua sapiência não tem preço  
Satisfaz meu ego se fingindo submissa  
Mas no fundo me enfeitiça

Quando eu chego em casa à noitinha  
Quero uma mulher só minha  
Mas pra quem deu luz não tem mais jeito  
Porque um filho quer seu peito  
O outro já reclama a sua mão  
E o outro quer o amor que ela tiver  
Quatro homens dependentes e carentes  
Da força da mulher

Mulher, mulher  
Do barro de que você foi gerada  
Me veio inspiração  
Pra decantar você nessa canção

Mulher, mulher  
Na escola em que você foi ensinada  
Jamais tirei um dez  
Sou forte, mas não chego aos seus pés

ErasmO Carlos

## AGRADECIMENTOS

Agradeço àqueles que me apoiaram, me ensinaram, me incentivaram, e que sempre se doaram de forma incondicional para que alcançasse meus objetivos, meus pais que tanto amo. Minha mãe, sempre amiga, compreensiva, carinhosa, dedicada. Meu pai, meu amigo de sempre, meu companheiro de futebol, a pessoa mais sábia que já convivi, quanta saudade de ti...

Minhas irmãs, minhas amigas, companheiras, confidentes...é uma satisfação enorme ter vocês na minha vida...

Minha esposa Juliana, companheira, amiga que sempre me apoiou, é um privilégio estar ao lado de uma pessoa tão inteligente, alegre, carismática, enfim, tão especial...te amo.

Meus amigos, prefiro não citar nomes...sejam aqueles do meu Rio Grande ou dessa terra que me acolheu tão bem, Goiás. Tenho certeza que cada um de vocês sabe da importância que tem na minha vida, obrigado por poder contar com vocês...

À professora Simone Costa Pfeiffer, minha orientadora, que me proporcionou um grande aprendizado, foi uma grande honra trabalhar com esta excelente professora.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente da UFG, em especial ao professor Eraldo, que sabe ministrar uma aula como poucos. Também à professora Maria Geralda, do Instituto de Estudos Socioambientais da UFG.

Aos meus colegas de trabalho da Engenharia Mecânica da UFG, amigos que fiz, tanto os professores quanto os técnico-administrativos; à Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação, em especial aos professores Reinaldo, Rodrigo e Marcelo, que sempre estimularam meu crescimento profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás pela concessão de bolsa de estudo; à prefeitura de Cidade Ocidental e aos cooperados da central de triagem deste município pelas informações prestadas.

Enfim, agradeço a todos que sempre torceram por mim, que me apoiaram, me incentivaram... Muito obrigado!

## RESUMO

O tratamento e a disposição final adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) têm gerado preocupação e sido tema de intensos debates, principalmente, após a Lei nº. 12.305 de 2 de agosto de 2010 que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010a). Esta Lei estabeleceu que os municípios teriam até quatro anos para dar uma disposição final ambientalmente correta aos seus rejeitos, a partir da sua publicação. Entretanto, em Goiás, apenas quatorze dos 246 municípios do estado possuem atualmente um aterro sanitário licenciado pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH/GO). Pensando nisso, buscou-se um município do estado que possuísse um sistema de destinação de seus RSU que visasse minimizar os impactos ao meio ambiente. Escolheu-se Cidade Ocidental/GO, um município que faz parte da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE/DF), e que possui duas rotas tecnológicas distintas para destinação de seus resíduos sólidos: na primeira rota, parte desses resíduos são coletados seletivamente e encaminhados à uma central de triagem denominada Associação dos Trabalhadores em Reciclagem e Reaproveitamento de Lixo (ASLURB) e; na segunda rota, o restante dos resíduos é coletado convencionalmente e enviado para o aterro sanitário, que é operado por uma empresa privada, sendo que esse recebe não só os RSU de Cidade Ocidental mas também os de Valparaíso de Goiás/GO - município vizinho à cidade em estudo - formando assim um sistema inédito em Goiás de aterro sanitário compartilhado. Este sistema está de acordo com a PNRS, que sugere a formação de consórcios/compartilhamento entre entes federados, assim como o governo irá priorizar recursos para os municípios que buscarem se unir para dar uma destinação aos seus RSU. Objetivou-se neste estudo avaliar os aspectos técnico-econômicos e socioambientais das rotas tecnológicas existentes para os RSU do município de Cidade Ocidental. Para isso, realizou-se uma pesquisa documental por meio de coleta de dados secundários e também levantamento de dados primários acerca das rotas tecnológicas dos RSU da cidade em estudo. A primeira rota, da coleta seletiva-central de triagem não é compartilhada, pois abrange somente o município de Cidade Ocidental, em torno de 33.550 habitantes atendidos. O custo atual para a manutenção desse sistema é de R\$ 375,58 por tonelada coletada. Já a segunda rota, da coleta convencional-aterro sanitário é compartilhada, atendendo também Valparaíso de Goiás, com cerca de 190.000 habitantes contemplados. Para coletar de forma convencional e dispor no aterro sanitário, a concessionária, que forma com a prefeitura de Cidade Ocidental uma parceria público-privada, cobra dos municípios R\$ 156,55 por tonelada. A rota da coleta seletiva-central de triagem possui alguns problemas, que se forem corrigidos, pode servir de modelo para os demais municípios do estado. E a segunda rota, da coleta convencional-aterro sanitário, possui problemas na parceria público-privada, pois o aterro sanitário não está com a infraestrutura e operação nas condições ideais, além de estar com a licença de operação vencida. Contudo, se as inadequações forem corrigidas, o aterro sanitário compartilhado é uma alternativa viável para os municípios do estado de Goiás.

**PALAVRAS-CHAVE:** rotas tecnológicas; resíduos sólidos urbanos; aterro sanitário compartilhado.

## ABSTRACT

The treatment and final disposal of solid waste (MSW) have raised concern and been the subject of intense debate, especially after the Law nº 12.305 of 2 August of 2010 which established the National Policy of Solid Waste (BRASIL, 2010a) . This Law established that municipalities would have up to four years to give a final environmentally correct their waste, from its publication layout. However, in Goiás, only fourteen of the 246 municipalities in the state currently have a landfill licensed by the Department of the Environment and Water Resources, of Goiás State (DEWR/GO). Thinking about it, aimed a municipality in the state who possessed a system of allocation of their MSW that targets minimizing impacts to the environment. picked up Cidade Ocidental/GO, a municipality that is part of the Integrated Development Region of the Distrito Federal and Surrounding Areas (IDRSA/DF), which has two different technological routes for disposal of solid waste: the first route, part of that waste is collected selectively and sent to a central screening called Association of Workers in Recycling and Reuse of Waste (AWRRW) and; in the second route, the remaining waste is conventionally collected and sent to landfill, which is operated by a private company, with that receives not only MSW Cidade Ocidental but also of Valparaíso de Goiás/GO - neighboring municipality to the city in study - thus forming a unique system in Goiás landfill shared. This system complies with the PNRS, which suggests the formation of consortia/sharing between cities, as well as the government will prioritize resources to municipalities that seek to unite to give a destination to their MSW. The objective of this study was to evaluate the technical, economic and environmental aspects existing of technological routes MSW municipality of Cidade Ocidental. For this, we carried out desk research by collecting secondary data and primary data collection also about technological routes of MSW city in study. The first route, the selective collecting-sorting central is not shared, because covers only the municipality of Cidade Ocidental, around 33.550 people attended. The current cost to maintain this system is R\$ 375,58 per ton collected . The second route, the conventional collection-landfill is shared, also attending Valparaíso de Goiás, with about 190.000 people contemplated. To collect of form conventional and dispose at the landfill, the concessionaire, which forms with prefecture of Cidade Ocidental a public-private partnership of municipalities charge R\$ 156,55 per tonne. The route of selective collecting-sorting central has some problems, which if corrected, can serve as a model for other municipalities in the state. And the second route, the conventional collection-landfill, has problems in public-private partnership, because the landfill is not the infrastructure and operation under ideal conditions, besides being with the license unsuccessful operation. However, if the mismatches are corrected, the landfill shared is a viable alternative to the municipalities of the state of Goiás.

**KEY WORDS:** technological routes, municipal solid waste, landfill shared.



## LISTA DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1 – Destinação final dos RSU coletados no estado de Goiás (t/dia) .....                         | 18  |
| Figura 2 – Mapeamento da disposição final de RSU, identificadas no estado de Goiás .....               | 19  |
| Figura 3 – Mapeamento das tecnologias de tratamento de RSU, identificadas no estado de Goiás.....      | 20  |
| Figura 4 – Municípios com iniciativas de coleta seletiva - por região e no Brasil.....                 | 24  |
| Figura 5 – Comparação dos percentuais de reciclagem de Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão .....    | 33  |
| Figura 6 – Corte da seção de um aterro sanitário .....   | 39  |
| Figura 7 – Método de trincheira ou vala.....   | 40  |
| Figura 8 – Cobertura diária e final das trincheiras de um aterro sanitário .....                       | 41  |
| Figura 9 – Método de rampa.....  | 42  |
| Figura 10 – Método da área.....  | 43  |
| Figura 11 – Localização dos municípios de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás/GO .....              | 72  |
| Figura 12 – Mapeamento da logística das rotas tecnológicas para os RSU de Cidade Ocidental .....       | 78  |
| Figura 13 – Central de triagem de Cidade Ocidental/GO .....  | 79  |
| Figura 14 – Localização do galpão da central de triagem .....  | 80  |
| Figura 15 – Rota realizada pelo rejeito que sai da central de triagem.....                             | 81  |
| Figura 16 – Layout do material reciclável dentro da central de triagem.....                            | 82  |
| Figura 17 – Materiais segregados no galpão de triagem .....  | 82  |
| Figura 18 – Sugestão de layout do material reciclável dentro da central de triagem .....               | 83  |
| Figura 19 – Imagem aérea do aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.....                               | 92  |
| Figura 20 – Caminhões utilizados na coleta convencional de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás..... | 93  |
| Figura 21 – Estação de Transbordo de Valparaíso de Goiás/GO.....                                       | 94  |
| Figura 22 – Estação de Transbordo de Valparaíso de Goiás/GO .....                                      | 95  |
| Figura 23 – Fluxograma de operação e funcionamento do aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.....     | 96  |
| Figura 24 – Aterro sanitário compartilhado .....   | 101 |
| Figura 25 – Aterro sanitário compartilhado .....   | 103 |
| Figura 26 – Aterro sanitário compartilhado .....   | 103 |
| Figura 27 – Vista geral do aterro sanitário .....  | 106 |
| Figura 28 – Falta de recobrimento diário dos resíduos dispostos no aterro sanitário .....              | 106 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Municípios com aterro sanitário licenciado pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás ..... | 19 |
| Quadro 2 – Municípios do estado de Goiás que possuem central de triagem.....  | 20 |
| Quadro 3 – Preservação de recursos naturais com a reciclagem.....   | 33 |
| Quadro 4 – Componentes do custo de disposição final de rejeitos em aterros sanitários .....   | 54 |
| Quadro 5 – Quantidade de consórcios intermunicipais na área de resíduos sólidos em alguns estados brasileiros.....                      | 56 |
| Quadro 6 – Indicadores, índices e gradações dos sistemas de coleta seletiva.....  | 63 |
| Quadro 7 – Indicadores, índices e gradações da central de triagem.....  | 65 |
| Quadro 8 – Caracterização geral das tecnologias adotadas em Cidade Ocidental .....  | 77 |
| Quadro 9 – Trajetos da coleta seletiva de Cidade Ocidental/GO .....   | 80 |
| Quadro 10 – Indicadores, índices e gradações do sistema de coleta seletiva de Cidade Ocidental.....                                     | 87 |
| Quadro 11 – Indicadores, índices e gradações da central de triagem de Cidade Ocidental .....  | 89 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1 – Coleta e geração de RSU no Estado de Goiás .....  | 18  |
| Tabela 2 – Valores da coleta convencional de RSU em trinta e dois municípios brasileiros ..  | 22  |
| Tabela 3 – Custos da coleta seletiva em vinte municípios brasileiros.....  | 25  |
| Tabela 4 – Preços da disposição final de RSU em oito municípios brasileiros .....  | 35  |
| Tabela 5 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: características da área .....   | 67  |
| Tabela 6 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: infraestrutura implantada.....  | 68  |
| Tabela 7 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: fatores operacionais .....  | 70  |
| Tabela 8 – Enquadramento das condições das instalações de disposição final dos resíduos sólidos urbanos em função dos índices de IQR.....                                | 71  |
| Tabela 9 – Enquadramento das condições das instalações de disposição final dos resíduos sólidos urbanos de Cidade Ocidental/GO em função dos índices de IQR .....        | 76  |
| Tabela 10 – Características do material que chega à central de triagem.....  | 81  |
| Tabela 11 – Custos anuais das tecnologias coleta seletiva e central de triagem .....   | 86  |
| Tabela 12 – Resíduos dispostos no Aterro Sanitário de Cidade Ocidental/GO .....  | 92  |
| Tabela 13 – Veículos utilizados na coleta convencional de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás.....  | 94  |
| Tabela 14 – Cargos e salários dos funcionários da empresa privada que opera o aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.....   | 98  |
| Tabela 15 – Gastos mensais com máquinas e equipamentos do aterro sanitário de Cidade Ocidental.....  | 98  |
| Tabela 16 – Preço cobrado pela coleta convencional e disposição final no aterro sanitário....  | 99  |
| Tabela 17 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: características da área do aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO .....   | 100 |
| Tabela 18 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: infraestrutura implantada no aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO ..... | 102 |
| Tabela 19 – Volume de resíduos sólidos do aterro x população atendida.....   | 104 |
| Tabela 20 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: fatores operacionais do aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO .....      | 105 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

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

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ASLURB: Associação dos Trabalhadores em Reciclagem e Reaproveitamento de Lixo Urbano e Serviços em Geral

ASPP: Aterro Sanitário de Pequeno Porte

AS: Aterro Sanitário

BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CEMAM: Conselho Estadual do Meio Ambiente

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNUMAD: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente

DF: Distrito Federal

EPI: Equipamento de Proteção Individual

ET: Estação de Transbordo

FEAM: Fundação Estadual do Meio Ambiente

FUNASA: Fundação Nacional de Saúde

GELIF: Gerência de Licenciamento e Fiscalização

GO: Goiás

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPTU: Imposto Predial e Territorial Urbano

IQR: Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos

IRMR: Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis

IR: Índice de Rejeito

MMA: Ministério do Meio Ambiente

MP/GO: Ministério Público do Estado de Goiás

NBR: Norma Brasileira

PAC: Programa de Aceleração do Crescimento

PEAD: Polietileno de Alta Densidade

PERS: Política Estadual de Resíduos Sólidos

PEV's: Postos de Entrega Voluntária

PNSB: Política Nacional do Saneamento Básico

PPP: Parceria Público-Privada

PDCO: Plano Diretor de Cidade Ocidental

PNRS: Política Nacional de Resíduos Sólidos

RIDE/DF: Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno

RSU: Resíduos Sólidos Urbanos

RT: Responsável Técnico

SEMARH/CO: Secretaria do Meio Ambiente de Cidade Ocidental

SEMARH/GO: Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás

SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SISNAMA: Sistema Nacional de Meio Ambiente

SubMáxPA1: Subtotal Máximo do Peso Atribuído 1

SubMáxP1: Subtotal Máximo do Peso 1

SubMáxPA2: Subtotal Máximo do Peso Atribuído 2

SubMáxP2: Subtotal Máximo do Peso 2

SubMáxPA3: Subtotal Máximo do Peso Atribuído 3

SubMáxP3: Subtotal Máximo do Peso 3

TAC: Termo de Ajustamento de Conduta

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 14  |
| 2. OBJETIVOS.....   | 16  |
| 2.1 OBJETIVO GERAL.....   | 16  |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....  | 16  |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....   | 17  |
| 3.1 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL E EM GOIÁS.....   | 17  |
| 3.2 COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....   | 21  |
| 3.2.1 Tipos de Coleta.....  | 21  |
| 3.3 ESTAÇÃO DE TRANSBORDO.....  | 26  |
| 3.3.1 Tipos de Estação de Transbordo.....   | 27  |
| 3.4 TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E ROTAS TECNOLÓGICAS.....  | 28  |
| 3.4.1 Triagem e Reciclagem.....   | 30  |
| 3.4.2 Aterro sanitário.....   | 34  |
| 3.5 DOCUMENTOS LEGAIS RELACIONADOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....  | 43  |
| 3.5.1 Legislação Federal.....   | 43  |
| 3.5.2 Legislação do Estado de Goiás.....  | 44  |
| 3.5.3 Legislação do Município de Cidade Ocidental/GO.....   | 45  |
| 3.6 PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DA LIMPEZA PÚBLICA.....   | 50  |
| 3.6.1 Parceria Público-Privada (PPP).....   | 50  |
| 3.7 ARCABOUÇO LEGAL SOBRE CONSÓRCIOS PÚBLICOS E OS RESÍDUOS SÓLIDOS.....  | 53  |
| 3.8 SISTEMAS COMPARTILHADOS E OS RESÍDUOS SÓLIDOS.....  | 56  |
| 3.9 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE COLETA, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....  | 59  |
| 3.9.1 Construção dos índices de sustentabilidade dos sistemas de coleta seletiva e organizações de catadores.....   | 60  |
| 3.9.2 Construção dos índices de sustentabilidade de um aterro sanitário.....  | 66  |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS.....  | 72  |
| 4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....  | 72  |
| 4.2 COLETA DE DADOS.....  | 73  |
| 4.2.1 Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos e Identificação das Rotas Tecnológicas Existentes para estes Resíduos no Município de Cidade Ocidental/GO..... | 73  |
| 4.2.2 Avaliação da Estrutura Física e Operacional das Tecnologias Identificadas e Levantamento dos Custos Envolvidos.....                                     | 74  |
| 4.2.3 Avaliação das Vantagens e Desvantagens das Rotas Tecnológicas dos RSU Identificadas no Município de Cidade Ocidental/GO.....                            | 74  |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....   | 77  |
| 5.1 ROTAS TECNOLÓGICAS PARA OS RSU DE CIDADE OCIDENTAL/GO.....  | 77  |
| 5.1.1 Rota tecnológica coleta seletiva - central de triagem.....  | 79  |
| 5.1.2 Rota tecnológica coleta convencional – aterro sanitário compartilhado.....  | 91  |
| 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....  | 108 |
| 7. REFERÊNCIAS.....   | 111 |
| 8. ANEXOS.....  | 122 |

## 1. INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras estão acometidas por um problema que é de suma importância e preocupação para toda a sociedade: o que fazer com os resíduos sólidos urbanos (RSU) que são gerados diariamente nos municípios? Este questionamento torna-se cada vez mais necessário, já que o crescimento da população brasileira, associado ao aumento do poder de compra da mesma, contribui para a crescente geração dos RSU. Acrescenta-se a este panorama, a falta de áreas apropriadas para a destinação desses resíduos, principalmente próximas aos centros geradores.

No Brasil, a tecnologia mais utilizada para a disposição final dos RSU é o aterro sanitário devido à relativa simplicidade do sistema e aos baixos custos envolvidos. Entretanto, de modo geral, o percentual de resíduos depositados nesses locais ainda é baixo. Segundo dados divulgados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012), do total de RSU gerados no país, 90,17% foram coletados e, desse valor, apenas 57,98% tiveram destinação adequada.

Assim como ocorre no Brasil, Goiás também apresenta problemas para destinar corretamente seus RSU. De acordo com levantamento realizado pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH/GO, 2013a), dos 246 municípios do estado, há apenas quatorze aterros sanitários devidamente licenciados, o que dificulta a disposição final adequada dos resíduos gerados. As demais cidades do estado enviam seus resíduos sólidos para aterros controlados ou lixões.

Considerando as diferentes alternativas existentes para a destinação dos RSU, observa-se que a escolha da melhor tecnologia deve ser baseada na consideração de aspectos econômicos, ambientais e sociais. Soma-se a essas questões, a necessidade por parte dos municípios de fazer uma análise técnica adequada, baseada em critérios como a disponibilidade de área, quantidade de RSU gerada, abrangência da coleta, distância de cursos d'água, e tipo de solo. Esta avaliação é problemática, pois 91,87% dos municípios goianos, por serem de pequeno porte – com população menor que 50.000 habitantes (ARAÚJO e NUNES, 2013) – não possuem uma estrutura técnica devidamente habilitada e capacitada para tal. Com isso, o aterro sanitário acaba se sobressaindo dentre as demais alternativas, sendo a tecnologia mais utilizada no Brasil para a disposição final dos RSU, pois os custos de operação e manutenção são mais baixos do que outras tecnologias, recebe diferentes tipos de resíduos e é uma tecnologia que possui técnicos capacitados a operar estes equipamentos.

Cidade Ocidental, município goiano localizado no entorno do Distrito Federal, se destaca no cenário estadual por apresentar uma condição única no estado, visto que este aterro sanitário recebe, também, os RSU da cidade vizinha Valparaíso de Goiás, o que configura o compartilhamento desse equipamento. Assim, o conhecimento mais detalhado da rota tecnológica na qual se insere este aterro, que é operado por uma empresa privada, e o entendimento do aparente sucesso obtido na gestão dos resíduos sólidos desta cidade, objeto deste estudo, pode resultar em novas opções que, se bem trabalhadas, têm potencial para mudar o quadro alarmante da destinação dos resíduos sólidos urbanos em Goiás.

Considera-se, portanto, que este estudo poderá contribuir com outros municípios do estado que buscam se adequar à legislação vigente por meio de alternativas viáveis e exequíveis para esses resíduos.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste estudo é avaliar os aspectos técnico-econômicos e socioambientais das rotas tecnológicas existentes para os resíduos sólidos urbanos no município de Cidade Ocidental (GO).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as rotas tecnológicas utilizadas no município em estudo para os resíduos sólidos urbanos;
- Verificar o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos por parte do município de Cidade Ocidental/GO;
- Avaliar a estrutura e a operação das tecnologias nas rotas tecnológicas de Cidade Ocidental/GO;
- Levantar e analisar os custos de operação e manutenção das rotas tecnológicas, desde a coleta até a destinação final;
- Avaliar as vantagens e desvantagens da disposição final compartilhada no município estudado, e se esta forma de disposição é uma opção viável para outros municípios goianos.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com a definição apresentada na NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), são classificados como resíduos sólidos todos os materiais nos estados sólido ou semissólido provenientes de afazeres domésticos, hospitalares, industriais, comerciais, agrícolas, serviços, varrição de vias públicas, lodos advindos de sistemas de tratamento de água e os líquidos que não podem ser lançados na rede pública de esgoto ou corpos d'água devido a particularidades que inviabilizem seu lançamento em tais locais.

Para a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010a), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, resíduos sólidos urbanos (RSU) são materiais advindos de atividades domésticas em residências do perímetro urbano, da limpeza de vias públicas, de outros serviços de limpeza urbana e da varrição e de estabelecimentos comerciais que sejam equiparados aos resíduos domiciliares.

Os RSU de um município devem ser analisados através de sua cadeia produtiva, considerando-se desde sua geração (em termos de quantidade e composição), passando pela coleta (convencional ou seletiva), transporte, estação de transbordo (necessária em alguns casos), as diversas formas de tratamento e, para fechar o ciclo, a disposição final. Este encadeamento é conhecido como rota tecnológica dos RSU de uma determinada localidade (BNDES, 2012d).

#### 3.1 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL E EM GOIÁS

Segundo dados divulgados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2012), houve no Brasil um aumento de 1,3% na geração de RSU entre os anos de 2011 e 2012. Foram 62.730.096 toneladas destes materiais gerados pela população brasileira somente no ano de 2012, sendo que 56.561.856 toneladas foram coletadas e, deste valor, 42,02% foram enviados de forma inadequada para lixões e aterros controlados.

De acordo com a citada fonte, estes números são ainda mais preocupantes para o estado de Goiás. Embora tenham sido coletados, em 2012, 92,45% dos RSU gerados no estado – indicando um crescimento de 1,63% na abrangência destes serviços em relação ao ano anterior (Tabela 1) – Goiás apresentou um dos maiores percentuais de destinação

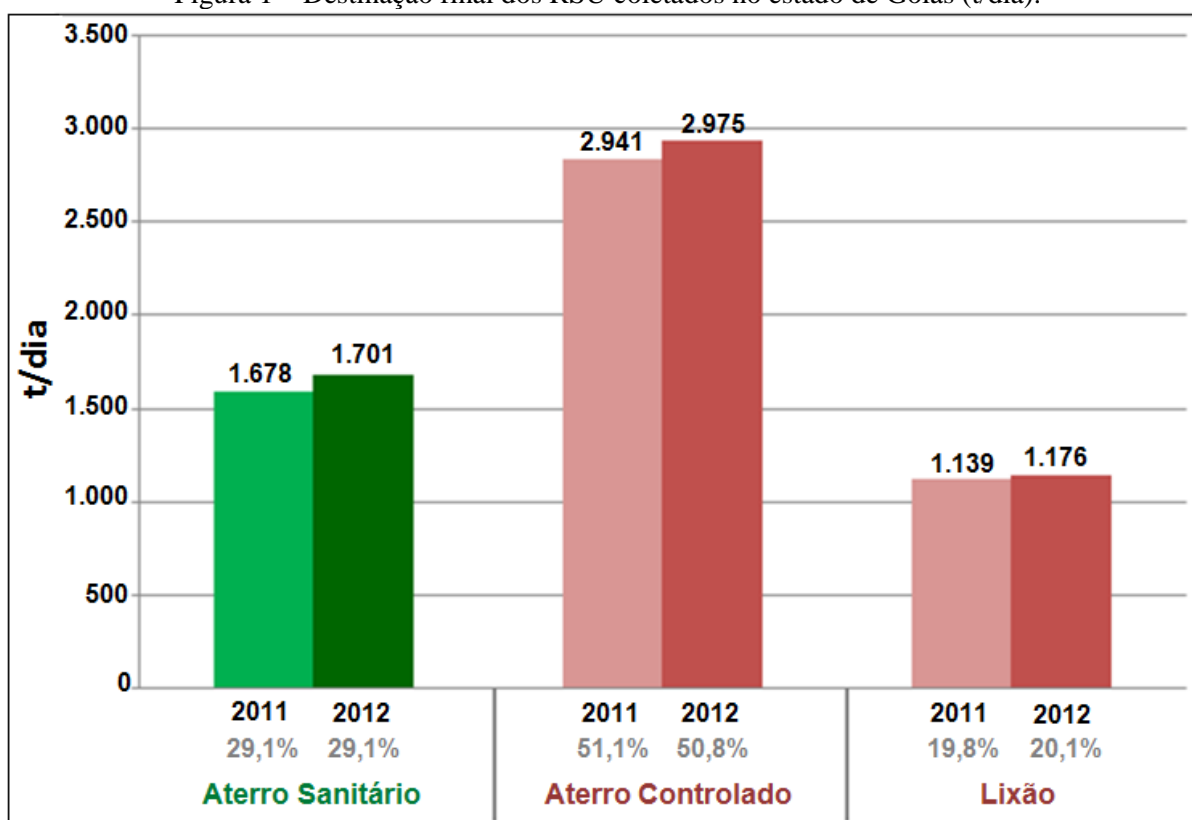
inadequada do país - 70,9% dos RSU gerados no estado foram encaminhados para lixões ou aterros controlados (Figura 1).

Tabela 1 – Coleta e geração de RSU no Estado de Goiás.

| População Urbana |           | RSU Coletado |       |         |       | RSU Gerado |       |
|------------------|-----------|--------------|-------|---------|-------|------------|-------|
|                  |           | (kg/hab/dia) |       | (t/dia) |       | (t/dia)    |       |
| 2011             | 2012      | 2011         | 2012  | 2011    | 2012  | 2011       | 2012  |
| 5.492.664        | 5.572.288 | 1,048        | 1,050 | 5.758   | 5.852 | 6.274      | 6.330 |

Fonte: ABRELPE, 2012.

Figura 1 – Destinação final dos RSU coletados no estado de Goiás (t/dia).



Fonte: ABRELPE, 2012.

Esta situação preocupante é confirmada pelo último levantamento realizado pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH/GO, 2013a), que identificou apenas quatorze cidades (5,69%) do estado com aterro sanitário implantado e com licença de funcionamento em vigor (Quadro 1). Ressalta-se que, embora existam outros municípios do estado que possuem aterro sanitário, como é o caso de Rio Verde e Goiânia, os mesmos são licenciados pelas agências municipais de meio ambiente, não tendo assim o licenciamento reconhecido pela SEMARH/GO.

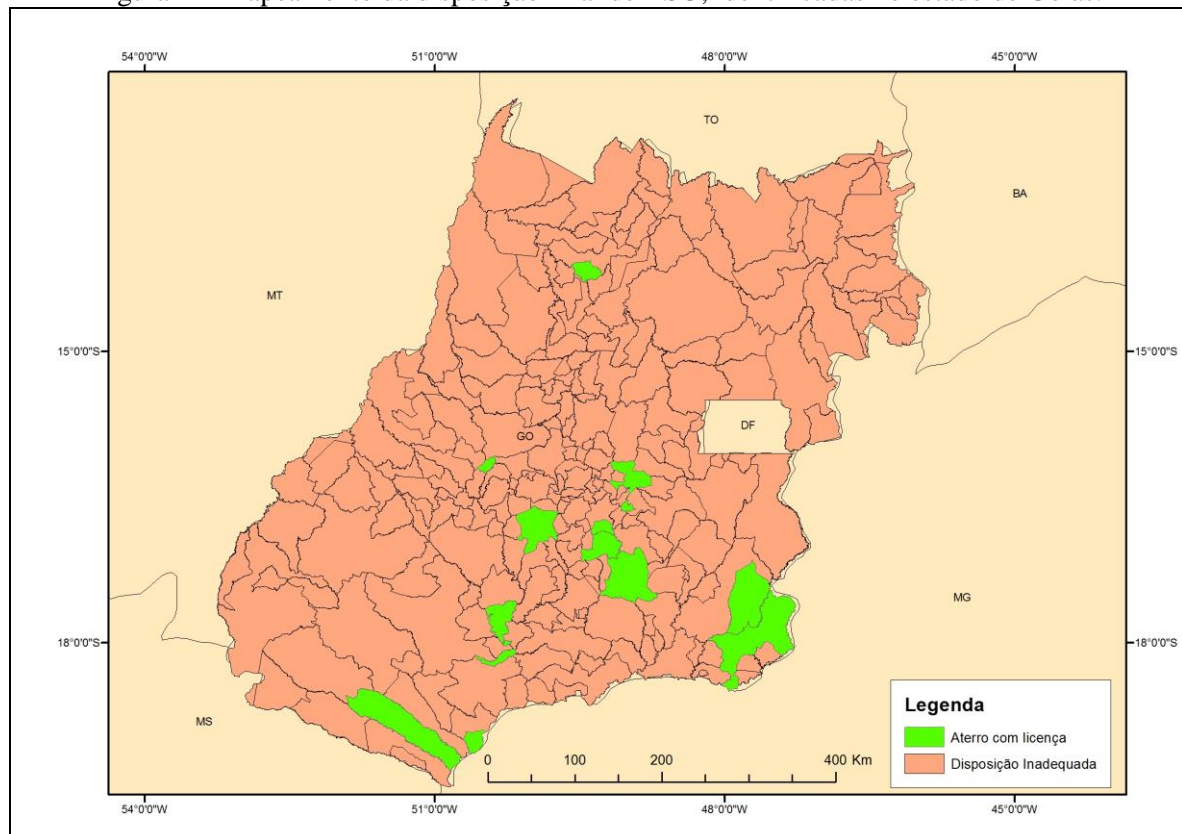
Quadro 1 – Municípios com aterro sanitário licenciado pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás.

| Aterros Sanitários com Licença para Funcionamento no Estado de Goiás | Municípios Abrangentes Regulares |
|--|----------------------------------|
| Prefeitura Municipal de Alto Horizonte                               | Alto Horizonte                   |
| Prefeitura Municipal de Anápolis                                     | Anápolis                         |
| Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia                         | Aparecida de Goiânia             |
| Prefeitura Municipal de Bonfinópolis                                 | Bonfinópolis                     |
| Prefeitura Municipal de Buriti de Goiás                              | Buriti de Goiás                  |
| Prefeitura Municipal de Campo Alegre de Goiás                        | Campo Alegre de Goiás            |
| Prefeitura Municipal de Castelândia                                  | Castelândia                      |
| Prefeitura Municipal de Catalão                                      | Catalão                          |
| Prefeitura Municipal de Hidrolândia                                  | Hidrolândia                      |
| Prefeitura Municipal de Itarumã                                      | Itarumã                          |
| Prefeitura Municipal de Palmeiras de Goiás                           | Palmeiras de Goiás               |
| Prefeitura Municipal de Piracanjuba                                  | Piracanjuba                      |
| Prefeitura Municipal de São Simão                                    | São Simão                        |
| Prefeitura Municipal de Turvelândia                                  | Turvelândia                      |

Fonte: Modificado de SEMARH/GO, 2013a.

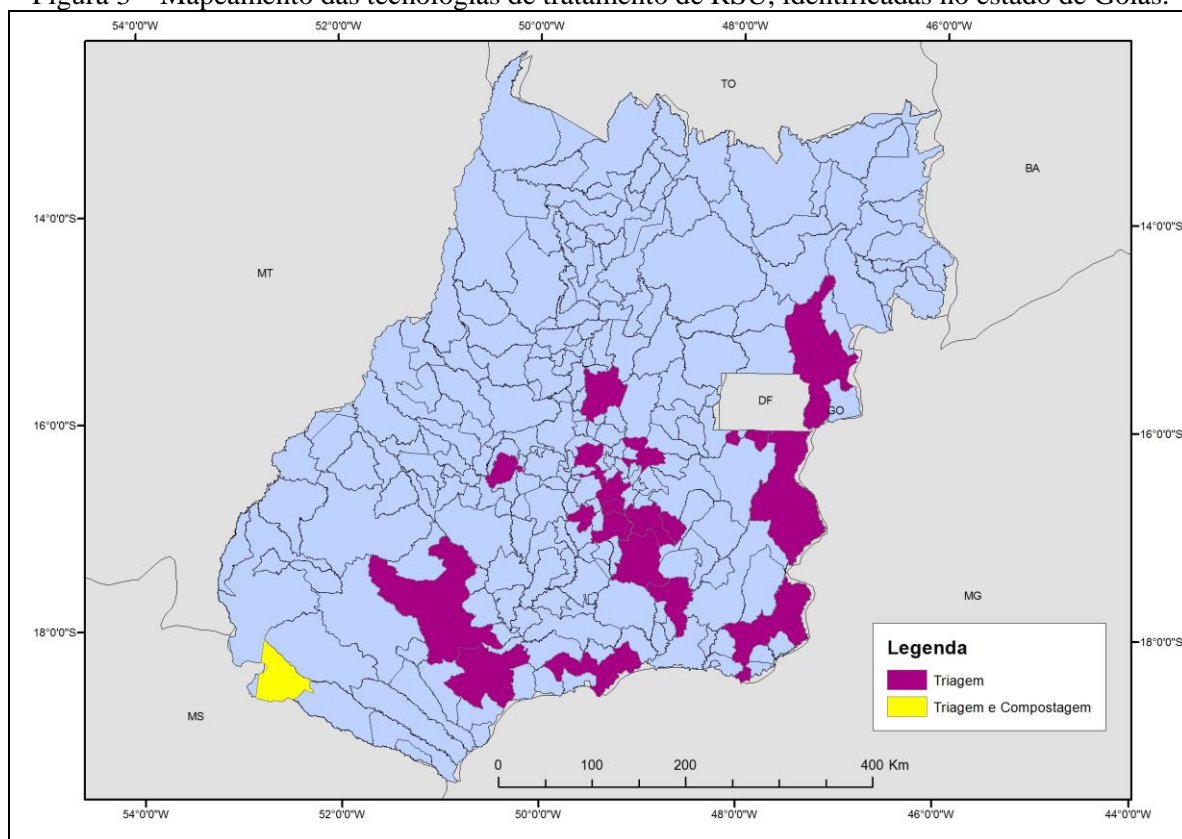
Embora o aterro sanitário seja a única tecnologia utilizada para a disposição final dos RSU no estado de Goiás (Figura 2), outras formas de destinação podem ser identificadas mesmo que em pequena escala (Figura 3).

Figura 2 – Mapeamento da disposição final de RSU, identificadas no estado de Goiás.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Indústria e Comércio - SIC, 2009 e SEMARH/GO, 2013a.

Figura 3 – Mapeamento das tecnologias de tratamento de RSU, identificadas no estado de Goiás.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Indústria e Comércio - SIC, 2009 e BNDES, 2013b.

Segundo dados publicados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2013b), há 22 municípios com centrais de triagem em operação no estado, o que representa 8,94% dos municípios goianos, conforme apresentado no Quadro 2. Quanto a centrais de compostagem de resíduos orgânicos, apenas uma iniciativa foi identificada no município de Chapadão do Céu.

Quadro 2 – Municípios do estado de Goiás que possuem central de triagem.

| <b>Estado</b> | <b>Municípios que possuem Central de Triagem</b>  |
|---------------|---|
| Goiás         | Anápolis, Aparecida de Goiânia, Bela Vista de Goiás, Catalão, Caldas Novas, Chapadão do Céu, Cidade Ocidental, Cristalina, Formosa, Goiânia, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Inhumas, Itumbiara, Jaraguá, Novo Gama, Piracanjuba, Quirinópolis, Rio Verde, São Luis de Montes Belos e São Miguel do Passa Quatro. |

Fonte: BNDES, 2013b.

Para que o atual panorama da destinação dos RSU em Goiás seja alterado, é necessário que haja gestão e gerenciamento adequados dos mesmos, o que significa avaliar os aspectos tecnológicos e operacionais, que envolvem questões administrativas, técnicas,

econômicas, ambientais e sociais. Para isso, deve haver uma integração entre a coleta, o transporte, tratamento e destinação final destes resíduos (LIMA, J., 2001).

### 3.2 COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

De acordo com a NBR 12.980, coleta de resíduos sólidos é a ação de recolher e transportar, com equipamentos e veículos adequados para tal finalidade, materiais sólidos das mais diversas naturezas (ABNT, 1993). A coleta desses resíduos é uma atividade de grande importância, pois previne o surgimento e proliferação de pestes e doenças, como a que exterminou quase a metade da população europeia na Idade Média (RUSSO, 2003). Apesar de não ser uma tecnologia de tratamento e disposição final, a coleta é fundamental na rota dos RSU.

Geralmente, a coleta e o transporte dos RSU são efetuados por um órgão municipal que possui a incumbência de realizar a limpeza urbana. Contudo, esses serviços podem ser executados, também, pela própria prefeitura, por empresas terceirizadas ou por um sistema misto (MONTEIRO et al., 2001).

O transporte dos RSU deve ser feito conforme a NBR 13.221, que especifica que estes materiais não podem ser transportados com produtos destinados ao consumo humano ou animal, como alimentos e medicamentos. Além disso, o veículo utilizado para o transporte não pode ter vazamento ou derramamento de quaisquer resíduos como, por exemplo, o chorume (ABNT, 2003).

#### 3.2.1 Tipos de Coleta

##### 3.2.1.1 Coleta convencional (ou regular)

Coleta regular é definida como a ação de recolher resíduos sólidos periodicamente em intervalos preestabelecidos (ABNT, 1993). De acordo com a NBR 12.980, são possíveis os seguintes tipos de coleta (ABNT, 1993):

a) Coleta domiciliar: coleta feita regularmente nas residências, estabelecimentos públicos, comerciais, indústrias e de prestação de serviços dos resíduos sólidos domiciliares que possuam volume e características de acordo com a legislação municipal vigente.

b) Coleta de resíduos de feiras, praias e calçadões: coleta feita regularmente dos resíduos provindos da varrição e limpeza de feiras, praias e calçadões;

c) Coleta de varredura: coleta feita regularmente dos resíduos provenientes da varrição de logradouros e vias públicas;

d) Coleta de resíduos dos serviços de saúde: coleta feita regularmente dos resíduos oriundos de hospitais, casas de saúde, sanatórios, clínicas médicas e veterinárias, prontos-socorros, ambulatórios, laboratórios, centros de saúde, farmácias e outros estabelecimentos desta natureza.

e) Coleta de resíduos com riscos para a saúde: coleta feita regularmente para retirar os resíduos oriundos de presídios, aeroportos internacionais, portos, ou seja, de locais que ofereçam riscos de contaminação.

A coleta convencional de resíduos sólidos possui particularidades em cada município que a realiza, como o tipo de veículo coletor utilizado, a forma de execução do serviço (por órgão público ou privado), a população atendida, a frequência de atendimento, o tipo e a quantidade de resíduo recolhido. Essas peculiaridades fazem com que os custos/preços deste serviço sejam diferentes para cada cidade.

De acordo com dados levantados em trinta e dois municípios de diferentes portes que encaminham seus resíduos para aterros sanitários (BNDES, 2012d; SNIS, 2013), o valor da coleta regular variou de R\$ 20,36 a R\$ 251,39 por tonelada (Tabela 2). A mediana dos valores encontrados para este tipo de recolha nos municípios avaliados foi de R\$ 66,21, e a população atendida variou de 4.893 habitantes, em Catas Altas/MG, até 2.447.438 habitantes, em Salvador/BA.

Tabela 2 – Valores da coleta convencional de RSU em trinta e dois municípios brasileiros.

(continua)

| <b>Município</b>                          | <b>População Atendida</b> | <b>Custo/Preço Coleta Convencional (R\$/t)</b> |
|---|---------------------------|--|
| Salvador/BA                               | 2.477.438                 | 98,52  |
| Recife/PE                                 | 1.537.704                 | 75,27  |
| Goiânia/GO                                | 1.302.001                 | 94,03  |
| Jaboatão dos Guararapes/PE                | 649.788                   | 89,96  |
| Olinda/PE                                 | 377.779                   | 41,08  |
| Mossoró/RN                                | 259.815                   | 38,61  |
| Parnamirim/RN                             | 202.456                   | 58,73  |
| Rio Grande/RS                             | 198.049                   | 109,15   |
| Alvorada/RS                               | 196.572                   | 80,44  |
| Cidade Ocidental + Valparaíso de Goiás/GO | 188.897                   | 83,73  |
| Sobral/CE                                 | 185.258                   | 27,28  |
| Itajaí/SC                                 | 183.373                   | 95,49  |
| Rio Claro/SP                              | 183.071                   | 50,92  |
| Araçatuba/SP                              | 182.526                   | 95,32  |
| Dourados/MS                               | 181.005                   | 89,81  |

(conclusão)

| Município                  | População Atendida | Custo/Preço Coleta Convencional (R\$/t) |
|----------------------------|--------------------|---|
| Santa Bárbara do Oeste/SP  | 180.772            | 40,85                                   |
| Guarapuava/PR              | 159.931            | 104,20                                  |
| Rio Verde/GO               | 151.020            | 38,81                                   |
| Patos/PB                   | 100.674            | 41,90                                   |
| Bayeux/PB                  | 99.716             | 20,36                                   |
| São Gonçalo do Amarante/RN | 87.668             | 42,00                                   |
| Gravatá/PE                 | 76.458             | 27,86                                   |
| Belo Jardim/PE             | 72.432             | 30,03                                   |
| Macaíba/RN                 | 69.467             | 30,44                                   |
| Formiga/MG                 | 65.299             | 56,46                                   |
| Penápolis/SP               | 56.167             | 122,23                                  |
| Muritiba/BA                | 28.922             | 38,32                                   |
| Taquatiringa do Norte/PE   | 24.903             | 23,14                                   |
| Carnaíba/PE                | 18.574             | 250,66                                  |
| Ibirajuba/PE               | 7.534              | 251,39                                  |
| Quixaba/PE                 | 6.739              | 162,07                                  |
| Catas Altas/MG             | 4.893              | 73,68                                   |
| <b>MEDIANA</b>             |                    | <b>66,21</b>                            |

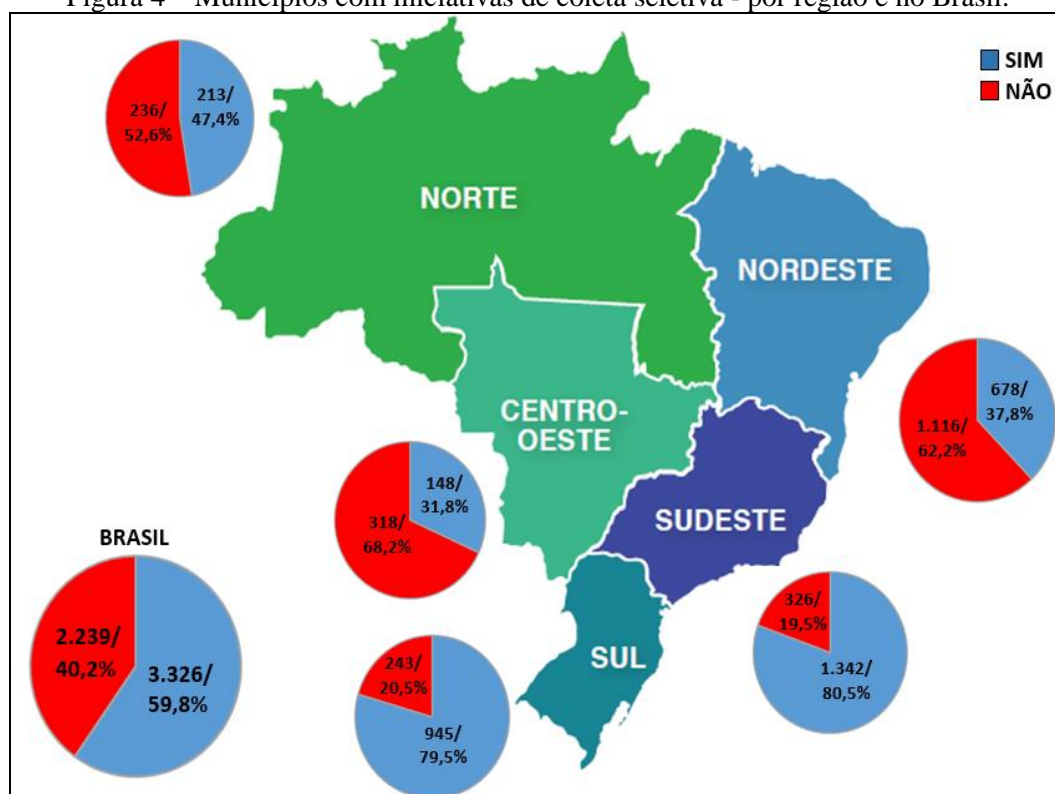
Fonte: BNDES, 2012d e SNIS, 2013.

### 3.2.1.2 Coleta seletiva

A coleta seletiva é a recolha de resíduos como papel e papelão, latas, vidros, plásticos, entre outros, previamente segregados por quem os gera (ABNT, 1993). O sistema de coleta seletiva surgiu no Brasil no município de São Gonçalo, no Rio de Janeiro, em 1983. O conceito era selecionar a parte inorgânica do lixo com o objetivo de vendê-los a indústrias de reciclagem (LIMA, J. 2001). Com o passar dos anos, essa modalidade de coleta de resíduos sólidos evoluiu no país. Atualmente, 59,8% dos 5.565 municípios brasileiros possuem iniciativas de coleta seletiva. Este levantamento, feito para as cinco regiões do país, encontra-se apresentado na Figura 4. Apesar dos números serem expressivos, vale ressaltar que muitas dessas cidades têm apenas pontos de entrega voluntária (PEV's) ou simples formalização de parcerias com cooperativas de catadores que executam o serviço, sem um veículo de transporte adequado (ABRELPE, 2012).



Figura 4 – Municípios com iniciativas de coleta seletiva - por região e no Brasil.



Fonte: ABRELPE 2012.

Para Brasil e Santos (2007), a coleta seletiva é uma das melhores maneiras de se reduzir o volume de resíduos gerados pela população. É um processo de mudança de hábitos, no qual as pessoas passam a ter uma atitude mais consciente, enxergam a necessidade de substituir costumes tradicionais por uma postura de valorização ao meio ambiente.

De acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM (1995), para se ter uma ideia do impacto positivo desse tipo de recolha, analisando-se a composição média dos resíduos sólidos gerados pelos brasileiros, a coleta seletiva pode reduzir cerca de 30% do volume e peso de todos os resíduos recolhidos em um município. Isso significaria o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a redução dos custos com coleta, economia energética e dos recursos naturais e um sistema de compostagem mais eficiente.

O governo federal também reconhece a importância de uma coleta diferenciada de materiais recicláveis, visto que um dos instrumentos da PNRS é a coleta seletiva que, junto com a logística reversa, são mecanismos importantes na responsabilidade compartilhada entre fabricantes, comerciantes, Estado e sociedade pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010a). BNDES (2012a) complementa mencionando que, uma coleta seletiva de grande alcance, com a participação da população, aliada a boas políticas públicas é fundamental para a eficiência das tecnologias envolvidas na rota tecnológica dos resíduos sólidos.

Para Eigenheer e Ferreira (2013), a coleta seletiva de RSU nas fontes geradoras promove o seu reaproveitamento. E a participação dos moradores é fundamental para o êxito desse sistema em um município, pois a adesão à este tipo de recolha influi diretamente nos custos por tonelada processada em uma central de triagem. Por ter uma menor quantidade de resíduos coletada que na coleta convencional, os custos são maiores quando se realiza uma coleta diferenciada.

De acordo com os dados divulgados por CEMPRE (2012) e BNDES (2012d), a mediana encontrada para a coleta seletiva em vinte municípios brasileiros pesquisados é de R\$ 364,89/t (Tabela 3). Este valor varia de acordo com a quantidade coletada, população atendida, taxa de adesão dos moradores atendidos, tempo empregado neste tipo de recolha, distâncias percorridas pelos veículos da coleta, qualidade do material que chega à central de triagem para ser segregado (se chega sujo, se a segregação feita pelos moradores é adequada).

Os custos com a coleta seletiva são variados, oscilando entre R\$ 70,00/t e R\$ 629,00/t. Para se realizar a coleta seletiva no município em estudo, Cidade Ocidental/GO, tem-se o custo de R\$ 375,58/t (CEMPRE 2012; BNDES, 2012d).

Tabela 3 – Custos da coleta seletiva em vinte municípios brasileiros.

| <b>Município</b>       | <b>População Atendida (hab.)</b> | <b>Total Processado em 2.012 (t/mês)</b> | <b>Custo da Coleta Seletiva em 2.012 (R\$/t)</b> |
|------------------------|----------------------------------|--|--|
| São Paulo/SP           | 4.683.984                        | 4.668                                    | 567,60   |
| Rio de Janeiro/RJ      | 1.896.134                        | 669                                      | 354,20   |
| Curitiba/PR            | 1.751.907                        | 2.742                                    | 510,40   |
| Porto Alegre/RS        | 1.409.351                        | 2.600                                    | 323,40   |
| Goiânia/GO             | 1.297.076                        | 2.300                                    | 547,80   |
| Recife/PE              | 922.622                          | 350                                      | 239,80   |
| Campinas/SP            | 796.155                          | 600                                      | 629,00   |
| Santo André/SP         | 676.407                          | 513                                      | 85,80  |
| São José dos Campos/SP | 617.106                          | 3.800                                    | 222,20   |
| Salvador/BA            | 534.985                          | 460                                      | 140,80   |
| Londrina/PR            | 493.520                          | 1.000                                    | 77,00  |
| Santos/SP              | 414.895                          | 361                                      | 503,80   |
| Florianópolis/SC       | 397.180                          | 764                                      | 508,20   |
| Belo Horizonte/MG      | 356.273                          | 871                                      | 429,00   |
| Brasília/DF            | 198.577                          | 1.320                                    | 176,00   |
| Rio Branco/AC          | 185.127                          | 18                                       | 149,60   |
| Itabira/MG             | 99.247                           | 170                                      | 536,80   |
| Manaus/AM              | 53.786                           | 400                                      | 550,00   |
| Cidade Ocidental/GO    | 33.550                           | 30                                       | 375,58   |
| Dourados/MS            | 1.960                            | 41                                       | 251,26   |
| <b>MEDIANA</b>         |                                  |  | <b>364,89</b>                                    |

Fonte: CEMPRE, 2012 e BNDES, 2012d.

### ***3.2.1.2.1 Coleta seletiva domiciliar (porta a porta)***

Este sistema é muito parecido com o de coleta convencional de resíduos sólidos, com veículos coletores passando pelos domicílios em dias e horários específicos e, normalmente, não coincidentes com a coleta regular. Os moradores segregam os materiais recicláveis e os deixam prontos para serem coletados pelo veículo específico da coleta seletiva (BIDONE; POVINELLI, 1999).

Embora seja o modelo mais adotado pelas prefeituras, apresenta como ponto negativo o acréscimo das despesas com transporte, devido ao aumento do número de caminhões, o que resulta em um valor unitário maior que a coleta convencional (MONTEIRO et al., 2001). Os autores mencionam, ainda, que a população deve ser orientada a segregar somente os materiais com valor comercial, o que minimizará os custos com o transporte e com o manuseio dos rejeitos na central de triagem.

### ***3.2.1.2.2 Coleta seletiva em Postos de Entrega Voluntária (PEV's)***

Este tipo de coleta ocorre quando contêineres são colocados em pontos fixos da cidade e os habitantes vão até estes locais e depositam, de forma voluntária, os recicláveis (BRASIL; SANTOS, 2007). São os chamados Postos de Entrega Voluntária (PEV's).

### ***3.2.1.2.3 Coleta seletiva em postos de trocas***

Essa modalidade de coleta seletiva se baseia na permuta do material reciclável por algum benefício, que pode ser um alimento, vale-transporte, algum tipo de desconto. (BIDONE; POVINELLI, 1999).

## **3.3 ESTAÇÃO DE TRANSBORDO**

O crescimento das cidades, fruto da migração dos habitantes da zona rural para os centros urbanos e do crescimento vegetativo da população tem gerado uma expansão urbana, o que tem dificultado a seleção de uma área adequada para a disposição final dos resíduos sólidos. Estas dificuldades têm feito com que municípios vizinhos adotem soluções conjuntas para destinação de seus RSU, o que acaba provocando um maior distanciamento entre as cidades e os aterros sanitários (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Essas maiores distâncias entre os centros urbanos e os locais de descarga dos resíduos têm onerado os custos de transporte, visto que há um maior consumo de combustível

e diminuição da produtividade dos caminhões e da guarnição (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000). Para Monteiro et al. (2000), além desses problemas, o aumento das distâncias entre a coleta e a descarga de resíduos atrasa os roteiros de coleta e aumenta o tempo de exposição desses resíduos nas ruas.

Diante dos problemas que grandes deslocamentos de transporte de resíduos podem trazer, surgiu a Estação de Transbordo – ET (também conhecidas como Estação de Transferência) que além de diminuir os valores despendidos com o deslocamento dos caminhões, tem outros benefícios como o aumento de locais de disposição de RSU e uma maior eficiência dos caminhões que realizam a coleta, pois estes podem fazer mais viagens para coletar os RSU (COSTA, 2005).

Estações de transbordo são locais intermediários, onde os resíduos coletados por caminhões coletores convencionais são transferidos para caminhões de grande porte, com capacidade para transportar, normalmente, o triplo da capacidade dos veículos coletores. Nas ET não ocorre nenhum tratamento com o resíduo, há apenas a relocação dos RSU (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000). Estas estações são geralmente empregadas quando a distância entre o centro de coleta e o ponto de descarga é maior que 25 km. Em cidades onde o tráfego rodoviário dificulta o deslocamento dos veículos, podem-se implantar ET em distâncias menores que 20 km (MONTEIRO et al., 2000). Para D'Almeida e Vilhena (2000), a viabilidade econômica de uma estação de transferência ocorre a partir de uma distância de 6 km entre a coleta e a descarga para caminhões convencionais e entre 12 e 25 km quando se utiliza caminhões compactadores.

Os veículos utilizados para transportar os resíduos podem ser do tipo rodoviário ou ferroviário (para distâncias muito longas). Os meios de transporte mais utilizados nas estações de transbordo são os caminhões tipo roll-on/roll-off, carretas semi-reboques de 45m<sup>3</sup> ou de fundo móvel (MONTEIRO et al., 2000).

### **3.3.1 Tipos de Estação de Transbordo**

Segundo Monteiro et al. (2000), existem dois tipos de ET: estação com transbordo direto e estação de transbordo com armazenamento.

#### **3.3.1.1 Estação de transbordo direto**

Sistema que possui um desnível entre os pavimentos, de modo que os caminhões de coleta ficam em uma cota mais elevada e descarregam os resíduos diretamente no veículo de

transferência que levará os resíduos para a disposição final. É um modelo de estação que necessita de uma frota mais numerosa de caminhões que fazem a mudança dos resíduos da estação para o aterro, a fim de garantir que os caminhões que fazem a coleta não fiquem parados na ET aguardando para descarregar os resíduos.

### 3.3.1.2 Estação de transbordo com armazenamento

Como na maioria das cidades os percursos de coleta de resíduos domiciliares terminam em uma mesma faixa de horário, é fundamental que a estação possua um local para o armazenamento dos resíduos, de modo a absorver os “picos” de quantidades de resíduos. Esse tipo de sistema permite que se opere com menos veículos. Existem dois modelos mais utilizados de ET com armazenamento:

- Estações com compactação: Este tipo de estação permite que ocorra o aumento da massa específica de resíduos, o que reduz os custos com transporte. Nestes locais, há um silo de armazenamento que possui um sistema hidráulico instalado de modo a compactar os resíduos.

- Estações sem compactação: Nestes modelos, os silos armazenam os resíduos que são descarregados pelos veículos de coleta. Uma escavadeira hidráulica retira os resíduos dos silos e carrega os veículos de transferência. Este sistema é mais adequado para estações que movimentem até 1.000 t/dia, pois uma maior quantidade de resíduos pode encarecer as obras civis de uma ET.

Outro tipo de estação sem compactação são aquelas que possuem um pátio de armazenamento de resíduos. Este pátio deve ser pavimentado, com cobertura e fechamento lateral, a fim de proteger os resíduos e conferir um melhor padrão visual à estação. É um modelo que acelera a descarga dos caminhões de coleta e o carregamento dos veículos de transferência.

## 3.4 TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E ROTAS TECNOLÓGICAS

Existem muitas tecnologias de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, mas a prática mais utilizada no país são os aterros sanitários, embora ainda prevaleçam métodos inadequados como os lixões e aterros controlados. Contudo, a utilização de aterros sanitários não é a única alternativa a ser utilizada por um município. Existe também a triagem, compostagem, biodigestores, incineração (BNDES, 2012b).

Essas tecnologias podem ser utilizadas de forma unificada nos municípios, em que uma complementa a outra. A união de duas ou mais tecnologias para a destinação dos RSU forma a chamada rota tecnológica. De acordo com BNDES (2012b), a rota é composta por tecnologias e fluxos dos RSU, formando um conjunto de processos que vão desde a geração até a disposição final dos resíduos. Mesmo não sendo uma tecnologia, uma rota tecnológica abrange também a coleta, seja seletiva ou convencional.

Lima et al. (2013) utilizam o porte dos municípios para definir a rota tecnológica mais adequada para os RSU na região centro oeste do Brasil. Para cidades entre 30.000 e 250.000 habitantes, os autores sugerem a rota tecnológica triagem e aterro sanitário sem aproveitamento energético, contemplando também as coletas convencional e seletiva. Já BNDES (2013a), para a mesma escala populacional citada, define que a melhor rota tecnológica dos resíduos é composta por: coletas (seletiva e convencional), triagem, compostagem, transbordo e aterro sanitário sem aproveitamento energético. O autor propõe ainda outras quatro rotas tecnológicas para os RSU dos municípios do centro oeste, de acordo com o porte dos mesmos e do mercado da reciclagem. As rotas sugeridas pelo autor para a região estão descritas a seguir:

- Rota 1 – Coleta Convencional e Aterro Sanitário sem Aproveitamento Energético  
Recomendada para municípios com menos de 30.000 habitantes, geograficamente isolados de outros municípios e do mercado da reciclagem.

- Rota 2 – Coleta Convencional, Coleta Seletiva, Triagem e Aterro Sanitário sem Aproveitamento Energético

Recomendada para municípios ou consórcios com menos de 30.000 habitantes que possuam viabilidade para a reciclagem.

- Rota 3 – Coleta Convencional, Coleta Seletiva, Triagem, Compostagem, Transbordo e Aterro Sanitário sem Aproveitamento Energético.

Recomendada para municípios ou consórcios entre 30.000 e 250.000 habitantes.

- Rota 4 – Coleta Convencional, Coleta Seletiva, Triagem, Compostagem, Transbordo e Aterro Sanitário sem Aproveitamento Energético.

Recomendada para municípios ou consórcios entre 250.000 e 1.000.000 habitantes.

- Rota 5 – Coleta Convencional, Coleta Seletiva, Triagem, Compostagem, Transbordo e Aterro Sanitário com Aproveitamento Energético.

Recomendada para municípios ou consórcios acima de 1.200.000 habitantes.

A seguir, é apresentada uma descrição das tecnologias de aterro sanitário e triagem e reciclagem, importantes sistemas de uma rota tecnológica de RSU.

### **3.4.1 Triagem e Reciclagem**

#### **3.4.1.1 Triagem**

A triagem é a segregação de materiais recicláveis que se encontram nos resíduos domiciliares e comerciais, e que serão comercializados para empresas que farão o reaproveitamento destes materiais (BNDES, 2012d). Para Blauth e Grimberg (1998), triagem é um conjunto de máquinas e indivíduos segregando o que há de reciclável do lixo comum. Conforme D’Almeida e Vilhena (2000), essa tecnologia de tratamento dos RSU é uma boa maneira de reduzir a quantidade de resíduos enviados ao aterro, desde que haja um mercado para absorver os materiais que foram separados.

Na triagem, os resíduos sólidos coletados em domicílios (porta a porta) ou em locais predefinidos, são encaminhados a um galpão onde são dispostos em uma baia de descarga, local de recebimento dos resíduos. Na sequência, esses materiais são colocados em uma mesa de separação para serem criteriosamente segregados por tipo de material e encaminhados para o enfardamento/acondicionamento para poderem ser comercializados. Uma unidade de triagem deve ter mesas de separação de recicláveis ou esteiras, piso em concreto, balança, prensa (para enfardar os materiais recicláveis, facilitando a estocagem e o transporte dos mesmos), calhas coletoras de lixiviado e iluminação (BNDES, 2012d).

Esta tecnologia está amparada pela PNRS, que define, como um dos seus instrumentos, o incentivo aos municípios que criarem cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis (formadas por pessoas físicas de baixa renda), como é o caso das centrais de triagem. Estes empreendimentos terão prioridade no acesso aos recursos da União (BRASIL, 2010a). Wilson et al. (2010) mencionam que o Brasil é um país que notoriamente reconhece os catadores informais como profissão, ao criar as cooperativas e associações. E isto é positivo, pois essas pessoas passam a integrar o sistema de gestão de resíduos e a economia nacional.

O processo de triagem traz vantagens econômicas, ambientais e sociais, como descreve BNDES (2012d):

- Diminuição da quantidade de resíduos encaminhados ao aterro sanitário;

- Menor produção de lixiviados e de gases;
- Redução nos gastos de matérias primas;
- Diminuição no consumo de energia elétrica e de insumos, como a água;
- Redução da poluição ambiental através de uma menor produção de novos insumos;
- Melhoria no saneamento (manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana).

A triagem reduz as despesas com a coleta convencional, pois resíduos que antes iriam para o aterro sanitário, são segregados e, conseqüentemente, deixam de ser transportados e depositados nos aterros. Entretanto, surgem novos custos, como a cessão de espaço físico para a criação de uma central de triagem, fornecimento de prensas, balanças, carrinhos, e uniformes. E esses custos, assim como os valores gastos com assessoria jurídica e administrativa para que a cooperativa seja legalizada, devem ter o subsídio da prefeitura (MONTEIRO et al., 2001).

Os autores supracitados mencionam ainda que, para o êxito de uma cooperativa de recicláveis, é necessário que os materiais sejam de boa qualidade; tenham escala de produção e de estoque e; que haja regularidade da produção e entrega do produto às indústrias (recicladoras). São itens que fortalecem a central de triagem, pois reduzem o número de intermediários e aumentam os preços de venda dos recicláveis disponíveis nas cooperativas.

Após a instituição da Lei nº 12.305, as cooperativas de catadores passaram a ter uma importância estratégica para os municípios, pois terão prioridade aos recursos do Estado os entes federados que implantarem um sistema de coleta seletiva com a atuação de cooperativas (ou associações) de catadores de resíduos recicláveis que tiverem no seu quadro trabalhadores de baixa renda (BRASIL, 2010a).

#### ***3.4.1.1.1 Tipos de triagem***

Segundo BNDES (2012d), a triagem dos resíduos recicláveis pode ser feita de forma manual ou mecanizada.

Na triagem manual, os resíduos são colocados sobre uma mesa de separação para que seja feita a segregação de forma manual pelos trabalhadores daquilo que possui valor comercial. Normalmente, este método é empregado em municípios que a geração de resíduos é entre cinco e dez toneladas por dia, com um índice de recuperação de materiais e produtividade baixa. Já na triagem mecanizada, existem esteiras de separação movidas por



motores elétricos e com velocidade controlada de acordo com a demanda. Neste caso, ao chegarem à central de triagem, os resíduos são levados para uma moega, que armazenará os materiais, e são encaminhados para as esteiras de separação por uma carregadeira sobre rodas ou retroescavadeira. Na sequência, a esteira se movimenta a velocidades programadas, permitindo que o trabalhador faça a segregação manual dos recicláveis, colocando-os em recipientes predefinidos por tipo de material (BNDES, 2012d).

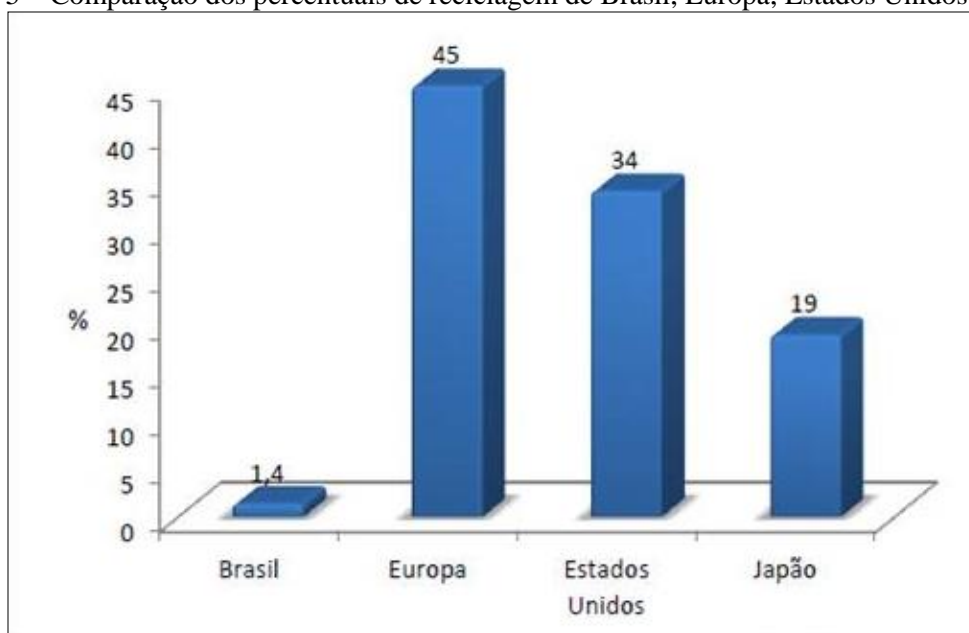
Ainda segundo BNDES (2012d), os materiais separados são colocados em baias específicas para cada tipo de reciclável (papel branco, jornal, PET). Das baias esses resíduos são levados para as prensas, de forma a ficarem prontos para serem comercializados. Estando enfardados, os materiais são pesados em uma balança (essencial para a triagem) e encaminhados, utilizando-se empilhadeiras manuais ou mecanizadas, para a baia de saída ou depósito, onde ficará pronto para ser vendido.

#### 3.4.1.2 Reciclagem

Segundo a Lei nº 12.305, reciclagem é um método de modificação dos resíduos sólidos de forma a transformar suas propriedades físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (BRASIL, 2010a). Em outras palavras, reciclar é tornar um material que seria descartado em um novo produto, trazendo-o de volta ao ciclo produtivo.

Reciclagem é um vocábulo que surgiu na década de 1970, no momento em que as questões relacionadas ao meio ambiente passaram a ser tratadas com mais preocupação. Era um período de crise mundial do petróleo e, reciclar passou a ter relevância estratégica (BRASIL; SANTOS, 2007). No Brasil, a reciclagem apresentava números irrisórios até o final da década de 80 (menor que 1%). A partir da década de 90, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como Rio-92, a reciclagem passa a integrar a gestão dos RSU e, conseqüentemente, surgem os incentivos dos órgãos gestores. Mesmo assim, em comparação com dados da Europa, Estados Unidos e Japão, o Brasil ainda apresenta baixos índices de reciclagem, como mostra o gráfico da Figura 5 (BNDES, 2013b).

Figura 5 – Comparação dos percentuais de reciclagem de Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão.



Fonte: BNDES, 2013b.

Para Lima, J. (2001), a reciclagem deve ser mais bem estudada e avaliada, não apenas pelos conhecidos benefícios que gera, mas também porque é necessário conhecer melhor sua rota de escoamento e o mercado que irá absorver estes materiais. As indústrias que fazem a reciclagem dessa matéria prima que foi recuperada são também conhecidas como secundárias. Em grande parte dos processos de transformação, o produto reciclado é diferente do produto original (BRASIL; SANTOS, 2007).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, uma das formas de destinação adequada dos RSU é a reciclagem. Um dos objetivos da PNRS é o incentivo à indústria da reciclagem, de forma a estimular o uso de materiais recicláveis como matéria prima para a fabricação de novos produtos (BRASIL, 2010a). A reciclagem traz benefícios ao meio ambiente, pois há a diminuição da exploração dos recursos naturais, como apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Preservação de recursos naturais com a reciclagem.

| Material Reciclado   | Preservação                                | Decomposição   |
|----------------------|--|----------------|
| 1.000 kg de papel    | Corte de vinte árvores                     | 3 a 6 meses    |
| 1.000 kg de plástico | Extração de milhares de litros de petróleo | 200 a 450 anos |
| 1.000 kg de alumínio | Extração de 5.000 kg de minério            | 100 a 500 anos |
| 1.000 kg de vidro    | Extração de 1.300 kg de areia              | 4.000 anos     |

Fonte: Brasil e Santos, 2007.

Além dos dados apontados acima, Brasil e Santos (2007) mencionam que a reciclagem traz outros benefícios, como a minimização da contaminação do solo, da água, ar e alimentos; menor proliferação de doenças; fração orgânica de lixo menos contaminada; redução no consumo de energia e de matéria prima; mais qualidade de vida à população, que passa a ter uma cidade mais limpa; geração de renda com a comercialização dos resíduos recicláveis; aumento da vida útil do aterro sanitário.

Para IBGE (2012), a reciclagem é um dos mais relevantes aspectos no gerenciamento dos resíduos sólidos. É uma atividade vital, juntamente com a reutilização e redução na geração de materiais para sanar o problema da destinação final dos resíduos sólidos, compondo a tríade dos 3 Rs (reduzir, reutilizar e reciclar). Além dos benefícios ambientais, a reciclagem, que é vista com bons olhos pela sociedade, poder público e indústria, é uma oportunidade de negócios, uma atividade que é provedora de renda e emprego, proporciona consciência ambiental à população e promove o uso eficiente dos recursos.

De acordo com BNDES (2013b), a reciclagem de novos produtos fabricados a partir dos resíduos sólidos urbanos apresenta o seguinte ciclo formal: separação na fonte; coleta seletiva; triagem dos resíduos e; processo de transformação industrial. Cadeia esta que é preconizada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

### **3.4.2 Aterro sanitário**

#### 3.4.2.1 Tipos de aterro sanitário

##### ***3.4.2.1.1 Aterro sanitário convencional***

Uma das principais tecnologias para a disposição dos RSU são os aterros sanitários (AS), conceituados pela NBR 8.419 como um método em que estes resíduos são depositados no solo, em especial os resíduos domiciliares, utilizando-se critérios de engenharia e legislações operacionais específicas, de forma a realizar um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública, e minimizando os impactos ambientais (ABNT, 1992).

Considerada uma tecnologia indispensável na rota tecnológica que engloba os resíduos sólidos, o aterro sanitário, de acordo com a Lei nº 12.305, deve receber somente os materiais classificados como rejeitos (BRASIL, 2010a). Desta forma, é importante que existam outras tecnologias em fases anteriores que tratem ou encaminhem os resíduos sólidos passíveis de reutilização ou reciclagem para estes processos. Com isso, quanto menor for a

quantidade de resíduos a ser aterrada, maior será a vida útil e menores serão os custos de operação do AS.

De acordo com Rodrigues e Brasileiro (2007), os valores cobrados para a disposição final em um aterro sanitário variam de acordo com o volume de resíduos gerados pela população urbana, tamanho da área do aterro, distância percorrida pelos veículos e custos com funcionários. Segundo dados do BNDES (2012d), os preços deste serviço variam para oito cidades cujos aterros são operados por empresa privada (Tabela 4). Desses, seis municípios que sediam o AS têm como característica o recebimento dos RSU de cidades vizinhas, o que ocorre em regime de compartilhamento (também conhecido por convênio de cooperação) do aterro sanitário.

Neste levantamento, verificou-se que o preço da disposição final variou de R\$ 32,50 em Jaboatão dos Guararapes/PE, município que recebe os resíduos de seus habitantes e de outras quatro cidades vizinhas, até R\$ 72,82 em Cidade Ocidental/GO, ente da federação que recebe os RSU de sua população e da cidade vizinha Valparaíso de Goiás/GO. A mediana da disposição final obtido nos municípios levantados na Tabela 4 é de R\$ 54,04 (BNDES, 2012d). Vale ressaltar que os valores que constam nessa tabela são preços cobrados por empresas terceirizadas que operam os aterros sanitários.

Tabela 4 – Preços da disposição final de RSU em oito municípios brasileiros.

| <b>Município sede do aterro</b>              | <b>População Atendida (hab.)</b> | <b>Nº de Municípios Atendidos</b> | <b>Preço Disposição Final (R\$/t)</b> |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Salvador/BA                                  | 2.747.134                        | 3                                 | 53,07                                 |
| Jaboatão dos Guararapes/PE                   | 2.574.511                        | 5                                 | 32,50                                 |
| Igarassú/PE                                  | 596.113                          | 5                                 | 55,00                                 |
| Mossoró/RN                                   | 259.815                          | 1                                 | 33,22                                 |
| Cidade Ocidental +<br>Valparaíso de Goiás/GO | 188.897                          | 2                                 | 72,82                                 |
| Dourados/MS                                  | 181.005                          | 1                                 | 63,69                                 |
| Alagoinhas/BA                                | 141.949                          | 5                                 | 65,00                                 |
| Muritiba/BA                                  | 133.143                          | 6                                 | 45,58                                 |
| <b>MEDIANA</b>                               |                                  |                                   | <b>54,04</b>                          |

Fonte: BNDES, 2012d.

Se um aterro receber apenas rejeitos de outras tecnologias, além de diminuir os custos com operação, outras vantagens poderão ser observadas, como a diminuição na geração de biogás e de lixiviados poluentes ao meio ambiente (RUSSO, 2003). O autor ainda menciona outras vantagens dos aterros sanitários:

- Possibilidade de receber diversos tipos de rejeitos de resíduos sólidos;

- Tecnologia de fácil operação;
- Em comparação com outras tecnologias, apresenta custos relativamente baixos e;
- Não conflitante com formas avançadas de valorização dos resíduos.

Quanto à seleção da área para implantação de um aterro sanitário, observa-se que o processo de escolha de um lugar apropriado é um trabalho que exige uma série de análises. As cidades, cada vez mais urbanizadas e ocupando densamente o solo, limitam as alternativas de áreas que atendam às necessidades dos municípios, que tenham dimensões adequadas para a implantação de um aterro sanitário e que sejam próximas aos locais que geram esses resíduos (MONTEIRO et al., 2001).

Para definir a área de implantação dos aterros há fatores que se sobressaem, dentre eles: os parâmetros técnicos, as normativas federais, estaduais e municipais, o Plano Diretor Municipal, o uso do solo, o assentimento da população, a distância para condução do resíduo e as vias de acesso (MONTEIRO et al., 2001). Da mesma forma, a precipitação pluviométrica no local onde será instalado o aterro, a mudança sazonal de temperatura na região, e as características físico-químicas e microbiológicas dos RSU gerados na cidade são fatores que influenciam no desempenho do aterro, e que devem ser considerados na escolha de um espaço para se instalar este equipamento (BIDONE; POVINELLI, 1999).

A instalação de aterros sanitários deve obedecer a especificidades técnicas de licenciamento. O licenciamento deste equipamento é normatizado pela Resolução nº 001 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, de 23 de Janeiro de 1986, que cita o aterro sanitário como uma das atividades que depende de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA (CONAMA, 1986). Um dos critérios técnicos para a designação da localidade de um aterro é a distância mínima do limite da área útil do aterro para núcleos habitacionais que, de acordo com a NBR 13.896 deve ser superior a 500 m (ABNT, 1997). Já Mota (2011) menciona que o afastamento de um aterro para áreas urbanas deve ser de dois a três quilômetros. O autor ressalta ainda que, devido aos altos custos com coleta e transporte dos resíduos, a distância máxima entre a cidade e o aterro não deve ultrapassar vinte quilômetros.

A qualidade do solo também é fundamental, pois se a área escolhida tiver um solo com permeabilidade excessiva poderá contaminar o lençol freático, enquanto que um terreno rochoso elevará demasiadamente os custos com escavação (LIMA, J., 2001). Para isso, deve-se levar em consideração a recomendação da NBR 13.896/1997, na qual o aterro sanitário

deve ser implantado em uma área em que o subsolo tenha um material predominantemente com coeficiente de permeabilidade inferior a  $5 \times 10^{-5}$  cm/s (ABNT, 1997).

Outro fator que deve ser avaliado para a instalação de um aterro sanitário é a distância deste equipamento para os aeroportos, visto que a presença de aves (frequente em aterros) pode causar acidentes com aeronaves (MOTA, 2011). A Resolução nº 004/1995 do CONAMA adverte que nas áreas no entorno dos aeroportos não sejam implantados sistemas que atraiam pássaros, como por exemplo, vazadouros de resíduos sólidos, matadouros, curtumes e outros, pois podem por em risco a navegação aérea. De acordo com este documento, o centro geométrico do aeródromo deve estar a um raio de 20 km de distância para aeroportos que operam com regras de voo por instrumento (IFR) e a um raio de 13 km para os outros aeródromos. Essas distâncias garantem que a Área de Segurança Aeroportuária (ASA) seja respeitada (CONAMA, 1995).

No estado de Goiás, o licenciamento de aterros sanitários também é regulamentado pela Instrução Normativa nº 11/2013. Esta normativa prevê a operação simplificada de aterros sanitários, e é válida apenas para cidades isoladas ou que optarem por solução consorciada, cuja soma das populações seja de até 100.000 habitantes (SEMARH/GO, 2013b).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), em Goiás apenas nove municípios possuem mais de 100.000 habitantes, ou seja, as outras 237 (96,34%) cidades goianas podem licenciar seus aterros utilizando procedimento simplificado, permitindo assim que mais cidades destinem adequadamente seus RSU. É uma medida importante que foi adotada pelo estado, pois no Brasil, em 59% dos municípios de pequeno porte (aqueles de até 50.000 habitantes) os resíduos sólidos são encaminhados para lixões ou aterros controlados, enquanto que nas cidades de porte médio (50.000 a 500.000 habitantes) esse número cai para 33%, e, nos de grande porte (acima de 500.000 habitantes), esse índice é de 14% (ARAÚJO e NUNES, 2013).

As distâncias a serem respeitadas para a instalação de aterros sanitários com operação simplificada é de 3,0 km do perímetro urbano. Entretanto, distâncias menores a essa são permitidas desde que sejam maiores que 1,5 km para o perímetro urbano e que haja barreiras físicas que limitem o crescimento da cidade na direção do aterro. Também devem ser obedecidas as distâncias de 500 m de domicílios rurais e a 300 m para corpos hídricos, nascentes temporárias ou perenes. Se a área do aterro estiver à montante de abastecimento público, a distância mínima tem que ser de 2,5 km desse ponto e a 500 m do corpo hídrico (SEMARH/GO, 2013b).

### **3.4.2.1.2 Aterro sanitário de pequeno porte**

De acordo com a NBR 15.849 (ABNT, 2010), aterro sanitário de pequeno porte (ASPP) é um equipamento utilizado para a disposição de até 20 t/dia de RSU desde que, a partir dos condicionantes físicos da área, possa ser adotado um sistema simplificado de proteção ambiental, sem prejuízos à minimização dos impactos à saúde pública e ao meio ambiente. Para isso, é fundamental que o ASPP seja autorizado por uma legislação local.

Em consonância com a diretriz supracitada, a Resolução nº 404 (CONAMA, 2008), por considerar que a disposição inadequada de resíduos sólidos é uma ameaça à saúde pública e ao meio ambiente e, ainda, por ponderar as dificuldades que municípios de pequeno porte (esta Resolução também considera como municípios de pequeno porte aqueles que geram até 20 t/dia) enfrentam para implantar e operar um aterro sanitário, institui diretrizes para o licenciamento ambiental de ASPP de RSU.

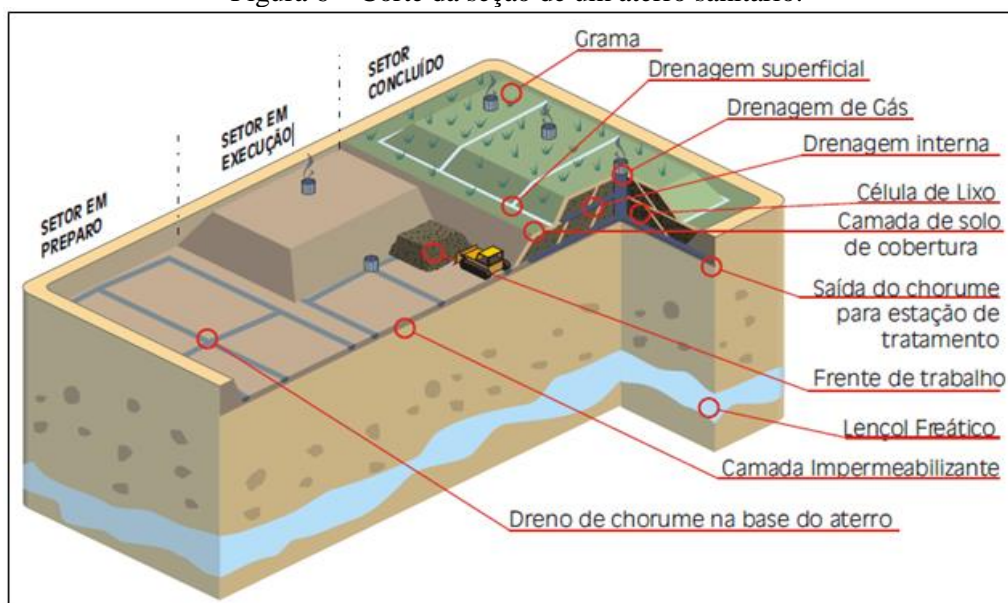
De acordo com ABNT (2010), a área escolhida para a implantação de um ASPP deve minimizar os custos envolvidos, reduzir o impacto ambiental e sanitário que está vinculado à instalação, operação e encerramento do aterro, maximizar a anuência da população e estar de acordo com a legislação de uso e ocupação do solo.

A técnica de operação em valas deve ser a considerada, prioritariamente, em projetos de ASPP. Neste método, segundo a ABNT (2010), devem ser observados alguns aspectos como: a profundidade das valas deve ser de, no máximo, 3,0 m, desde que sejam atendidas as condições de estabilidade do talude e nível do lençol freático; largura da vala na superfície de, no máximo, 5,0 m; cobertura diária da massa de resíduos; sistema de drenagem superficial. Além do método de valas, os ASPP podem ser construídos nas técnicas de trincheiras, encostas ou área (BNDES, 2013b).

### **3.4.2.2 Elementos constituintes de um aterro sanitário**

Para que a operação de um aterro transcorra sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente a NBR 8.419 define como mecanismos necessários em um aterro os seguintes elementos: “sistema de drenagem superficial; sistema de drenagem e remoção do percolado; sistema de tratamento do percolado; impermeabilização inferior e/ou superior; sistema de drenagem de gás” (ABNT, 1992, p. 4). A vida útil de um aterro deve ser, preferencialmente, superior a 10 anos. Além disso, deve-se monitorar o mesmo após o seu encerramento (CONDER, 1999). Um esquema de um aterro sanitário encontra-se ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Corte da seção de um aterro sanitário.



Fonte: CONDER, 1999.

Para Monteiro et al. (2001) o aterro deve possuir, também, as seguintes unidades de apoio: cerca e barreira vegetal; estradas de acesso e de serviço; balança rodoviária e sistema de controle de resíduos; guarita de entrada e prédio administrativo e; oficina e borracharia.

#### 3.4.2.3 Métodos de aterramento de um aterro sanitário

Para definir qual o melhor método a utilizar, três fatores devem ser ponderados: topografia, profundidade do lençol freático e tipo de solo onde será construído o aterro (MONTEIRO et al., 2001). Observando-se cada um desses itens, define-se por uma das três maneiras usualmente utilizadas para fazer o aterramento dos resíduos sólidos: método de trincheira (ou vala), método de rampa e método de área.

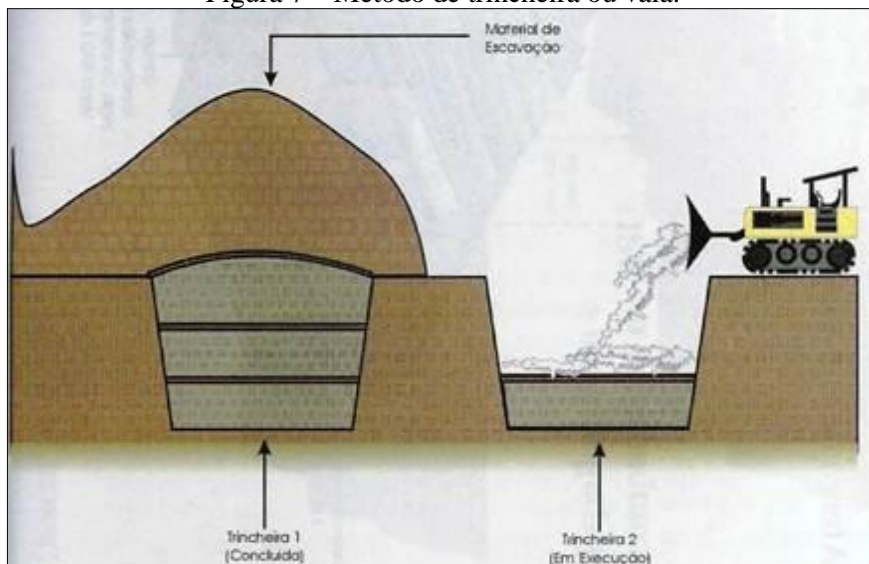
##### 3.4.2.3.1 Método de Trincheira ou Vala

É assim denominado porque consiste na abertura de valas onde são depositados, compactados e, por fim, recobertos os resíduos (Figura 7). As trincheiras podem ser de grandes dimensões, o que permite a utilização de equipamentos maiores, ou de tamanho diminuto, em que se utiliza operação manual (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000). Este método é indicado em situações que a área é plana ou levemente inclinada e a produção diária de resíduos sólidos não ultrapassa dez toneladas. Desta forma, é um sistema adequado para municípios pequenos, que possuem poucos recursos e equipamentos para operação de um aterro convencional. Entretanto, devido a morfologia do local do aterro e por ter uma



operação mais simplificada, é uma alternativa muito usada em municípios de maior porte (BIDONE; POVINELLI, 1999).

Figura 7 – Método de trincheira ou vala.



Fonte: Lima, J., 2001.

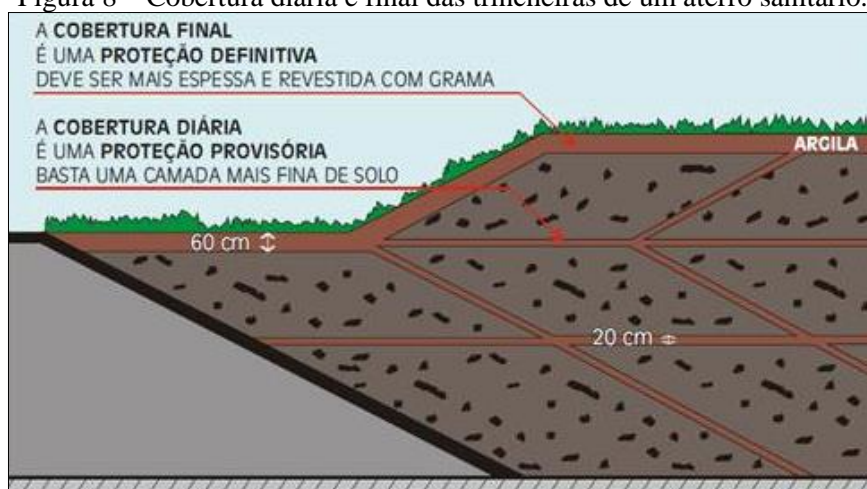
Por haver escavação da área para a disposição dos resíduos, o lençol freático deve ser mais profundo em relação à superfície (MONTEIRO et al., 2001). A NBR 13.896 sugere que a distância mínima entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático seja de 1,50 m de solo não saturado. Essa espessura deve ser medida durante a época de maior precipitação pluviométrica da região (no período final das chuvas), pois é quando o lençol freático está com seu nível mais alto (ABNT, 1997).

Para a deposição dos resíduos, algumas informações básicas são importantes: a compactação, pelo trator, deve ser feita de baixo para cima, passando de três a cinco vezes, de modo a adensar ao máximo os resíduos volumosos; o talude deve ter uma inclinação mínima de 1:1 e máxima de 1:3 (isto aumentará consideravelmente a eficiência do trator ao compactar os resíduos) e; a altura da célula pode variar de dois a cinco metros. A compactação mencionada traz ótimos resultados, tendo em vista que reduz bastante o volume dos resíduos, amplia a capacidade de carga e permite o trânsito de veículos sobre a célula construída (LIMA, L., 1995).

Segundo Bidone e Povinelli (1999), o material que é retirado durante a escavação da trincheira tem que ser deixado em uma área próxima à mesma, pois deve ser utilizado no recobrimento dos resíduos durante a operação do aterro. Ao final do dia de trabalho, os resíduos compactados devem ser cobertos, com uma camada de solo de 10 a 15 cm,

confeccionando assim as células sanitárias. Quando a vala estiver preenchida, as células devem ser “seladas” com uma cobertura de 60 cm a 1,0 m de espessura. O que sobrou da escavação inicial da vala deve ser transportado para uma área adequada ou aproveitada para melhorar as vias de acesso do aterro. Para CONDER (1999), a cobertura diária deve ser de 15 a 20 cm e a cobertura final, assim como sugerem Bidone e Povinelli, de 60 cm (Figura 8). Sobre a cobertura, deve-se plantar grama nos taludes definitivos, para evitar a erosão.

Figura 8 – Cobertura diária e final das trincheiras de um aterro sanitário.



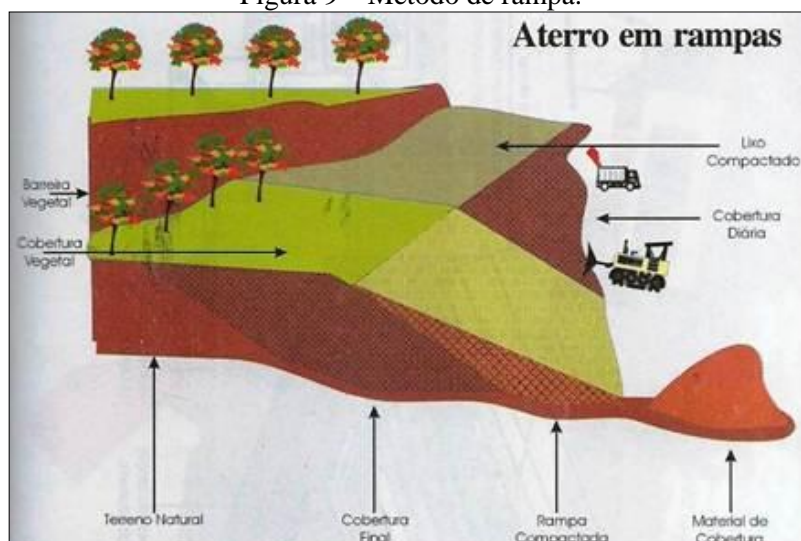
Fonte: CONDER, 1999.

O método exige atenção redobrada na época das chuvas para impedir a inundação da vala. Para isso, canaletas precisam ser construídas no perímetro externo à vala para que seja feita a captação das águas pluviais. E para evitar desmoronamento, a trincheira deve ser escavada com uma inclinação das paredes laterais, de modo a atender o ângulo de repouso do terreno (LIMA, J., 2001).

#### 3.4.2.3.2 Método de Rampa

Chamado também de método da escavação progressiva ou método da meia encosta, é utilizado em áreas de encosta e secas, no qual o solo retirado durante a escavação apresenta condições favoráveis para ser utilizado como cobertura da massa de resíduos (BIDONE; POVINELLI, 1999). O material é depositado acompanhando a declividade do terreno e, ao final do dia, faz-se o recobrimento necessário (Figura 9). Este procedimento se repete até que a célula fique no mesmo plano do cume do declive e lateralmente permaneça em formato de rampa (LIMA, J., 2001).

Figura 9 – Método de rampa.



Fonte: Lima, J., 2001.

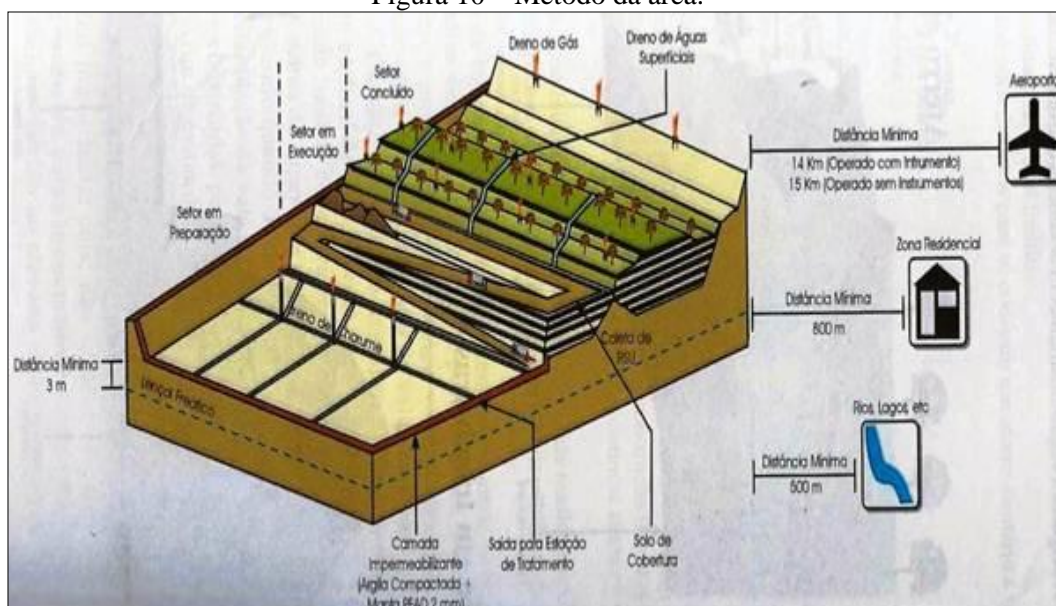
Também neste método, os resíduos devem ser compactados por um trator de esteira em várias camadas, até uma altura de 3 a 4 metros. Por conseguinte, o trator escora, no lado oposto da operação, o material que fará a cobertura do resíduo compactado, constituindo-se assim as células sanitárias (BIDONE; POVINELLI, 1999). Assim como no método de trincheira, a operação deve ocorrer no sentido ascendente, formando assim a célula. Em termos econômicos, este é o método mais vantajoso, pois não haverá os custos com a escavação da vala (LIMA, L., 1995).

Após o encerramento do aterro, a área pode ser usada para atividades menos restritivas do ponto de vista ambiental, como a formação de parques ou criação de animais (BIDONE; POVINELLI, 1999).

#### 3.4.2.3.3 Método da Área ou aterro tipo superficial

É um método empregado quando a topografia da área admite o recebimento da massa de resíduos sem que altere sua configuração natural (BIDONE; POVINELLI, 1999). Para Lima, L. (1995), é uma técnica adotada em locais em que o lençol freático está no seu nível máximo, não permitindo escavação. D'Almeida e Vilhena (2000) complementam que é um recurso utilizado onde a topografia é plana (Figura 10).

Figura 10 – Método da área.



Fonte: Lima, J., 2001.

De acordo com Lima, L. (1995), o aterro de superfície tem o revés de demandar custos adicionais com aquisição e transporte de solo para cobertura das células. Já Monteiro et al. (2001) salientam que esta técnica é apropriada para zonas baixas, que o solo dificilmente pode ser aproveitado como cobertura. Por isso, devem-se buscar jazidas que estejam situadas o mais próximas possível do aterro. Os demais procedimentos são idênticos ao método da rampa.

### 3.5 DOCUMENTOS LEGAIS RELACIONADOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

#### 3.5.1 Legislação Federal

Com a publicação da Constituição Federal de 1988, os municípios passam a ser tratados como entes federados, ou seja, as cidades se tornam a estrutura mais descentralizada do estado. Conseqüentemente, o poder local ganha mais autonomia, passando não só a prestar, de forma direta ou sob regime de concessão, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, como também a regular e implantar políticas de gestão relacionadas a esses serviços (BRASIL, 1988).

Em 2007 foi sancionada a Lei nº 11.445 que institui as diretrizes para o saneamento básico no Brasil. Esta lei, também conhecida como a Política Nacional do Saneamento Básico (PNSB) e regulamentada pelo Decreto nº 7.217/2010, define saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e, a limpeza e

manejo de resíduos sólidos, sendo que este último abrange as atividades referentes à coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2007a).

Em 2010 foi aprovada a Lei nº 12.305, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta lei, regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, representa um marco regulatório para o tema resíduos sólidos no Brasil por estabelecer princípios, objetivos, diretrizes, instrumentos, responsabilidades, metas e ações a serem adotados pelo Governo Federal de forma isolada ou em conjunto com estados, Distrito Federal, municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010a).

A PNRS também aborda a problemática da disposição de resíduos em lixões e aterros controlados, ao determinar que até o mês de agosto de 2014 todos os municípios brasileiros deem uma disposição ambientalmente correta para os seus rejeitos (BRASIL, 2010a). A definição de prazos e metas para que as prefeituras do país tratem e destinem adequadamente seus resíduos, independentemente do seu porte e do estado ou região a que pertence, é extremamente importante para a mudança do cenário dos resíduos sólidos. A PNRS estabelece, ainda, que os aterros sanitários deverão receber, exclusivamente, aqueles resíduos sólidos que, esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Assim, a hierarquização das ações prioritárias na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos pela PRNS – não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente – servirá de estímulo a outras tecnologias como a triagem e a compostagem.

### **3.5.2 Legislação do Estado de Goiás**

Em Goiás, no que se refere aos resíduos sólidos urbanos, existe a Lei nº 8.544 (GOIÁS, 1978) que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente e regulamentada pelo Decreto nº 1.745 (GOIÁS, 1979). De acordo com este decreto, é proibida a queima ao ar livre de resíduos sólidos e a instalação e o funcionamento de incineradores domiciliares ou prediais, de qualquer tipo. O solo poderá ser utilizado para destino final de resíduos, desde que sua disposição seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos de transporte e destino final, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade

pública ou particular. Na execução de aterros sanitários, deverão ser tomadas as medidas adequadas para proteção das águas superficiais e subterrâneas de acordo com as normas estabelecidas (GOIÁS, 1979).

De acordo com a Lei nº 7.804/1989, os municípios que fazem parte da constituição estrutural do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA - são responsáveis pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar degradação ambiental, nas suas respectivas jurisdições (BRASIL, 1989). A Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011, em seu artigo 9º trata também das ações administrativas de responsabilidade do município (BRASIL, 2011). Em Goiás, há 39 municípios descentralizados com base no convênio estabelecido pela SEMARH/GO por meio da Resolução do Conselho Estadual do Meio Ambiente - CEMAm nº 04 de 2011, que define os critérios para a descentralização do Licenciamento Ambiental (CEMAm, 2011).

Ainda na esfera estadual, segundo a Lei nº 14.248/2002, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), a gestão dos RSU deve ser feita pelos municípios, prioritariamente, de forma integrada, com a cooperação do Estado. As unidades transportadoras, geradores e receptoras de resíduos deverão ser projetadas, implantadas, operadas e monitoradas em conformidade com a legislação e a regulamentação. Segundo a PERS, em Goiás são proibidas as seguintes formas de destinação e utilização de resíduos sólidos:

- I – lançamento in natura a céu aberto em áreas urbanas e rurais;
- II – queima a céu aberto, inclusive dos resíduos sólidos industriais em caldeiras não licenciadas pelo órgão ambiental competente;
- III – lançamento em mananciais, suas áreas de drenagem, coleções hídricas, cursos d'água, lagoas, praias, olhos d'água, nascentes, brejos, terrenos baldios, cavidades subterrâneas, poços e cacimbas, mesmo que abandonados, e em áreas sujeitas a inundação com períodos de recorrência de até 100 (cem) anos;
- IV – lançamentos em sistemas de redes de drenagem de águas pluviais, de esgotos, de eletricidade, de telefone, bueiros e assemelhados;
- V – que provoquem infiltração no solo sem tratamento prévio, e sem projeto aprovado pelo órgão ambiental estadual competente;
- VI – armazenamento em edificação inadequada;
- VII – utilização de resíduos perigosos como matéria prima e fonte de energia, bem como a sua incorporação em materiais, substâncias ou produtos, sem prévia aprovação do órgão estadual competente;
- VIII – utilização para alimentação humana ou animal sem tratamento prévio (GOIÁS, 2002, p. 6-7).

### **3.5.3 Legislação do Município de Cidade Ocidental/GO**

Estando estabelecidos os poderes e mecanismos das esferas federal e estadual, o

município de Cidade Ocidental possui as seguintes legislações municipais que regem as políticas de meio ambiente:

- Lei nº 019 de 02 de outubro de 1995: institui o programa de coleta seletiva de lixo doméstico no município de Cidade Ocidental, Estado de Goiás, e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 1995);
- Lei nº 277 de 18 de dezembro de 1998: estabelece critérios para a coleta de lixo doméstico, seu respectivo depósito e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 1998);
- Lei nº 703 de 09 de junho de 2008: institui o código sanitário de Cidade Ocidental e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 2008a);
- Lei nº 704 de 09 de outubro de 2008: institui o código de meio ambiente do município de Cidade Ocidental e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 2008b);
- Lei nº 727 de 20 de janeiro de 2009: institui o Código de Meio Ambiente do Município de Cidade Ocidental/GO e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 2009a);
- Lei nº 739 de 29 de junho de 2009: cria a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 2009b);
- Decreto nº 258 de 20 de agosto de 2009: regula a compensação financeira pela disposição de lixos advindos de outras localidades, e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 2009c);
- Lei nº 818 de 26 de abril de 2011: institui a semana do meio ambiente no município de Cidade Ocidental e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 2011b);
- Lei nº 846 de 01 de julho de 2011: cria a coleta seletiva de resíduos sólidos em Cidade Ocidental e dá outras providências (CIDADE OCIDENTAL, 2011c);
- Lei nº 849 de 29 de julho de 2011: institui o programa de coleta seletiva de resíduos sólidos e materiais recicláveis no município de Cidade Ocidental – GO (CIDADE OCIDENTAL, 2011d).

Com a homologação do Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, o Plano Diretor passou a ser obrigatório para os municípios integrantes de regiões metropolitanas, mesmo que a população não alcance vinte mil habitantes (BRASIL, 2001). Assim, em 2001, o governo do estado de Goiás, por meio da Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento em parceria com o Ministério da Integração Nacional, celebrou um convênio de cooperação técnica para realização dos planos diretores dos municípios que compõem a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE/DF). Além de atender a legislação,

o Plano Diretor é um instrumento regulador para o acelerado e desordenado crescimento desta região, já que Cidade Ocidental, elevada a categoria de município em 1991, possui atualmente 55.915 habitantes (IBGE, 2010). Esse crescimento difere da realidade dos demais municípios goianos já que, dos 246 municípios, 194 possuem menos de 20.000 habitantes. Desta forma, em 2006 foi entregue o Plano Diretor de Cidade Ocidental (PDCO).

Este PDCO cita que o programa de coleta e destinação final de resíduos sólidos terá as seguintes diretrizes:

- I – modernizar e ampliar o sistema de coleta de lixo, com reorganização espacial das bases do serviço e racionalização dos roteiros de coleta;
- II – considerar as possibilidades da implantação progressiva do sistema de coleta seletiva;
- III – eliminar os efeitos negativos provenientes da inadequação dos sistemas de coleta e disposição final dos resíduos coletados;
- IV – estabelecer parcerias estratégicas, como os consórcios intermunicipais, para a gestão integrada dos resíduos sólidos, quando possível (PDCO, 2006, p. 26).

Ainda no PDCO, tem-se que o Executivo Municipal poderá executar diretamente ou conceder à empresa privada, sozinho ou em parceria com outros municípios, a execução dos serviços de coleta, tratamento e destino final dos resíduos sólidos, na forma da Lei (PDCO, 2006).

Conforme o Decreto Federal nº 7.404, o titular do serviço público de limpeza e manejo dos resíduos sólidos é o responsável pelo sistema de coleta seletiva de uma municipalidade e, deve instituir, ao menos, a segregação dos resíduos secos e úmidos e, gradativamente, estender à separação dos resíduos secos (BRASIL, 2010b). Cidade Ocidental criou a Lei nº 846, que trata da coleta seletiva de resíduos sólidos (CIDADE OCIDENTAL, 2011c). Segundo esta regulamentação, ficou determinada a implantação deste tipo de coleta, e autorizado ao Poder Executivo a busca por cooperativas e/ou associações, com vistas à manipulação do material coletado, seu beneficiamento rústico, e encaminhamento para industrialização e reciclagem.

Nesta lei foi autorizada, também, a reforma ou adequação de imóvel de propriedade da municipalidade para acomodar os materiais e ainda o trabalho de seleção final dos mesmos. Autorizou-se ainda, ao Poder Executivo, adicionar, remanejar, suplementar recurso ao orçamento com vistas ao cumprimento da lei bem como aceitar doações financeiras, de bens e/ou serviços.

Além da regulamentação que permitiu a criação deste tipo de recolha, criou-se também a Lei nº 849, que institui o programa de coleta seletiva de resíduos sólidos e materiais



recicláveis. Esta lei define os critérios e parâmetros do programa, que tem como objetivos a redução da quantidade de resíduos sólidos a serem enviados para o aterro, a disseminação dos conceitos de redução, reutilização e reciclagem do lixo e o incentivo a melhoria das condições de trabalho e renda dos catadores de materiais recicláveis (CIDADE OCIDENTAL, 2011d).

Antes da aprovação da lei supracitada, já existia outra lei instituindo o Programa de Coleta Seletiva, a Lei nº 019, do ano de 1995. De acordo com esta regulamentação, as quadras participantes da coleta seletiva devem receber a título de retorno do investimento adquirido com a venda dos produtos recicláveis, benfeitorias urbanas, tais como melhorias dos parques infantis, pintura de meios-fios, revisão e/ou implantação de iluminação pública, e outros serviços públicos municipais (CIDADE OCIDENTAL, 1995).

Com relação à coleta convencional, em Cidade Ocidental, há a Lei nº 277, que estabelece os critérios para a coleta de lixo doméstico, seu respectivo depósito e dá outras providências. Esta regulamentação torna obrigatória a coleta de lixo doméstico diariamente nas localidades que sejam acima de 60% habitadas, porém não faz referências à coleta em zona rural ou a sazonalidade de coleta nas demais regiões. Além disso, esta lei proíbe a disposição irregular de resíduos em áreas públicas ou particulares. Caso isso ocorra, a pessoa física ou jurídica estará sujeita a pagar taxa pela coleta realizada pela prefeitura (CIDADE OCIDENTAL, 1998).

Esse acordo previu também que a concessionária deveria prestar serviços de engenharia especializados, pois em 2007 a prefeitura possuía a área para a disposição final de seus resíduos, mas era necessário que houvesse uma adequação e preparação das condições existentes das instalações do aterro sanitário para que o mesmo pudesse iniciar sua operação. Além disso, o município tinha um lixão, que foi encerrado pela empresa privada (concessionária) que opera o aterro, e que ficou incumbida de fazer esse serviço de forma adequada. A empresa ficou responsável pela operação e exploração do aterro sanitário, com vistas a obter resultados ambiental, social e financeiro maximizados, mantendo-se de acordo com a legislação ambiental e a geração de emprego e renda (CIDADE OCIDENTAL, 2007).

O contrato ainda prevê que a concessionária auxilie a prefeitura de Cidade Ocidental no planejamento e promoção de campanhas junto à população que elucidem as normas, regulamentos e boas práticas de limpeza pública e educação sanitária (CIDADE OCIDENTAL, 2007).

O Ministério Público do Estado de Goiás (MP/GO) também se mostrou atuante frente aos problemas apresentados com relação à destinação dos resíduos sólidos do

município em estudo. Desde o ano de 1998, o MP/GO firmou alguns Termos de Ajustamento de Conduta (TAC's) no intuito de garantir a instalação e funcionamento do aterro sanitário:

- No ano de 1998, o MP/GO e a prefeitura firmaram um TAC com o intento de que fosse apresentado um projeto de construção e instalação do um aterro sanitário na cidade;
- No ano de 1999, novo TAC entre o MP/GO e a prefeitura com a finalidade de instalar na cidade o aterro sanitário e uma usina de reciclagem;
- No ano de 2001, foi firmado mais um TAC entre o MP/GO e a prefeitura para que o lixão municipal fosse encerrado e posto em operação o aterro sanitário no município. Ainda neste ano, firmou-se um convênio entre o Ministério do Meio Ambiente e o município, de forma a garantir o repasse de verbas do MMA para que o aterro fosse construído e colocado em operação;
- No ano de 2005, o MP/GO juntamente com a prefeitura municipal e o órgão ambiental competente firmaram um acordo para viabilizar o início da operação do aterro sanitário. Neste período, foi proposta uma Ação Civil Pública que visava assegurar a implementação e operação do aterro (MP/GO, 2012).

O aterro sanitário de Cidade Ocidental é compartilhado, pois recebe também os resíduos do município de Valparaíso de Goiás. O recebimento de resíduos de outros municípios é regido pela Lei nº 703/2008, que instituiu o Código Sanitário de Cidade Ocidental, artigo 27. Esta regulamentação define que o órgão que tiver a responsabilidade de receber, tratar e dispor os resíduos sólidos gerados em outras unidades da federação em suas instalações, somente o poderá fazê-lo se houver um tratamento adequado e que mantenha as condições de segurança sanitária ambiental. Além disso, o município de Cidade Ocidental deve receber uma indenização financeira e ter uma redução dos custos dos serviços prestados à municipalidade (CIDADE OCIDENTAL, 2008a).

Estas indenizações estão regulamentadas no Decreto nº 258/2009, que “regula a compensação financeira pela disposição de lixos advindos de outras localidades e dá outras providências”. De acordo com este documento, os resíduos sólidos que provêm de outros lugares fora do território municipal, serão objeto de compensação financeira por parte da concessionária à Cidade Ocidental, e deverá atender os seguintes requisitos (CIDADE OCIDENTAL, 2009c):

- 5% do rendimento mensal da empresa que administra o aterro com o que é coletado, tratado e disposto no aterro sanitário devem ser repassados para a prefeitura de Cidade Ocidental (a partir de contratos firmados com órgãos públicos ou empresas de outros

municípios). Isso significa que, de todo o rendimento mensal que a concessionária do aterro tem com os RSU provindos de Valparaíso de Goiás e que são dispostos no aterro sanitário, 5% devem ser repassados à prefeitura de Cidade Ocidental.

- Compensação financeira equivalente à 50% do valor da fatura mensal cobrada de Cidade Ocidental pelos serviços que a concessionária presta. Isso significa que, da fatura cobrada pela concessionária ao município, há um abatimento de 50% na fatura pela coleta convencional, tratamento e disposição final no aterro sanitário.

De acordo com a Lei nº 739/2009, a Gerência de Licenciamento e Fiscalização (GELIF), que está vinculada à Secretaria do Meio Ambiente de Cidade Ocidental, tem autonomia para realizar licenciamento ambiental de obras de destinação de resíduos sólidos (CIDADE OCIDENTAL, 2009b). A GELIF licenciou o aterro sanitário do município a receber 300 toneladas de resíduos sólidos por dia, e em sua licença não há restrição de número de municípios a enviar seus RSU para Cidade Ocidental, apenas a quantidade diária a ser recebida no empreendimento.

A Lei nº 703/2008 garante ao município que, ao receber em seu território resíduos advindos de outras localidades, não haja somente o ônus pelo fato de outros municípios, por exemplo, utilizarem seu solo para disposição de resíduos, mas também o bônus da participação nos lucros do empreendimento (CIDADE OCIDENTAL, 2008a).

### 3.6 PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DA LIMPEZA PÚBLICA

A prestação dos serviços públicos de limpeza pública é de encargo do município, que deve atuar de forma eficiente às comunidades. Entende-se como serviço público toda atividade que as leis conferem ao poder público para que seja executada de forma direta ou indireta. O objetivo é atender as necessidades coletivas, independente do regime jurídico ser parcial ou totalmente público (BNDES, 2012c).

Uma das formas de se realizar esses serviços de limpeza pública é através de uma parceria público-privada (PPP), que terá o seu conceito desenvolvido a seguir.

#### 3.6.1 Parceria Público-Privada (PPP)

Na década de oitenta, o Estado brasileiro passou por uma crise e perdeu o seu potencial de financiamento de inúmeras obras que englobavam serviços públicos e infraestrutura (falta de investimentos em rodovias, linhas de transmissão de energia, redes de distribuição de água e coleta de esgoto). Devido a essa crise, nas décadas de oitenta e noventa,

o país enfrentou um período de desestatização, com a iniciativa privada assumindo esses serviços. O problema é que, passada essa fase, o Estado seguiu com grave crise fiscal, o que gerou um embate, pois o país precisava crescer e, para isso tinha que investir em infraestrutura (ARAGÃO, 2005).

Diante da necessidade de ascensão no cenário mundial, nasceu no Estado atual um novo elemento, denominado parceria público-privada (PPP), no qual se observa a saída do poder público como único responsável pelo desenvolvimento econômico e a entrada da iniciativa privada (PEREIRA, 2006). A atuação unificada de Estado e iniciativa privada possibilitou a busca por soluções para a estagnação da infraestrutura, com a divisão dos custos entre ambos.

Para legalizar essa parceria, foi criada no ano de 2004 a Lei nº 11.079, que institui regras para a licitação e contrato entre o setor público e o privado, abrangendo os poderes da União, dos estados, Distrito Federal e entes federados. Segundo esta diretriz, uma PPP pode assumir dois formatos: o primeiro é um acordo de concessão na modalidade patrocinada, em que é cobrada uma tarifa de prestação de serviço ao usuário final e uma contraprestação pecuniária do público ao privado e; o segundo formato que é a concessão na modalidade administrativa, em que a administração pública é a beneficiária (direta ou indireta), mesmo que abranja a execução de obra ou fornecimento e instalação de bens, quer dizer, o setor público recebe os benefícios e paga todos os custos (BRASIL, 2004).

Todo contrato entre empresas privadas e o setor público deve obedecer algumas regras, como relata Brasil (2004) em seu Artigo 2º:

- Os contratos devem ser com valores a partir de R\$ 20.000.000,00;
- O tempo de prestação de serviço deve ser de, no mínimo, cinco anos;
- Os contratos não podem ter como objeto exclusivo a disponibilização de mão de obra, o provimento e instalação de equipamentos ou a execução de obra pública.

É evidente que a parceria entre o setor público e o privado tem suas vantagens e desvantagens; porém, são os benefícios que se destacam. As experiências bem-sucedidas no exterior mostram que as PPP's, se bem empregadas, são uma solução favorável para o setor público, setor privado e para a sociedade, como bem elucidam Branco et al. (2008):

- Inovação: o setor público recebe do setor privado o que há de inovação no mercado, permitindo assim que o Estado usufrua de tecnologias modernas e atuais;
- Otimização do custo e da vida útil: o setor privado busca alternativas técnicas de minimização dos custos de implantação e operação e maximização da vida útil dos

empreendimentos, algo que é complexo de se obter na estrutura tradicional de gestão pública, pois são muitos atores envolvidos;

- Compartilhamento de infraestruturas: é a utilização dos bens públicos pelo Estado e por terceiros, diminuindo os custos operacionais da União, visto que a iniciativa privada tem experiência na gestão de ativos;

- Divisão ótima de responsabilidades: os envolvidos compreendem de forma mais clara quais seus papéis na parceria, onde o setor público determina as condições que deseja para determinado serviço público e o setor privado projeta, implementa e opera os ativos.

Trogiani (2011) ainda cita outro benefício das PPP's, que é a viabilidade de empreendimentos estratégicos ou sociais com baixo retorno financeiro a serem realizados, pois o Estado estimula essas ações do empresário na implantação e operação de obras outrora pouco atraentes do aspecto econômico, mas essencial da ótica social ou infraestrutura.

Em contrapartida, existem alguns pontos negativos nas PPP's, conforme pontuadas por Branco et al. (2008):

- Tempo de maturação: editais de licitação e acordos comerciais complexos, o que gera prazos longos de implantação de uma parceria público-privada;

- Taxa de juro (custo de transação financeira): as taxas de juros impostas em contratos pelo parceiro privado ao parceiro público geralmente são expressivamente superiores às que seriam cobradas pelos bancos ao setor público. Isto ocorre porque este setor não possui ativos que possam servir como garantia creditícia. Além disso, são projetos com altos valores financeiros, o que aumentam os riscos;

- Conflito de interesses: as PPP's, por abrangerem muitos participantes, tornam-se arranjos abstrusos, o que dificulta um consenso entre as partes envolvidas;

- Ajuste contratual de tempo: uma parceria público-privada possui muitos deveres e obrigações dos envolvidos, o que torna sua adequação temporal mais complicada.

A PNRS, mesmo que de forma indireta, aponta as PPP's como uma alternativa para os resíduos sólidos, pois menciona que deve haver colaboração técnica e financeira entre o poder público e a iniciativa privada para que surjam novos produtos, processos e tecnologias de gestão; reciclagem e reutilização; tratamento e; disposição final desses resíduos (BRASIL, 2010a).

### 3.7 ARCABOUÇO LEGAL SOBRE CONSÓRCIOS PÚBLICOS E OS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei Federal nº 11.107/2005, que dispõe acerca das normas de contratação de consórcios públicos entre municípios com objetivos de interesse comum, juntamente com o Decreto nº 6.017/2007 que regulamenta essa diretriz, formam um arcabouço legal que permite a criação de consórcios públicos entre municípios, no intuito de atender a prestação de serviços públicos como a destinação final e operação de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos de duas ou mais municipalidades (SUZUKI; GOMES, 2009). Outra Lei Federal, a 12.305 (PNRS), tem como um de seus instrumentos o incentivo à constituição de consórcios ou outras formas de cooperação entre os entes federados, com o objetivo a diminuição dos custos e maximização no aproveitamento das estruturas (BRASIL, 2010a).

De acordo com a PNRS, os municípios que adotarem os consórcios públicos, com o objetivo de tornar exequível a descentralização e a utilização de serviços públicos que englobem os resíduos sólidos, terão preferência na obtenção de recursos designados pela União para a área (BRASIL, 2010a). Essa resolução mostra claramente a intenção do Estado, que é criar mecanismos para que os municípios se unam para resolver um problema que é de todos os entes da federação, e não apenas de uma cidade (COTRIM; REICHERT, 2000).

Quando diferentes municípios optam pela gestão associada, é comum que ocorram situações de disparidades econômicas, visto que alguns destes entes podem apresentar situações de baixa capacidade de investimento. Diante disso, é fundamental que haja subsídio para que seja viável a presença de cidades com menor potencial econômico e que os municípios líderes tenham custos menores do que gastariam se utilizassem soluções não consorciadas, conforme menciona o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2010). Para que o consórcio entre municípios seja viável economicamente, a Lei nº 11.107 define que os municípios envolvidos em um consórcio poderão realizar cobranças (através de tarifas ou outros preços públicos) pelos serviços prestados nos bens públicos por eles administrados (BRASIL, 2005).

Segundo Pietro (2006), a Lei nº 11.107 trouxe alguns benefícios aos consórcios públicos, como competência para determinar expropriações e estabelecer servidões nos termos de necessidade pública ou interesse social e; dispensa de licitação para ser contratados consórcios pela administração direta ou indireta dos municípios associados. A diretriz dos consórcios também define cláusulas que são imprescindíveis no contrato que é estabelecido entre os entes federados (BRASIL, 2005):

- O nome, a finalidade, o tempo de duração e o local (município) que será a sede do consórcio;
- Indicação dos municípios que farão parte do consórcio;
- A definição se o consórcio é associação pública ou pessoa jurídica de direito privado sem fins econômicos;
- Instituição das regras que permitirão que o consórcio público possa representar os municípios consorciados ante as esferas da União, desde que se trate de assuntos de interesse comum aos entes federados;
- Quais os critérios de convocação e funcionamento da assembleia geral dos municípios para tratar assuntos do consórcio;
- Determinação de que o consórcio público terá como sua instância máxima a assembleia geral;
- Definição de como ocorrerá o pleito que escolhe o representante legal do consórcio público e o tempo que perdurará seu mandato;
- Deliberação de quantos empregados públicos, como ocorrerá o pagamento dos mesmos e quanto receberão mensalmente;
- Determinação dos critérios para que o consórcio público celebre o contrato ou termo de parceria;
- Autorização para a gestão consorciada dos serviços públicos;
- Todos os entes federados que estiverem adimplentes com o que lhe é determinado tem o direito de deprecar a total realização das cláusulas que estão no contrato do consórcio.

Uma das formas possíveis de consórcio público é o uso compartilhado de sistema de disposição final de RSU entre entes federados, que deve ter uma diferenciação dos custos, avaliados em quatro componentes, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Componentes do custo de disposição final de rejeitos em aterros sanitários.

| <b>Custos</b>                           | <b>Descrição</b>  |
|---|---|
| Componente 1 – Investimentos realizados | Custos referentes aos investimentos realizados para a implantação da unidade componente |
| Componente 2 – Operação                 | Custos relativos à operação da unidade  |
| Componente 3 – Fundo de reserva         | Custos relativos à constituição de reserva para investimento em unidades futuras        |
| Componente 4 – Pós-operação             | Custos relativos ao monitoramento após o encerramento da unidade                        |

Fonte: MMA, 2010.

Estes componentes possibilitam que se diferenciem os custos para cada membro consorciado, como os investimentos preliminares que algum município realizou, a participação dos associados em unidades que serão implantadas futuramente, a divisão dos custos com a operação do sistema. Neste sentido, aquela cidade que possua um aterro instalado antes do consórcio, arcaria com valores mais baixos nos custos unitários de disposição de seus RSU em comparação com os outros membros participantes (MMA, 2010).

A definição do local onde ocorrerá a disposição dos resíduos deve partir de alguns aspectos importantes, como as características apropriadas do subsolo para receber resíduos. O município que disponibilizar a área para a instalação do aterro sanitário centralizará o consórcio. Pelas óticas ambiental e econômica, os consórcios entre entes federados para a destinação final de RSU possuem vantagens sobre aqueles que atuam de forma isolada, pois torna possível que a área definida para a execução do aterro seja a mais adequada por seus aspectos físicos, e não por limites territoriais imaginários, além de tornar o custo da tonelada depositada mais baixa devido à economia de escala (COTRIM; REICHERT, 2000).

Outro aspecto que é pauta de debate entre as municipalidades e que tem regras definidas são os custos com a coleta dos resíduos das cidades consorciadas. Independente da coleta ser convencional ou seletiva, o custo dessa operação deve ser o mesmo para todos os municípios. O que distinguirá em quanto cada ente contribuirá no custo total são as quantidades coletadas em cada localidade, ou seja, haverá um “custo padrão”, que será multiplicado pela quantidade de resíduos sólidos que é coletado em cada cidade (MMA, 2010).

Isso significa que aqueles municípios que estão mais distantes da tecnologia de disposição final e que geralmente possuem menos habitantes (pois os maiores geradores, na maioria dos casos estão mais próximos destes sistemas), pagarão o mesmo valor que os entes mais próximos da destinação para que seus resíduos sejam transportados (MMA, 2010).

Apesar de ser uma tendência a ser seguida, visto que o Estado, a partir da PNRS incentiva a criação de consórcios entre municípios para a gestão de resíduos sólidos, nenhum ente federado pode ser obrigado a se consorciar ou a permanecer consorciado. Da mesma forma que, se um município decidir por sair do consórcio, deve cumprir com seus deveres junto a esta aliança. Também, uma cidade pode ser excluída de um consórcio, desde que haja justa causa. Um dos exemplos de afastamento por este motivo é quando o consorciado não inclui em sua lei orçamentária ou créditos adicionais a previsão de despesas necessárias a serem dispendidas com o consórcio. Caso não haja esta previsão, o município sofrerá uma



suspensão prévia e, se não cumprir com as determinações previstas em um prazo pré-determinado, será excluído definitivamente do consórcio (BRASIL, 2007b).

No Brasil, existem estados com exemplos de destaque de consórcios públicos para a prestação de serviços na área de resíduos sólidos (Quadro 5).

Quadro 5 – Quantidade de consórcios intermunicipais na área de resíduos sólidos em alguns estados brasileiros.

| <b>Estado</b>     | <b>Número de consórcios intermunicipais</b> |
|-------------------|---|
| Minas Gerais      | 46  |
| Pernambuco        | 10  |
| Rio Grande do Sul | 10  |
| Santa Catarina    | 05  |

Fonte: BNDES (2012c), BNDES (2012d) e FEAM (2012).

Apesar de haver alguns bons resultados obtidos nos consórcios já formados para resíduos sólidos, ainda existem resistências, principalmente por parte da população do município sede deste tipo de empreendimento, que não concorda com a implantação deste tipo de sistema em sua cidade. Entretanto, de acordo com Cotrim e Reichert (2000), este deve ser o caminho a ser seguido, com a sociedade integrada e consciente, buscando soluções conjuntas para um problema comum.

### 3.8 SISTEMAS COMPARTILHADOS E OS RESÍDUOS SÓLIDOS

Aqueles municípios que desejam se unir na utilização de uma mesma tecnologia para dar uma correta destinação aos seus RSU, mas que não querem se consorciar, podem fazê-lo através de sistemas de compartilhamento (ou convênio de cooperação) entre entes federados. Assim como nos consórcios, a cooperação compartilhada busca a concretização de objetivos de interesse comum. A diferença é que os convênios não possuem personalidade jurídica, ou seja, são despersonalizados (REGATEIRO, 2011).

De acordo com o Decreto nº 6.017/2007, o convênio é um acordo estabelecido entre municípios com o intuito de autorizar a gestão associada de serviços públicos, desde que haja uma lei municipal que permita tal parceria. Caso um ente da federação que esteja conveniado não tiver instituído uma lei municipal autorizando essa associação, o convênio não terá validade para esta municipalidade. Este decreto define ainda que, assim como o consórcio, o convênio é uma forma de gestão associada de serviços públicos (BRASIL, 2007b).

E essa gestão conjunta é permitida para convênios de dois ou mais municípios. Gestão essa que ocorre quando os entes planejam, regulam ou fiscalizam os serviços

realizados em conjunto, sejam estes acompanhados ou não da prestação de serviços públicos, da transferência parcial ou total de encargos, pessoal, serviços e bens essenciais ao bom andamento das atividades (BRASIL, 2007b).

Para Cambraia (2012), o convênio é o instrumento que formaliza o acordo de cooperação entre entes federados. Todavia, é necessário que a Constituição Federal regule o modo de utilização deste instrumento. E o importante é que haja o interesse recíproco dos municípios participantes em atuar no regime de cooperação mútua, independente das questões político-partidárias que se insiram os envolvidos.

A Constituição Federal, de maneira implícita, prevê a celebração de convênio entre duas ou mais municipalidades em seu artigo 23, parágrafo único, em que menciona que Lei complementar definirá normas para a cooperação entre a União e os municípios, estados e o Distrito Federal, de modo a buscar o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em todo o território nacional (BRASIL, 1988). Sendo que essa cooperação é fixada por regras na Lei Complementar nº 140, de modo que as ações administrativas relativas à proteção do meio ambiente, combate à poluição em qualquer de suas formas, proteção das paisagens naturais notáveis e à preservação das florestas, da fauna e da flora, serão definidas nesta Lei (BRASIL, 2011).

Ainda de acordo com Brasil (2011), as ações de cooperação deverão ser realizadas de modo a garantir o desenvolvimento sustentável e que alguns objetivos sejam atingidos:

I – promoção de uma gestão competente, descentralizada e que seja democrática, de modo a preservar o meio ambiente e a mantê-lo ecologicamente equilibrado;

II – proporcionar um desenvolvimento socioeconômico equilibrado e que proteja o meio ambiente, de modo a respeitar a dignidade do indivíduo, assim como proporcionar a erradicação da pobreza e, por consequência, reduzindo as desigualdades sociais;

III – buscar políticas e ações administrativas que atuem em consonância, de modo que não ocorra a sobreposição das ações entre os entes da federação. Com isso, evitar-se-ão os conflitos de atribuições e se alcançará uma administração eficiente;

IV – política ambiental do Brasil uniforme, respeitando-se as particularidades locais e regionais.

De acordo o artigo 116 da Lei nº 8.666/1993, a validação de um convênio depende de aprovação prévia do plano de trabalho que foi alvitado pela organização interessada, devendo conter, ao menos, os seguintes itens:

- I – identificação do objeto a ser executado;
- II – metas a serem atingidas;

- III – etapas ou fases de execução;
- IV – plano de aplicação dos recursos financeiros;
- V – cronograma de desembolso;
- VI – previsão de início e fim da execução do objeto, bem assim da conclusão das etapas ou fases programadas;
- VII – se o ajuste compreender obra ou serviço de engenharia, comprovação de que os recursos próprios para complementar a execução do objeto estão devidamente assegurados, salvo se o custo total do empreendimento recair sobre a entidade ou órgão descentralizador (BRASIL, 1993, p. 67).

Com relação a aspectos financeiros, o Decreto nº 6.170 define em seu artigo 2º que os convênios entre municípios, estados e Distrito Federal, têm vedada a sua celebração entre órgãos e entidades da administração pública direta e indireta no qual o valor seja menor do que R\$ 100.000,00 ou, para situações de execução de serviços e obras de engenharia (exceto para elaboração de projetos de engenharia), em que o valor seja inferior a R\$ 250.000,00 (BRASIL, 2007c). Para Cambraia (2012), esses valores definidos pelo Decreto nº 6.170 podem trazer dificuldades para os municípios brasileiros mais carentes, que não possuem condições financeiras de firmarem acordos com valores mais elevados. Consequentemente, essas cidades acabam sendo penalizadas, pois, por não se unirem com outros entes da federação, não terão prioridade nos recursos provindos da União, dinheiro que permite ampliar os investimentos dessas localidades, tendo em vista que o orçamento base normalmente já está comprometido para sanar as despesas correntes.

Segundo BRASIL (1993), quando dois ou mais municípios se unem em um convênio, possuem verbas que são utilizadas em conjunto. Contudo, quando ocorre a conclusão, rescisão ou extinção do convênio, o dinheiro que ainda há para ser gasto deve ser restituído ao órgão ou entidade que repassou estes recursos, em um prazo de trinta dias do evento que definiu pela destituição do convênio. Este tempo é improrrogável e, aqueles que não o cumprem, correm o risco de sofrerem pena imediata de instauração de tomada de contas, que será providenciada pelo titular dos recursos (órgão ou entidade).

Sendo assim o convênio, que deveria ser um instrumento de formalização da cooperação entre os municípios, muitas vezes acaba por se tornar um impedor dessa união. Além disso, vai de encontro com a Constituição Federal, que menciona a redução das desigualdades sociais, erradicação da pobreza e da marginalização. Com este entrave financeiro, o que era para ser um meio de minimizar as desigualdades, acaba se tornando um mecanismo que agrava mais ainda a situação das cidades mais pobres (CAMBRAIA, 2012).

Apesar de haver algumas questões financeiras que devam ser mais bem discutidas, o convênio de cooperação, assim como os consórcios, é um facilitador para os municípios, pois

permitem que cidades que não possuem condições financeiras de solucionar individualmente um problema, obtenham as soluções quando firmam parcerias com outras municipalidades. Um exemplo disso é a destinação dos resíduos sólidos gerados por essas cidades. Sozinhos, os municípios mais carentes não possuem condições de, por exemplo, construir um aterro sanitário, mas ao se unirem com outros entes, conseguem dar um destino adequado aos seus resíduos, preservam o meio ambiente, melhoram as condições de saneamento da cidade, e ainda tem prioridade em receber os recursos da União. Além disso, as cidades conveniadas podem dispensar a licitação de contrato com outras municipalidades ou com entidade de sua administração indireta para a prestação de serviços públicos (CAMBRAIA, 2012).

Enfim, o convênio nada mais é do que um instrumento recomendado pela Constituição Federal para estabelecer um acordo de cooperação mútua entre dois ou mais municípios (CAMBRAIA, 2012).

### 3.9 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE COLETA, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os sistemas de coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos podem ser avaliados utilizando-se metodologias que quantificam aspectos econômicos, sociais, ambientais e legais referentes a esses sistemas, de modo a verificar a sustentabilidade dos mesmos.

Para avaliar a viabilidade da coleta seletiva e central de triagem de um município, um dos métodos existentes é o criado pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2010), que fornece diferentes matrizes de sustentabilidade, uma para os programas de coleta seletiva e a outra para as organizações de catadores. Para BESEN e RIBEIRO (2008), a sustentabilidade de um sistema de coleta seletiva, com cunho socioambiental, tem a aptidão de realizar suas atividades de forma a universalizar os serviços e obter resultados ambientais e sociais que justifiquem este tipo de coleta. A sustentabilidade socioeconômica de uma organização de catadores significa a capacidade da mesma em desempenhar suas atividades, sendo esta legalmente regularizada e que realize um trabalho que gere uma renda que permita o sustento de seus membros.

Já para aferir a viabilidade de um aterro sanitário, uma das metodologias existentes é o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), desenvolvido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2013). Neste método, obtêm-se avaliações dos aterros sanitários e os sistemas que o compõem, de forma a identificar se as condições

desse equipamento são adequadas, controladas ou inadequadas. Os sistemas considerados adequados são aqueles que possuem uma destinação final satisfatória dos pontos de vista sanitário e ambiental, recebendo assim a definição de aterros sanitários (SILVA et al., 2012).

### **3.9.1 Construção dos índices de sustentabilidade dos sistemas de coleta seletiva e organizações de catadores**

Para FUNASA (2010), as premissas de sustentabilidade de um sistema de coleta seletiva devem contemplar algumas categorias como:

- Instrumento legal que permita a existência da coleta seletiva e as regras para que esse sistema opere;
- A existência de programas de educação ambiental e de divulgação desse sistema para a população;
- Remuneração dos profissionais que executam a coleta seletiva;
- Serviços de coleta universalizados e de qualidade;
- Aumento progressivo e constante da quantidade de resíduos recolhidos pela coleta seletiva, de modo a reduzir a quantidade de materiais encaminhados aos aterros sanitários.

Já para as organizações de catadores, existem algumas diretrizes que servirão de base para a existência desses sistemas (FUNASA, 2010):

- Formalização da existência das organizações de catadores, de modo que haja um instrumento legal firmado com o município que assegure a inserção destes sistemas na cidade;
- Infraestrutura adequada para a realização das atividades de coleta, segregação e comercialização dos materiais recicláveis que chegam às organizações de catadores;
- Garantia de que os catadores receberão renda e benefícios pelos serviços realizados;
- Condições adequadas de higiene, saúde e segurança dos trabalhadores;
- Políticas públicas que induzam a autonomia destes sistemas;
- Existência de uma rede de apoio necessária para a criação e realização das atividades da organização, até que a mesma possua sua autonomia.

Compreendendo-se as categorias essenciais que devem contemplar a sustentabilidade dos sistemas de coleta seletiva e organizações de catadores, existem aspectos quantitativos e qualitativos que serão quantificados. Os índices de sustentabilidade desses sistemas são construídos a partir de um sistema de pontuação, em que cada indicador avaliado recebe uma valoração (representada pelos símbolos: +; +/-; e -). Essa valoração tem por objetivo definir o

grau de proximidade ou de distanciamento em relação à sustentabilidade. Estabelecidos os valores, obter-se-á uma escala gradativa de sustentabilidade, que possui os graus: baixo, médio e alto. Esses graus possibilitarão qualificar a sustentabilidade dos sistemas avaliados (FUNASA, 2010).

Os diferentes indicadores avaliados na coleta seletiva e na organização de catadores possuem a mesma importância, independentemente de ser indicador econômico ou social. Sendo assim, devem ter o mesmo peso para a definição do grau de sustentabilidade dos sistemas.

#### 3.9.1.1 Construção de índices de sustentabilidade de um sistema de coleta seletiva

Na coleta seletiva são definidas seis diferentes categorias, conforme (FUNASA, 2010):

##### a. Sustentabilidade econômica

- Existência de taxa específica: indicador + (quando há taxa específica para serviços de limpeza pública);
- Cobrança de taxa no IPTU: indicador +/-;
- Não existência de cobrança de taxa de serviço: indicador –.

##### b. Marco legal

- Possui lei e convênio: indicador + (lei municipal que permite o convênio);
- Somente lei ou somente convênio: indicador +/- (convênio = documento jurídico assinado entre a prefeitura e a organização);
- Não possuem lei e nem convênio: indicador –.

##### c. Parcerias do programa de coleta seletiva

- Duas ou mais: indicador +;
- Menos de duas: indicador +/-;
- Não tem: indicador –.

##### d. Cobertura da coleta

- Alta → entre 75 a 100%: indicador +;
- Média → entre 31 a 74,9%: indicador +/-;
- Baixa → menos de 30%: indicador –.

Obs.: Cobertura da coleta é o percentual (%) da população atendida pelo programa de coleta seletiva.

e. Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis (IRMR)

- Alto → acima de 11%: indicador +;
- Médio → entre 5,1% e 10%: indicador +/-;
- Baixo → até 5%: indicador -.

Obs.: IRMR é definido como:

$$\text{IRMR (\%)} = \frac{\text{Quantidade da coleta seletiva} - \text{quantidade de rejeito da triagem}}{\text{Quantidade coletada seletivamente} + \text{quantidade da coleta regular}} \times 100$$

O índice de 10% de recuperação de materiais recicláveis é considerado como uma meta a ser alcançada para os programas de coleta seletiva no país.

f. Índice de Rejeito (IR)

- Baixo → até 7%: +;
- Médio → entre 7,1% e 20%: +/-;
- Alto → acima de 21%: -.

Obs.: IR é definido como:

$$\text{IR (\%)} = \frac{\text{Quantidade da Coleta Seletiva} - \text{quantidade de materiais comercializados}}{\text{Quantidade da coleta seletiva}} \times 100$$

No Quadro 6 encontram-se apresentadas cada uma das seis categorias avaliadas em uma coleta seletiva.

Quadro 6 – Indicadores, índices e gradações dos sistemas de coleta seletiva.

| <b>Indicador</b>  | <b>+</b>                      | <b>-</b>                   | <b>+/-</b>               |
|---|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1. Sustentabilidade econômica                             | Existência de taxa específica | Não existência de cobrança | Cobrança de taxa no IPTU |
| 2. Marco legal  | Com lei e convênio            | Sem lei nem convênio       | Só lei ou só convênio    |
| 3. Parcerias  | Duas ou mais                  | Nenhuma                    | Uma                      |
| 4. Cobertura da coleta                                    | Alta – 75% a 100%             | Baixa – menos de 30%       | Média – 31% a 74,9%      |
| 5. Índice de recuperação de materiais recicláveis (IRMR)* | Alto – acima de 11%           | Baixo – até 5%             | Médio – 5,1% a 10%       |
| 6. Índice de rejeito (IR)**                               | Baixo – até 7%                | Alto – acima de 21%        | Médio – 7,1% a 20%       |

\*O valor de 10% de recuperação de materiais recicláveis foi aceito como uma meta para os programas de coleta seletiva no país, logo programas municipais que apresentam valores acima de 10% teriam alta sustentabilidade quanto a este indicador.  
\*\* O valor de 7% de rejeito foi aceito como um valor razoável e 20% como um valor a não ser ultrapassado, considerando-se a realidade dos programas estudados na RMSP (Região Metropolitana de São Paulo).

Fonte: Besen e Ribeiro (2008).

### 3.9.1.2 Construção de índices de sustentabilidade de organizações de catadores

Para a elaboração do índice de sustentabilidade das organizações de catadores, são levadas em consideração 12 diferentes gradações (FUNASA, 2010):

#### a. Regularização da organização

- Regularizada: indicador +;
- Não regularizada: indicador –.

#### b. Instrumento legal da parceria (convênio ou contrato)

- Cooperativa com convênio ou com contrato: indicador +;
- Associação com convênio: indicador +/-;
- Não possui instrumento legal: indicador –.

#### c. Rotatividade anual dos membros

- Baixa → até 25% dos membros: indicador +;
- Média → de 25 até 50%: indicador +/-;
- Alta → mais de 50%: indicador –.

#### d. Capacitação dos membros

- Incubada: indicador +;



- Capacitada: indicador +/-;
- Não incubada ou não capacitada: indicador –.

Obs.: Considera-se incubada quando a organização passa por um processo anterior de capacitação para a gestão da mesma.

e. Renda mensal por membro da organização

- Mais de dois salários mínimos: indicador +;
- Entre um e dois salários mínimos: indicador +/-;
- Menos de um salário mínimo: indicador –.

f. Participação dos membros

- Alta: indicador +;
- Média: indicador +/-;
- Baixa: indicador –.

g. Condições das Instalações

- Instalação própria: indicador +;
- Instalação alugada: indicador +/-;
- Instalação cedida: indicador –.

h. Equipamentos/veículos

- Equipamentos/caminhões próprios: indicador +;
- Alguns equipamentos/caminhões próprios e alguns cedidos: indicador +/-;
- Equipamentos/caminhões cedidos: indicador –.

i. Horas trabalhadas/dia/membro

- Mais de 6 horas: indicador +;
- Entre 4 e 6 horas: indicador +/-;
- Até 4 horas: indicador –.

j. Benefícios para os membros

- Possuem 3 ou mais benefícios: indicador +;
- Possuem menos de 3 benefícios: indicador +/-;

- Não possuem nenhum benefício: indicador –.

k. Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's)

- Usam EPI's: indicador +;
- Possuem EPI's, mas não usam: indicador +/-;
- Não possuem EPI's: indicador –.

l. Número total de parcerias das organizações

- Tem duas ou mais parcerias: indicador +;
- Tem menos de duas parcerias: indicador +/-;
- Não tem parcerias: indicador –.

No Quadro 7 estão apresentadas cada uma das 12 categorias avaliadas em uma central de triagem.

Quadro 7 – Indicadores, índices e gradações da central de triagem.

| <b>Indicador</b>                     | <b>+</b>                 | <b>-</b>                     | <b>+/-</b>                   |
|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. Regularização da organização      | Regularizada             | Não regularizada             | Em processo de regularização |
| 2. Instrumento legal de parceria     | Cooperativa com convênio | Não possui                   | Associação com convênio      |
| 3. Rotatividade anual                | Até 25% dos membros      | Mais de 50%                  | Entre 25 e 50%               |
| 4. Capacitação dos membros           | Incubada                 | Não incubada/ não capacitada | Capcitada                    |
| 5. Renda mensal por membro           | Dois salários mínimos    | Um salário mínimo            | Entre um e dois              |
| 6. Participação dos membros          | Alta                     | Baixa                        | Média                        |
| 7. Condições das instalações         | Própria                  | Cedida                       | Alugada                      |
| 8. Equipamentos/veículos             | Próprios                 | Cedidos                      | Próprios/ Cedidos            |
| 9. Horas trabalhadas dia/membro      | Mais de 6                | Até 4                        | Entre 4 e 6                  |
| 10. Benefícios para os membros       | 3 ou mais                | Nenhum                       | Um ou dois                   |
| 11. EPI's                            | Usam EPI's               | Não possuem                  | Não usam/ Nem todos usam     |
| 12. N° de parcerias das organizações | Duas ou mais             | Nenhuma                      | Uma                          |

Fonte: Besen e Ribeiro (2008).

3.9.1.3 Pontuação dos índices de sustentabilidade avaliados nos sistemas de coleta seletiva e organizações de catadores.

Definidos quais os indicadores serão avaliados em cada sistema, deve-se atribuir valores para cada categoria avaliada. Assim, define-se que cada valor + (mais ou positiva), valerá 1 ponto, cada valor +/- (mais ou menos ou intermediária) valerá 0,5 pontos e cada valor - (menos ou negativa) não somará nenhum ponto (BESEN e RIBEIRO, 2008).

Os autores indicam ainda que o somatório das pontuações levará a um número que representa o índice de sustentabilidade do programa ou organização. A partir desse número, é possível efetuar a análise do programa de coleta seletiva e da organização de catadores, e estabelecer os graus de sustentabilidade para os programas, definidos como:

a. Sustentabilidade dos programas de coleta seletiva

- Baixo: de 0 a 1,9 pontos;
- Médio: de 2 a 3,9 pontos e;
- Alto: de 4 a 6 pontos.

b. Sustentabilidade das organizações de catadores

- Baixo: de 0 a 3,9 pontos;
- Médio Baixo: de 4 a 5,9 pontos;
- Médio Alto: de 6 a 7,9 pontos e;
- Alto: de 8 a 12 pontos.

### **3.9.2 Construção dos índices de sustentabilidade de um aterro sanitário**

Para se desenvolver o índice de sustentabilidade de um aterro sanitário, é preciso avaliar diversos critérios. De acordo com Santos et al. (2012), a metodologia IQR leva em consideração três aspectos:

- a) Características da área;
- b) Infraestrutura implantada e;
- c) Fatores operacionais.

Cada um desses aspectos possui diferentes gradações a considerar, como se observa a seguir (SANTOS et al., 2012):

a) Características da área:

1. Capacidade de suporte do solo;

2. Proximidade de núcleos habitacionais;
3. Proximidade dos corpos d'água;
4. Profundidade do lençol freático;
5. Permeabilidade do solo;
6. Disponibilidade de material para recobrimento;
7. Qualidade do material para recobrimento;
8. Condições das vias de trânsito dentro do aterro e acessos;
9. Isolamento visual da vizinhança e;
10. Aterro instalado em área legalizada.

Na Tabela 5 estão apresentadas cada uma das 10 categorias avaliadas de acordo com as características da área de um aterro sanitário:

Tabela 5 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: características da área.

| Subitem   | Condições       | Peso | Peso Atribuído |
|---|-----------------|------|----------------|
| Capacidade de suporte do solo                             | Adequada        | 5    |                |
|   | Inadequada      | 0    |                |
| Proximidade de núcleos habitacionais                      | Longe > 500 m   | 5    |                |
|   | Próximo         | 0    |                |
| Proximidade dos corpos d'água                             | Longe > 200 m   | 3    |                |
|   | Próximo         | 0    |                |
| Profundidade do lençol freático                           | Maior que 3 m   | 4    |                |
|   | De 1 a 3 m      | 2    |                |
|   | De 0 a 3 m      | 0    |                |
| Permeabilidade do solo                                    | Baixa           | 5    |                |
|   | Média           | 2    |                |
|   | Alta            | 0    |                |
| Disponibilidade de material para recobrimento             | Suficiente      | 4    |                |
|   | Insuficiente    | 2    |                |
|   | Nenhuma         | 0    |                |
| Qualidade do material para recobrimento                   | Boa             | 2    |                |
|   | Ruim            | 0    |                |
| Condições das vias de trânsito dentro do aterro e acessos | Boas            | 3    |                |
|   | Regulares       | 2    |                |
|   | Ruins           | 0    |                |
| Isolamento visual da vizinhança                           | Bom             | 4    |                |
|   | Ruim            | 0    |                |
| Aterro instalado em área legalizada                       | Local Permitido | 5    |                |
|   | Local Proibido  | 0    |                |
| <b>Subtotal Máximo 1</b>                                  |                 |      |                |

Fonte: Santos et al., (2012).

b) Infraestrutura implantada:

1. Cercamento da área;
2. Guarita/vigilância;
3. Impermeabilização da área do aterro;
4. Drenagem de chorume;
5. Drenagem de águas pluviais definitivas;
6. Drenagem de águas pluviais provisórias;
7. Trator de esteira ou compatível;
8. Outros equipamentos;
9. Sistema de tratamento de chorume;
10. Acesso à frente de trabalho;
11. Vigilantes;
12. Sistema de drenagem de gases;
13. Controle de recebimento de cargas;
14. Monitoramento de águas subterrâneas e;
15. Atendimento a estipulações de projeto.

Na Tabela 6 estão apresentadas cada uma das 15 categorias avaliadas de acordo com a infraestrutura implantada em um aterro sanitário:

Tabela 6 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: infraestrutura implantada.

(continua)

| <b>Subitem</b>                         | <b>Condições</b>  | <b>Peso</b> | <b>Peso Atribuído</b> |
|--|-------------------|-------------|-----------------------|
| Cercamento da área                     | Sim               | 2           |                       |
|  | Não               | 0           |                       |
| Guarita/Vigilância                     | Sim               | 2           |                       |
|  | Não               | 0           |                       |
| Impermeabilização da área do aterro    | Sim/desnecessário | 5           |                       |
|  | Não               | 0           |                       |
| Drenagem de chorume                    | Suficiente        | 5           |                       |
|  | Insuficiente      | 1           |                       |
|  | Inexistente       | 0           |                       |
| Drenagem de águas pluviais definitivas | Suficiente        | 4           |                       |
|  | Insuficiente      | 2           |                       |
|  | Inexistente       | 0           |                       |
| Drenagem de águas pluviais provisórias | Suficiente        | 2           |                       |
|  | Insuficiente      | 1           |                       |
|  | Inexistente       | 0           |                       |
| Trator de esteira ou compatível        | Permanente        | 5           |                       |
|  | Periodicamente    | 2           |                       |
|  | Inexistente       | 0           |                       |

(conclusão)

| <b>Subitem</b>                        | <b>Condições</b>         | <b>Peso</b> | <b>Peso Atribuído</b> |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|
| Outros equipamentos                   | Sim                      | 1           |                       |
|                                       | Não                      | 0           |                       |
| Sistema de tratamento de chorume      | Suficiente               | 5           |                       |
|                                       | Insuficiente/Inexistente | 0           |                       |
| Acesso à frente de trabalho           | Bom                      | 3           |                       |
|                                       | Ruim                     | 0           |                       |
| Vigilantes                            | Sim                      | 1           |                       |
|                                       | Não                      | 0           |                       |
| Sistema de drenagem de gases          | Suficiente               | 3           |                       |
|                                       | Insuficiente             | 1           |                       |
|                                       | Inexistente              | 0           |                       |
| Controle de recebimento de cargas     | Sim                      | 2           |                       |
|                                       | Não                      | 0           |                       |
| Monitoramento de águas subterrâneas   | Suficiente               | 3           |                       |
|                                       | Insuficiente             | 2           |                       |
|                                       | Inexistente              | 0           |                       |
| Atendimento a estipulações de projeto | Sim                      | 2           |                       |
|                                       | Parcialmente             | 1           |                       |
|                                       | Não                      | 0           |                       |
| <b>Subtotal Máximo 2</b>              |                          |             |                       |

Fonte: Santos et al. (2012).

c) Fatores operacionais:

1. Aspecto geral;
2. Ocorrência de RSU descoberto;
3. Recobrimento dos RSU;
4. Presença de aves;
5. Presença de moscas em grande quantidade;
6. Presença de catadores;
7. Criação de animais (porcos, bois);
8. Descarga de resíduos de serviço de saúde (RSS);
9. Descarga de resíduos industriais;
10. Funcionamento do sistema de drenagem pluvial definitiva;
11. Funcionamento do sistema de drenagem pluvial provisória;
12. Funcionamento do sistema de drenagem de chorume;
13. Eficiência da vigilância e;
14. Manutenção dos acessos internos.

Na Tabela 7 estão apresentadas cada uma das 14 categorias avaliadas de acordo com a infraestrutura implantada em um aterro sanitário:

Tabela 7 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: fatores operacionais.

| <b>Subitem</b>  | <b>Condições</b> | <b>Peso</b> | <b>Peso Atribuído</b> |
|---|------------------|-------------|-----------------------|
| Aspecto geral   | Bom              | 4           |                       |
|   | Ruim             | 0           |                       |
| Ocorrência de RSU descoberto                            | Não              | 4           |                       |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Recobrimento dos RSU                                    | Adequado         | 4           |                       |
|   | Inadequado       | 1           |                       |
|   | Inexistente      | 0           |                       |
| Presença de aves  | Não              | 1           |                       |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Presença de moscas em grande quantidade                 | Não              | 2           |                       |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Presença de catadores                                   | Não              | 3           |                       |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Criação de animais (porcos, bois)                       | Não              | 3           |                       |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Descarga de resíduos de serviço de saúde (RSS)          | Não              | 3           |                       |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Descarga de resíduos industriais                        | Não / Adequada   | 4           |                       |
|   | Sim / Inadequada | 0           |                       |
| Funcionamento do sistema de drenagem pluvial definitiva | Bom              | 2           |                       |
|   | Regular          | 1           |                       |
|   | Inexistente      | 0           |                       |
| Funcionamento do sistema de drenagem pluvial provisória | Bom              | 2           |                       |
|   | Regular          | 1           |                       |
|   | Inexistente      | 0           |                       |
| Funcionamento do sistema de drenagem de chorume         | Bom              | 3           |                       |
|   | Regular          | 2           |                       |
|   | Inexistente      | 0           |                       |
| Eficiência da vigilância                                | Bom              | 1           |                       |
|   | Ruim             | 0           |                       |
| Manutenção dos acessos internos                         | Boas             | 2           |                       |
|   | Regulares        | 1           |                       |
|   | Ruins            | 0           |                       |
| <b>Subtotal Máximo 3</b>                                |                  |             |                       |

Fonte: Santos et al. (2012).

### 3.9.2.1 Pontuação dos índices de sustentabilidade avaliados em um aterro sanitário

Para se definir qual é o índice de sustentabilidade de um aterro sanitário, cada item dos três aspectos avaliados (características da área, infraestrutura implantada e fatores operacionais) é valorado de acordo com as condições e peso (pois cada fator possui um peso diferente) que foram definidos para o item em questão.

Segundo Santos et al. (2012), as pontuações de cada aspecto serão somadas obtendo-se os subtotais máximos dos Pesos Atribuídos (Subtotal Máximo do Peso Atribuído 1 – SubMáxPA1, Subtotal Máximo do Peso Atribuído 2 – SubMáxPA2 e Subtotal Máximo do Peso Atribuído 3 – SubMáxPA3). O somatório dos Pontos dos Subtotais dos Pesos Atribuídos

1, 2 e 3 serão somados no final e divididos pelo somatório dos Pesos dividido por 10. Para o caso acima, por exemplo, a soma do subtotal de cada tabela foi dividida por 12,1, pois a soma dos Subtotais dos Pesos é 121, dividido por 10. Assim obtém-se o valor do IQR, que define a classificação da coleta convencional e do aterro sanitário conforme a classificação, que fica descrito abaixo:

$$\text{IQR} = \frac{(\text{SubMáxPA1} + \text{SubMáxPA2} + \text{SubMáxPA3})}{((\text{SubMáxP1} + \text{SubMáxP2} + \text{SubMáxP3})/10)}$$

Com o valor do IQR, obtém-se o enquadramento das instalações do aterro sanitário em função dos índices, conforme se verifica na Tabela 8.

Tabela 8 – Enquadramento das condições das instalações de disposição final dos resíduos sólidos urbanos em função dos índices de IQR.

| <b>IQR</b> | <b>Enquadramento</b>  |
|------------|-----------------------|
| 0,00 a 6,0 | Condições Inadequadas |
| 6,1 a 8,0  | Condições Controladas |
| 8,1 a 10,0 | Condições Adequadas   |

Fonte: Adaptado de CETESB, 2013 e Santos et al., 2012.

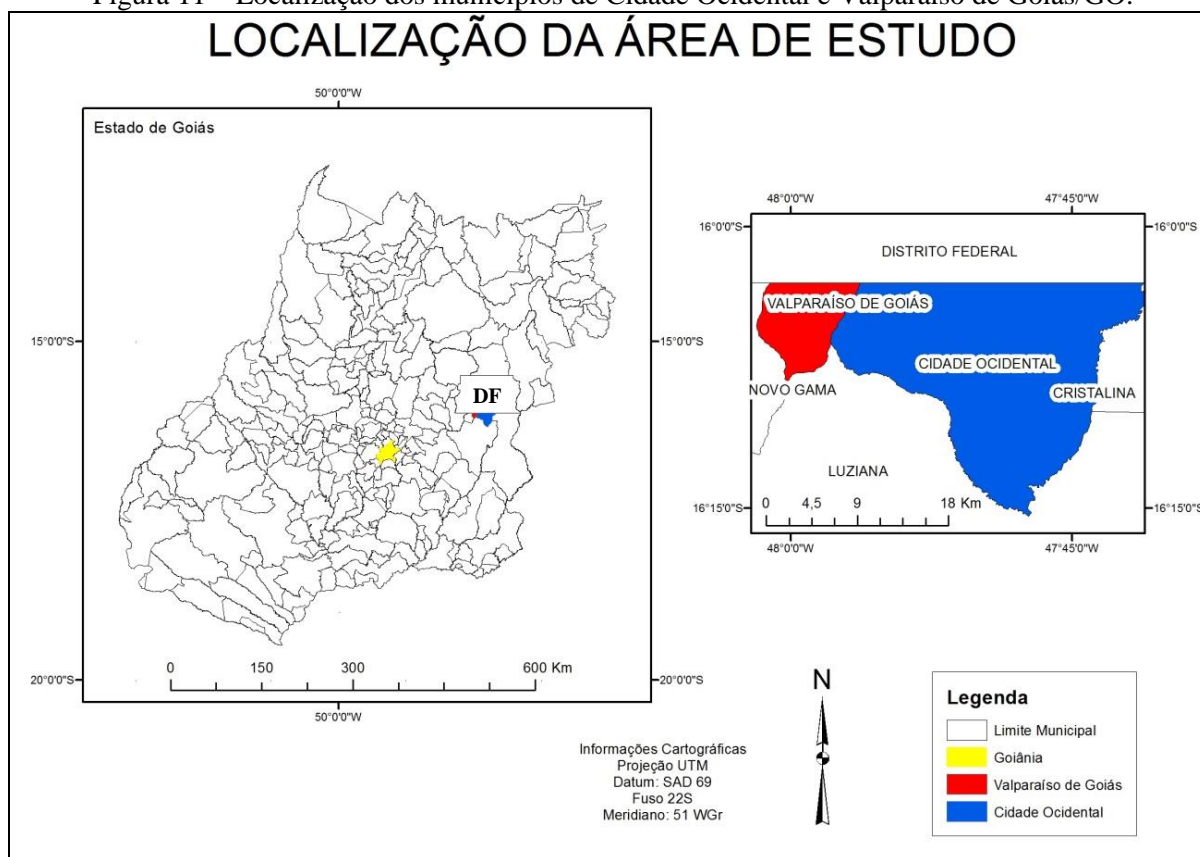


## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Cidade Ocidental, estado de Goiás (Figura 11). A população atual da cidade é de 55.915 habitantes, segundo o último censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Está localizada na microrregião do Entorno do Distrito Federal, a 48 km de Brasília e a cerca de 190 km de Goiânia, capital do estado. Faz divisa com São Sebastião/DF, Santa Maria/DF, Cristalina/GO, Luziânia/GO e Valparaíso de Goiás/GO (CIDADE OCIDENTAL, 2014). Este último município, por não ter um aterro sanitário próprio, compartilha o aterro de Cidade Ocidental para dispor seus RSU.

Figura 11 – Localização dos municípios de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás/GO.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Indústria e Comércio - SIC, 2009.

A cidade situa-se na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal (RIDE/DF), região criada no ano de 1998, a partir da Lei Complementar nº 94, que institui um programa de desenvolvimento das cidades vizinhas ao Distrito Federal (BRASIL, 1998).

Segundo o Ministério da Integração Nacional (2007), a RIDE/DF surgiu a partir da necessidade de amenizar as desigualdades regionais ocasionadas devido ao alto adensamento urbano na região, consequência do fluxo migratório entre o DF e os municípios do entorno. É formada por 22 municípios e o Distrito Federal (DF), sendo que 19 cidades pertencem ao estado de Goiás e três situam-se em Minas Gerais.

## 4.2 COLETA DE DADOS

A realização do estudo fundamentou-se no cumprimento das etapas descritas a seguir.

### **4.2.1 Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos e Identificação das Rotas Tecnológicas Existentes para estes Resíduos no Município de Cidade Ocidental/GO**

As informações necessárias para o cumprimento desta etapa foram obtidas por meio de visitas *in loco*, previamente agendadas, ao órgão ambiental estadual, secretarias do meio ambiente e de obras do município, câmara de vereadores e profissionais que atuam no município em atividades relacionadas ao tema; além de dados secundários específicos obtidos em artigos científicos.

Levantaram-se informações referentes à quantidade de RSU gerados e coletados no município, leis municipais para esses resíduos, atores envolvidos, existência de políticas públicas que incentivem a utilização dos sistemas existentes para destinação dos resíduos sólidos de Cidade Ocidental. Posteriormente, com base nas informações obtidas, fez-se uma avaliação se estas políticas atendem a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A identificação das rotas tecnológicas no município foi feita com base nos contatos realizados com os gestores dos sistemas; profissionais que vivenciam o dia a dia do trabalho e conhecem a realidade das atividades relacionadas aos RSU como: o responsável da prefeitura pelo programa coleta seletiva, os catadores da central de triagem; o supervisor, o balanceiro e o engenheiro responsável técnico (RT) pelo aterro sanitário. Também

Foram levantados dados e informações sobre tipos e localização das tecnologias utilizadas, qual é a rota dos RSU de Cidade Ocidental, desde a coleta até a disposição final.

#### **4.2.2 Avaliação da Estrutura Física e Operacional das Tecnologias Identificadas e Levantamento dos Custos Envolvidos**

Identificadas as rotas tecnológicas, realizaram-se seis visitas à central de triagem e ao aterro sanitário de Cidade Ocidental e foram aplicados um questionário (ANEXO A) e uma planilha (ANEXO B), adaptados de BNDES (2012c), abordando aspectos como: tipos de coleta utilizadas; data de início de operação da tecnologia investigada; tipos e quantidades de resíduos processados no local; tipos de equipamentos e números de profissionais envolvidos; logística envolvida; custos de operação e manutenção desses sistemas. Estes dados foram obtidos com os gestores mencionados no item 4.2.1. Essas visitas foram realizadas no período de chuva (duas em fevereiro e uma em março de 2012) e no período de estiagem (uma em junho e duas em julho de 2013), típicos de parte do estado de Goiás e que engloba Cidade Ocidental, para que se identificassem as influências destes períodos para a operação das tecnologias de tratamento e disposição final dos RSU de Cidade Ocidental.

O questionário e a planilha foram aplicados ao presidente da Associação de catadores que atua na central de triagem e; ao engenheiro responsável técnico e ao encarregado do aterro sanitário de Cidade Ocidental. Pode-se direcionar as entrevistas de acordo com as dúvidas e dados relevantes para a pesquisa. Contatos telefônicos também foram utilizados para sanar dúvidas posteriores. Para complementar os dados obtidos, foram tiradas fotos e filmadas as tecnologias existentes na cidade.

Após a realização da coleta dos dados, os mesmos foram organizados e apresentados em quadros, tabelas e figuras. Nesta etapa, foram utilizados os softwares: Sistema de Informações Geográficas ArcGis, AutoCad e Excel para tratamento dos dados e apresentação dos resultados.

#### **4.2.3 Avaliação das Vantagens e Desvantagens das Rotas Tecnológicas dos RSU Identificadas no Município de Cidade Ocidental/GO**

Para a análise da rota coleta seletiva-central de triagem, utilizaram-se índices de sustentabilidade para programas de coleta seletiva e organizações de catadores, indicadores esses desenvolvidos pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2010), e adaptados para a realidade deste estudo. Para isso, realizaram-se seis visitas técnicas à central de triagem, o que permitiu a identificação dos aspectos positivos e das debilidades dos programas e

organizações, de forma que proporcionaram o monitoramento e melhoraram a eficiência e efetividade dos serviços.

Para definir o grau de sustentabilidade da coleta seletiva e da central de triagem de Cidade Ocidental, utilizaram-se os mesmos valores atribuídos a cada um dos indicadores avaliados na pesquisa da FUNASA (2010). Assim, definiu-se que cada atribuição + (mais ou positiva) vale um (1) ponto, cada avaliação +/- (mais ou menos ou intermediária) conta meio (0,5) ponto e cada valor - (menos ou negativa) não contabiliza pontuação.

Depois, fez-se o somatório das pontuações dos itens avaliados, chegando-se a um número que representa o índice de sustentabilidade do programa ou organização. A partir desse número, foi possível efetuar a análise do programa de coleta e da cooperativa, e estabeleceram-se o grau de sustentabilidade da coleta seletiva, definidos como baixo (de 0 a 1,9 pontos), médio (de 2 a 3,9 pontos) e alto (de 4 a 6 pontos). Para a central de triagem, foram definidos como baixo (de 0 a 3,9 pontos), médio baixo (de 4 a 5,9), médio alto (de 6 a 7,9) e alto (de 8 a 12). Estes graus de sustentabilidade, representados pelas faixas de pontuação acima, foram definidos a partir de dados utilizados por Besen e Ribeiro (2008).

Para a análise da rota coleta convencional-aterro sanitário, utilizou-se a metodologia de Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) adotada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2013) e para complementar, o IQR utilizado por Santos et al. (2012). Adequando-se às informações referentes à coleta convencional e, principalmente ao aterro sanitário, pode-se avaliar o sistema de disposição final de resíduos sólidos urbanos de Cidade Ocidental.

A metodologia foi aplicada a partir de dados levantados em seis visitas técnicas realizadas no aterro do município em estudo, sendo três no período chuvoso (duas em fevereiro e uma em março de 2012) e três no período de estiagem (uma em junho e duas em julho de 2013). Com isso, foi possível preencher as informações solicitadas no formulário do IQR. Conforme mencionado por Santos et al. (2012), três aspectos foram considerados para a pesquisa:

- Características da área;
- Infraestrutura implantada;
- Fatores operacionais.

Para cada um destes aspectos, que possuem pesos diferentes, criou-se uma tabela. As pontuações obtidas foram somadas no final e divididas pelo somatório máximo de cada uma das três tabelas, que é 125, dividido por 10, permitindo assim que o valor das pontuações se

enquadrasse na faixa estabelecida entre 0,0 e 10,0 (ou seja, a soma do subtotal de cada tabela foi dividida por 12,5). Assim obteve-se o valor do IQR, que definiu a classificação da coleta convencional e do aterro sanitário conforme a classificação da Tabela 9:

Tabela 9 – Enquadramento das condições das instalações de disposição final dos resíduos sólidos urbanos de Cidade Ocidental/GO em função dos índices de IQR.

| <b>IQR</b> | <b>Enquadramento</b>  |
|------------|-----------------------|
| 0,00 a 6,0 | Condições Inadequadas |
| 6,1 a 8,0  | Condições Controladas |
| 8,1 a 10,0 | Condições Adequadas   |

Fonte: Adaptado de CETESB, 2013 e Santos et al., 2012.

Com base nas informações e resultados obtidos anteriormente (dos itens 4.2.1 e 4.2.2), e levando-se em consideração critérios técnicos, econômicos, ambientais e sociais, e com o auxílio da pesquisa da FUNASA (que avaliou a rota coleta seletiva-central de triagem) e do índice IQR (que avaliou a rota coleta convencional-aterro sanitário), fez-se uma avaliação dos aspectos positivos e negativos das rotas tecnológicas para os RSU de Cidade Ocidental. A partir desta avaliação, verificou-se a possibilidade de proposição da rota tecnológica de Cidade Ocidental para os demais municípios da RIDE/DF e do estado de Goiás.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ROTAS TECNOLÓGICAS PARA OS RSU DE CIDADE OCIDENTAL/GO

O município de Cidade Ocidental possui duas rotas tecnológicas distintas para a destinação de seus resíduos sólidos urbanos (RSU): na primeira rota, parte desses resíduos é coletada seletivamente e encaminhada para uma central de triagem denominada Cooperativa Esperança, que é constituída por uma associação de ex-catadores de rua de resíduos recicláveis. O restante dos resíduos é recolhido por meio da coleta convencional e enviado para o aterro sanitário do município em questão, cuja operação é de responsabilidade de uma empresa privada. Observa-se que o aterro sanitário é compartilhado, pois recebe também, os RSU de Valparaíso de Goiás, município vizinho à cidade em estudo. As duas tecnologias envolvidas nas rotas tecnológicas identificadas para os RSU de Cidade Ocidental estão caracterizadas no Quadro 8.

Quadro 8 – Caracterização geral das tecnologias adotadas em Cidade Ocidental.

| <b>Tecnologias existentes</b> | <b>Municípios abrangentes regulares</b>      | <b>Natureza do prestador</b> | <b>Coordenadas geográficas</b>   |
|-------------------------------|--|------------------------------|--|
| Triagem                       | Cidade Ocidental/GO                          | Associação                   | Latitude: 16°6'46.93"S<br>Longitude: 47°56'20.73"O<br>Altitude: 973 m  |
| Aterro Sanitário              | Cidade Ocidental/GO e Valparaíso de Goiás/GO | Privado                      | Latitude: 16°6'29.02"S<br>Longitude: 47°52'54.96"O<br>Altitude: 1001 m |

Fonte: Elaborado pelo autor.

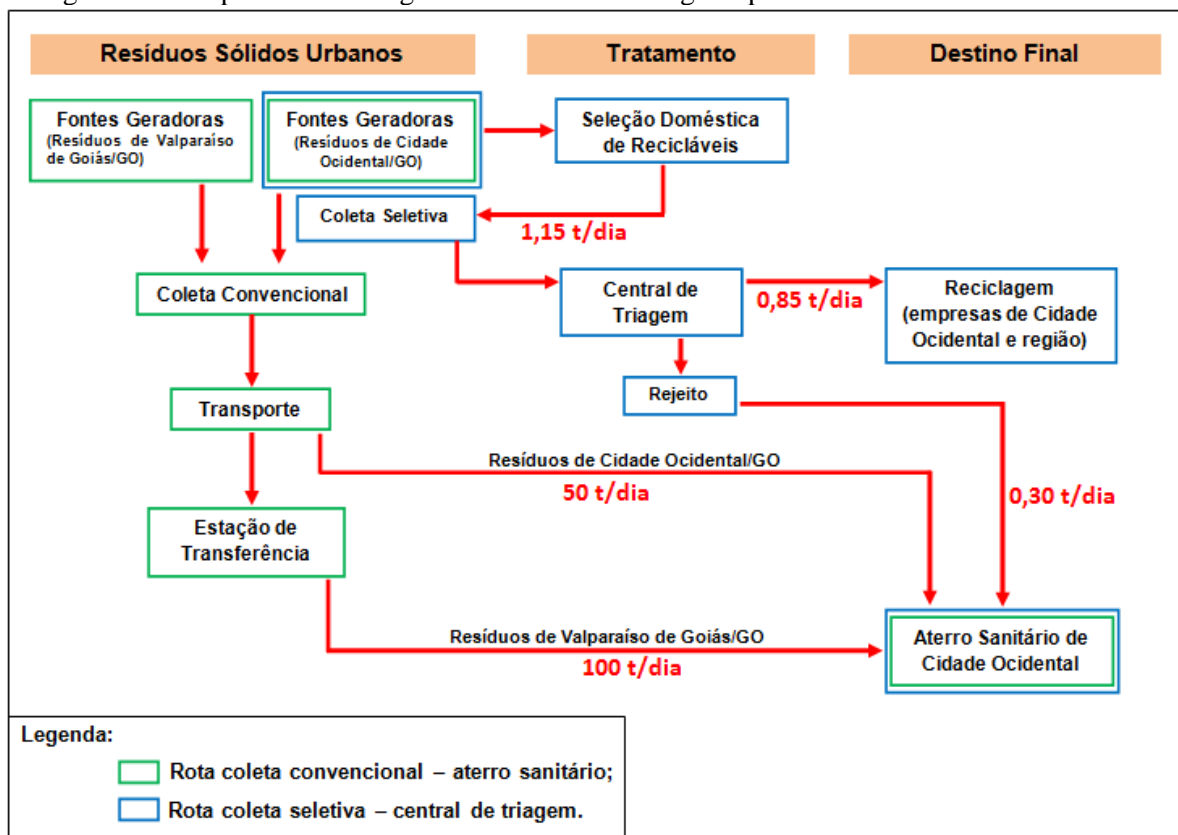
Segundo informações prestadas pelos trabalhadores da central de triagem, a coleta seletiva recolhe e encaminha para o galpão cerca de 1,15 t/dia (30 t/mês) de materiais recicláveis. No início do programa, em julho de 2011, esta coleta recolhia cerca de 0,77 t/dia – 20 t/mês. O material selecionado é comercializado com quatro empresas da região, localizadas nos municípios de Novo Gama/GO, Luziânia/GO, Santa Maria/DF e em Brasília/DF. Os rejeitos são encaminhados para o aterro sanitário do município.

Já na coleta convencional, que é realizada por uma empresa privada, 100% dos RSU gerados nos municípios de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás são recolhidos e encaminhados ao aterro sanitário, operado pela mesma concessionária que realiza a coleta, totalizando 150 t/dia. Deste total, 50 t/dia são coletadas em Cidade Ocidental e levadas diretamente ao aterro sanitário. Em Valparaíso, as 100 t/dia coletadas são levadas até uma

estação de transferência, de onde saem em uma carreta articulada com capacidade de 28 toneladas com destino ao aterro sanitário de Cidade Ocidental.

Valparaíso fez uma parceria para encaminhar seus RSU para a cidade vizinha porque não possui em seu território uma área adequada para instalar um aterro sanitário, pois toda a extensão territorial do município está localizada no perímetro urbano. Segundo Almeida et al. (2006), antes da parceria, iniciada no ano de 2008, os RSU da cidade eram enviados ao lixão municipal, no bairro Pacaembu. Cidade Ocidental aceitou a parceria porque também encaminhava seus resíduos para o lixão municipal localizado no bairro Mesquita Eidth e, apesar de ter área disponível, não tinha condições financeiras e técnicas para implantar e operar sozinho um aterro sanitário. Para Oliveira et al. (2013), esta questão da falta de mão de obra especializada é um dos entraves enfrentados pelos municípios goianos, que recebem apoio financeiro para implantar um aterro, mas acabam não conseguindo operá-lo, o que os remete a condição de lixões. O fluxograma da rota tecnológica dos RSU de Cidade Ocidental é verificado na Figura 12.

Figura 12 – Mapeamento da logística das rotas tecnológicas para os RSU de Cidade Ocidental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.1.1 Rota tecnológica coleta seletiva - central de triagem

Cidade Ocidental possui, desde julho de 2011, um programa de coleta seletiva que atende atualmente a cerca de 60% da população urbana do município, o que equivale a aproximadamente 33.550 habitantes. O material reciclável, recolhido porta a porta com o auxílio de um caminhão baú de 6m<sup>3</sup> fornecido pela prefeitura (Figura 13a), é encaminhado para a Associação dos Trabalhadores em Reciclagem e Reaproveitamento de Lixo Urbano e Serviços em Geral – ASLURB, que fez uma parceria com a Prefeitura Municipal de Cidade Ocidental para coletar, triar e comercializar esses materiais. A ASLURB, que possui a única central de triagem da cidade, é chamada de Cooperativa Esperança (Figura 13b), sendo constituída por vinte e um catadores de materiais recicláveis que atuavam em lixões de municípios do entorno de Cidade Ocidental.

Figura 13 – Central de triagem de Cidade Ocidental/GO:  
(a) Caminhão utilizado na coleta seletiva; (b) galpão da central de triagem. Fevereiro, 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora este tipo de coleta seja realizado atualmente em cinco dos nove trajetos existentes para a coleta convencional, a mesma engloba a parte da cidade onde há uma maior concentração de residências. No percurso piloto (trajeto 1), o caminhão passa duas vezes por semana, sendo uma vez nas segundas-feiras, em uma média de três viagens e, nas sextas-feiras, fazendo quatro viagens. Nos demais itinerários (trajetos 2, 3, 4 e 5), que são realizados uma vez por semana, o caminhão faz duas viagens ao dia, conforme verifica-se no Quadro 9.

Além da coleta porta a porta, Cidade Ocidental possui um Posto de Entrega Voluntária, que fica na entrada da central de triagem da cidade. Há um projeto para a instalação de mais PEV's no município, mas o mesmo ainda não foi implantado.



Quadro 9 – Trajetos da coleta seletiva de Cidade Ocidental/GO.

| Trajetos   | Bairros Compreendidos na Coleta Seletiva   | Periodicidade                              |
|------------|--|--|
| Piloto     | Super Quadra (SQ) 17, SQ 18, Condomínio Colina Verde e Setor Mansões Suleste               | 2 vezes por semana (segunda e sexta-feira) |
| Trajetos 2 | SQ 12, SQ 16 e SQ 19   | 1 vez por semana                           |
| Trajetos 3 | Parque Nápolis, Parque Nápolis I, Parque Araguari e Parque Araguari I                      | 1 vez por semana                           |
| Trajetos 4 | Ocidental Park, Parque Nápolis II, Vila Militar, Parque Nova Friburgo A, Morada das Garças | 1 vez por semana                           |
| Trajetos 5 | SQ 11, SQ 13 e SQ 15   | 1 vez por semana                           |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A central de triagem está localizada em área cedida pela prefeitura (Figura 14) e deve permanecer neste local por muitos anos, pois há um contrato entre a prefeitura e a cooperativa de utilização da área por dez anos, podendo este período ser ampliado por mais dez anos.

Figura 14 – Localização do galpão da central de triagem.



Fonte: Modificado de Google Earth, 2012.

Mensalmente chegam à central de triagem em média 30 toneladas de recicláveis. Deste total, em torno de oito toneladas (26,7%) são rejeitos, conforme apresentado na Tabela 10. Todo o rejeito da central é recolhido às sextas-feiras por um caminhão da coleta convencional, que leva este resíduo ao aterro sanitário do município, conforme percurso ilustrado na Figura 15. Esta rota é importante porque evita que cerca de 22 t/mês tenham como destino o aterro sanitário.

Tabela 10 – Características do material que chega à central de triagem.

| <b>Material</b> | <b>Quantidade de cada resíduo</b> |
|-----------------|-----------------------------------|
| Papelão         | 41 %                              |
| Metais          | 15 %                              |
| Plásticos       | 12 %                              |
| Outros          | 5%                                |
| Rejeito         | 27 %                              |
| <b>TOTAL</b>    | <b>100 %</b>                      |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 – Rota realizada pelo rejeito que sai da central de triagem.



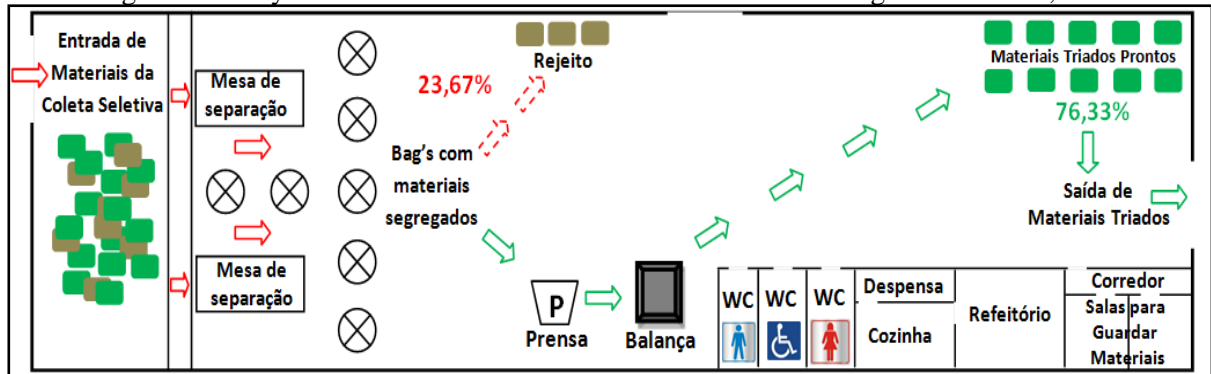
Fonte: Modificado de Google Earth, 2012.

Vale ressaltar que, dos 60% de domicílios que são atendidos pela coleta seletiva, apenas metade (50%) da população atendida aderiu ao programa. Em números, das 1.330 t/mês de RSU geradas no município, chegam à central de triagem somente 30 t/mês, o que representa menos de 2,26% da massa total de resíduos. Se forem consideradas as perdas, ou seja, o material que chega à central e acaba voltando para o aterro como rejeito por não possuir valor agregado, esse percentual cai para 1,65%. O objetivo da central de triagem é aumentar a coleta diária de materiais dos atuais 1,15 t/dia para 4 t/dia, passando assim para mais de 100 t/mês.

O arranjo do galpão da central de triagem, desde a entrada do resíduo até a saída do material triado, encontra-se apresentado na Figura 16. O interior do galpão, mostrando os

recicláveis segregados e prensados, prontos para serem comercializados com empresas de reciclagem de Brasília, encontra-se ilustrado na Figura 17. Como se observa, o pouco espaço do galpão, aliado ao *layout* inadequado dificulta o trabalho dos cooperados.

Figura 16 – Layout do material reciclável dentro da central de triagem. Fevereiro, 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor.

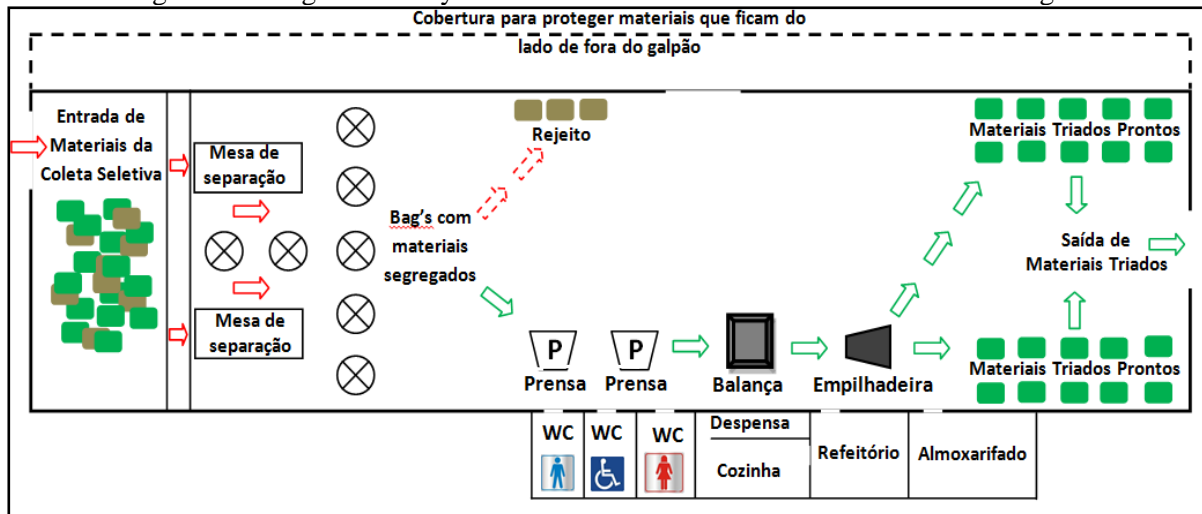
Figura 17 – Materiais segregados no galpão de triagem. Fevereiro, 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que o programa possa ser ampliado, a central de triagem precisa ter seu layout modificado. As alterações sugeridas na central de triagem são a colocação dos banheiros, cozinha, despensa, refeitório e almoxarifado do lado direito da entrada do galpão (externamente), com as portas de entrada destes locais voltadas para dentro do galpão. Outra modificação indicada é a colocação de uma cobertura no lado esquerdo da entrada de materiais, para que aqueles recicláveis que precisarem ficar do lado de fora, não molhem. Estas duas modificações iriam melhorar a disposição física da central, facilitando na movimentação dos resíduos segregados e na diminuição da perda de materiais. A Figura 18 mostra uma sugestão de como poderia ficar o galpão reformado.

Figura 18 – Sugestão de layout do material reciclável dentro da central de triagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como os custos com quaisquer modificações no layout do galpão serão arcados pela prefeitura de Cidade Ocidental, estas mudanças devem ser avaliadas pela mesma, que pode fazer os ajustes necessários no galpão de forma diferente do que o sugerido na Figura 18.

O espaço atual da central permite esse aumento no recebimento de recicláveis, pois a capacidade do galpão é de 150 t/mês. Para isso ocorrer, a prefeitura juntamente com a ASLURB deve providenciar outro caminhão baú para atender os quatro trajetos que ainda devem ser atendidos.

Conforme Cidade Ocidental (2011a), cerca de 30% dos RSU gerados no município de Cidade Ocidental são materiais que poderiam ser enviados para a central de triagem. Esses valores, atualizados para os dias atuais, representam cerca de 399 t/mês. Isso significa que ainda há aproximadamente 369 t/mês de materiais potencialmente recicláveis que não são coletados e vão, inadequadamente, para o aterro sanitário. O aproveitamento dessa parcela de resíduos na central de triagem poderia aumentar a renda dos cooperados e, também, a vida útil do aterro. Uma das causas de apenas 30 t/mês serem encaminhadas à central, é que a população não é atuante como poderia ser. De acordo com Lopes e Alcântara (2012), 75% dos moradores conhecem o projeto da coleta seletiva e central de triagem de Cidade Ocidental. Entretanto, apenas 45% (do total de moradores) segregam seus resíduos para encaminhá-los a essa coleta.

#### 5.1.2.1 Os mecanismos legais da coleta seletiva e triagem de Cidade Ocidental

O sistema de coleta seletiva e a associação de catadores de materiais recicláveis de Cidade Ocidental (denominada Cooperativa Esperança) surgiram a partir das Leis Municipais

nº 846 e 849/2011 (de criação e instituição destes sistemas no município, respectivamente). Estas regulamentações permitiram que a cidade tirasse do papel um desejo que já existia desde o ano de 1995, quando se criou a Lei Municipal nº 019, que também instituiu o Programa de Coleta Seletiva na cidade, mas que acabou não saindo do papel.

Apesar da duplicidade desta regulamentação, diferentemente das Leis nº 846 e 849, a Lei nº 019 (de 1995) define que os recursos provindos da venda de produtos recicláveis deveriam gerar benfeitorias ao município, como a ampliação e manutenção da iluminação pública, criação de parques e pinturas de meios-fios. Contudo, a lei não é clara quanto à gestão deste recurso e deixa dúvidas quanto a sua aplicabilidade, uma vez que o resíduo reciclável é destinado à associação, logo, o lucro com a venda destes materiais é dos cooperados. Desta forma, na prática não há contrapartida do retorno de investimento adquirido para utilização em benfeitorias urbanas.

É importante ressaltar que a Lei nº 019 contraria a PNRS, tendo em vista que a Lei nº 12.305 tem como um dos instrumentos o incentivo à criação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2010a), ou seja, os recursos gerados por estes sistemas devem ser rateados entre os catadores, e não utilizados em benfeitorias nos bairros participantes da coleta seletiva. Entretanto, vale lembrar que a Lei nº 019 é de 1995, e que quando foi instituída não estava em desacordo com nenhuma legislação, pois a PNRS não existia.

Com as leis criadas, Cidade Ocidental implantou seu programa de coleta seletiva a partir de parcerias firmadas com a empresa que gerencia o aterro sanitário, uma fundação presente no município e com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do Governo Federal. A concessionária auxiliou com o fornecimento do caminhão baú e o motorista para fazer a coleta dos materiais recicláveis durante os primeiros seis meses do programa e a fundação contribuiu com a concepção do projeto, fornecimento dos equipamentos de proteção individual (EPI's) aos catadores da central de triagem, e está auxiliando nas questões jurídicas para que a central passe de Associação para uma Cooperativa. Também, com o apoio da fundação, foi ministrado aos cooperados um curso de cooperativismo no ano de 2013 e há uma assessoria contábil para que os haja o controle das finanças da central.

A prefeitura apoiou o programa de coleta seletiva com ações de educação ambiental nas escolas e o envolvimento de agentes comunitários de saúde na divulgação da coleta. Foram realizados cursos com os diretores e coordenadores das redes de ensino para atuarem

como agentes de educação ambiental. E alguns funcionários da prefeitura ministraram cursos de capacitação técnica aos próprios catadores de como realizar a coleta seletiva nas residências do município. Essas ações de divulgação ocorreram no ano de 2011, quando a coleta foi iniciada.

Analisando-se os aspectos legais do sistema de coleta seletiva e central de triagem de Cidade Ocidental, verifica-se que de modo geral o município está de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois o mesmo cria os mecanismos legais para a implantação deste sistema na municipalidade. A única exceção é a Lei nº 019/1995, que está em desacordo com a PNRS.

#### 5.1.2.2 Custos envolvidos na rota coleta seletiva - central de triagem

Embora inicialmente a empresa privada que opera o aterro tenha fornecido o veículo e o motorista para a realização da coleta seletiva, atualmente é a prefeitura de Cidade Ocidental que fornece e subsidia o caminhão baú (motorista e manutenção do veículo) que realiza esta coleta. Mensalmente, esses custos somam R\$ 4.000,00 (R\$ 48.000,00/ano).

Além disso, a prefeitura arca, também, com os gastos com combustível, que são cerca de 450 litros/mês. De acordo com a síntese dos preços do óleo diesel praticados no estado de Goiás, e considerando-se os valores médios desse produto em Valparaíso de Goiás – que é o município mais próximo à Cidade Ocidental em que se têm os valores oficiais – entre os dias 13 a 19/10/2013 o litro do óleo ficou em R\$ 2,38/L (ANP, 2013). Com isso, sabe-se que são gastos mensalmente aproximadamente R\$ 1.071,00 (R\$ 12.852,00/ano) em combustível. Assim, somando-se todos esses gastos, chega-se a um valor de R\$ 5.071,00/mês (R\$ 60.852,00/ano).

No galpão de triagem são gastos, ainda, R\$ 500,00/mês (R\$ 6.000,00/ano) com água e R\$ 600,00/mês (R\$ 7.200,00/ano) com energia elétrica, importâncias que são pagas pela prefeitura. Na Tabela 11 estão apresentados os gastos anuais das tecnologias da rota tecnológica coleta seletiva e central de triagem (incluindo-se os gastos para o envio do rejeito da central ao aterro sanitário).

Tabela 11 – Custos anuais das tecnologias coleta seletiva e central de triagem.

| Serviço  | Custo Anual (R\$) | Quantidade Coletada/Processada (t/ano) | Custo da tonelada (R\$) |
|--|-------------------|--|-------------------------|
| <b>Coleta Seletiva</b>                         |                   |  |                         |
| Caminhão + Combustível + Manutenção do Veículo | 60.852,00         | 360                                    | 169,03                  |
| <b>Central de Triagem</b>                      |                   |  |                         |
| Água + Energia Elétrica                        | 13.200,00         | 264                                    | 50,00                   |
| <b>Coleta Convencional</b>                     |                   |  |                         |
| Envio rejeito central para o aterro sanitário  | 15.028,80         | 96                                     | 156,55                  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Somando os valores apresentados na Tabela 11, tem-se que a rota tecnológica coleta seletiva – central de triagem tem um custo de R\$ 375,58 por tonelada processada. Este valor está 2,93% acima da mediana do custo da tonelada processada em vinte municípios pesquisados no Brasil, que é de R\$ 364,89/t (ver Tabela 3). Considerando-se que nesta mediana de custos da coleta seletiva estão inseridas doze capitais brasileiras, que a população atendida é maior que 500.000 habitantes em dez dos vinte municípios observados, e que o total médio processado por mês nas centrais varia entre 350 t/mês a 4.668 t/mês em 16 municípios (enquanto que em Cidade Ocidental são coletadas cerca de 30 t/mês), pode-se dizer que os custos deste tipo de coleta em Cidade Ocidental apresentam valores adequados.

### 5.1.2.3 Avaliação da rota coleta seletiva - central de triagem

Mensalmente são coletados seletivamente e encaminhados à central de triagem trinta toneladas de materiais recicláveis, sendo que, após a segregação dos resíduos, oito toneladas são classificadas como rejeitos, seja por haver dificuldade em encontrar mercado comprador ou devido à má separação na fonte geradora. Sabendo-se que a coleta convencional recolhe em média 1.300 t/mês de RSU, então, conforme a base de cálculo utilizada na pesquisa da FUNASA, o índice de recuperação de materiais recicláveis (IRMR) é de 1,65 % (Equação 1).

$$\text{IRMR (\%)} = \frac{\text{Quantidade da coleta seletiva} - \text{quantidade de rejeito da triagem}}{\text{Quantidade coletada seletivamente} + \text{quantidade da coleta regular}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{IRMR (\%)} = \frac{30 \text{ t/mês} - 8 \text{ t/mês}}{30 \text{ t/mês} + 1300 \text{ t/mês}} \times 100$$

$$\underline{\underline{\text{IRMR (\%)} = 1,65\%}}$$

O índice de rejeito (IR) da cooperativa é de 26,7%, visto que são comercializadas vinte e duas toneladas mensais de recicláveis, como apresentado na Equação 2, conforme base de cálculo da pesquisa da FUNASA (2010). Estes rejeitos, recolhidos semanalmente (toda sexta-feira), são destinados ao aterro sanitário da cidade.

$$\text{IR (\%)} = \frac{\text{Quantidade da Coleta Seletiva} - \text{quantidade de materiais comercializados}}{\text{Quantidade da coleta seletiva}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

$$\text{IR (\%)} = \frac{30 \text{ t/mês} - 22 \text{ t/mês}}{30 \text{ t/mês}} \times 100$$

$$\underline{\underline{\text{IR (\%)} = 26,7\%}}$$

Para saber se a coleta seletiva e a central de triagem de Cidade Ocidental são sistemas viáveis, são apresentados nos Quadro 10 e Quadro 11, os indicadores de sustentabilidade e suas respectivas gradações, dentre os quais estão o IRMR e o IR. Observa-se que cada atribuição + (mais ou positiva) equivale a 1 ponto, valor +/- (mais ou menos ou intermediária) conta 0,5 ponto e cada valor - (menos ou negativa) não soma nenhum ponto.

Quadro 10 – Indicadores, índices e gradações do sistema de coleta seletiva de Cidade Ocidental.

| <b>Indicador</b>   | <b>+</b>                      | <b>-</b>                   | <b>+/-</b>               | <b>Pontuação</b> |
|--|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|
| 1. Sustentabilidade econômica  | Existência de taxa específica | Não existência de cobrança | Cobrança de taxa no IPTU | 0,5              |
| 2. Marco legal   | Com lei e convênio            | Sem lei nem convênio       | Só lei ou só convênio    | 1,0              |
| 3. Parcerias   | Duas ou mais                  | Nenhuma                    | Uma                      | 1,0              |
| 4. Cobertura da coleta   | Alta – 75% a 100%             | Baixa – menos de 30%       | Média – 31% a 74,9%      | 0,5              |
| 5. Índice de recuperação de materiais recicláveis (IRMR)*  | Alto – acima de 11%           | Baixo – até 5%             | Médio – 5,1% a 10%       | 0,0              |
| 6. Índice de rejeito (IR)**  | Baixo – até 7%                | Alto – acima de 21%        | Médio – 7,1% a 20%       | 0,0              |
| <b>TOTAL</b>   |                               |                            |                          | <b>3,0</b>       |
| *O valor de 10% de recuperação de materiais recicláveis foi aceito como uma meta para os programas de coleta seletiva no país, logo programas municipais que apresentam valores acima de 10% teriam alta sustentabilidade quanto a este indicador. |                               |                            |                          |                  |
| ** O valor de 7% de rejeito foi aceito como um valor razoável e 20% como um valor a não ser ultrapassado, considerando-se a realidade dos programas estudados na RMSP (Região Metropolitana de São Paulo).   |                               |                            |                          |                  |

Fonte: Adaptado de Besen e Ribeiro (2008).

De acordo com os resultados obtidos e apresentados no Quadro 10, a sustentabilidade econômica da coleta seletiva tem uma avaliação intermediária, pois a prefeitura não cobra



nenhuma taxa específica, mas os custos para realizar esta coleta provem do IPTU pago pela população.

Como existem três leis que instituem o programa (Leis nº 019/1995, 846/2011 e 849/2011), além do convênio entre a prefeitura e a ASLURB, firmado em 31 de agosto de 2011, visando a gestão compartilhada do programa de coleta seletiva, o apoio às atividades relacionadas a este (coleta, triagem e processamento dos materiais recicláveis), e estabelecendo o vínculo e as regras entre as partes envolvidas, a avaliação para o segundo item do Quadro 10 tem avaliação positiva. No convênio, a prefeitura cedeu as instalações da central de triagem à organização em regime de comodato. Em sua cláusula terceira, item 2, descreve que é responsabilidade da prefeitura realizar a manutenção dos equipamentos e instalações e o pagamento de água, energia e esgoto, por um período de cinco anos. Já em seu item seguinte, define que também é responsabilidade da municipalidade garantir veículo para a coleta dos recicláveis, assim como combustível e motorista, sejam próprios, terceirizados ou adquiridos por meio de parcerias.

A coleta seletiva possui duas parcerias estabelecidas – uma com um supermercado e outra com um hospital do município – o que implica em uma avaliação positiva do terceiro item do Quadro 10. Como há apenas um caminhão para atender a coleta seletiva, que abrange cerca de 60% do município, considera-se a logística deste sistema como regular.

Por fim, os índices de recuperação de materiais recicláveis (IRMR) e o de rejeito (IR) são os dois pontos negativos da coleta seletiva. O primeiro porque o IRMR é de apenas 1,65%, o que equivale a um baixo índice de recuperação de recicláveis. E o segundo porque o IR é alto, pois 26,7% de todos os resíduos que chegam à cooperativa são rejeitos que acabam sendo encaminhados ao aterro sanitário.

Somando-se os valores obtidos no Quadro 10, obteve-se um índice de sustentabilidade de 3,0 pontos para a coleta seletiva de Cidade Ocidental/GO. Considerando-se os graus de sustentabilidade estabelecidos por Besen e Ribeiro (2008) são: baixo: de 0 a 1,9 pontos; médio: de 2 a 3,9 pontos e; alto: de 4 a 6 pontos, o município em estudo possui uma coleta com grau médio de sustentabilidade.

Para analisar a central de triagem (Quadro 11), utilizou-se a mesma pontuação empregada na coleta seletiva, entretanto, com graus de sustentabilidade diferentes: baixo (de 0 a 3,9 pontos), médio baixo (de 4 a 5,9), médio alto (de 6 a 7,9) e alto (de 8 a 12).

Quadro 11 – Indicadores, índices e gradações da central de triagem de Cidade Ocidental.

| <b>Indicador</b>                     | <b>+</b>                 | <b>-</b>                     | <b>+/-</b>                   | <b>Pontuação</b> |
|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|
| 1. Regularização da organização      | Regularizada             | Não regularizada             | Em processo de regularização | 0,5              |
| 2. Instrumento legal de parceria     | Cooperativa com convênio | Não possui                   | Associação com convênio      | 0,5              |
| 3. Rotatividade anual                | Até 25% dos membros      | Mais de 50%                  | Entre 25 e 50%               | 1,0              |
| 4. Capacitação dos membros           | Incubada                 | Não incubada/ não capacitada | Capcitada                    | 0,5              |
| 5. Renda mensal por membro           | Dois salários mínimos    | Um salário mínimo            | Entre um e dois              | 0,5              |
| 6. Participação dos membros          | Alta                     | Baixa                        | Média                        | 1,0              |
| 7. Condições das instalações         | Própria                  | Cedida                       | Alugada                      | 0,0              |
| 8. Equipamentos/veículos             | Próprios                 | Cedidos                      | Próprios/ Cedidos            | 0,0              |
| 9. Horas trabalhadas dia/membro      | Mais de 6                | Até 4                        | Entre 4 e 6                  | 1,0              |
| 10. Benefícios para os membros       | 3 ou mais                | Nenhum                       | Um ou dois                   | 0,0              |
| 11. EPI's                            | Usam EPI's               | Não possuem                  | Não usam/ Nem todos usam     | 0,5              |
| 12. N° de parcerias das organizações | Duas ou mais             | Nenhuma                      | Uma                          | 0,5              |
| <b>TOTAL</b>                         |                          |                              |                              | <b>6,0</b>       |

Fonte: Adaptado de Besen e Ribeiro (2008).

Com relação à questão legal da central de triagem, a denominada Cooperativa Esperança, apesar do nome, ainda não está regularizada, ou seja, a central ainda não é legalmente uma cooperativa, mas sim uma associação de catadores de materiais recicláveis (ASLURB). Os profissionais que trabalham na central passaram nos meses de junho e julho de 2013, por um curso de oito horas sobre Cooperativismo, e já estão em processo de regularização. Devido a isso, no primeiro item do Quadro 11 a avaliação é intermediária.

Como consequência, apesar de haver a Lei nº 846/2011, que determina a implantação da coleta seletiva de resíduos sólidos e autoriza ao Poder Executivo a busca por cooperativas e/ou associações, com vistas à manipulação do material coletado, seu beneficiamento rústico, e encaminhamento para industrialização e reciclagem (CIDADE OCIDENTAL, 2011c), o item “instrumento legal de parceria” do Quadro 11 também tem avaliação intermediária. Assim que a cooperativa for legalizada, os dois primeiros itens dos indicadores acima passarão a ter uma avaliação positiva, o que dará um ponto a mais na avaliação da central de triagem.

Como a rotatividade dos catadores é menor que 25% ao ano, os membros são capacitados e a média da renda mensal dos catadores é entre um e dois salários mínimos (média mensal de R\$ 730,00), os itens 3, 4 e 5 do Quadro 11 tem avaliações positiva, intermediária e intermediária, respectivamente. Apesar de receberem pouco mais de um salário mínimo mensais, os vinte e um catadores não possuem quaisquer outros benefícios, como plano de saúde e pagamento da previdência social, o que gera um índice negativo. Todavia, a avaliação do item “participação dos membros” é positiva devido à alta participação dos catadores na central, já que tanto a coleta, a segregação e a venda de materiais são feitas pelos próprios catadores.

Como as instalações, equipamentos e veículos utilizados pela ASLURB são cedidos pela prefeitura, estes são dois pontos negativos do local. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu artigo nº 42, define que o poder público deverá promover medidas que apoiem a implantação de estrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação formadas por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010a); assim como o ocorrido em Cidade Ocidental. Contudo, a ASLURB deve buscar mecanismos para se tornar sustentável, sem que a prefeitura tenha que arcar com todos os custos.

A central funciona das 08:00 às 17:00 h, de segunda a sexta-feira, com oito horas de trabalho e uma hora de intervalo para o almoço. Como o número de horas trabalhadas diariamente é maior que seis, o indicador de número nove do Quadro 11 tem avaliação positiva. Mesmo os trabalhadores da cooperativa tendo recebido treinamento sobre questões de segurança, não são todos que usam os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), o que dá ao item 11 do Quadro 11 uma avaliação intermediária. E há uma fundação que apoia a central de triagem desde a existência da mesma, com o fornecimento dos cartazes de divulgação da coleta seletiva e também com a vinda de profissionais para ministrar cursos e palestras aos catadores, o que acresce ao índice uma avaliação intermediária.

Vale ressaltar também os benefícios sociais que o galpão de triagem proporcionou aos catadores, que saíram de lixões onde estavam expostos a inúmeros riscos, e passaram a atuar em um local salubre e que gerou emprego e renda a esses profissionais.

Fazendo-se o somatório dos pontos, verificou-se que a Cooperativa Esperança, tem um médio alto grau de sustentabilidade (que vai de 6 a 7,9 pontos), tendo em vista que a mesma obteve 6,0 pontos.

Para que o índice de sustentabilidade da central de triagem seja mais favorável, é fundamental que alguns índices melhorem suas avaliações, como é o caso dos que tiveram

pontuação nula – como os itens “condições das instalações” e “equipamentos/veículos” – e indicadores que tiveram avaliação intermediária – como o fato da central ainda não ser legalmente uma cooperativa, a renda mensal dos catadores ser entre um e dois salários mínimos e a não utilização dos EPI’s por todos os seus membros. São pequenas mudanças que, se ocorrerem, aumentarão o grau de sustentabilidade da central de médio alto para alto.

Em Cidade Ocidental, assim como no restante do país, se percebe uma difusão de um modelo de gestão compartilhada dos resíduos sólidos urbanos entre prefeitura e organizações de catadores, em que o município cede a estrutura, equipamentos e veículos, estabelecendo-se assim condições para a formação de cooperativas ou associações. Além destas cessões, costuma-se oferecer apoio nas campanhas de sensibilização e divulgação, enquanto os cooperados ou associados fazem a triagem, beneficiamento e venda dos materiais e, às vezes, também a coleta. O fato da prefeitura simplesmente fornecer toda a estrutura, sem definir prazos para que a cooperativa passe a ser totalmente independente, acaba impedindo o crescimento da central de triagem.

Obviamente que, assim como menciona a PNRS, os municípios têm que implantar a coleta seletiva com a participação de associações ou cooperativas de catadores, e deve haver o incentivo das municipalidades para que haja a implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para que os catadores possam desenvolver seus trabalhos (BRASIL, 2010a). Contudo, devem-se buscar modelos de centrais de triagem que deram certo no Brasil. Um exemplo disso é o caso de Londrina/PR que, desde a sua criação teve um arranjo de um programa de coleta seletiva com cunho assistencial apenas como uma forma de ajudar as centrais a se organizarem, mas sempre visando a independência financeira dos catadores (LIMA e SILVA, 2007).

### **5.1.2 Rota tecnológica coleta convencional – aterro sanitário compartilhado**

O aterro sanitário de Cidade Ocidental (Figura 19) possui uma área total da planta de 90.000 m<sup>2</sup> (sendo 33.900 m<sup>2</sup> de área útil e 56.100 m<sup>2</sup> para futuras ampliações). O mesmo está em funcionamento desde abril de 2008, e tem previsão de encerramento para o ano de 2021, ou seja, ainda há oito anos de operação do mesmo (contando com o ano de 2014). Entretanto, a empresa que administra o empreendimento já avalia possíveis áreas adequadas à construção de um novo aterro no município, para substituir o atual quando o mesmo for encerrado.

Figura 19 – Imagem aérea do aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.



Fonte: Modificado de Quebec, 2012.

Das 150 t/dia de RSU enviados ao aterro de Cidade Ocidental, cerca de 84% são resíduos domiciliares, 15% são gerados por estabelecimentos comerciais e apenas 1% são resíduos provindos da varrição da limpeza urbana (Tabela 12). Como na área do aterro há, também, um incinerador que recebe resíduos dos serviços de saúde classe I, as cinzas deste equipamento (0,2 t/dia) também são depositadas no aterro. O aterro não recebe os resíduos de podas e jardins, sendo que estes são encaminhados para outra área na cidade.

É importante ressaltar que os estabelecimentos comerciais não pagam por terem seus resíduos coletados pela coleta convencional. E a maior parte dos resíduos processados no aterro (65%) é constituída por matéria orgânica (QUEBEC, 2012).

Tabela 12 – Resíduos dispostos no Aterro Sanitário de Cidade Ocidental/GO.

| <b>Quantidade processada em 2013 (t/ano)</b> | <b>Frações</b>                                   | <b>Percentual (%)</b> |
|--|--|-----------------------|
| 46.800                                       | Resíduos domiciliares                            | 84,0                  |
|  | Resíduos de grandes produtores equiparados a RSU | 15,0                  |
|  | Resíduos de varrição de limpeza urbana           | 1,0                   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com dados obtidos nas visitas técnicas, de sete a oito caminhões da coleta convencional chegam ao aterro durante o dia e oito caminhões durante a noite, todos provindos de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás. Nestes municípios, a coleta é feita diariamente no centro das cidades e alternadamente nos bairros. Nas duas cidades, a coleta

dos RSU é realizada em dois turnos, ocorrendo de segunda a sábado nos seguintes horários: das 07:00 às 15:20 hs (primeiro turno), e das 17:00 às 00:20 hs (segundo turno).

Cidade Ocidental conta com uma frota de quatro caminhões, sendo três caminhões compactadores de oito toneladas (Figura 20a) e um caminhão caçamba de cinco toneladas. Destes, três são utilizados na coleta diurna e dois na noturna, passando em dez setores por dia. Cada caminhão da coleta convencional percorre cerca de 32 km (ida e volta) para levar ao aterro sanitário os RSU coletados na cidade. Os funcionários envolvidos no serviço são os seguintes: quatro motoristas e 16 coletores. Já Valparaíso de Goiás conta com oito caminhões para a coleta convencional, sendo quatro caminhões compactadores de oito toneladas, um compactador de 14 toneladas e três caçambas de cinco toneladas. Destes, seis fazem a coleta diurna e quatro fazem a noturna, atendendo ao todo vinte e dois setores por dia. A equipe de funcionários é composta por onze motoristas e 44 coletores.

Devido ao maior distanciamento do centro de Valparaíso de Goiás ao aterro sanitário - 20 km - há uma estação de transbordo nesta cidade. Assim, ao invés de todos os caminhões irem ao aterro, estes descarregam seus resíduos na estação e voltam para a coleta de resíduos do município. Enquanto isso, um caminhão de transferência com vinte e oito toneladas de capacidade (Figura 20b) leva os RSU ao aterro de Cidade Ocidental, percorrendo essa distância entre a estação e o aterro (40 km ida e volta), conforme mostra a (Figura 21). Dentro do município de Valparaíso de Goiás, cada caminhão da coleta convencional percorre cerca de 39 km (ida e volta à estação de transbordo) para levar os RSU coletados na cidade (Tabela 13).

Figura 20 – Caminhões utilizados na coleta convencional de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás: (a) Caminhão compactador; (b) Caminhão com carreta articulada. Fevereiro, 2012.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 21 – Estação de Transbordo de Valparaíso de Goiás/GO.



Fonte: Modificado de Google Earth, 2012.

Tabela 13 – Veículos utilizados na coleta convencional de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás.

| Cidade                 | Veículo                           | Quantidade | km percorridos/dia |
|------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------|
| Valparaíso de Goiás/GO | Caminhão Caçamba 5 toneladas      | 3          | 39 km              |
|                        | Caminhão Compactador 8 toneladas  | 4          |                    |
|                        | Caminhão Compactador 14 toneladas | 1          |                    |
| Cidade Ocidental/GO    | Caminhão Caçamba 5 toneladas      | 1          | 32 km              |
|                        | Caminhão Compactador 8 toneladas  | 3          |                    |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O problema com a estação de Valparaíso de Goiás, é que a mesma funciona de forma irregular, sem as devidas licenças ambientais. Este equipamento está situado no loteamento Chácara e Mansões Santa Maria, situado na zona urbana do município de Valparaíso de Goiás (Figura 22).

Figura 22 – Estação de Transbordo de Valparaíso de Goiás/GO.



Fonte: Modificado de Google Earth, 2012.

Os RSU de Valparaíso chegam até a estação de transbordo e são armazenados em contêineres, até que venha o caminhão com uma carreta articulada e leve estes resíduos para o aterro de Cidade Ocidental (QUEBEC, 2010a). O tempo máximo que estes resíduos permanecem na estação é de dez horas.

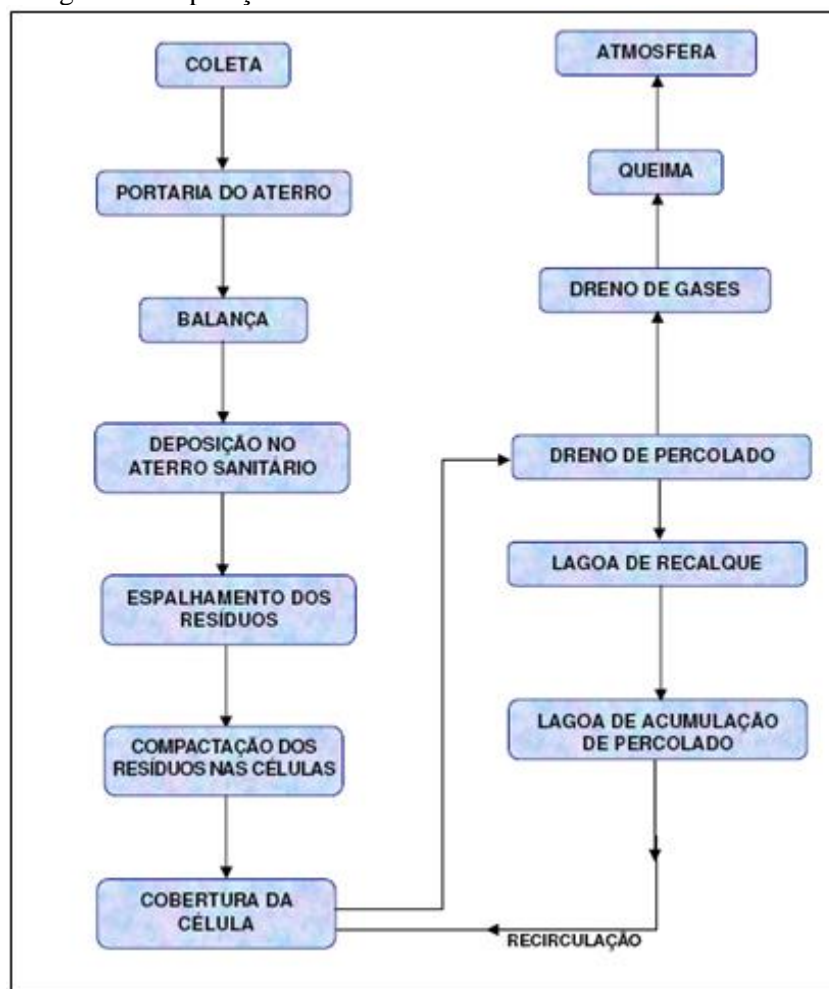
Todo o gerenciamento dos RSU de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás, desde a coleta convencional até a disposição final no aterro sanitário (incluindo a operação deste equipamento) é terceirizada, sendo administrada por uma empresa privada. Embora o método de aterramento utilizado inicialmente tenha sido o da trincheira, com o passar dos anos, o aterro tem adotado também o método superficial, permitindo, assim, o recebimento de mais resíduos.

Para as atividades diárias o aterro possui um engenheiro, um gerente operacional, um encarregado, dois balanceiros, um operador de retroescavadeira, um operador de máquina, dois ajudantes de aterro e quatro vigilantes (terceirizados). Dos treze funcionários do aterro, um possui ensino superior e doze possuem ensino médio. Quatro funcionários têm funções operacionais, oito atuam na parte administrativa e um tem função técnica.

O fluxograma de atividades do aterro sanitário encontra-se apresentado na Figura 23.



Figura 23 – Fluxograma de operação e funcionamento do aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.



Fonte: Quebec, 2010b.

Para controle dos resíduos que entram no aterro e da vida útil do mesmo, todo caminhão que chega ao local passa pela balança antes e depois de descarregar o resíduo que está trazendo. São anotados todos os dados do caminhão, desde o nome do motorista, até a natureza do resíduo que é trazido e a quantidade desse resíduo.

#### 5.1.3.1 Os mecanismos legais da coleta convencional e aterro sanitário de Cidade Ocidental

O aterro sanitário de Cidade Ocidental foi construído a partir de uma parceria público-privada, e opera regularmente desde o mês de abril de 2008. O mesmo recebe os resíduos de Cidade Ocidental e do município vizinho Valparaíso de Goiás, e é administrado por uma empresa privada que obteve a concessão dos serviços de coleta convencional e operação do aterro.

Esta parceria teve início em 24 de janeiro de 2007, quando o município de Cidade Ocidental celebrou um contrato de concessão de serviços públicos para gerenciamento dos

resíduos sólidos urbanos, operação e exploração do aterro sanitário e execução de serviços de engenharia especializados. De acordo com Cidade Ocidental (2007), o prazo de duração do contrato foi definido para 20 anos a partir da data de sua assinatura. O atual contrato de concessão foi firmado após edital de concorrência.

De acordo com este contrato e com o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado entre a prefeitura e o Ministério Público, o local onde estava instalado o antigo lixão, deveria passar por um trabalho de readequação da área. Apesar do contrato, do TAC referente ao ano de 2001 e das condicionantes da licença de funcionamento fazerem referência ao encerramento e adequação da área, esta se encontra abandonada, não possuindo mecanismos que impeçam a entrada de estranhos e não há nenhum tipo de identificação da área contaminada.

Conforme o Decreto nº 258/2009, Cidade Ocidental deve receber 5% do rendimento mensal da empresa que administra o aterro, e mais um abatimento de 50% do valor da fatura mensal cobrada de Cidade Ocidental pelos serviços que a concessionária presta. (CIDADE OCIDENTAL, 2009c). Segundo a Secretaria do Meio Ambiente de Cidade Ocidental (SEMARH/CO), a concessionária cumpre com as duas compensações financeiras supracitadas. Entretanto, a lei é falha ao não direcionar também a finalidade deste montante recebido. Além de estabelecer a compensação, essa lei deveria regulamentar o destino deste dinheiro e como o mesmo deveria ser utilizado.

Cabe salientar que a SEMARH/GO não reconhece a licença de operação que o próprio município emitiu para o seu aterro. A secretaria menciona ainda que a licença que este órgão estadual emitiu liberando o funcionamento do mesmo, atualmente está vencida, pois o requerimento de renovação da licença ocorreu após o prazo de 120 dias antes da data de vencimento do alvará para funcionamento.

Os aspectos legais avaliados no sistema de coleta convencional-aterro sanitário de Cidade Ocidental mostram que o município atende a Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois foram criados os mecanismos legais para a implantação deste sistema no município. Contudo, o aterro está com sua licença de operação vencida, e esta situação deve ser regularizada.

#### 5.1.3.2 Custos envolvidos na rota coleta convencional – aterro sanitário compartilhado

Para manter a operação do aterro sanitário, é necessário um quadro fixo de funcionários que controlem toda a operação. A Tabela 14 apresenta as funções destes

profissionais, a quantidade de colaboradores necessária por função e os gastos mensais com os salários dos mesmos.

Tabela 14 – Cargos e salários dos funcionários da empresa privada que opera o aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.

| <b>Cargos dos Funcionários do Aterro Sanitário</b> | <b>Quantidade</b> | <b>Salário Individual (R\$/mês)</b> | <b>Salário Total (R\$/mês)</b> |
|--|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Balanceiro   | 2                 | 1.571,62                            | 3.143,24                       |
| Encarregado  | 1                 | 3.737,65                            | 3.737,65                       |
| Ajudante de Aterro                                 | 2                 | 1.571,62                            | 3.143,24                       |
| Gerente Operacional                                | 1                 | 6.316,80                            | 6.316,80                       |
| Operador Retroescavadeira                          | 1                 | 3.607,43                            | 3.607,43                       |
| Operador Máquina                                   | 1                 | 3.607,43                            | 3.607,43                       |
| Engenheiro   | 1                 | 6.350,00                            | 6.350,00                       |
| <b>TOTAL (R\$)</b>                                 | <b>9</b>          | <b>26.762,55</b>                    | <b>29.905,79</b>               |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Acrescentam-se aos custos exibidos na Tabela 14 (com pessoal próprio), os gastos com quatro vigilantes (que são terceirizados), e que recebem, juntos, R\$ 7.300,00. Assim, os gastos mensais com pessoal chegam a R\$ 37.205,79.

O aterro de Cidade Ocidental também tem gastos com máquinas e equipamentos, valores estes que são geridos pelo setor administrativo da empresa que opera o aterro sanitário, situado em Valparaíso de Goiás. Mensalmente, são gastos em torno de R\$ 66.750,00 com equipamentos e serviços. Esses custos estão discriminados na Tabela 15.

Tabela 15 – Gastos mensais com máquinas e equipamentos do aterro sanitário de Cidade Ocidental.

| <b>Equipamentos/Serviços</b>                         | <b>Quantidade</b> | <b>Custo Mensal Total (em R\$)</b> |
|--|-------------------|------------------------------------|
| Manutenção do trator de esteira                      | 1                 | 15.000,00                          |
| Manutenção da escavadeira hidráulica                 | 1                 | 2.000,00                           |
| Manutenção do caminhão caçamba                       | 1                 | 6.000,00                           |
| Manutenção dos caminhões da coleta                   | 12                | 30.000,00                          |
| Gastos com rastreamento dos caminhões e equipamentos | -----             | 750,00                             |
| Gastos com consultoria                               | -----             | 2.500,00                           |
| Gastos com laboratório                               | -----             | 2.500,00                           |
| Serviços de topografia                               | -----             | 1.000,00                           |
| Tratamento de gases                                  | -----             | 3.000,00                           |
| Recirculação do percolado                            | -----             | 4.000,00                           |
| <b>TOTAL (R\$)</b>                                   |                   | <b>66.750,00</b>                   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os serviços de coleta convencional e disposição dos RSU no aterro sanitário, que são realizados pela operadora deste equipamento, são cobrados das prefeituras de Cidade

Ocidental e Valparaíso de Goiás, conforme o Decreto nº 258/2009. Para saber quanto é repassado à Cidade Ocidental, deve-se saber qual a população atendida e qual o valor cobrado pela concessionária pelos serviços de coleta e disposição final. Esses preços estão discriminados na Tabela 16.

Tabela 16 – Preço cobrado pela coleta convencional e disposição final no aterro sanitário.

| <b>Serviço</b>                       | <b>Preço da tonelada (R\$/t)</b> |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Coleta Convencional                  | 83,73                            |
| Disposição Final no Aterro Sanitário | 72,82                            |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sabendo-se que a população atendida pelo aterro sanitário é de 188.897 habitantes (55.915 de Cidade Ocidental e 132.982 de Valparaíso de Goiás), a partir dos valores descritos na Tabela 16, verifica-se que a rota tecnológica coleta convencional - aterro sanitário tem um custo para as prefeituras de Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás de R\$ 156,55 por tonelada processada. Considerando-se que a mediana dos valores encontrados para a coleta convencional de resíduos sólidos em 32 municípios brasileiros foi de R\$ 66,21 (ver Tabela 2) e a disposição final feita em aterro sanitário operado por empresas privadas em oito cidades do país tem uma mediana de R\$ 54,04, a soma dos valores medianos da coleta, tratamento e disposição final é de R\$ 120,25/t, ou seja, 30,19% a menos por tonelada processada do que o cobrado pelo mesmo serviço pela empresa que faz a coleta regular e opera o aterro sanitário.

Se este valor for desmembrado entre coleta e disposição final, verificar-se-á que em Cidade Ocidental, a coleta convencional está 26,46% mais cara, e a disposição final é 34,75% mais onerosa que as medianas encontradas. Se a análise for entre a população atendida e os valores cobrados, observa-se que a operadora do aterro faz a coleta convencional dos RSU de 188.897 habitantes, sendo a que possui o décimo terceiro maior valor cobrado por este serviço entre as 32 cidades pesquisadas. Já para a disposição final, dos oito municípios pesquisados, é o maior preço cobrado para realizar essa atividade, chegando a ser R\$ 40,32/t mais caro que o município que cobra o menor valor para a disposição final (Jaboatão dos Guararapes/PE).

Considerando que são coletados e dispostos no aterro 46.800 t/ano de RSU, a empresa que gerencia os serviços cobra, anualmente, R\$ 7.326.540,00, dos quais R\$ 2.442.180,00 são referentes aos serviços prestados à Cidade Ocidental e R\$ 4.884.360,00 de Valparaíso. Apesar do artigo 57, Capítulo II, do PDCO (2006) reger que o sistema de coleta e disposição final de resíduos sólidos contará com orçamento para sua sustentação e terá recursos adicionais provindo da taxa de lixo a ser cobrada dos moradores, o município não faz

a cobrança de nenhuma taxa, e os custos com esses serviços são arrecadados dos habitantes das duas cidades através do Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU.

Como o decreto nº 258/2009 é cumprido, a prefeitura de Cidade Ocidental não paga o valor total que é dela cobrada, pois o município tem um abatimento mensal de R\$ 101.757,50 (ou R\$ 1.221,90 anuais), referente ao desconto de 50% na fatura mensal à municipalidade. Além disso, há também uma compensação mensal de R\$ 20.351,50 (ou R\$ 244.218,00 anuais), referente aos 5% da fatura mensal dos resíduos provindos de Valparaíso de Goiás e que são dispostos no aterro sanitário da cidade. Somadas as duas compensações financeiras que Cidade Ocidental deve ter, a prefeitura paga mensalmente R\$ 81.406,00 (R\$ 976.872,00/ano) para ter seus RSU coletados, tratados e dispostos no aterro, ao invés de R\$ 203.515,00, o que dá um desconto mensal real de R\$ 122.109,00 (o equivalente a 60% de abatimento). Esses cálculos são estimativas feitas a partir da quantidade de RSU recebidos por ano e do preço cobrado pela tonelada da coleta convencional e disposição final no aterro.

#### 5.1.3.3 Avaliação da rota coleta convencional – aterro sanitário

A obtenção dos dados para o cálculo do Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR) da rota tecnológica coleta convencional-aterro sanitário ocorreu utilizando-se como base as metodologias propostas por CETESB (2013) e Santos et al. (2012). Os resultados do índice são verificados nas Tabela 17, Tabela 18 e Tabela 20.

Tabela 17 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: características da área do aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.

| Subitem   | Condições       | Peso      | Peso Atribuído |
|---|-----------------|-----------|----------------|
| Proximidade de núcleos habitacionais                      | Longe > 500 m   | 5         | 5              |
|   | Próximo         | 0         |                |
| Proximidade dos corpos d'água                             | Longe > 300 m   | 3         | 3              |
|   | Próximo         | 0         |                |
| Disponibilidade de material para recobrimento             | Suficiente      | 4         | 4              |
|   | Insuficiente    | 2         |                |
|   | Nenhuma         | 0         |                |
| Qualidade do material para recobrimento                   | Boa             | 2         | 2              |
|   | Ruim            | 0         |                |
| Condições das vias de trânsito dentro do aterro e acessos | Boas            | 3         | 3              |
|   | Regulares       | 2         |                |
|   | Ruins           | 0         |                |
| Isolamento visual da vizinhança                           | Bom             | 4         | 0              |
|   | Ruim            | 0         |                |
| Aterro instalado em área legalizada                       | Local Permitido | 5         | 5              |
|   | Local Proibido  | 0         |                |
| <b>Subtotal Máximo 1</b>                                  |                 | <b>26</b> | <b>22</b>      |

Fonte: Adaptado de CETESB (2013) e Santos et al. (2012).

Como o aterro sanitário de Cidade Ocidental, situa-se a cerca de 4 km do núcleo habitacional mais próximo e a mais de 300 m do corpo d'água mais perto, o mesmo atende aos limites estabelecidos pela NBR 13.896 (ABNT, 1997). Com isso, foram atribuídos a esses índices os pesos 5 e 3 respectivamente.

O material retirado durante a escavação das trincheiras é deixado em uma área próxima à mesma, e utilizada posteriormente para fazer o recobrimento dos resíduos durante a operação do aterro (ABNT, 1997). É um material que atende a demanda do aterro, que possui também boas condições das vias de trânsito, tanto dentro do local, quanto nas vias de acesso (Figura 24a).

Apesar de ficar afastado de núcleos urbanos e estar em uma área que permite a instalação e operação de um aterro, o local não possui um cinturão verde (Figura 24b), o que não proporciona um isolamento visual para a vizinhança, contrariando a NBR 13.896 (ABNT, 1997).

Figura 24 – Aterro sanitário compartilhado. Julho, 2013.



(a) vias de trânsito interna; (b) área cercada, mas sem cinturão verde.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A segunda avaliação do IQR é sobre a infraestrutura implantada (Tabela 18).

Tabela 18 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: infraestrutura implantada no aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.

| <b>Subitem</b>                            | <b>Condições</b>         | <b>Peso</b> | <b>Peso atribuído</b> |
|---|--------------------------|-------------|-----------------------|
| Cercamento da área                        | Sim                      | 5           | 5                     |
|   | Não                      | 0           |                       |
| Guarita/Vigilância                        | Sim                      | 5           | 5                     |
|   | Não                      | 0           |                       |
| Controle de recebimento de cargas         | Sim                      | 2           | 2                     |
|   | Não                      | 0           |                       |
| Acesso à frente de trabalho               | Bom                      | 4           | 4                     |
|   | Ruim                     | 0           |                       |
| Trator de esteira ou compatível           | Permanente               | 4           | 2                     |
|   | Periodicamente           | 2           |                       |
|   | Inexistente              | 0           |                       |
| Outros equipamentos                       | Sim                      | 2           | 2                     |
|   | Não                      | 0           |                       |
| Impermeabilização da base das trincheiras | Sim/desnecessária        | 3           | 3                     |
|   | Não                      | 0           |                       |
| Sistema de drenagem de percolado          | Suficiente               | 4           | 4                     |
|   | Insuficiente             | 2           |                       |
|   | Inexistente              | 0           |                       |
| Sistema de tratamento de percolado        | Suficiente               | 5           | 5                     |
|   | Insuficiente/Inexistente | 0           |                       |
| Sistema de drenagem de gases              | Suficiente               | 3           | 3                     |
|   | Insuficiente             | 1           |                       |
|   | Inexistente              | 0           |                       |
| Monitoramento de águas subterrâneas       | Suficiente               | 3           | 3                     |
|   | Insuficiente             | 2           |                       |
|   | Inexistente              | 0           |                       |
| Sistema de drenagem de águas pluviais     | Suficiente               | 5           | 0                     |
|   | Insuficiente             | 2           |                       |
|   | Inexistente              | 0           |                       |
| Atendimento a estipulações de projeto     | Sim                      | 2           | 1                     |
|   | Parcialmente             | 1           |                       |
|   | Não                      | 0           |                       |
| Vida útil do aterro                       | > 5 anos                 | 4           | 4                     |
|   | de 2 a 5 anos            | 2           |                       |
|   | <= a 2 anos              | 0           |                       |
| Licença de operação do aterro             | Sim                      | 5           | 0                     |
|   | Não/Vencida              | 0           |                       |
| <b>Subtotal Máximo 2</b>                  |                          | <b>56</b>   | <b>43</b>             |

Fonte: Adaptado de CETESB (2013) e Santos et al. (2012).

O aterro sanitário é completamente cercado, possuindo apenas uma entrada e saída de veículos em uma guarita (Figura 25a) com um vigilante por turno, que faz a identificação dos que ingressam no aterro. Os caminhões que chegam para descarregar seus resíduos no local se encaminham até a balança, que faz a pesagem do veículo na entrada e na saída, para assim controlarem a quantidade de resíduos que chegam ao aterro. A Figura 25b mostra o prédio administrativo e a balança. Após a pesagem, os veículos encontram um fácil acesso às

frentes de trabalho, local em que um trator esteira faz a deposição dos resíduos e, na sequência, realiza o recobrimento dos mesmos. Para auxiliar nas atividades do aterro, há também permanentemente no local uma retroescavadeira hidráulica, que leva o material de recobrimento até a célula. Contudo, em três das seis visitas técnicas realizadas, o trator esteira ou a retroescavadeira hidráulica estavam desativadas aguardando manutenção, o que prejudicou o recobrimento das células.

Figura 25 – Aterro sanitário compartilhado. Julho, 2013.

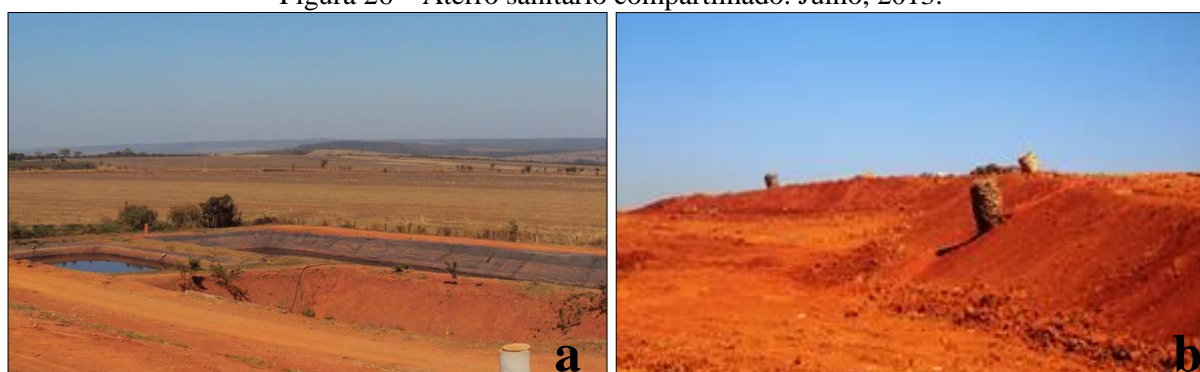


(a) guarita de entrada; (b) prédio administrativo da balança.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para evitar que os resíduos que são descarregados no aterro atinjam o lençol freático, as trincheiras são impermeabilizadas com uma manta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e, para garantir o controle ambiental, há drenagem do percolado, que é enviado para três lagoas de acumulação e recirculação do mesmo (Figura 26a). Os gases possuem um sistema específico, no qual são drenados e queimados (Figura 26b).

Figura 26 – Aterro sanitário compartilhado. Julho, 2013.



(a) drenos de gases; (b) lagoa de acumulação e recirculação do percolado.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Existem três poços de monitoramento do lençol freático, mas não há um sistema de drenagem de águas pluviais, o que gera maior quantidade de percolado. Este problema na estrutura do aterro, aliado a outros já apresentados, mostra que as ações estipuladas no projeto do aterro não são completamente atendidas pela concessionária.

Outro exemplo do não seguimento do projeto do aterro sanitário diz respeito à vida útil do mesmo. De acordo com Quebec (2010b), a vida útil do aterro ainda é relativamente longa, com previsão de encerramento para o ano de 2021. Essa estimativa se baseia em um recebimento diário de 146 t/dia de RSU para o ano de 2013, contudo, o aterro recebeu 150 t/dia, quatro toneladas/dia a mais do que o estimado em projeto. No ano do seu encerramento, o aterro deverá receber em torno de 158 t/dia, conforme se verifica na Tabela 19.

Essas previsões de volume de RSU recebidos no aterro não se confirmaram em 2013, porque ao invés de atender a geração de resíduos referentes à uma população de 181.964 habitantes, o local recebeu materiais de 188.897 habitantes, ou seja, 3,81% a mais do que o estimado. Já a geração *per capita* média dos dois municípios que enviam resíduos ao aterro é de 0,79 kg/hab./dia, quer dizer, dentro do previsto no estudo, que é de 0,8 kg/hab./dia (Tabela 19).

E de acordo com o último item da Tabela 18 (acima), na sua inauguração, em 2008, o aterro teve sua licença concedida pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH/GO). Entretanto, atualmente o aterro está com a licença vencida. Esse é um ponto negativo da área, pois o aterro está em desacordo com as normas.

Tabela 19 – Volume de resíduos sólidos do aterro x população atendida.

| <b>Ano</b> | <b>População atendida (hab.)</b> | <b>Geração <i>per capita</i> de resíduos (kg/hab./dia)</b> | <b>RSU a ser disposto no aterro (t/dia)</b> |
|------------|----------------------------------|--|---|
| 2.010      | 175.000                          | 0,8  | 140   |
| 2.011      | 178.273                          | 0,8  | 143   |
| 2.012      | 180.109                          | 0,8  | 144   |
| 2.013      | 181.964                          | 0,8  | 146   |
| 2.014      | 183.838                          | 0,8  | 147   |
| 2.015      | 185.732                          | 0,8  | 149   |
| 2.016      | 187.645                          | 0,8  | 150   |
| 2.017      | 189.577                          | 0,8  | 152   |
| 2.018      | 191.530                          | 0,8  | 153   |
| 2.019      | 193.503                          | 0,8  | 155   |
| 2.020      | 195.496                          | 0,8  | 156   |
| 2.021      | 197.509                          | 0,8  | 158   |

Fonte: Quebec, 2010b.

Avaliando-se os fatores operacionais (Tabela 20), pode-se dizer que o aspecto geral do aterro é bom, pois é um local que apresenta boas condições de trabalho, em uma área que não exala mau cheiro e que conta com funcionários com experiência na operação de aterros.

Tabela 20 – Índice de qualidade de aterros de resíduos - IQR. Pontuação referente ao aspecto: fatores operacionais do aterro sanitário de Cidade Ocidental/GO.

| <b>Subitem</b>                                  | <b>Condições</b> | <b>Peso</b> | <b>Peso Atribuído</b> |
|---|------------------|-------------|-----------------------|
| Aspecto geral                                   | Bom              | 4           | 4                     |
|   | Ruim             | 0           |                       |
| Ocorrência de RSU descoberto                    | Não              | 4           | 0                     |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Recobrimento dos RSU                            | Adequado         | 4           | 1                     |
|   | Inadequado       | 1           |                       |
|   | Inexistente      | 0           |                       |
| Presença de aves                                | Não              | 1           | 1                     |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Presença de moscas em grande quantidade         | Não              | 2           | 2                     |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Criação de animais (porcos, bois)               | Não              | 3           | 3                     |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Presença de catadores                           | Não              | 3           | 3                     |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Queima de resíduos                              | Não              | 2           | 2                     |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Descarga de resíduos de serviço de saúde (RSS)  | Não              | 3           | 3                     |
|   | Sim              | 0           |                       |
| Descarga de resíduos industriais                | Não / Adequada   | 4           | 4                     |
|   | Sim / Inadequada | 0           |                       |
| Funcionamento do sistema de drenagem pluvial    | Bom              | 2           | 0                     |
|   | Regular          | 1           |                       |
|   | Inexistente      | 0           |                       |
| Funcionamento do sistema de drenagem de chorume | Bom              | 3           | 3                     |
|   | Regular          | 2           |                       |
|   | Inexistente      | 0           |                       |
| Eficiência da vigilância                        | Bom              | 1           | 1                     |
|   | Ruim             | 0           |                       |
| Manutenção dos acessos internos                 | Boas             | 2           | 2                     |
|   | Regulares        | 1           |                       |
|   | Ruins            | 0           |                       |
| Logística da coleta convencional                | Boa              | 2           | 2                     |
|   | Regular          | 1           |                       |
|   | Ruim             | 0           |                       |
| Cobertura da coleta convencional                | Alta             | 3           | 3                     |
|   | Média            | 2           |                       |
|   | Baixa            | 0           |                       |
| <b>Subtotal Máximo 3</b>                        |                  | <b>43</b>   | <b>34</b>             |

Fonte: Adaptado de CETESB (2013) e Santos et al. (2012).

O aterro sanitário (Figura 27) possui material para recobrimento das células, porém, este não é feito diariamente (Figura 28), quer seja porque no período chuvoso essa atividade não é realizada todos os dias, devido às dificuldades impostas pelo tempo adverso, ou pelo fato do trator de esteira, que fica permanentemente no local, por vezes apresentar problemas e ficar inativo até que seja feita a manutenção do mesmo.

Figura 27 – Vista geral do aterro sanitário. Julho 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28 – Falta de recobrimento diário dos resíduos dispostos no aterro sanitário. Julho, 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de não ter os RSU cobertos diariamente, não foi observada a presença de aves no aterro, nem uma quantidade significativa de moscas. Também, não há a criação de animais como porcos e vacas, assim como não há a presença de catadores ou a queima de resíduos.

Os resíduos dos serviços de saúde (RSS), assim como alguns resíduos industriais são encaminhados ao incinerador que se situa na mesma área do aterro sanitário. As cinzas provenientes da incineração são despejadas no aterro.

O sistema de drenagem de chorume é bom, pois não foram identificados focos de afloramento de chorume nas trincheiras. Há uma boa logística da coleta convencional, que conta com adequado número de caminhões e funcionários, que atendem todas as rotas planejadas. Há também um sistema de reserva, ou seja, há um caminhão que fica parado, só para atender as cidades em caso de quebra de outro veículo e, funcionários reservas das equipes de coletores que trabalham nos caminhões, o que implica em uma reposição imediata, sem prejudicar a execução dos serviços.

Após a obtenção dos índices apresentados nas Tabela 17, Tabela 18 e Tabela 20 calculou-se o IQR da área de disposição de resíduos sólidos (Equação 3), que possui também, na Tabela 20, dois indicadores referentes à coleta convencional.

$$IQR = \frac{(SubMáxPA1 + SubMáxPA2 + SubMáxPA3)}{((SubMáxP1 + SubMáxP2 + SubMáxP3)/10)} \quad (\text{Equação 3})$$

$$IQR = ((SubMáxPA1 + SubMáxPA2 + SubMáxPA3)/(125/10))$$

$$IQR = (SubMáxPA1 + SubMáxPA2 + SubMáxPA3)/12,5$$

$$IQR = (22 + 43 + 34) / 12,5$$

$$IQR = 99 / 12,5$$

$$\mathbf{IQR = 7,92}$$

O valor do IQR obtido foi de 7,92, mostrando que as condições da área são controladas, em razão do valor estar entre  $6,1 \leq IQR \leq 8,0$ . Isto mostra que a coleta convencional e o aterro apresentam uma situação satisfatória, mas que ainda precisam ser melhoradas em alguns pontos referentes às características da área, infraestrutura implantada e fatores operacionais. Um exemplo disto é a falta de cinturão verde e de drenagem de águas pluviais, aliada a uma iluminação que precisa ser melhorada, alguns sinais de erosão e a não realização de uma cobertura diária da trincheira, são aspectos a serem adequados.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A primeira rota tecnológica dos resíduos sólidos urbanos de Cidade Ocidental é a da coleta seletiva/central de triagem, que recolhe atualmente 30 t/mês. Entretanto, o sistema ainda é deficiente, pois abrange somente 60% da cidade e apenas a metade da população atendida participa do programa. O que se espera, é que a coleta seletiva seja ampliada, de forma a aumentar a quantidade coletada e, conseqüentemente, reduzir os custos da tonelada processada. Para que isso ocorra, deve-se investir em uma nova campanha de divulgação e conscientização, de forma que população colabore efetivamente com a coleta seletiva.

Com relação às legislações ambientais do município de Cidade Ocidental, em geral as mesmas não ferem o que regem as leis e políticas públicas de esfera federal (entre elas a Política Nacional de Resíduos Sólidos) e estadual. Entretanto, verificou-se uma sobreposição de algumas leis municipais como é o caso das Leis nº 019/1995 (CIDADE OCIDENTAL, 1995) e nº 849/2011 (CIDADE OCIDENTAL, 2011d), que instituem o Programa de Coleta Seletiva. São questões que passaram despercebidas pelas autoridades locais e que evidenciam a ausência de cuidados na elaboração de regulamentações.

Outro aspecto a se observar na central de triagem é a questão social, pois a mesma permitiu que pessoas que trabalhavam em lixões passassem a atuar em um local que oferece condições salubres de trabalho e que proporciona emprego e renda aos catadores.

Os índices de sustentabilidade obtidos para a coleta seletiva e central de triagem de Cidade Ocidental de 3,0 e 6,0 pontos (respectivamente) mostram que a primeira rota dos RSU do município está no caminho certo. Para que esses sistemas sejam efetivamente sustentáveis, a Associação dos Trabalhadores em Reciclagem e Reaproveitamento de Lixo Urbano e Serviços em Geral – ASLURB – precisa aumentar o Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis (IRMR), que atualmente é de apenas 1,65%, para valores acima de 5,1%, o que seria considerado um IRMR médio. Além disso, o Índice de Rejeito (IR) deve ser reduzido ao menos para valores abaixo de 20% para que o IR passe a ser um indicador com grau médio. Já a central de triagem precisa ser regularizada, passando a ser uma cooperativa de fato. Além disso, a ASLURB deve se planejar para criar metas a fim de se tornar independente da prefeitura, pelo menos nos custos com os veículos da coleta, equipamentos e manutenção.

A segunda rota tecnológica identificada em Cidade Ocidental é a da coleta convencional/aterro sanitário, e contempla o próprio município, que possui o aterro, e Valparaíso de Goiás, que encaminha seus RSU para esse local. Neste compartilhamento, a

cidade sede encaminha 50 t/dia, enquanto que Valparaíso envia 100 t/dia de RSU ao aterro sanitário. Os resíduos são encaminhados para a disposição final através de uma coleta que atende 100% da população dos dois municípios.

Fazendo-se uma análise dos aspectos legais dessa rota, ressalta-se a Lei nº 703/2008, que institui o código sanitário de Cidade Ocidental. Esta regulamentação permitiu que o município recebesse em seu território resíduos advindos de outras localidades. Além disso, permitiu que a municipalidade tivesse participação nos lucros do empreendimento. E há o Decreto nº 258/2009, que “regula a compensação financeira pela disposição de lixos advindos de outras localidades e dá outras providências”. Graças a este decreto, a cidade tem um desconto de 60% na sua fatura mensal paga à empresa que opera o aterro.

Contudo, da mesma forma que o contrato firmado entre a prefeitura de Cidade Ocidental e a concessionária permitiu benefícios financeiros ao município, o preço de R\$ 156,55/t processada cobrado pela coleta e disposição final, é R\$ 36,30 (a tonelada) mais caro do que a mediana obtida nos municípios pesquisados.

A estrutura do aterro sanitário apresenta pontos positivos, como a previsão de encerramento apenas para o ano de 2021, o cercamento da área, a guarita de entrada, a balança para pesagem dos resíduos que chegam ao aterro, a ausência de catadores. Em contrapartida, há aspectos negativos preocupantes, como a falta de drenagem pluvial, de um cinturão verde e falta de recobrimento diário da trincheira. Outro ponto que merece atenção é o fato do aterro estar com a sua licença de operação vencida junto à SEMARH/GO. O resultado obtido no IQR, de 7,92, mostra que o aterro encontra-se em condições controladas ( $6,1 \leq \text{IQR} \leq 8,0$ ), muito mais próximo de obter o índice de Condições Adequadas ( $8,1 \leq \text{IQR} \leq 10,0$ ) do que Condições Inadequadas ( $0,00 \leq \text{IQR} \leq 6,0$ ).

A questão do compartilhamento do aterro sanitário, condição única no estado de Goiás, trouxe alguns benefícios à Valparaíso de Goiás, pois o município não possui área para implantar um aterro e, resolveu o problema encaminhando seus resíduos ao município vizinho. Porém, os custos para dar uma destinação aos seus RSU estão onerosos, pois a cidade encaminha ao aterro o dobro de resíduos de Cidade Ocidental e paga à empresa privada cinco vezes mais que o município sede do aterro sanitário. Quanto à Cidade Ocidental, embora o município tenha o bônus de pagar apenas 50% da fatura normal para coletar e destinar seus RSU, assim como receber mais 5% referente aos RSU de Valparaíso, a cidade fica também com todo o passivo ambiental, que são todos os resíduos encaminhados ao aterro. Além disso, tem os problemas estruturais no aterro.

Avaliando-se a situação atual das rotas tecnológicas dos RSU de Cidade Ocidental, pode-se dizer que a rota da coleta seletiva-central de triagem está no caminho certo e parece estar firme no propósito de se consolidar no município. Se corrigir os problemas, pode sim ser modelo para os demais municípios do estado. A segunda rota, a da coleta convencional-aterro sanitário, com o sistema inédito de compartilhamento do aterro sanitário, precisa solucionar seus problemas e trazer mais benefícios ao município sede, para que realmente seja um modelo ao estado. Para que isso aconteça, é necessário maior controle e fiscalização por parte do município de Cidade Ocidental, pois o aterro não está nas condições ideais, o que pode trazer grandes prejuízos à Cidade Ocidental. E o responsável por melhorá-lo é a empresa que o gerencia. Para que isso ocorra, deve haver um maior comprometimento da prefeitura, por meio da SEMARH/CO, que deve fiscalizar a disposição final, para que a mesma esteja de acordo com as normas. Enfim, se houver ações mais efetivas entre o poder público e o privado, o sistema de aterro sanitário compartilhado poderá se tornar uma opção viável para os municípios do estado de Goiás.

Para trabalhos futuros que venham a complementar/seguir este estudo, sugere-se uma avaliação da viabilidade de municípios goianos que compõem a RIDE/DF se unirem para implantar um sistema compartilhado para a disposição final dos seus RSU, assim como já ocorre com Cidade Ocidental e Valparaíso de Goiás, ou até mesmo uma análise da viabilidade de alguma cidade se unir a esse convênio de cooperação já existente.

Outra possibilidade de trabalho seria fazer uma avaliação de quais seriam os custos para Valparaíso ter um aterro sanitário de forma individualizada, idealizando-se uma situação fictícia da cidade possuir uma área adequada para implantar um aterro sanitário. E com estes custos, fazer uma comparação com o que a cidade gasta atualmente para enviar os seus resíduos para o aterro de Cidade Ocidental.

Por último, sugere-se um estudo comparativo entre sistemas compartilhados e consorciados para a disposição final de RSU que existem no Brasil, de forma a avaliar quais as vantagens e desvantagens de cada um desses sistemas.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. R.; BRUM, S. S.; PEREIRA, S. B. **Relatório de Valparaíso de Goiás**. Valparaíso de Goiás/GO, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Síntese dos preços praticados – Valparaíso de Goiás**: resumo I – Diesel R\$/l. Período: de 13/10/2013 a 19/10/2013. Brasília/DF, 2013. Disponível em: < [http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo\\_Semanal\\_Posto.asp](http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Semanal_Posto.asp)>. Acesso em: 23 out. 2013.

ARAGÃO, A. **As parcerias público-privadas – PPP's no direito positivo brasileiro**. Revista Eletrônica de Direito Administrativo Econômico – RADAE. Número 2. Salvador/BA, 2005. Disponível em: < <http://www.direitodoestado.com/revista/REDAE-2-MAIO-2005-ALEXANDRE%20ARAG%C3O.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

ARAÚJO, F. T. V.; NUNES, A. B. A. **A política nacional de resíduos sólidos, a meta de eliminação dos lixões e os desdobramentos nos estados brasileiros**. In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo/SP, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8.419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro/RJ: ABNT, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.980**: coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro/RJ: ABNT, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.896**: aterros de resíduos não perigosos - critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro/RJ: ABNT, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.221**: transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro/RJ: ABNT, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro/RJ: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.849**: resíduos sólidos urbanos – aterros sanitários de pequeno porte – diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro/RJ: ABNT, 2010.



BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES.

**Produto 5 – Núcleo Centro Oeste:** relatório preliminar do estado da arte sobre as rotas tecnológicas de destinação de resíduos sólidos urbanos no Brasil e no exterior. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife/PE. Abril, 2012a.

\_\_\_\_\_. **Produto 5:** relatório preliminar com o levantamento do estado da arte sobre as rotas tecnológicas de destinação de resíduos sólidos urbanos no Brasil e no exterior. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife/PE. Maio, 2012b.

\_\_\_\_\_. **Produto 4:** relatório final do perfil institucional, quadro legal e políticas públicas relacionados a resíduos sólidos urbanos no Exterior e no Brasil. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife/PE. Junho, 2012c.

\_\_\_\_\_. **Produto 7:** relatório final sobre as principais rotas tecnológicas de destinação de resíduos sólidos urbanos no Exterior e no Brasil. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife/PE. Outubro, 2012d.

\_\_\_\_\_. **Produto 10:** relatório final de avaliação técnica, econômica e ambiental das técnicas de tratamento e destinação final dos resíduos. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife/PE. Fevereiro, 2013a.

\_\_\_\_\_. **Produto 11:** versão preliminar. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Recife/PE. Fevereiro, 2013b.

BESEN, G. R.; RIBEIRO, H. **Indicadores de sustentabilidade para programas municipais de coleta seletiva – métodos e técnicas de avaliação.** São Paulo/SP, 2008. Disponível em: <[http://hygeia.fsp.usp.br/siades/documentos/Publicacoes/Artigo\\_13f.pdf](http://hygeia.fsp.usp.br/siades/documentos/Publicacoes/Artigo_13f.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2012.

BLAETH, P.; GRIMBERG, E. **Coleta seletiva:** reciclando materiais, reciclando valores. Instituto Pólis, São Paulo/SP, 1998. Disponível em <[www.lixoecidadania.org.br/lixoecidadania/publicacoes](http://www.lixoecidadania.org.br/lixoecidadania/publicacoes)>. Acesso em: 25 out. 2012.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos/SP: EESC/USP, 1999. 120 p.

BRANCO, J. E. S. C.; FIEGO, S. V. L.; ALVES, M. F. C. F. **Manual de parcerias público-privadas – PPP's**. Rio de Janeiro/RJ, 2008. Disponível em: <[http://download.rj.gov.br/documentos/10112/167695/DLFE-32801.pdf/manual\\_PPP.pdf](http://download.rj.gov.br/documentos/10112/167695/DLFE-32801.pdf/manual_PPP.pdf)>. Acesso em: 09 fev. 2013.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília/DF, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2012.

\_\_\_\_\_. **Lei 7.804, de 18 de julho de 1989**: altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo: Brasília/DF, 1989. 5 p. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17804.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17804.htm)>. Acesso em: 16 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**: regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo: Brasília/DF, 2001. 17 p. Disponível em: <[http://www.ipism.mg.gov.br/arquivos/legislacoes/legislacao/leis/lei\\_8666.pdf](http://www.ipism.mg.gov.br/arquivos/legislacoes/legislacao/leis/lei_8666.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. **Lei complementar nº 94, de 19 de fevereiro de 1998**: autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – RIDE/DF e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal, e dá outras providências. Brasília/DF, 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/Lcp94.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp94.htm)>. Acesso em: 18 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**: regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo: Brasília/DF, 2001. 17 p. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm)>. Acesso em: 10 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004**: institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Brasília/DF, 2004. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=87E5D2ECA7C7EC6647CBC7302505FAC0.node2?codteor=364601&filename=LegislacaoCitada+-PL+6381/2005](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=87E5D2ECA7C7EC6647CBC7302505FAC0.node2?codteor=364601&filename=LegislacaoCitada+-PL+6381/2005)>. Acesso em: 04 mar. 2013.

BRASIL. **Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005**: dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Brasília/DF, 2005.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**: estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo: Brasília/DF, 2007a. 17 p. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em: 05 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007**: regulamenta a Lei Complementar 11.107, de 06 de abril de 2005, que dispõe sobre as normas gerais de contratação de consórcios públicos. Brasília/DF, 2007b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6017.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6017.htm)>. Acesso em: 12 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 6.170, de 25 de julho de 2007**: dispõe sobre as normas relativas às transferências de recursos da União mediante convênios e contratos de repasse, e dá outras providências. Brasília/DF, 2007c. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6170.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6170.htm)>. Acesso em: 19 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**: estabelece a política nacional de resíduos sólidos, Brasília/DF, 2010a.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo: Brasília/DF, 2010b. 21 p. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 12 fev. 2013.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011**: fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo: Brasília/DF, 2011. 11 p. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/Lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp140.htm)>. Acesso em: 10 fev. 2012.

BRASIL, A. M.; SANTOS, F. **Equilíbrio ambiental e resíduos na sociedade moderna**. 3ª Edição. São Paulo/SP: Faarte Editora, 2007.

CAMBRAIA, T. **Restrição para celebração de convênios e contratos de repasse com entes federados**. Brasília/DF, 2012. Disponível em :  
<[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/12576/restricao\\_celebracao\\_cambraia.pdf?sequence=5](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/12576/restricao_celebracao_cambraia.pdf?sequence=5)>. Acesso em: 19 ago. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos 2012**. Coordenação IWAI, C. K.; ASSUMPÇÃO, M. H. P. L. São Paulo/SP, 2013. 110 p. Disponível em:  
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/publicacoes-e-relatorios/1-publicacoes-/relatorios>>. Acesso em: 18 set. 2013.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM – CEMPRE. **Pesquisa Ciclosoft 2012** – radiografando a coleta seletiva. São Paulo/SP, 2012. Disponível em:  
<<http://www.cempre.org.br/Ciclosoft2012.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2013.

CIDADE OCIDENTAL. **Lei nº 019, de 02 de outubro de 1995**: institui o programa de coleta seletiva de lixo doméstico no município de Cidade Ocidental, Estado de Goiás, e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 1995.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 277, de 18 de dezembro de 1998**: estabelece critérios para a coleta de lixo doméstico, seu respectivo depósito e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 1998.

\_\_\_\_\_. **Contrato nº xxx, de 24 de janeiro de 2007**: contrato celebrado entre o município de Cidade Ocidental e a empresa Quebec Construções e Tecnologia Ambiental Ltda, de concessão de serviços públicos para gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, do município, operação e exploração do aterro sanitário e execução de serviços de engenharia especializados. Cidade Ocidental/GO, 2007.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 703, de 09 de junho de 2008**: institui o código sanitário de Cidade Ocidental/GO e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 2008a.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 704, de 09 de outubro de 2008**: institui o código de meio ambiente do município de Cidade Ocidental/GO e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 2008b.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 727, de 20 de janeiro de 2009**: institui o código de meio ambiente do município de Cidade Ocidental/GO e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 2009a.

CIDADE OCIDENTAL. **Lei nº 739, de 29 de junho de 2009**: cria a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 2009b.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 258, de 20 de agosto de 2009**: regula a compensação financeira pela disposição de lixo advindos de outras localidades, e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 2009c.

\_\_\_\_\_. **Coleta seletiva em Cidade Ocidental – projeto**. 2011. Prefeitura municipal de Cidade Ocidental. Superintendência do programa Coleta Seletiva. Cidade Ocidental/GO, 2011a.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 818, de 26 de abril de 2011**: institui a semana do meio ambiente no município de Cidade Ocidental e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 2011b.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 846, de 01 de julho de 2011**: cria a coleta seletiva de resíduos sólidos em Cidade Ocidental e dá outras providências. Cidade Ocidental/GO, 2011c.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 849, de 29 de julho de 2011**: institui o programa de coleta seletiva de resíduos sólidos e materiais recicláveis no município de Cidade Ocidental. Cidade Ocidental/GO, 2011d.

\_\_\_\_\_. **História da Cidade Ocidental**. Cidade Ocidental/GO, 2014. Disponível em: <<http://www.cidadeocidental.net.br/historia/>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA – CONDER. **Manual de operação de aterros sanitários**. Coordenação de resíduos sólidos, César Borges. Salvador/BA, 1999.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CEMAm. **Resolução nº 04, de 2011**: dispõe sobre os critérios para a Descentralização do Licenciamento Ambiental, Criação da Corte de Conciliação de Descentralização e dá outras providências. Goiânia/GO, 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**: licenciamento ambiental: normas e procedimentos. Brasília/DF, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 21 jun. 2012.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – COMANA. **Resolução nº 004 de 09 de outubro de 1995**: estabelece que as propriedades vizinhas dos aeródromos e as instalações de auxílio à navegação aérea estão sujeitas a restrições especiais. Brasília/DF, 1995. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/4de9deoutubrode1995.doc>>. Acesso em: 21 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 404 de 11 de novembro de 2008**: estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Brasília/DF, 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>>. Acesso em: 21 jun. 2012.

COSTA, H. S. **Estação de transferência de resíduos domiciliares**: histórico e proposta de procedimentos para o seu planejamento e controle operacional. In: Holos Environment, volume 5, número 1. Rio Claro/SP, 2005. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/holos/article/view/328/287>>. Acesso em 27 fev. 2013.

COTRIM, S. L. da S.; REICHERT, G. A. **Consórcios municipais para aterros sanitários, uma alternativa ambiental e economicamente viável**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2000.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo municipal**: Manual de Gerenciamento Integrado. 2ª Edição. São Paulo/SP: IPT/CEMPRE, 2000.

EIGENHEER, E. M.; FERREIRA, J. A. **Lições de São Francisco (Niterói-RJ) vinte e sete anos de coleta seletiva**. In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2013.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Como destinar os resíduos sólidos urbanos**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte/MG: FEAM, 1995.

\_\_\_\_\_. **Consórcio entre municípios é alternativa na disposição de resíduos urbanos**. Belo Horizonte/MG, 2012. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/1096-consorcio-entre-municipios-e-alternativa-na-disposicao-de-residuos-urbanos>>. Acesso em: 13 mar. 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE – FUNASA. **Programas municipais de coleta seletiva de lixo como fator de sustentabilidade dos sistemas públicos de saneamento ambiental na região metropolitana de São Paulo**. Fundação Nacional de Saúde. – Brasília/DF: Fundação Nacional de Saúde, 2010. 168 p.

GOIÁS. **Lei nº 8.544 de 17 de outubro de 1978**: dispõe sobre o controle de poluição do meio ambiente. Disponível em:

<[http://www.semarh.goias.gov.br/site/principal/index.php?page=legislacao\\_record&vali=84bdd5a04f920d913d5b4acccb05fdf8&id=4#topo](http://www.semarh.goias.gov.br/site/principal/index.php?page=legislacao_record&vali=84bdd5a04f920d913d5b4acccb05fdf8&id=4#topo)>. Acesso em: 11 mar. 2012.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979**: aprova o Regulamento da Lei n.º 8.544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em:

<[http://www.semarh.goias.gov.br/site/principal/index.php?page=legislacao\\_record&vali=84bdd5a04f920d913d5b4acccb05fdf8&id=4#topo](http://www.semarh.goias.gov.br/site/principal/index.php?page=legislacao_record&vali=84bdd5a04f920d913d5b4acccb05fdf8&id=4#topo)>. Acesso em: 11 mar. 2012.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 14.248, de 29 de julho de 2002**: dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em:

<[http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis\\_ordinarias/2002/lei\\_14248.htm](http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/2002/lei_14248.htm)>. Acesso em: 16 mar. 2012.

GOOGLE EARTH. **Programa Google Earth**, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico brasileiro 2010**. Brasília/DF, 2010. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 19 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Brasil, 2012.

LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Ed. Inspira Comunicação e Design, Campina Grande/PB, 2001.

LIMA, J. D.; JUCÁ, J. F. T.; NÓBREGA, C. C.; JUNIOR, F. H. C.; LIMA, M. T. C. D. **A utilização de um modelo de apoio a decisão na escolha de alternativas tecnológicas para o tratamento de resíduos sólidos urbanos na região Centro Oeste do Brasil**. In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2013.

LIMA, L. M. Q. **Tratamento e biorremediação**. Ed. Hemus, 3ª ed., São Paulo/SP, 1995.

LIMA, R. M. S. R.; SILVA, S. M. C. P. **Características organizacionais e operacionais de um programa de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares com segregação na origem**. In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2007.

LOPES, A. P. G.; ALCÂNTARA, P. F. P. **Resíduos sólidos da Cidade Ocidental-GO**. Disponível em:  
<[http://bdm.bce.unb.br/bitstream/10483/4361/1/2012\\_AnaPaulaGuimaraesLopes.pdf](http://bdm.bce.unb.br/bitstream/10483/4361/1/2012_AnaPaulaGuimaraesLopes.pdf)>.  
Acesso em: 09 jun. 2013.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno – RIDE/DF**. Brasília/DF, 2007. Disponível em:  
<[http://www.mi.gov.br/web/guest/regioes\\_integradas\\_df\\_rides](http://www.mi.gov.br/web/guest/regioes_integradas_df_rides)>. Acesso em 16 fev. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Relatório técnico 02**: elaboração de documentos de apoio à implementação dos consórcios públicos de resíduos sólidos - estudo de repartição dos custos entre os entes federados integrantes do consórcio prioritário e contrato de rateio no estado de Goiás e áreas do estado de São Paulo: Araraquara, Campinas, baixada santista e no município de Ariquemes/RO. Brasília/DF, 2010. Disponível em:  
<[http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/2\\_elab\\_doc\\_apoio\\_imp\\_cons\\_\\_p\\_ub\\_res\\_sol\\_urb\\_go\\_sp\\_125.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/2_elab_doc_apoio_imp_cons__p_ub_res_sol_urb_go_sp_125.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2013.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS – MP/GO. **Meio Ambiente – Cidade Ocidental**. Goiás, 2012. Disponível em:  
<[http://www.mp.go.gov.br/porta1web/hp/35/docs/cidade\\_ocidental\\_-\\_meio\\_ambiente\\_-\\_acompanhamento\\_por\\_municipio.pdf](http://www.mp.go.gov.br/porta1web/hp/35/docs/cidade_ocidental_-_meio_ambiente_-_acompanhamento_por_municipio.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2013.

MONTEIRO, J. H. P.; et al.. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro/RJ: Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM, 2001.

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

OLIVEIRA, A. D.; CORDEIRO, D. D.; ARIZA, B. G.; SILVA, K. A.; FERREIRA, O. M. **Disposição final de resíduos sólidos urbanos em Goiás: um panorama das últimas duas décadas**. In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2013.

PEREIRA, C. E. de. Q. **Parcerias público-privadas: novo modelo brasileiro de concessão de serviços públicos e novos desafios para o controle**. Brasília/DF, 2006. Disponível em:  
<<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2053994.PDF>>. Acesso em 10 mar. 2013.

PIETRO, M. S. Z. D. **O consórcio público na Lei nº 11.107, de 6.4.2005**. Revista eletrônica sobre a reforma do Estado – RERE. Número 6, Salvador/BA, 2005. Disponível em:  
<<http://www.direitodoestado.com/revista/RERE-6-JUNHO-2006-MARIA%20SILVIA.pdf>>.  
Acesso em: 15 mar. 2013.



PLANO DIRETOR DE CIDADE OCIDENTAL – PDCO. **Plano diretor do município de Cidade Ocidental**. 2006. Disponível em:  
<[http://www2.seplan.go.gov.br/seplan/down/planodiretor/PD\\_CidadeOcidental.pdf](http://www2.seplan.go.gov.br/seplan/down/planodiretor/PD_CidadeOcidental.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2012.

QUEBEC CONSTRUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA – QUEBEC. **Plano de gestão ambiental – PGA**: instalação de unidade incineradora e estação de transbordo. Valparaíso de Goiás/GO, 2010a.

\_\_\_\_\_. **Aterro sanitário Cidade Ocidental**: projeto de adequação. Valparaíso de Goiás/GO, 2010b.

\_\_\_\_\_. **Aterro sanitário de Cidade Ocidental**. Valparaíso de Goiás/GO, 2012.

REGATEIRO, F. **Lei esquematizada**: Lei nº 11.107/2005 – consórcios públicos. 2011. Disponível em:

<[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6rcxoH2E2kMJ:www.idisa.org.br/img/File/Lei%2520esquematizada\(1\).doc+diferen%C3%A7a+entre+cons%C3%B3rcio+p%C3%BAblico+e+conv%C3%AAnio+de+coopera%C3%A7%C3%A3o&cd=7&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6rcxoH2E2kMJ:www.idisa.org.br/img/File/Lei%2520esquematizada(1).doc+diferen%C3%A7a+entre+cons%C3%B3rcio+p%C3%BAblico+e+conv%C3%AAnio+de+coopera%C3%A7%C3%A3o&cd=7&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br)>. Acesso em: 12 abr. 2013.

RODRIGUES, P. S. H.; BRASILEIRO, L. A. **Custo de operação de um aterro sanitário**. In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2007.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de resíduos sólidos**. Universidade de Coimbra. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil. Coimbra/Portugal, 2003.

SANTOS, A. L. F.; HARAGUCHI, M. T.; LEITÃO, G. C. **Índice de qualidade de aterro de resíduos (IQR), como subsídio para avaliar o sistema de disposição final do município de Anápolis-GO**. Associação Sergipana de Ciências. Volume 8, número 10. 2012. Disponível em: <<http://www.scienciaplana.org.br/ojs/index.php/sp/article/view/1063>>. Acesso em 09 jun. 2013.

SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO – SIC. **Limites municipais da base cartográfica planialtimétrica de Goiás**. SIEG-Goiás - Superintendência de Geologia e Mineração, 2009. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>> Acesso em: 03 mar. 2013.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE GOIÁS – SEMARH/GO. **Nota técnica**: aterros sanitários. Goiânia/GO, 2013a. Disponível em:  
<<http://www.semarhtemplate.go.gov.br/uploads/files/aterros.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2013.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE GOIÁS. **Instrução normativa nº 011/2013**. Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental dos projetos de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na modalidade aterro sanitário, nos municípios do estado de Goiás. Goiânia/GO, 2013b. Disponível em:

<<http://www.semarh.goias.gov.br/site/uploads/files/11.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2013.

SILVA, C.; SCHOENHALS, M.; CORNELI, V. M. **Aplicação do índice de qualidade de aterros de resíduos da CETESB na área de disposição de resíduos sólidos urbanos de Peabiru-PR**. In: Engenharia Ambiental (UNIPINHAL. Impresso), v. 9, p. 252-270. Espírito Santo do Pinhal/SP, 2012. Disponível em: <[http://cac.php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/ARTIGOS/51\\_1269887725\\_ARTIGO.pdf](http://cac.php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/ARTIGOS/51_1269887725_ARTIGO.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS.

**Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2011**. Brasília/DF: MCIDADES.

SNSA, 2013. Disponível em:

<<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=102>>. Acesso em: 28 set. 2013.

SUZUKI, J. A. N.; GOMES, J. **Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná**. Rio de Janeiro/RJ, 2009. Engenharia Sanitária e Ambiental, volume 14, nº 2.

TROGIANI, C. **Parcerias público-privadas no Brasil: uma breve introdução (as inovações trazidas com a Lei Geral das PPPs e propostas de aprimoramento)**. Macroplan – Prospectiva, Estratégia e Gestão. São Paulo, 2011. Disponível em:

<<http://www.macroplan.com.br/Documentos/ArtigoMacroplan2011101418059.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2013.

WILSON, D.C.; RODIC, L.; SCHEINBERG, A.; ALABASTER, G. **Comparative analysis of solid waste management in cities around the world**. Journal Waste Management and Research, 2010.

## **8. ANEXOS**

## ANEXO A - Questionário das tecnologias de tratamento e disposição final de RSU de Cidade Ocidental/GO

### 1. Descrição das tecnologias utilizadas no município de Cidade Ocidental

#### 1.1. LOGÍSTICA DE COLETA, TRANSBORDO E TRANSPORTE

##### 1.1.1 Descrição da tecnologia

No caso das coletas, descrever coleta domiciliar regular, domiciliar seletiva, coleta containerizada, PEV's, ecopontos, coleta especial (de volumosos, eletroeletrônicos, pneus, entulhos, ...).

- O itinerário dos coletores foi definido por projeto técnico? Sim ( ) Não ( )
- Frequência da coleta seletiva e locais (n° de setores):
  - ( ) Diária. Locais: \_\_\_\_\_
  - ( ) Duas vezes por semana. Locais: \_\_\_\_\_
  - ( ) Uma vez por semana. Locais: \_\_\_\_\_
  - ( ) Irregular. Locais: \_\_\_\_\_
- Frequência da coleta convencional e locais (n° de setores):
  - ( ) Diária. Locais: \_\_\_\_\_
  - ( ) Duas vezes por semana. Locais: \_\_\_\_\_
  - ( ) Uma vez por semana. Locais: \_\_\_\_\_
  - ( ) Irregular. Locais: \_\_\_\_\_
- Locais onde estão implantados os PEV's: \_\_\_\_\_  
Quantidade de PEV's: \_\_\_\_\_
- Locais onde a coleta seletiva é feita: \_\_\_\_\_  
Quantidade de catadores que fazem essa coleta: \_\_\_\_\_
- Quem é responsável pela coleta do resíduo de saúde: Prefeitura ( ) ou Quebec ( )?
- Quem é responsável por resíduos tecnológicos e perigosos?
- Qual o maior gerador de resíduos?
  - Residência ( )
  - Comércio ( )
  - Indústria ( )

- Geração *per capita* de RSU (kg/hab.dia)
- Peso Específico RSU (kg/m<sup>3</sup>)
- Composição gravimétrica dos resíduos urbanos  
M.O: \_\_\_\_\_ %    Papel: \_\_\_\_\_%    Vidro: \_\_\_\_\_%  
Plástico: \_\_\_\_\_%    Metal: \_\_\_\_\_%    Rejeitos: \_\_\_\_\_%

### 1.1.2 Natureza do prestador do serviço:

### 1.1.3 Quantitativos de resíduos gerenciados

### 1.1.4 Máquinas e equipamentos utilizados (coleta convencional e seletiva)

### 1.1.5 Informações econômico-financeiras (custos, preços, taxas e tarifas)

- Qual o percentual do orçamento da prefeitura que é destinado à limpeza pública urbana?
- O município cobra taxa de limpeza urbana?
- Custo da coleta por km

## 1.2 CENTRAL DE TRIAGEM

### 1.2.1 Descrição da tecnologia

- Mão de obra (Quantidade): \_\_\_\_\_
- Formação/qualificação dos empregados:  
Superior (  ) Médio (  ) Fundamental (  ) Analfabeto (  )
- Possui organograma das responsabilidades de cada funcionário?  
Sim (  ) Não (  )

### 1.2.2 Natureza do prestador de serviços

### 1.2.3 Composição dos resíduos triados

- Composição
- Origem dos resíduos

### 1.2.4 Capacidade instalada

### 1.2.5 Rejeitos (em % do total coletado)

- Composição
- Disposição final

### **1.2.6 Análise do mercado comprador de materiais recicláveis**

- Quantos são os compradores ou recicladores?
- São do município, da região ou de qual local?

### **1.2.7 Informações econômico-financeiras (custos, preços, ...)**

- Custos de implantação
- Custos de operação, custos fixos, custos variáveis, custos unitários (R\$/t), custos de manutenção das unidades, custos de pessoal.
- Preços de comercialização dos materiais recicláveis

## **1.3 A DISPOSIÇÃO FINAL: ATERRO SANITÁRIO COMPARTILHADO**

### **1.3.1 Descrição da tecnologia**

Descrever o tipo de aterro sanitário (ASPP, médios aterros, grandes aterros).

- Possui organograma dos serviços prestados e das responsabilidades de cada funcionário? Sim ( ) Não ( )
- Quantas trincheiras encerradas ( ) e quantas em funcionamento ( )?
- Disponibilização da Planta do aterro
- Área útil do projeto
- Coordenadas geográficas
- Volume de efluente
- Forma de tratamento do efluente

### **1.3.2 Natureza do prestador de serviços**

### **1.3.3 Composição de resíduos processados**

Composição, origem (tipos) dos resíduos

- Recebe somente lixo doméstico? Se recebe industrial, quanto cobra por isso?
- Faz a coleta de todos os municípios ou apenas disposição final?
- Tem previsão de adesão de mais cidades a disporem no local?

### **1.3.4 Capacidade instalada**

### **1.3.5 Rejeitos (em % do total coletado)**

- Composição

- Disposição final

### **1.3.6 Informações econômico-financeiras (custos, preços, ...)**

Custos de implantação, custos de operação, custos fixos, custos variáveis, custos unitários (R\$/t), custos de manutenção das unidades, custos de pessoal, preços de comercialização dos materiais recicláveis.

### **1.3.7 Aspectos culturais**

Apresentar “*o sentimento da população em relação à tecnologia*” (se há simpatia ou forte rejeição, por exemplo)

## **1.4 DESCRIÇÃO DA ROTA TECNOLÓGICA**

Descrever a combinação das diferentes tecnologias aplicadas ao sistema de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos de Cidade Ocidental, desde a coleta até a disposição final.

## ANEXO B – Planilha de Levantamento de Dados das Tecnologias e Rotas dos RSU Cidade Ocidental/GO

## ANEXO B1

(continua)

| Dados levantados na tecnologia _____ (na planta) de Cidade Ocidental/GO e que faz parte da ROTA de RSU do município |  |            |             |                        |
|---|--|------------|-------------|------------------------|
| Item  | Razão Social:  |            |             |                        |
|   | Data de início da operação da planta                   |            |             |                        |
|   | Capital Social   |            |             | Estado (%)             |
|   |  |            |             | Municípios (%)         |
|   |  |            |             | Iniciativa Privada (%) |
|   | Municípios atendidos pela planta (nome dos municípios) |            |             |                        |
| Designação  | Unidade  | Resposta   | Fonte (ano) |                        |
| <b>1</b>  | <b>INFORMAÇÕES GERAIS</b>                              |            |             |                        |
| 1.1   | População atendida                                     | Habitantes |             |                        |
| 1.2   | Quantidade de resíduos coletados                       |            |             |                        |
| 1.2.1   | de forma convencional                                  | t/ano      |             |                        |
| 1.2.2   | de forma seletiva                                      | t/ano      |             |                        |
| 1.3   | Quantidade de resíduos a ser tratada/destinada         | t/ano      |             |                        |
| 1.3.1   | resíduos domiciliares                                  | t/ano      |             |                        |
| 1.3.2   | resíduos de varrição de limpeza urbana                 | t/ano      |             |                        |
| 1.3.3   | resíduos de podas e jardins                            | t/ano      |             |                        |
| 1.3.4   | resíduos de grandes produtores equiparados a RSU       | t/ano      |             |                        |
| 1.4   | Preço cobrado pela coleta domiciliar convencional      | R\$/t      |             |                        |
| 1.5   | Preço cobrado pela coleta domiciliar seletiva          | R\$/t      |             |                        |
| 1.6   | Preço cobrado pelo tratamento/disposição               | R\$/t      |             |                        |



(continuação)

| <b>Dados levantados na tecnologia _____ (na planta) de Cidade Ocidental/GO e que faz parte da ROTA de RSU do município</b> |  |                     |  |
|--|--|---------------------|--|
| <b>1.7</b>   | Composição dos resíduos domiciliares a serem tratados/destinados em base úmida | -                   |  |
| <b>1.7.1</b>   | Matéria Orgânica Fermentáveis (resíduos alimentares, vegetais, etc)            | %                   |  |
| <b>1.7.2</b>   | Resíduos de Jardim (folhas, gravetos) e madeira                                | %                   |  |
| <b>1.7.3</b>   | Papel e papelão  | %                   |  |
| <b>1.7.4</b>   | Plásticos  | %                   |  |
| <b>1.7.5</b>   | Vidro  | %                   |  |
| <b>1.7.6</b>   | Metais   | %                   |  |
| <b>1.7.7</b>   | Outros (têxteis, finos, eletrônicos)   | %                   |  |
| <b>2</b>   | <b>INFORMAÇÕES AMBIENTAIS - ÁGUA</b>   |                     |  |
| <b>2.1</b>   | Quantidade de efluente líquido gerado por ano                                  | m <sup>3</sup> /ano |  |
| <b>2.2</b>   | Custo do tratamento de efluentes líquidos por ano                              | R\$/ano             |  |
| <b>2.3</b>   | Tipo de tratamento utilizado   | Texto               |  |
| <b>3</b>   | <b>INFORMAÇÕES AMBIENTAIS - SOLO</b>   |                     |  |
| <b>3.1</b>   | Área útil da planta  | km <sup>2</sup>     |  |
| <b>3.2</b>   | Área total incluindo reserva legal   | km <sup>2</sup>     |  |
| <b>4</b>   | <b>INDICADORES SOCIAIS</b>   |                     |  |
| <b>4.1</b>   | Quantidade de empregos formais gerados na planta                               | peessoas            |  |
| <b>4.1.1</b>   | Pessoal técnico  | peessoas            |  |
| <b>4.1.2</b>   | Pessoal administrativo   | peessoas            |  |
| <b>4.1.3</b>   | Pessoal operacional  | peessoas            |  |
| <b>4.2</b>   | Nível de formação/ qualificação dos empregados                                 |                     |  |
| <b>4.2.1</b>   | Abaixo do fundamental (não alfabetizado)                                       | peessoas            |  |
| <b>4.2.2</b>   | Fundamental/médio  | peessoas            |  |

(conclusão)

| <b>Dados levantados na tecnologia _____ (na planta) de Cidade Ocidental/GO e que faz parte da ROTA de RSU do município</b> |  |          |  |  |
|--|--|----------|--|--|
| <b>4.2.3</b>   | Técnico  | peessoas |  |  |
| <b>4.2.4</b>   | Superior   | peessoas |  |  |
| <b>4.3</b>   | Pagamentos de mão de obra - média salarial por ano (salário+encargos)                          | R\$/ano  |  |  |
| <b>4.4</b>   | Serviços de terceiros para manutenção, assistência técnica, consultoria, monitoramento, seguro | R\$/ano  |  |  |

Fonte: BNDES, 2012c.

## ANEXO B2

| Dados Levantados da Tecnologia Existente na Rota Tecnológica _____ de Cidade Ocidental/GO                    |   |                |                           |                   |
|--|---|----------------|---------------------------|-------------------|
| Item   | Designação  | Unidade        | TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO |                   |
|  |   |                | Coleta: _____             | Tecnologia: _____ |
| 1  | Área utilizada pela tecnologia                        | m <sup>2</sup> |                           |                   |
| 2  | Capacidade de tratamento de RSU                       | t/dia          |                           |                   |
| 3  | Vida útil   | Anos           |                           |                   |
| 4  | Área de implantação das estruturas complementares (*) | m <sup>2</sup> |                           |                   |
| 5  | Data de construção                                    | Ano            |                           |                   |
| 6  | Custo de operação total por ano                       | R\$/ano        |                           |                   |
| 7  | Custo de manutenção médio por ano                     | R\$/ano        |                           |                   |
| 8  | Receita com materiais recicláveis                     | R\$/ano        |                           |                   |
| (*) Edifício administrativo, parque estacionamento, acessos rodoviários, etc.                                |   |                |                           |                   |
| Obs.: Quando o dado não estiver disponível, preencher com <b>ND</b> , e quando não se aplica com <b>NA</b> . |   |                |                           |                   |

| FONTE DE DADOS (ANO DE REFERÊNCIA): Adicionar nesta tabela, a fonte dos dados que preencheram a planilha acima. Se caso os dados forem primários, colocar <b>P</b> , se forem secundários, colocar <b>S</b> . |               |                   |
|---|---------------|-------------------|
| Designação  | Coleta: _____ | Tecnologia: _____ |
| Área utilizada pela tecnologia  |               |                   |
| Capacidade de tratamento de RSU   |               |                   |
| Vida útil   |               |                   |
| Área de implantação das estruturas complementares (*)   |               |                   |
| Data de construção  |               |                   |
| Custo de operação total por ano   |               |                   |
| Custo de manutenção médio por ano   |               |                   |
| Receita com materiais recicláveis   |               |                   |
| (*) Edifício administrativo, parque estacionamento, acessos rodoviários, etc.   |               |                   |
| Obs.: Quando o dado não estiver disponível, preencher com <b>ND</b> , e quando não se aplica com <b>NA</b> .  |               |                   |

Fonte: BNDES, 2012c.



## Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás-UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações - BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**       **Dissertação**       **Tese**

### 2. Identificação da Tese ou Dissertação

|   |  |         |                            |
|---|--|---------|----------------------------|
| Autor:  | Diogo Appel Colvero  |         |                            |
| CPF:  | 981.606.640-87   | E-mail: | diogocolvero@yahoo.com.br  |
| Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |  |         |                            |
| Vínculo Empregatício do autor   | Engenheiro Mecânico da Universidade Federal de Goiás, vinculado à Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação. |         |                            |
| Agência de fomento:   | _____  | Sigla:  | _____                      |
| País:   | _____  | UF:     | _____                      |
| CNPJ:   | _____  |         |                            |
| Título:   | Análise das Rotas Tecnológicas Existentes para os Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Cidade Ocidental/GO             |         |                            |
| Palavras-chave:   | rotas tecnológicas; resíduos sólidos urbanos; aterro sanitário compartilhado.  |         |                            |
| Título em outra língua:   | Analysis of Existing Routes Technology for Solid Waste in the Municipality of Cidade Ocidental/GO                          |         |                            |
| Palavras-chave em outra língua:   | technological routes; municipal solid waste; landfill shared.  |         |                            |
| Área de concentração:   | <b>Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental</b>  |         |                            |
| Data defesa: (dd/mm/aaaa)   | 09/04/2014.  |         |                            |
| Programa de Pós-Graduação:  | Programa de Pesquisa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente – PPGEMA  |         |                            |
| Orientador(a):  | Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Simone Costa Pfeiffer  |         |                            |
| CPF:  | 592.932.416-68   | E-mail: | scpfeiffer_04@yahoo.com.br |
| Co-orientador(a):   | _____  |         |                            |
| CPF:  | _____  | E-mail: | _____                      |

### 3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?<sup>1</sup>       total       parcial

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.



Diogo Appel Colvero

Data: 30/04/2014

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e meta dados ficarão sempre disponibilizados.