

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CAMPUS DE TOLEDO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS - CCSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
DESENVOLVIMENTO REGIONAL E AGRONEGÓCIO
NÍVEL DOUTORADO

TATIANI SOBRINHO DEL BIANCO

MODELO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COMO
ELEMENTO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL:
UMA ANÁLISE DOS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARANÁ

TOLEDO - PR
2018

TATIANI SOBRINHO DEL BIANCO

**MODELO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COMO
ELEMENTO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL:
UMA ANÁLISE DOS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, do Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/*Campus* Toledo, para a obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento Regional e Agronegócio.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Rippel

Co-Orientador: Prof. Dr. Camilo Freddy
Mendoza Morejon

**TOLEDO - PR
2018**

TATIANI SOBRINHO DEL BIANCO

**MODELO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COMO
ELEMENTO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL:
UMA ANÁLISE DOS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARANÁ**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, do Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/*Campus* Toledo, para a obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento Regional e Agronegócio.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Rippel
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Prof. Dr. Adir Airton Parizotto
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Prof. Dr. Weimar Freire da Rocha Junior
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Prof. Dr. Alain Hernández Santoyo
Universidade Pinar del Río - Cuba

Prof. Dr. Valdemir Aleixo
Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR.

SUPLENTE:

Prof. Dr. Cristiano Stamm
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Prof. Dr. Christian Luiz da Silva
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Toledo, 27 de Novembro de 2018

*Dedico esta conquista as pessoas mais importantes de minha Vida.
Aos meus pais Zilda e Claudinei, meus irmãos Tais e Welinton, meu
companheiro Bruno e amiga/irmã de alma Edinéia.
Graças a eles sou a 1ª Doutora da Família Bianco e Bernardo Sobrinho!!!.*

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese de doutorado contou com o importantes apoios e incentivos, sem os quais, não teria se tornado uma realidade e, a estes serei eternamente grata.

Primeiramente, quero agradecer a Deus e Nossa Senhora Aparecida, por me proporcionar saúde e luz nessa etapa e iluminar mais essa conquista em minha Vida.

Em seguida, tendo consciência que sozinha nada disto seria possível, dirijo um agradecimento especial aos meus pais e aos meus irmãos, por serem modelos de coragem, honestidade, força, pelo seu apoio incondicional, amizade, paciência demonstrados e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo da caminhada foram surgindo.

Foi graças aos meus Pais que aprendi que, não estamos nessa vida e nem nas próximas, a passeio, que nada cai do céu, e que as conquistas só surgem quando lutamos por elas.

Minha Família, minhas razões pra lutar cada dia mais, e meus exemplos de Grandeza de Caráter, Honestidade e Força.

Pois é, só nós sabemos o tamanho das nossas provas até esse momento, para que meus Irmãos e Eu tivéssemos as oportunidades que temos... Muito Obrigada.

Então, essa conquista é dos MEUS PAIS Meus Exemplos e Minha Vida... Amo Vocês!!!

Ao Bruno, meu companheiro, pelo carinho, compreensão, paciência e por todo apoio....

Agradeço a todos os colegas de doutorado, que vivenciaram momentos de estudo, de escrita de artigo e de tensão, como a prova de qualificação, no decorrer desta jornada.

Em relação a amigos, cito em especial, representando todos, a Edineia, uma amiga, irmã de alma, que foi meu presente de Mestrado e tornou-se uma das pessoas mais especiais em minha Vida ... Exemplo de amiga e profissional amada.

Aos meus orientadores, Prof. Rippel e Prof. Camilo, ambos foram extremamente importantes, sem os quais, tenho certeza, esse trabalho não teria toda essa carga de informações que conseguimos.

Muito obrigada Profs. por cada dica e ensinamentos, minha mais profunda gratidão pela dedicação, pelo compromisso com o meu aprendizado, incentivo e contribuições a este trabalho.

Aos Professores do Programa do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio (PGDRA), passando uma grande carga de conhecimento e oportunidades....

E além disso, pela troca de experiências, pelas palavras de incentivo e desafios lançados.

E, enfim agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pelo apoio financeiro, sem o qual, certamente este trabalho não teria condições de ser realizado.

**Muito obrigada a todos que fizeram e fazem parte de cada pedacinho da Minha
Vitória!!!**

A PRIMEIRA DOUTORA DA FAMÍLIA DEL BIANCO E BERNARDO SOBRINHO.

EPÍGRAFE

*“Cada dia a natureza produz o suficiente para
nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe
fosse necessário, não haveria pobreza no mundo e
ninguém morreria de fome”.*
Mahatma Gandhi

RESUMO

O problema do gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é tema de interesse mundial, e tem sido tratado como prioritário, uma vez que, equacionar a geração excessiva e disposição final e ambientalmente segura dos resíduos é um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna. Assim, denota-se a gestão correta dos RSUs como desafio/meta a ser alcançado, visando minimizar os impactos negativos causados pela geração dos resíduos de diversas fontes geradoras. Diante do exposto, a presente tese objetivou propor um modelo de gestão de RSU diferenciado, nas etapas de coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos, capaz de atender as prerrogativas legais em âmbito econômico, social e ambiental, e, que possibilite a implantação de um modelo econômico gerador de riqueza, emprego e renda num ambiente sustentável nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná. Para tanto, os procedimentos metodológicos contemplaram a execução de seis etapas, sendo estas: 1) Caracterização das fontes geradoras de RSU na mesorregião Oeste do Paraná; 2) Estimação do potencial de geração dos RSU nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030; 3) Avaliação da execução/implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos a partir da promulgação da Lei Federal Nº12.305/2010; 4) Prospecção dos métodos, processos e tecnologias para a coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de RSU; 5) Apresentação do modelo de gestão de RSU diferenciado, que possibilite a consolidação de um sistema econômico e sustentável com base da industrialização dos RSU a partir das especificidades econômicas, sociais e ambientais dos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná; 6) Consolidação e sistematização dos resultados. Os resultados demonstraram que apenas 12% dos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná apresentaram, por meio da construção do Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável, dinâmica relação na sua base produtiva com avanços econômicos, sociais e ambientais. Contudo, dado o aumento potencial da capacidade de geração de RSU na região, que foi estimado na ordem de 41%, identificou-se que, os 50 municípios apresentaram um potencial de geração de RSU de um montante diário de 595,6 ton./dia, em 1980, para 841,5 ton./dia, em 2030. Assim, evidenciou-se que, há incapacidade no atendimento da Lei Federal Nº12.305/2010, onde 63% dos municípios do Oeste do Paraná, não apresentam capacidade econômica, financeira e de corpo técnico/intelectual capaz de arcar com os custos de gestão e manutenção do correto nível de gerenciamento dos resíduos gerados. Tal resultado, deve-se, em maior parte dada a aplicação das diretrizes e metas da PNRS nos municípios do Oeste do Paraná por meio de soluções

individualizadas (aterros sanitários e/ou controlados), as quais se transformam em fontes de problemas econômico-financeiros para as gestões municipais, bem como na inviável possibilidade de atendimento de todas as determinações vigentes na PNRS/2010. Tal cenário também se verifica quando se tem a intenção de implantar apenas um consórcio intermunicipal de gerenciamento de resíduos, capaz de atender aos 50 municípios da região, pois seria necessário um investimento total de R\$936,28 milhões de reais, considerando o montante de resíduos gerados na região, até 2030. Assim, a solução viável, econômico, social e ambientalmente adequada a gestão de resíduos nos municípios do Oeste do Paraná é a utilização de três Sistemas de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (SIGRSU), os quais devem ser implantados nas Microrregiões de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo. Assim, a implementação desse novo modelo de gestão dos RSU, baseado em métodos e tecnologias diferenciadas, demonstraram a viabilidade técnica e econômica da proposta, na qual os resíduos sólidos urbanos passam de um fator de custo e se tornam uma oportunidade de investimento. Nesse cenário, a variável econômica é um dos maiores atrativos para os indivíduos, ao mesmo tempo em que os impactos no meio ambiente e na sociedade são também positivos. Portanto, tem-se uma externalidade ambiental transformada em fonte de oportunidades de novos modelos de negócios, no qual os resíduos são considerados matérias-primas e/ou insumos de processos industriais, qual auxiliará no desenvolvimento sustentável e inovador da Mesorregião em estudo, pois seria capaz de gerar renda, a partir da implementação e desenvolvimento de novas tecnologias, aumento da vida útil e redução da necessidade de aumento de área para aterros sanitários e, assim, fazer com que os municípios ficassem em conformidade com as diretrizes da Lei Federal N° 12.305/2010, do PNRS.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento Regional Sustentável; Potencial Econômico do RSU; Modelo de Gestão Integrada de Gerenciamento de Resíduos; Aproveitamento dos RSU; Mesorregião Oeste do Paraná.

DEL BIANCO, TATIANI, SOBRINHO. URBAN SOLID WASTE MANAGEMENT MODEL AS A SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT ELEMENT: AN ANALYSIS OF THE MUNICIPALITIES OF THE WEST OF PARANÁ. Thesis. Postgraduate Program in Regional Development and Agribusiness, State University of Western Parana - UNIOESTE, Campus de Toledo, 2018.

ABSTRACT

The problem of urban solid waste management (RSU) is a topic of worldwide concern, and has been treated as a priority, since equating excessive generation and final disposal of environmentally sound waste is one of the major challenges facing modern society. Thus, the RSUs are correctly managed as a challenge / goal to be achieved, in order to minimize the negative impacts caused by the generation of waste from various generating sources. In view of the above, this thesis aimed to propose a model of MSW management differentiated, in the stages of collection, transportation, treatment and recovery of waste, capable of meeting the legal prerogatives in economic, social and environmental context, and that allows the implantation of an economic model that generates wealth, employment and income in a sustainable environment in the municipalities of the Western Mesoregion of Paraná. For that, the methodological procedures included the execution of six stages, namely: 1) Characterization of the sources of RSU in the western mesoregion of Paraná; 2) Estimation of the potential of RSU generation in the municipalities of the Western Mesoregion of Paraná, during the years 1980 to 2030; 3) Evaluation of the execution of the National Solid Waste Policy as of the enactment of Federal Law No. 12,305/2010; 4) Prospecting of methods, processes and technologies for the collection, transport, treatment and use of MSW; 5) Presentation of the MSW management model that allows the consolidation of an economic and sustainable system based on the MSW industrialization based on the economic, social and environmental specificities of the municipalities of the West of Paraná; 6) Consolidation and systematization of results. The results showed that only 12% of the municipalities of the Western Mesoregion of Paraná presented, through the construction of the Indicator of Sustainable Regional Development, a dynamic relationship in their productive base with economic, social and environmental advances. However, given the potential increase in the generation capacity of the MSW in the region, which was estimated at around 41%, it was identified that the 50 municipalities had a daily solid waste generation potential of 595.6 ton/day, in 1980, to 841.5 ton/day, in 2030. Thus, it was evidenced that there is inability to comply with Federal Law No. 12.305/2010, where 63% of the municipalities of the West of Paraná do not have the capacity

economic, financial and technical / intellectual staff capable of handling the costs of managing and maintaining the correct level of waste management. This result is mainly due to the application of PNRS guidelines and targets in the municipalities of the West of Paraná through individualized solutions (landfills and / or controlled landfills), which become sources of economic and financial problems for the municipal administrations, as well as in the unfeasible possibility of meeting all the determinations in effect in PNRS / 2010. This scenario also occurs when one intends to establish only one intermunicipal waste management consortium capable of serving the 50 municipalities in the region, since a total investment of R \$ 936.28 million would be necessary considering the amount of waste generated in the region, by 2030. Thus, the feasible, economical, social and environmentally adequate solution to waste management in the municipalities of the West of Paraná is the use of three Integrated Systems of Solid Urban Waste Management (SIGRSU), which should be implanted in the Microregions of Cascavel, Foz do Iguaçu and Toledo. Thus, the implementation of this new MSW management model, based on differentiated methods and technologies, has demonstrated the technical and economic viability of the proposal, in which urban solid waste becomes a cost factor and becomes an investment opportunity. In this scenario, the economic variable is one of the main attractions for individuals, while the impacts on the environment and society are also positive. Therefore, there is an environmental externality transformed into a source of opportunities for new business models, in which waste is considered as raw material and / or input of industrial processes, which will help in the sustainable and innovative development of the Meso-region under study, since it would be capable of generating income, from the implementation and development of new technologies, increase the useful life and reduce the need to increase the area for landfills and, thus, make the municipalities comply with the guidelines of Federal Law N ° 12.305/2010, of the PNRS.

KEY WORDS: Sustainable Regional Development; Economic Potential of MSW; Integrated Management Model for Waste Management; Utilization of MSW; Western Meso-region of Paraná.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura Organizacional dos Capítulos componentes da Tese.....	27
Figura 2 -	Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Estado do Paraná - 2017.....	43
Figura 3	Sustentabilidade do Modelo de Valorização de RSU.....	47
Figura 4	Situação da disposição final dos RSU no Brasil, de 1991 a 2012.....	53
Figura 5	Ciclo de Vida dos Produtos a partir do aproveitamento dos Resíduos Sólidos.....	56
Figura 6	Número de publicações que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, segundo SCOPUS - 1969 a 2019...	63
Figura 7	Participação percentual, por tipo, das publicações, que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, segundo base de dados SCOPUS - 1969 a 2019.....	64
Figura 8	Publicações por universidade e ou centro de ensino e pesquisa que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, segundo base de dados SCOPUS - 1969 a 2019.....	65
Figura 9	Ranking das publicações por país, que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, segundo base de dados SCOPUS - 1969 a 2019.....	65
Figura 10	Participação percentual de publicações, que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, por área de pesquisa, segundo base de dados SCOPUS - 1969 a 2019.....	66
Figura 11	Esboço das relações do sistema econômico com o meio ambiente.....	81
Figura 12	Inter-relações entre o sistema econômico e o meio ambiente.....	83
Figura 13	Relação entre o Sistema Econômico e o Meio Ambiente.....	90
Figura 14	Diagrama Sistêmico da definição de Economia Circular.....	97
Figura 15	Mapa da Mesorregião Oeste do Paraná, Brasil.....	104
Figura 16	Esquema Geral dos Sistemas estruturantes e das alternativas de destinação de RSU.....	121
Figura 17	Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F1.	129
Figura 18	Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F2.	131
Figura 19	Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F3.	132
Figura 20	Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F4..	134

Figura 21	Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F5.	135
Figura 22	Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F6..	136
Figura 23	Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável da Mesorregião Oeste do Paraná.....	137
Figura 24	Estimativa do potencial de geração total de Resíduos Sólidos Urbanos nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030.....	140
Figura 25	Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos de plástico nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030...	145
Figura 26	Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos de vidro nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030.....	147
Figura 27	Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos de metal nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030.....	149
Figura 28	Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos de papel nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030.....	150
Figura 29	Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos orgânicos nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030.	152
Figura 30	Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos rejeitos nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030.....	154
Figura 31	Montante de Recursos Arrecadados com cobrança do Imposto IPTU nos Municípios da Mesorregião Oeste do Paraná - 2010, 2012, 2014 e 2016.....	166
Figura 32	Estimativa da arrecadação municipal com a nova cobrança de taxa específica para o gerenciamento de RSU nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.....	175
Figura 33	Etapas para o tratamento dos Resíduos Sólidos no Brasil.....	178
Figura 34	Potencial de geração de biogás por mesorregião e distribuição desse potencial por atividade (pecuária, agroindústria e indústria e resíduos urbanos)	187
Figura 35	Rota tecnológica predominante no Estado do Paraná.....	190
Figura 36	Metas de tratamento/aproveitamento de resíduos na Mesorregião Oeste do Paraná.....	194

Figura 37	Rota tecnológica para municípios com população com até 350.000 habitantes.....	219
Figura 38	Resultados do Modelo Atual da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Toledo (PR)	221
Figura 39	Perfil dos Resíduos Sólidos Produzidos no Município Pesquisado.....	222
Figura 40	Proposta do Novo Modelo de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	224
Figura 41	Modelo da Nova Economia de Mercado com uso dos RSU como matéria-prima nos processos produtivos dos setores econômicos.....	226
Figura 42	Impacto Econômico, Social e Ambiental com a comercialização e industrialização dos RSU nas Microrregiões de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo.....	233
Figura 43	Evolução teórica e temporal da teoria do Desenvolvimento Sustentável e Inovador.....	234

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Formas de destinação dos RSU e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em alguns países selecionados - 2014.....	37
Tabela 2	Municípios brasileiros e a forma de destinação de resíduos sólidos urbanos adotada.	42
Tabela 3	Dados sobre inflação real atualizada pelo Banco Central, 2018.....	122
Tabela 4	Potencial de geração de resíduos domésticos, custos anuais totais/ município e formas de destinação dos RSU coletados nos municípios em estudo da Mesorregião Oeste do Paraná.....	159
Tabela 5	Quantidade coletada e custos do gerenciamento dos RSR nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.....	162
Tabela 6	Comparação entre o volume de recursos arrecadados com a cobrança do IPTU, custo de gerenciamento, arrecadação de taxas de gestão de resíduos e o saldo para o gerenciamento dos RSU nos municípios selecionados na Mesorregião Oeste do Paraná.....	168
Tabela 7	Estimativa de Orçamento considerando a destinação de 60% do IPTU arrecadado para o Gerenciamento de RSUs nos 19 municípios analisados no Oeste do Paraná, 2016.....	171
Tabela 8	Benefícios econômicos da reciclagem.....	183
Tabela 9	Investimentos por tipo de tecnologia de gestão de RSU implantada nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná (em R\$ mil.)	197
Tabela 10	Total da distribuição de investimentos, por tipo de tecnologia implantada na Mesorregião Oeste do Paraná (em R\$ milhões)	201
Tabela 11	Comparação entre os valores arrecadados com taxas específicas para gerenciamento de resíduos e custos estimados para o Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos (SIGR) nos municípios do Oeste do Paraná (em R\$)	203
Tabela 12	Estimativa dos Custos de investimentos para implantação do SIGR na Microrregião de Cascavel, 2017.....	208
Tabela 13	Estimativa dos Custos de investimentos para implantação do SIGR na Microrregião de Foz do Iguaçu, 2017.....	209
Tabela 14	Estimativa dos Custos de investimentos para implantação do SIGR na Microrregião de Toledo, 2017.....	210

Tabela 15	Comparação entre custos para implantação de SIGR e montante arrecadado para o gerenciamento de RSU na Mesorregião Oeste do Paraná, 2017.....	216
Tabela 16	Cotação dos Preços de comercialização dos Resíduos Recicláveis no Brasil (R\$/tonelada)	218

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Classificação dos RSU quanto aos riscos potenciais de contaminação ambiental.....	31
Quadro 2	Diferenças de enfoque entre a Economia Ecológica e Economia Ambiental.....	94
Quadro 3	Relação das variáveis utilizadas para determinar o IDRS da Mesorregião Oeste do Paraná.....	108
Quadro 4	Estatística KMO (Kayser-Meyer-Olkin).....	114
Quadro 5	Classificação do Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável (IDRS).....	115
Quadro 6	Custo de instalação (CAPEX) e operação (OPEX) galpões de triagem e beneficiamento primário - (R\$/tonelada)	123
Quadro 7	Custos de unidades de compostagem (R\$/ton.)	124
Quadro 8	Custos para implantação e operação de Aterros Sanitários nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.....	125

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	20
1.1	ESTRUTURA DA TESE.....	26
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	28
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - DEFINIÇÕES TÉCNICAS.....	29
2.2	O CONTEXTO INTERNACIONAL E O USO ECONÔMICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	32
2.3	O CONTEXTO BRASILEIRO DE GERAÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	40
2.4	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E MODELOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS: UMA BREVE CONSIDERAÇÃO ACERCA DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) E SUA APLICAÇÃO	43
2.5	DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	55
2.6	GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	67
2.7	VERTENTES AMBIENTAIS DA TEORIA ECONÔMICA E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL	65
3.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	100
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	100
3.2	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	102
3.3	DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS POR ETAPAS.....	106
3.3.1	Caracterização dos aspectos relacionados a fonte geradora de RSU na Mesorregião Oeste do Paraná.....	107
3.3.1.1	<i>Análise Fatorial - AF</i>	109
3.3.2	Estimativa e caracterização do potencial de geração dos RSU nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030.....	115
3.3.3	Avaliação da execução/implantação da PNRS nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná a partir da promulgação da Lei 12.305/2010.....	117
3.3.4	Prospecção de métodos, processos, tecnologias para a coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos urbanos nacionais e internacionais.....	119

3.3.5	Proposição de um modelo de gestão diferenciado de RSU para os municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.....	119
3.3.6.	Consolidação e sistematização dos resultados.....	126
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	127
4.1	CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS RELACIONADOS A FONTE GERADORA DE RSU NA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	127
4.2	PROSPECÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DOS RSU NOS MUNICÍPIOS DA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	139
4.3	AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO/IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS A PARTIR DA PROMULGAÇÃO DA LEI FEDERAL Nº 12.305/2010 NOS MUNICÍPIOS DA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	155
4.3.1	Panorama do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos nos municípios selecionados da mesorregião Oeste do Paraná.....	155
4.3.2.	Dados econômico-financeiros do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na mesorregião Oeste do Paraná.....	164
4.4	PROSPECÇÃO DOS MÉTODOS, PROCESSOS E TECNOLOGIAS PARA AS ETAPAS DE COLETA, TRANSPORTE, TRATAMENTO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	177
4.5	PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DIFERENCIADO PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	194
4.6	SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS ACERCA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	213
5.	CONCLUSÕES.....	236
	REFERÊNCIAS	244
	APÊNDICES.....	265
	ANEXOS.....	275

1. INTRODUÇÃO

Como resultado das modificações na forma e escala produtiva, ocasionado pelo modelo de produção e de consumo em massa no mundo, inicia-se um processo de preocupação com as questões ambientais. Num cenário mundial, onde a evolução no potencial de geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), que tem sua dimensão ampliada pelos fatores decorrentes do avanço científico e tecnológico, como industrialização, concentração espacial, modernização agrícola, crescimento populacional e urbanização, compõem os principais pontos de pressão e de conscientização humana sobre a problemática ambiental global.

Tal conjuntura, evidencia o impacto do aumento da capacidade de geração de resíduos no mundo, quando não há o aproveitamento correto dos mesmos. Apesar das alternativas existentes para a reutilização desses resíduos, como reciclagem, compostagem, geração de energia etc., o baixo percentual daqueles com destinos finais ambientalmente adequados torna inevitável a existência de formas de disposição final, tais como os aterros sanitários. Nesse cenário, destacam-se as consequências socioeconômicas e ambientais local e globalmente geradas, como a degradação do solo, comprometimento dos corpos hídricos, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar, efeitos potencializadores do aumento do efeito estufa no planeta e proliferação de vetores de doenças e problemas sanitários.

No Brasil, em 2016, a geração de RSU foi de 78,3 milhões de toneladas, o que representa uma queda de 2,04% em relação a 2015, passando de 218.814 toneladas/dia para 214.405 toneladas/dia. Desse total, foram coletadas 71,3 milhões de toneladas de resíduos, o que representou um índice de cobertura de coleta de 91% para o país. O dado seria animador se toda a gestão de coleta, destinação e recursos aplicados no seguimento de limpeza também tivessem progredido, pois o estudo apontou que mais de 81 mil toneladas de resíduos sólidos por dia ainda tem destinação inadequada, sendo encaminhados para aterros controlados ou lixões, o que demonstra uma piora em relação ao ano anterior, evidenciando queda na destinação adequada de 58,7% para 58,4% (ABRELPE, 2016).

Com efeito, passou-se da preocupação mundial em equilibrar e gerir a possível escassez de recursos energéticos para o equacionamento entre a geração excessiva de resíduos oriundos dos processos produtivos e de consumo humano e a capacidade

econômico-financeira de gestão e disposição final ambientalmente adequada dos mesmos (aterros sanitários e /ou aproveitamento).

Com base no atual cenário de descarte inadequado de resíduos em 59,8% dos municípios brasileiros e as dificuldades apresentadas para a gestão de RSU no país, foi promulgada, em 02 de agosto de 2010, a Lei Federal Nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Nessa legislação, estão dispostos os princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos inertes e perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010). Embora, seja foco de divergências quanto a aplicabilidade das diretrizes da PNRS, a Lei se configura como bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (MMA, 2015).

Destaca-se que, a partir da implantação da PNRS, em 2010, foi possível identificar um atendimento parcial das metas para o correto manejo e aproveitamento dos RSU. Conforme estudo da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016), cerca de 40% dos municípios brasileiros destinam os resíduos gerados aos aterros sanitários, o que representa 58,4% do montante anual disposto corretamente no país e, a existência de alguma iniciativa de coleta seletiva em 3.878 municípios.

Contudo, dentre os fatores limitantes para operação da PNRS, destaca-se: a) falta de planos de operacionalização da Política Nacional, pois apenas 33,5% dos municípios brasileiros possuem o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Senado Federal, 2014); b) Carência de dados fidedignos acerca do cenário de geração e gestão/aproveitamento de RSU, que compromete o planejamento adequado de tais ações; c) Falta de recursos específicos para o gerenciamento de resíduos; d) Falta de tecnologias adequada à realidade local; e, e) Falta de consciência ambiental da população.

Tais fatores têm agravado e dificultado o potencial desenvolvimento econômico sustentável das regiões brasileiras. Com isso, verifica-se que no âmbito acadêmico as pesquisas são relativamente recentes, datando a partir de 1980, quando surge a vertente da Economia Ecológica (EE) que discute, num campo interdisciplinar, a limitação existente no meio ambiente para a manutenção e disponibilidade dos

recursos naturais como matéria-prima dos processos produtivos e a capacidade de absorção dos resíduos gerados por estes processos. Para isso, é necessário ver a economia como um sistema aberto à entrada de materiais (recursos naturais e energia), as saídas (resíduos sólidos, líquidos e energia dissipada), e a existência de fatores limitantes para a reprodução de tais recursos e serviços (TÔSTO, MANGABEIRA e PEREIRA, 2011).

Não obstante, nesse processo ainda prevalece a relação de RSU como sinônimo de custo/problema, principalmente no que diz respeito a gestão de resíduos em municípios de pequeno porte. Para tanto, o conceito de sustentabilidade sugere uma nova percepção à esse problema, no qual há a possibilidade de usufruir do potencial econômico que os RSUs apresentam possibilitando a necessidade de equacionar esforços para a reinserção destes nos processos produtivos.

Isto posto, o atual modelo econômico, base para a promoção de um desenvolvimento territorial sustentável e calcado na extração, transformação e descarte de resíduos, é dependente de matérias primas de baixo custo, fácil acesso e energia. Nesse cenário, a variável ambiental funciona como potencializadora dos efeitos positivos e negativos da utilização desses recursos naturais (finitos e infinitos). Assim, dada a recente pressão maior sobre os recursos naturais um novo paradigma surge como necessidade de repensar e reformular o uso de materiais e energia, ou seja, um modelo circular de economia.

Segundo Jacobi e Besen (2011), essa adoção de padrões de produção e consumo sustentáveis e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos podem reduzir significativamente os impactos ao ambiente e à saúde. Nos países mais ricos que geram maiores quantidades de resíduos e de lixo, existe mais capacidade de equacionamento da gestão, por um somatório de fatores que incluem recursos econômicos, preocupação ambiental da população e desenvolvimento tecnológico. Em cidades de países em desenvolvimento com urbanização muito acelerada, verificam-se déficits na capacidade financeira e administrativa dessas em prover infraestrutura e serviços essenciais como água, saneamento, coleta e destinação adequada do lixo e moradia, e em assegurar segurança e controle da qualidade ambiental para a população.

Com base no cenário exposto, evidencia-se que, um dos principais problemas, no que diz respeito a gestão de resíduos está ligada a visão restrita ao potencial de aproveitamento dos RSU. A gestão dos RSU, atualmente vista como um problema ou apenas mais um fator de custo para as administrações municipais do Brasil, pode ser

transformada em um fator de oportunidade e negócio sustentável e sustentado, ao longo do tempo. Para tanto, se faz necessária a mudança de paradigmas quanto ao descarte e aproveitamento dos RSU na região. Aliado a isso, identificou-se dificuldades técnicas e econômico-financeiras nos municípios brasileiros, ocasionado, em muitos casos, pela gestão de resíduos, realizada de forma individual, que, não apresentam historicamente, resultados de êxito, principalmente em função da carência financeira e técnica necessária para uma boa operação dos sistemas de gestão e manejo de RSU. o desenvolvimento regional sustentável da mesorregião Oeste do Paraná deverá levar em consideração as oportunidades sociais e a viabilidade competitiva da economia local, aumentando a renda e as formas de riqueza, ao mesmo tempo em que se assegura a conservação dos seus recursos naturais.

Isto posto, a presente tese objetiva propor um modelo de gestão de RSU diferenciado nas etapas de coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos, capaz de atender as prerrogativas legais em âmbito econômico, social e ambiental, e, que possibilite a implantação de um sistema econômico gerador de riqueza, emprego e renda num ambiente sustentável nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.

Para atender ao objetivo geral proposto, se faz necessária a execução de seis objetivos específicos, sendo estes:

- a) Caracterizar as fontes geradoras de RSU na mesorregião Oeste do Oeste Paraná;
- b) Avaliar o potencial de geração dos RSU nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030;
- c) Verificar se estão sendo implementadas as diretrizes e ações da PNRS previstas na Lei Federal 12.305/2010, que contempla a gestão dos RSU nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná;
- d) Apresentar métodos, processos e tecnologias para a coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos urbanos, vigentes;
- e) Propor um modelo de gestão de RSU diferenciado, que possibilite a consolidação de um sistema econômico sustentável com base da industrialização dos RSU a partir das especificidades econômicas, sociais e ambientais dos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná; e,
- f) Consolidar e sistematizar os resultados.

Para tanto, a pesquisa realizada para elaborar a presente tese, teve como área de abrangência os 50 municípios que compõem a Mesorregião Oeste do Paraná, conforme delimitação geográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Quanto

ao objeto de estudo, embora a geração de RSU possa ser classificada de acordo com sua origem e/ou natureza (doméstico, comercial, industrial e de serviço de saúde), destaca-se, que nesse trabalho, considerando-se a definição de resíduos estabelecida pela PNRS e o atual cenário de aproveitamento de resíduos sólidos na mesorregião Oeste do Paraná, foram definidos dois tipos de resíduos como objetos de estudo, sendo eles denominados: (i) resíduo domiciliar doméstico e (ii) resíduo comercial. Na análise, considerou-se na composição destes resíduos, essencialmente, o material orgânico (69%), os recicláveis (22%) e os rejeitos (9%). Tal escolha justifica-se dado o fato de que a metodologia de Morejon, Fabris e Laufer (2006), utilizada para a estimação do potencial de geração de RSU contempla os dados e procedimentos metodológicos desse tipo de fonte geradora de resíduos.

O período de análise do estudo prospectivo inerente a geração e gestão dos RSU no Oeste paranaense corresponde aos anos de 1980 a 2030, serviu para identificar a tendência de geração e impactos gerados pelo aumento da geração de RSU e seus modelos de gestão. Essa relevância temporal é defendida por Lustosa (2002), segundo a qual, os efeitos negativos sobre o meio ambiente são resultados de decisões e ações passadas, sugerindo uma interdependência temporal, revelando assim, um processo de mudanças contínuas e evidenciando incertezas com relação ao conhecimento dos impactos ambientais resultantes do crescimento econômico. Assim, o período de estudo serviu para demonstrar, quantificar e qualificar a geração de RSU nos municípios pertencentes a mesorregião Oeste, durante o período analisado, bem como auxiliou na execução dos objetos propostos nesse trabalho.

Dentre as justificativas evidenciadas para esse estudo, destacam-se seis elementos balizadores que permeiam a discussão da problemática da gestão dos RSU. Primeiro, justificou-se esse estudo dada a sua importância jurídico/legal. Considerando que há uma legislação vigente, em âmbito nacional, determinando que todos os resíduos devem ser reaproveitados/tratados e, somente os rejeitos destes processos devem ser dispostos em aterros sanitários e que, tal prerrogativa não está sendo cumprida.

Em segundo lugar, buscou-se apresentar uma contribuição bibliográfica, quanto ao levantamento de referências e revisão da literatura, pois evidenciou-se uma relativa escassez de trabalhos relacionados ao objeto de análise e a metodologia utilizada, uma vez que nos trabalhos indexados na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), prevaleceram os estudos de casos sobre a gestão dos RSU em municípios específicos. De forma, geral, alguns não apresentam

contribuições em âmbito territorial e primam pela contribuição superficial de uma problemática de importância relevante tanto em meio acadêmico, quanto econômico, social e ambiental, limitando assim, as suas aplicações na possível criação de políticas públicas para o desenvolvimento territorial sustentável.

Em terceiro lugar, amparou-se esta pesquisa, na validade dos seus aspectos técnico/científicos. Tal contribuição foi assegurada pela utilidade do trabalho aos demais e pelo que este estudo acrescenta ao conjunto do conhecimento científico do tema, ineditismo do mesmo e possível superação de lacunas no conhecimento sobre a gestão dos RSU não mais como um custo, mas como um fator de oportunidade para a geração de riqueza, emprego e renda aos municípios, principalmente os de pequeno porte, que não conseguem atender as prerrogativas da PNRS dada a sua baixa estrutura técnica/econômica/financeira e administrativa.

Em quarto lugar, destaca-se o potencial ganho econômico com a implantação de um sistema de gestão diferenciado de RSU nos municípios do Oeste do Paraná. Na Mesorregião supracitada, 54% dos municípios dependem essencialmente de transferências do Fundo de Participação Municipal (FPM), o qual é utilizado para a realização de obras e prestação de serviços públicos. Essa situação, associada às administrações frágeis em planejamento, pela dificuldade de formação de equipes qualificadas, tem resultado em desperdício de energia, de recursos públicos e incapacidade para alavancar desenvolvimento em seu território.

Em quinto lugar esta tese objetivou dar a sua contribuição quanto ao quesito de saúde/segurança à população dos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, pois uma das consequências de um manejo/descarte inadequado de resíduos está vinculado a potencial transformação destes como vetores de doenças e, portanto, à saúde/segurança pública; a contaminação de cursos d'água e lençóis freáticos.

Por fim, buscou-se apresentar a contribuição acadêmica desse trabalho, pois as pesquisas e os resultados obtidos poderão servir de subsídios informacionais para a orientação, formulação e implementação de ações de promoção do desenvolvimento social e regional, inclusive o pensar da política pública para a gestão dos RSU.

Essas justificativas em conjunto visaram demonstrar a possibilidade de um ambiente de desenvolvimento territorial sustentável para os municípios da mesorregião Oeste do Paraná, através de uma singular transformação nas bases econômicas/produativas e na organização social, resultante da mobilização das energias

da sociedade, explorando as suas capacidades e potencialidades específicas. Para tanto, pretendeu-se demonstrar um modelo de gestão adequado a capacidade econômica, social e institucional capaz de transformar a gestão dos RSU, atualmente vista como um problema, em um fator de oportunidade e negócio sustentável e sustentado, ao longo do tempo. Para tanto, o desenvolvimento regional sustentável da mesorregião Oeste do Paraná deverá levar em consideração as oportunidades sociais e a viabilidade competitiva da economia local, aumentando a renda e as formas de riqueza, ao mesmo tempo em que se assegura a conservação dos seus recursos naturais.

1.1 ESTRUTURA DA TESE

O presente trabalho, conforme apresentado na Figura 1, foi estruturado em cinco capítulos. No capítulo 1 contemplou-se a parte introdutória dessa tese, na qual foi realizada uma breve apresentação do assunto, o problema de pesquisa, escopo de estudo, o objetivo a ser alcançado e as justificativas do estudo.

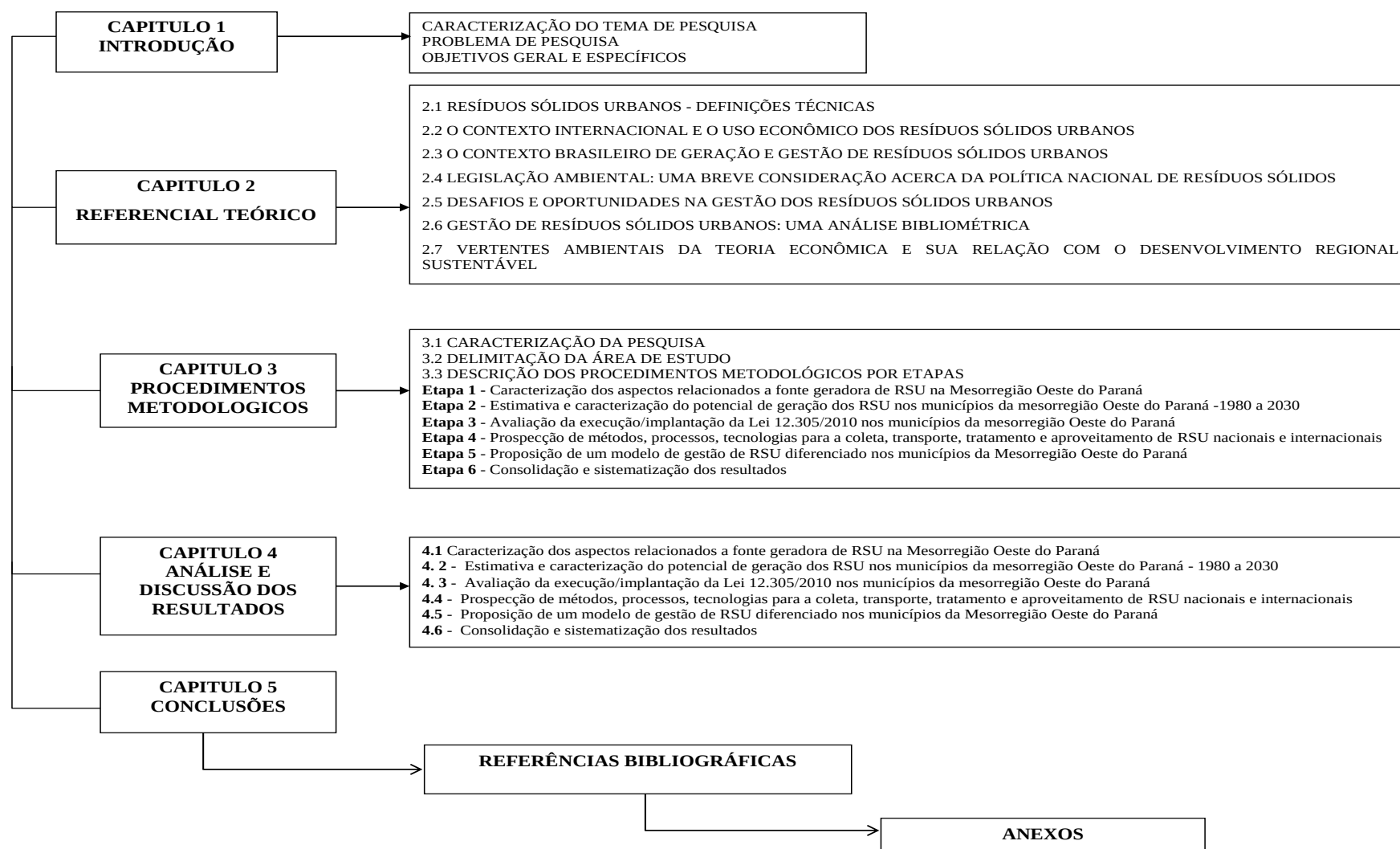
No capítulo 2 - referencial teórico, foi apresentada a definição técnica acerca dos Resíduos Sólidos Urbanos, discutindo-se a perspectiva de tratamento e aproveitamento em âmbito internacional e nacional. Em seguida, foi discutida a legislação ambiental existente no Brasil, apresentado os desafios e oportunidades na gestão de resíduos no país e, o levantamento bibliométrico acerca do tema discutido. Por fim, foi exposto na seção, a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável, a partir de uma perspectiva histórica e a apresentação e discussão sobre as vertentes ambientais vigentes na teoria econômica, por meio das teoria da Economia Ambiental e da Economia Ecológica.

No capítulo 3 - Procedimentos Metodológicos, contemplou-se a caracterização da pesquisa, seguida da apresentação de cada uma das etapas específicas realizadas inerentes à execução deste estudo, bem como as fontes de dados utilizados para a execução dos objetivos propostos.

No capítulo 4, foram apresentadas as análises e discussões dos resultados, bem como a contribuição acadêmica a que se propõe essa pesquisa, por meio da sistematização dos resultados obtidos. Por fim, o capítulo 5 traz as principais conclusões da pesquisa, tecendo recomendações e sugestões para estudos.

No anexo, deste trabalho, foram apresentados os documentos complementares (dados primários, resultados obtidos na Análise Fatorial e os questionários que foram enviados aos municípios do Oeste do Paraná).

Figura 1- Estrutura Organizacional dos Capítulos componentes da Tese



Fonte: Elaboração da Autora, 2017.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresentaremos a definição técnica acerca dos Resíduos Sólidos Urbanos, discutindo-se a perspectiva de tratamento e aproveitamento em âmbito internacional e nacional. Em seguida, foi feito o levantamento acerca da legislação ambiental existente no Brasil, apresentado os desafios e oportunidades na gestão de resíduos no país e, um estudo bibliométrico nas principais bases de pesquisa e periódicos nacionais e internacionais, sobre o tema discutido. Por fim, foi exposto na seção, a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável, a partir de uma perspectiva histórica e a apresentação e discussão sobre as vertentes ambientais vigentes na teoria econômica, por meio das teoria da Economia Ambiental e da Economia Ecológica.

Nesse sentido, foram explicitados os aspectos teóricos e metodológicos das correntes ambientalistas nas ciências econômicas que buscam explicar as relações existentes entre economia e meio ambiente, subsidiando as informações para a caracterização qualitativa e quantitativa das características econômicas, sociais e ambientais nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, possibilitando assim, a base para elaboração de propostas que tornem a gestão ambiental na mesorregião eficiente e com potencial de geração de emprego, renda e qualidade ambiental ao longo do tempo.

Mediante esse cenário, se fez importante o levantamento bibliográfico acerca da capacidade geradora de resíduos, bem como as formas de destinação, legislação existente e modelos de gestão praticados nacional e internacionalmente. Para tanto, buscou-se apresentar no presente capítulo, a contextualização sobre as definições, cenário de geração, gestão e aspectos jurídicos/legais que compõem a questão dos RSU no Brasil e em alguns países selecionados.

Assim, demonstrou-se, nesta seção, os modelos de gestão atualmente praticados pelas entidades administrativas brasileiras e, dessa forma, buscou-se identificar a conexão entre os modelos de tratamento de RSU, em um contexto mais amplo e a relação entre as atividades da mesorregião Oeste do Paraná, para a execução dos objetivos propostos. Tais aspectos foram utilizados como embasamento teórico e técnico para propor o modelo de gestão de RSU diferenciado para a mesorregião em estudo, possibilitando tornar a problemática ambiental em oportunidade de negócio rentáveis, sustentáveis e sustentados ao longo do tempo, para os municípios da Mesorregião Oeste Paranaense.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - DEFINIÇÕES TÉCNICAS

As diversas atividades inseridas nos processos produtivos têm como característica comum a geração de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos. Embora, estes resíduos sejam gerados desde tempos remotos, estes eram em quantidades bem menores e constituídos essencialmente de lixo orgânico, possibilitando assim, ao meio ambiente assimilá-los sem prejudicar os recursos naturais. Na atualidade, o volume de resíduos gerados é insustentável, dada a disposição incorreta e falta de tratamento adequado. Desse modo, se faz de extrema importância criar mecanismos e tecnologias capazes de otimizar a capacidade de coleta, tratamento, aproveitamento e disposição final destes resíduos.

Notadamente, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, por meio da Norma Brasileira - NBR10.004 define os Resíduos Sólidos como:

“aqueles resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004, p.1).

Philippi Jr. e Aguiar (2005), amplia a definição sobre os resíduos sólidos e inclui nesse conceito, todos os restos domésticos e resíduos não-perigosos, tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo da rua e os entulhos de construção civil (AGENDA 21, 1995).

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

Após esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, estes rejeitos não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010). Segundo a PNRS e o Sistema Nacional de Informações sobre os Resíduos Sólidos - SINIR (2016), par a

escolha do método de tratamento/aproveitamento e disposição final dos RSUs, deve-se levar em consideração as suas características de origem e nível de periculosidade.

Especificamente para a PNRS/2010, os resíduos sólidos podem ser ordenados em quatro categorias: orgânicos, inorgânicos, industriais e especiais. Segundo a classificação, os resíduos orgânicos são, essencialmente, compostos por alimentos e outros materiais que se decompõem na natureza, tais como cascas e bagaços de frutas, verduras, material de podas de jardins, entre outros. Os resíduos inorgânicos são compostos por produtos manufaturados, tais como plásticos, cortiças, espumas, metais e tecidos.

Os resíduos sólidos industriais são os gerados nos processos produtivos e instalações industriais. Podem ser descartados em estado sólido ou semissólido, como lodos e alguns líquidos contaminantes, que não podem ser lançados na rede pública de esgotos ou corpos d'água. E, os resíduos especiais, que apresentam riscos que ao meio ambiente e a saúde pública, podem ser gerados em atividades industriais, hospitalares, agrícolas, entre outras, e exigem cuidados especiais no seu acondicionamento, transporte, tratamento e destino final (BRASIL, 2010).

Os conceitos apresentados tornam evidente a diversidade e complexidade quanto a definição do que é e de como manipular os resíduos sólidos urbanos. Diante disso, a NBR 10.004/2004 aponta e orienta que os resíduos sólidos podem ser classificados quanto os riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, a natureza ou origem e de acordo com os seus componentes. Segundo tal classificação dos resíduos, foi apresentada no Quadro 1 a categorias e suas principais características, que norteiam entre outros pontos a forma de disposição adequada (ABNT, 2004).

Conforme exposto no Quadro 1, os resíduos são classificados, por categoria nas Classes I (Perigosos), II e II-A (Não-Inertes) e II-B (Inertes). Os pertencentes a primeira classificação apresentam risco à saúde público e/ou ao meio ambiente, dadas as suas características de inflamabilidade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Os resíduos do segundo grupo classificatório são não perigosos e apresentam como principais características a combustibilidade, biodegradabilidade e/ou solubilidade. Por fim, os resíduos inertes, não tem constituinte algum solúvel em concentração superior ao padrão de potabilidade de águas, após caracterização por teste específico de solubilização.

Essa classificação dos resíduos sólidos relativa ao grau de periculosidade que os constituintes presentes na massa resíduos podem apresentar, é adotada principalmente no licenciamento de sistemas de tratamento e de disposição final.

Quadro 1 - Classificação dos RSU quanto aos riscos potenciais de contaminação ambiental

Categoria	Características
<i>Classe I Perigosos</i>	Apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Classe II	Não Perigosos
<i>Classe II-A Não-Inertes</i>	Podem ter propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, porém, não se enquadram como resíduo perigoso.
<i>Classe II-B Inertes</i>	Não tem constituinte algum solúvel em concentração superior ao padrão de potabilidade de águas, após caracterização por teste específico de solubilização.

Fonte: ABNT, 2004.

Segundo o critério de classificação dos RSU quanto a natureza/origem, os resíduos podem ainda ser distribuídos em cinco classes: lixo doméstico ou residencial, comercial, público, domiciliar especial (entulho em obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus) e em lixo de fontes especiais (lixo industrial, radioativo, portos, aeroportos, terminais ferroviários, agrícola e de serviço de saúde) (MONTEIRO ET AL., 2001).

Contudo, a classificação quanto aos componentes dos RSU, pode variar em função das condições econômicas, sociais, culturais, geográficas e climáticas do local em que são geradas. Assim, segundo o autor, guardadas as proporções locais, a composição gravimétrica (percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo), analisada no Brasil, é composta, basicamente, por matéria orgânica (65%), papel (25%), metal (4%), vidro e plástico (3%).

Os resíduos sólidos são classificados ainda de acordo com o potencial de geração *per capita*, composição gravimétrica, peso específico aparente, teor de umidade e compressividade. Nesse contexto, a geração *per capita* relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerados diariamente e o número de habitantes de determinada região (MONTEIRO, 2001).

Diante dessa classificação, convencionou-se que a variação média de geração de RSU para o Brasil é de 0,5 a 0,8 kg/hab./dia. Com relação às regiões brasileiras, o ranking da crescente geração per capita de resíduos sólidos é: Centro-oeste com 1,47 kg/hab./dia; Norte com 1,15 kg/hab./dia; Nordeste com 1,03 kg/hab./dia; Sudeste com 0,88 kg/hab./dia; e, Sul com 0,81 kg/hab./dia (BRASIL, 2009). Contudo, estudos mais recentes demonstraram que no Brasil, a geração total de resíduos foi de 218.874 t/dia, o que representou um potencial *per capita* de 1,062 kg/hab./dia (ABRELPE, 2015).

Considerando a taxa de crescimento de geração de lixo e aumento populacional, a geração *per capita* de resíduos cresce bem mais que a taxa de urbanização, em termos globais.

O ritmo desse aumento deve ser arrefecido, mas, com a expansão da população e da renda, a estimativa é que em 2020 sejam atingidos 2,2 bilhões de toneladas anuais de resíduos sólidos, das quais, cerca de 30% não serão coletadas. Assim, junto a escassez de estoques de recursos em um horizonte não muito longo de tempo, o atual modelo de produção e consumo impõe à sociedade um grande desafio relacionado à disposição final da crescente quantidade de resíduos gerados mundialmente (ISWA, 2017; GVCES, 2013).

Assim, nas diferentes esferas de atuação, questões essenciais para a existência do “lixo” em nossa sociedade devem fazer parte do debate sobre os atuais padrões de produção e os hábitos de consumo. A necessária harmonização das diferentes legislações sobre o tema e também sobre os interesses econômicos, por meio de contratos de serviços de limpeza urbana e coleta de lixo, solicita atenção da agenda política.

O outro aspecto econômico dessa discussão, refere-se às inúmeras possibilidades de geração de valor nessa cadeia, seja no pré ou pós-consumo. Para tanto, a reformulação dos padrões coleta, separação, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos, pode transformá-los em recursos produtivos e oferecer oportunidades, como geração de energia e insumos para agricultura e outros setores industriais, além de soluções inovadoras aos desafios de múltiplos contextos, como estabilização do clima, por meio das possibilidades de aproveitamento energético.

Conforme apresentado, há uma complexidade que envolve a definição/caracterização dos RSUs. Desse modo a caracterização dos resíduos gestados segundo os seus componentes físicos, químicos e/ou biológicos servem para auxiliar na identificação da maneira correta de coleta, tratamento, aproveitamento e disposição final, ambientalmente adequada. Desse modo, visando identificar as tecnologias de tratamento/aproveitamento de RSUs disponíveis em âmbito internacional, foi apresentado na seção 2.2. O levantamento acerca dos processos e gerenciamento de resíduos implantados em países selecionados da União Européia, bem como o uso econômico dos RSUs.

2.2 O CONTEXTO INTERNACIONAL E O USO ECONÔMICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo o Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVCES, 2013), muitos países da União Europeia (UE) têm obtido sucesso na gestão dos resíduos sólidos orientados por uma

série de diretrizes, baseadas pelo princípio da responsabilidade estendida do produtor¹. Dentre essas diretrizes destaca-se uma, aprovada em 2008, que estabelece a meta de que 50% de todos os resíduos gerados deverão ser reciclados até 2020. Países como a Alemanha, Áustria, França, Holanda, Suécia e Suíça já ultrapassaram esse patamar.

Em contrapartida, países recentemente incorporados a UE têm desempenho muito precário. Embora, um recente estudo da Agência Ambiental Européia mostre que caiu o número de países que destinam mais de 75% de seus resíduos a aterros e o aumento da quantidade de países que reciclam mais de 25% de seu lixo, uma das maiores dificuldades (não só na Europa), ainda reside na capacidade e criação de mecanismos para o correto reaproveitamento do lixo orgânico (ABRAMOVAY, SPERANZA e PETITGAND, 2013).

Ainda segundo o autor, na França, 50% das matérias-primas utilizadas na indústria vêm da reciclagem. Trata-se de uma atividade altamente profissionalizada, que permitiu a recuperação e o reuso, em 2011, de 15 milhões de toneladas de resíduos, evitando a emissão de 20 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂). No país, o setor de recuperação de materiais faturou cerca de € 11,4 bilhões em 2010, tendo crescido 8,5% ao ano, desde o início do século XXI.

Em termos de ganho econômico com o uso dos resíduos gerados, no mercado global do lixo, da coleta até a reciclagem, registra-se uma movimentação de cerca de US\$ 410 bilhões por ano (R\$ 940 bilhões de reais). No Relatório da União Europeia estimou, em 2012, que a adoção completa da legislação ideal sobre lixo traria, ao final desta década, uma economia de 72 bilhões de euros (R\$ 216 bilhões de reais), o que representou um aumento de 42 bilhões de euros (R\$ 126 bilhões) no faturamento do setor de coleta e reciclagem de resíduos sólidos e a criação de mais 400 mil empregos no setor, que já oferece 2 milhões de postos de trabalho (SENADO FEDERAL, 2014).

Na Alemanha, com a implementação da Lei da Gestão dos Resíduos e do Ciclo Fechado de Substâncias, que entrou em vigor em 1994 e rege a gestão dos resíduos no país, evidencia-se notáveis resultados e ampliação ambiciosa de metas no aproveitamento dos RSUs gerados. Com isso, o Governo alemão visa alcançar a recuperação quase completa dos RSUs gerados, e assim, eliminar o envio de resíduos para aterros sanitários até 2020. Para tanto, denota-se no país relativo sucesso em obter crescimento econômico, sem acarretar em maior geração de lixo, pois entre os anos 2000 e 2008 o PIB nacional cresceu cerca de 10%, em termos

¹ Esse conceito indica o fabricante e/ou importador de um determinado produto como responsável pelo seu ciclo de vida e, especialmente, por sua coleta, reciclagem e disposição final, a fim de consolidar um modelo em que aquele que oferece os produtos e os serviços assumam as consequências com relação ao destino dos remanescentes daquilo que foi consumido (GVCES, 2013).

reais, e o volume de lixo gerado caiu aproximadamente 15% (ABRAMOVAY, SPERANZA e PETITGAND, 2013).

Com base nesses resultados, percebe-se que a Alemanha lidera o ranking de práticas sustentáveis para a gestão, reciclagem e reaproveitamento do lixo gerado. Tais resultados são fruto de uma Política Ambiental criada em 1972, e uma forte cultura de reuso dos resíduos sólidos. Nesse contexto, destaca-se que o país recicla 96% do resíduo de alumínio gerado, 90,2% do papel, 86,1% do vidro e 49,4% do plástico. Em linhas gerais, 63% de todos os resíduos urbanos são reciclados na Alemanha (46% por meio de reciclagem e 17% através de usinas de compostagem), contra uma média continental de 25%. Se, entre seus vizinhos 38% do lixo é destinado à aterros sanitários, na Alemanha a taxa é virtualmente zero, pois, cerca de 8 em cada 10 quilos de lixo não reaproveitado são incinerados, gerando energia a economia local (SENADO FEDERAL, 2014a).

Dentre as práticas sustentáveis de aproveitamento de RSU na Alemanha destaca-se o uso de biodigestão e de compostagem, visando o aproveitando total dos resíduos orgânicos produzidos. O primeiro case de sucesso apresentado destaca o uso de biodigestores no Aterro Sanitário de Marl na Alemanha. A partir de uma medida legal, que proibia o uso de matéria orgânica na fabricação de rações, em 2006, uma empresa percebeu a oportunidade no mercado de tratamento de resíduos sólidos orgânicos e investiu fortemente em pesquisa e aperfeiçoamento de tecnologias no intuito de gerar biogás e biodiesel destes resíduos assim como de resíduos resultantes de óleos de frituras. No biodigestor de Marl são tratados, diariamente, os resíduos orgânicos municipais ou urbanos de restaurantes, padarias, feiras, supermercados, frigoríficos, óleos de frituras de indústrias e restaurantes, entre outros em um raio de 150 km da cidade de Marl, atingindo inclusive grandes cidades como Frankfurt, Colônia e Dortmund (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013).

Conforme exposto pelo Portal, todo o investimento custou a empresa 9,2 milhões de euros, e em relação aos subprodutos gerados, têm-se a comercialização de energia gerada durante o processo para a cidade, assim como biofertilizante para agricultores locais. O calor residual dos motores também é comercializado com indústrias locais. Este empreendimento permite um investimento massivo em inovação tecnológica contribuindo significativamente para o desenvolvimento social, econômico e intelectual dos habitantes de Marl.

Essa prática também apresentou resultados de sucesso no Estado da Saxônia-Anhalt, região leste da Alemanha. A usina de biogás Könnern representa um marco na iniciativa européia pela busca da diversificação da matriz energética no continente. Fruto de um investimento de 30 milhões de Euros, a usina destaca-se por ser a primeira do gênero com

tecnologia para distribuir biometano, que é o biogás livre de impurezas, em regiões distantes de onde é produzido.

Em operação desde 2009, a usina de Könnern fornece 15 milhões de metros cúbicos (m³) de biometano por ano à rede nacional de gás da Alemanha, sendo então redistribuído para residências e indústrias do país. Seu principal emprego é na conversão do biometano em energia elétrica, através do uso de geradores, utilizada em sistemas industriais e residenciais. Em especial nas casas a energia elétrica gerada é direcionada para o sistema de calefação. Sem Könnern, seria necessária a construção de uma usina com potência de 17 MW para atender a esta demanda (BGS, 2013).

Segundo o estudo ainda informa, a geração de biogás se por meio da utilização de rejeitos do setor agrícola e criação de animais, como dejetos bovinos, suínos e milho. A usina tem parceria com 30 agricultores e pecuaristas locais, que fornecem 120 mil toneladas de rejeitos por ano. Para cada tonelada de rejeito, 125 m³ de biogás são gerados. Por ser, reconhecidamente uma das potências mundiais na produção de energia a partir do biogás gerado por biodigestores, com a implantação e funcionamento de 3,7 mil usinas de biogás, a Alemanha, tem como resultado dessa iniciativa, o desligamento de três reatores nucleares no país. Até o ano de 2022, a meta alemã é desativar todas as suas usinas nucleares, que atualmente correspondem a uma potência instalada de 20 mil MW, substituindo-as por fontes renováveis e mais seguras, sendo uma delas o biogás. Tais exemplos servem para comprovar que, quando bem planejado, o setor pode ser altamente viável.

O segundo tipo de tecnologia empregada com sucesso para o aproveitamento de resíduos, segundo Portal Resíduos Sólidos (2013) é utilização de Usinas de Compostagem, em Salerno-Itália, e, em Bremen-Alemanha e, a Usina de Tratamento Integrado de Resíduos Sólidos Orgânicos em Ypres, na Bélgica – que utiliza o Sistema de biodigestor e de compostagem, conjuntamente.

Na cidade de Salerno, com 140 mil habitantes, localizada na região de Campânia, foi instalada em 2011 uma usina de compostagem industrial que serve de modelo para o país e para a Europa, pois consegue converter os resíduos orgânicos em composto com técnicas eficientes, práticas e de baixo custo para a comunidade. A biodigestão anaeróbia ocorre em 3 taques de formato cilíndrico hermeticamente fechados. O metano resultante do processo de decomposição da biomassa flui por diferença de pressão para um tanque e posteriormente é conduzido para os dois motores de combustão para a geração de energia elétrica.

O sistema é calibrado para uma produção anual de 3,5 milhões de KW, gerando lucros de mais de € 550.000/ano. Nesse cenário, a usina é responsável pelo tratamento de 23.000

toneladas/ano de resíduos orgânicos domiciliares e 7.000 toneladas/ano de resíduos verdes oriundos do sistema de coleta seletiva municipal, sendo que sua capacidade de processamento diário é de 72 toneladas de Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos (FORSU) e mais 22 toneladas/dia de resíduos verdes.

Quanto a Usina de Compostagem de Brenem, existem dois sistemas de compostagem, um para os resíduos verdes e outro para os resíduos domiciliares. Os resíduos verdes são triturados por máquinas especiais e depois separados de acordo com o seu tamanho. O tratamento acontece a céu aberto. Depois de triturados e misturados, os resíduos são amontoados em pilhas de até 3 m de altura. As pilhas são colocadas em um solo perfurado para facilitar a circulação de oxigênio dentro das mesmas e aumentar a eficiência do processo. Milhares de microorganismos são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica sob uma temperatura interior controlada de 70°C. Nesta temperatura todos os organismos prejudiciais a decomposição são mortos. Depois do processo, o composto é então filtrado e impurezas são retiradas (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013b).

Os resíduos orgânicos domiciliares são tratados em um depósito completamente fechado, impedindo que os odores do processo alcancem o meio ambiente. A mistura das pilhas acontece de forma automatizada onde um guindastes comandado por computador se encarrega de misturar toda a matéria orgânica em um espaço de aproximadamente 250 m². Por ano são processadas mais de 23.000 toneladas de resíduos orgânicos domiciliares nesta central. Todos os gases gerados no processo de compostagem dentro do depósito são retirados pela tubulação do sistema de filtragem.

Por fim, na cidade de Ypres, Bélgica, o tratamento de resíduos sólidos orgânicos é feito a partir de um sistema integrado de Biodigestores e usina de Compostagem. A usina está operando desde julho de 2003, onde integram-se a digestão anaeróbia e a compostagem, com capacidade de processamento de cerca de 55.000 t/ano de fração orgânica, oriunda da coleta diferenciada de resíduos sólidos urbanos. A usina, além de produzir energia, térmica e elétrica, suficiente para as próprias exigências, é capaz de distribuir mais do 50% da eletricidade produzida para a rede pública, fornecendo de eletricidade “verde” mais de 2.000 casas e graças à integração com o sistema de compostagem, é capaz de produzir cerca de 19.000 t/ano de composto de qualidade.

Assim, confrontados com o desafio de harmonizar o acelerado crescimento da demanda de energia com a necessidade de equacionar a gestão com o potencial de geração de resíduos, países têm optado por investir nas tecnologias de geração de energia e subprodutos a partir do aproveitamento energético do lixo.

Para tanto, foi apresentado na Tabela 1, as principais formas de tratamento, aproveitamento e destinação final dos resíduos em alguns países selecionados. Conforme exposto, a forma mais utilizada de descarte de resíduos nos países selecionados foi em lixões e/ou aterros (sanitários ou controlados), principalmente nos países da América Latina, Estados Unidos, Hungria, Reino Unido, Portugal e República Tcheca. A destinação para usinas de incineração ocorre em menor proporção que a destinação de resíduos para reciclagem ou compostagem. Está última é mais representativa na Suécia (42%), Estados Unidos e Espanha (32%) e França (27%).

A partir da comparação entre as formas de destinação de RSU e os seus respectivos IDHs verificou-se que os países com índices de alto desenvolvimento (valores entre 0,85 e 0,91) utilizam como forma de gestão/tratamento/aproveitamento as usinas de incineração e/ou compostagem e reciclagem, caso dos Estados Unidos, Suécia, Reino Unido, Itália, França e Espanha.

Por outro lado, países com IDH menor que 0,83, utilizam, de forma mais ativa a destinação de resíduos em lixões e ou aterros sanitários, caso do Brasil, Colômbia, Argentina, e em menor grau a destinação para usinas de incineração, compostagem e reciclagem. Em tese, tais resultados refletem nível de preocupação com as questões pertinentes a gestão do resíduos gerados, e, a capacidades econômico-financeira de gestão dos mesmos.

Tabela 1 - Formas de destinação dos RSU e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em alguns países selecionados - 2014

País	IDH (2014)	Lixões ou Aterros (%)	Incineração*(%)	Compostagem e Reciclagem (%)
Brasil	0,75	89	-	11
Rep. Tcheca	0,87	76	14	10
Espanha	0,87	62	6	32
França	0,88	41	32	27
Itália	0,87	58	8	34
Portugal	0,83	73	20	7
Reino Unido	0,90	79	7	14
Hungria	0,82	92	6	2
Suécia	0,90	9	47	43
EUA	0,91	54	13	32
Argentina	0,83	95	-	5
Colômbia	0,72	95	-	5

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al., 2014; Datasmacro, 2017; Nações Unidas para Desenvolvimento (UNDP, 2014). *com recuperação energética.

Contudo, destaca-se que, em países desenvolvidos há uma ampliação da visão ambiental relacionada a aplicação de mecanismos e instrumentos regidos por políticas públicas de gestão dos RSUs, pois além das características ambientais relacionadas a esse

gerenciamento, tem-se a possibilidade de ganhos econômicos e sociais, auferidas a partir da industrialização dos resíduos gerados.

No que diz respeito as tecnologias de aproveitamento energético, as duas vias principais em escala mundial são a queima direta em usinas de resíduos-energia e a queima do biogás produzido a partir da decomposição da matéria orgânica do lixo, em aterros sanitários.

Segundo Senado Federal (2013b), no mundo, existem, aproximadamente 1,5 mil usinas térmicas, distribuídas em 35 países, as quais são verificadas em maior número no Japão, União Européia, China e Estados Unidos da América. Tal relação pode estar associada a falta de área para disposição dos resíduos gerados. Nesse contexto, tal fator limitante é visto como positivo, pois incentiva a busca por desenvolvimento de tecnologias ligadas ao processamento e aproveitamento dos RSU produzidos, tornando o sistema economicamente viável e com menor capacidade de impacto negativo ao meio ambiente.

Conforme estudo ainda demonstra, a partir da utilização deste tipo de tecnologia, tem-se a possibilidade de reduzir a cerca de 10% o volume de entrada de resíduos nestas usinas, transformando-os em cinzas, que, podem ser aproveitadas como base de asfalto ou na construção civil. No processo, produz-se energia elétrica, vapor, água gelada e combustível. A tecnologia de queima ideal, que reduz a um mínimo os impactos ambientais, necessita de um alto investimento, inviabilizando este tipo de aproveitamento, principalmente em países subdesenvolvidos, onde a geração de RSU orgânicos ocorre de maneira mais evidente (69% do total de resíduos gerados). Por outro lado, a compostagem tem sido incentivada principalmente na Europa Ocidental. Nos Estados Unidos, existem 87 usinas resíduos-energia, que processam 28 milhões de toneladas de lixo. Desde a década de 1990, todas elas passaram por modernizações determinadas pela *Environmental Protection Agency* (EPA), restringindo as emissões de gases tóxicos ou prejudiciais à saúde.

No Japão produz-se cerca 52 milhões de toneladas de resíduos domiciliares. Mas, por existir uma lei municipal específica para a reciclagem, a classificação e aproveitamento destes resíduos varia de uma região para outra e pode englobar mais de dez categorias (de tampinhas a eletrodomésticos e pequenos aparelhos (até 30 centímetros), e, os grandes devem ser recolhidos por um serviço especial). Contudo, em 2010, 77% dos materiais plásticos gerados foram reciclados; de garrafas PET chegou a 72% e as latas, de forma geral, cerca de 88%.

De forma geral, em um país com 128 milhões de pessoas e pouco espaço para aterros, principalmente em metrópoles como Tóquio, a incineração é a forma de tratamento utilizada em 80% do lixo gerado. Não obstante, desde a década de 1990, o país vem investindo em

métodos menos poluentes para diminuir a emissão de gases tóxicos que saem das centrais de incineração (EMBAIXADA DO JAPÃO, 2012; SARMENTO, 2012).

Na América Latina e Caribe (ALC) os Resíduos Sólidos Domésticos (RSD) representam 67% do total de resíduos gerados e, o índice de cobertura da coleta é de cerca de 89,9%. Em países como Argentina, Chile, Colômbia, República Dominicana, Trinidad e Tobago, Uruguai e Venezuela os níveis de coleta de RSU são de aproximadamente 100%. Quanto a forma de destinação dos RSU coletados no continente, 55% são encaminhados para aterros sanitários e 45% não recebem nenhum tipo de tratamento adequado. Os custos associados a gestão dos RSU são em boa parte de responsabilidade dos municípios, o qual está embutido na cobrança do IPTU local (GRAU ET AL., 2015).

Ainda segundo os autores, apenas 19,8% dos municípios apresentam plano de gerenciamento de resíduos. No que concerne a índices de reaproveitamento, apenas 2,2% são encaminhados para reciclagem formalmente. Na ALC, o aproveitamento dos materiais recicláveis é feito principalmente pelo setor informal através de catadores, na zona urbana, os quais totalizam, estimativamente, cerca de 4 milhões de pessoas. No entanto, na maioria dos países da região não há dados oficiais sobre as taxas de reciclagem, compostagem e/ou aproveitamento energético.

Contudo, em relação as boas práticas para o gerenciamento de resíduos na América Latina, segundo Senado Federal (2014a), destaca-se a atuação e medidas implantada no Peru. Com uma população de cerca de 18,6 milhões de habitante e uma produção diária de 18,7 mil t/dia de resíduos, em 2003 uma organização peruana conseguiu excelentes resultados implantando soluções que se adaptaram às necessidades de cada localidade. A Ciudad Saludable (Cidade Saudável) viu, nos problemas de lixo e poluição da pequena cidade de Carhuaz, uma oportunidade de construir uma indústria, baseada na comunidade, de sistemas eficazes de gestão de resíduos sólidos.

Dentre as medidas implementadas, a organização aplica alguns parâmetros básicos, como assegurar que, mesmo quando terceirizados, os serviços de remoção sejam coordenados por funcionários públicos; combater o despejo ilegal de lixo; promover campanhas educativas para pessoas e instituições; fixar rotinas de coletas organizadas pelas comunidades em microempresas de reciclagem; e criar fazendas orgânicas onde agricultores são treinados no uso de compostagem. Como resultado, ganhou diversos prêmios internacionais e mais de 100 governos locais em três continentes já adotam os sistemas integrais de gestão de resíduos. E, em cerca de 300 municípios adotou-se a coleta seletiva, incentivada a partir de subsídios

federais, o que gerou em 2013, a recuperação de mais de 10 mil toneladas/mês de recicláveis, no país.

Embora sejam apresentados casos de sucesso na gestão dos RSU no mundo, verificou-se que as ineficiências e gargalos no sistema, estão, associadas, em sua maioria, aos problemas econômico/financeiros dos gestores públicos e recursos técnicos/financeiros para solucionar os problemas ligados à gestão de resíduos sólidos. Ignorando-se, muitas vezes, a possibilidade de estabelecer parcerias com segmentos que deveriam ser envolvidos na gestão e na busca de alternativas para a implementação de soluções, a partir de implantação de parcerias público-privadas e legislações eficientes.

Assim, a partir do que foi possível perceber no contexto de gerenciamento internacional, buscou-se fazer o levantamento do cenário de gestão nos municípios brasileiros e identificar as potencialidades e gargalos técnicos existentes no país. Para tanto, na seção 2.3 foi apresentado o ambiente de geração, coleta, tratamento e aproveitamento de resíduos, bem como a existência de tecnologias aplicadas ao uso econômico dos RSUs em âmbito nacional.

2.3 O CONTEXTO BRASILEIRO DE GERAÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A geração de resíduos sólidos é resultado, entre outros fatores, dos padrões de consumo, do modo de vida adotado em cada comunidade e das atividades econômicas produtivas existentes. Via de regra, a quantidade de RSU domésticos gerada por habitante é maior nas cidades de grande porte, e também nas regiões e países mais desenvolvidos, uma vez que o fluxo de circulação de mercadorias e a geração de embalagens descartáveis, obsolescência de objetos e equipamentos ocorre em um ritmo mais acelerado que nos demais locais (PHILIPPI JR. e AGUIAR, 2005).

Assim, segundo o Relatório ABRELPE, no ano de 2015, os hábitos de consumo brasileiros foram responsáveis pela geração de 79,9 milhões de toneladas de RSU, sendo que a comparação entre a quantidade de resíduos gerada e o montante coletado resultou em um índice de cobertura de coleta de 90,8% no país. Contudo, desse montante, aproximadamente 7,3 milhões de toneladas (41,3%) de resíduos não foram coletados e conseqüentemente, ou seja, ainda foram destinados a locais de descarte impróprio (lixões, vazadouros a céu aberto, terrenos baldios).

Com relação aos tipos e quantidade de unidades de processamento de resíduos, segundo o Sistema Nacional de Informação em Saneamento (SNIS), em 2014 foram registradas

3.713 unidades de processamento de RSU no Brasil, das quais, 1.297 são lixões, 701 aterros controlados e 707 aterros sanitários. Vale destacar que do total de lixões ainda em funcionamento no Brasil, 57% destes estão localizados na região nordeste; 15% no Centro-Oeste; 14% na Norte; 9% no Sudeste e 3% na Sul. Em contrapartida, somente verifica-se uma maior disponibilidade de aterros sanitários nas regiões Sudeste, com 361 aterros (51% do total) e Sul, com 203 (28%).

O Relatório ainda demonstra que a disposição de RSU no solo, na qual congrega-se o descarte em unidades de triagem (galpões e usinas) somam 472 pontos. Vale destacar que a maioria destas unidades (89%) encontra-se na região Sudeste e na região Sul, onde somam 268 e 153 unidades, respectivamente. No que diz respeito à compostagem verifica-se a presença de 72 unidades (pátio ou usina) cadastradas para atender os 5.570 municípios brasileiros. O banco de dados conta com 56 unidades localizadas na região Sudeste e 9 na região Sul. O restante de 7 unidades se distribui em: 4 na região Centro-Oeste, sendo que destas 2 estão no Distrito Federal; 2 na região Nordeste; e, uma na Norte. Apesar da possibilidade de alguma subestimação no conjunto dessas unidades, tais números denotam claramente a enorme deficiência do País nesse campo, em maior evidência ainda quando se admite o alto percentual de parcela de matéria orgânica presente na massa de resíduos domiciliares.

Além disto, evidenciou-se que, no Brasil, os resíduos ainda são vistos e tratados como “lixo”, em vez de recursos que podem ser reaproveitados, esses dados também revelam que há muito a ser feito na adequação das formas de disposição final dos resíduos e na diminuição das disparidades de condições socioeconômicas e infraestrutura em diferentes regiões do País.

De modo que, ao analisar a forma de destinação dos resíduos coletados, por município e região administrativa a que pertence, conforme expresso na Tabela 2, identificou-se que 27,8% dos municípios do país ainda destinam os resíduos gerados especificamente para lixões; 31,8% destinam à aterros controlados e 40% à aterros sanitários. Dentre as regiões brasileiras, a Norte é a que apresenta o maior número de municípios que utilizam esse tipo de descarte (54%), seguidos da Região Nordeste (46%), do Centro-Oeste (33%), do Sudeste (12%) e Sul (10%).

A geração de RSU da Região Sul do Brasil, em 2015, foi de aproximadamente, 22.328 ton./dia, das quais 94,3% foram coletadas. Os dados indicam crescimento de 2,1% no total coletado e aumento de 1,8% na geração de RSU, em relação ao ano de 2013. Assim, do total de resíduos coletados na região, cerca de 6.176 ton./dia (29,3%), foram destinadas para lixões e/ou aterros controlados.

Tabela 2 - Municípios brasileiros e a forma de destinação de resíduos sólidos urbanos adotada

Destinação Final	Regiões e Brasil						%
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil	
Aterro Sanitário	97	456	165	820	706	2.244	40
Aterro Controlado	110	504	148	646	366	1.774	31,8
Lixão	243	834	154	202	119	1.552	27,8
Brasil	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570	100

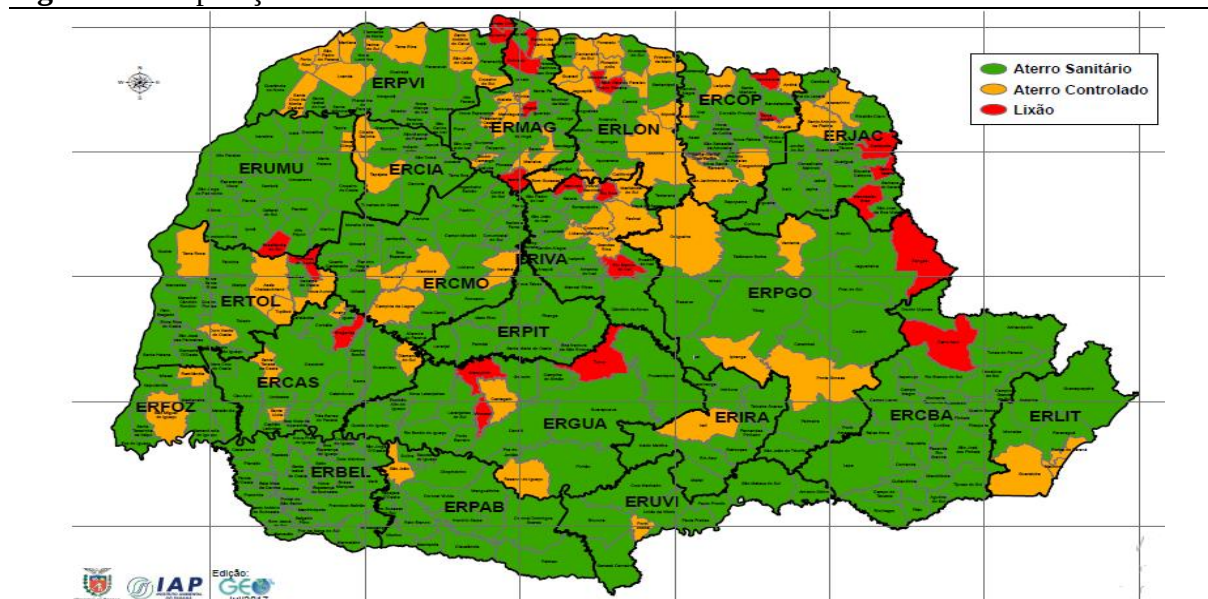
Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, 2015.

Especificamente em relação ao diagnóstico da situação da geração, disposição e tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos no estado do Paraná, realizado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2017), estimou-se, a partir de dados apresentados pela ABRELPE (2015), que a geração diária no Paraná é de 12.052.196 kg de RSU, ou seja, 1,07kg/hab/dia. Composto por 399 municípios, destes, 301 (75,4%) dispõe os RSU em áreas de aterro sanitário devidamente licenciadas pelo IAP, 74 (18,5%) dispõe em áreas de aterro controlado e 24 (6,0%) dispõe em áreas de lixão.

Regionalmente, embora seja possível identificar a forma de destinação de RSU entre todas as mesorregiões paranaenses, conforme apresentado na Figura 2, destaca-se o cenário de gestão dos municípios do Oeste do Paraná, objeto de estudo desse trabalho. Conforme exposto no mapa, a mesorregião Oeste Paranaense, composta por 50 municípios, é subdividida em três escritórios regionais pelo IAP, sendo estes: Escritório Regional de Cascavel (ERCAS); Escritório Regional de Foz do Iguaçu (ERFOZ); e, Escritório Regional de Toledo (ERTOL). Conforme análise da Figura, 4% dos municípios do Oeste do Paraná dispõem RSU em lixões; 22% em aterros controlados e 74% em aterros sanitários, ou seja, 26% dos municípios do Oeste Paranaense ainda destinam RSU para locais inadequados (lixão e/ou aterro controlado).

Contudo, embora ainda não tenha sido erradicada a destinação de resíduos aos aterros controlados e lixões da região, houve redução significativa da disposição de RSU em áreas inadequadas, tendo em vista que no ano de 2012 a quantidade de RSU destinada em locais inadequados representava 30% da geração total no Estado do Paraná e, em 2017 esse percentual é de 18% da quantidade total de RSU, ou seja, uma redução substancial (60%) da má disposição dos resíduos em áreas inaptas.

Figura 2 - Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Estado do Paraná - 2017



Fonte: Instituto Ambiental do Estado Paraná - IAP, 2017.

Percebeu-se então que, os avanços na destinação final dos resíduos sólidos urbanos ocorreram nos municípios que optaram por destinações consorciadas/conjuntas ou em empresas terceirizadas. A própria Política Nacional de Resíduos Sólidos tem como um de seus instrumentos o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

No processo, foi possível verificar que, mesmo havendo avanços nos indicadores tanto na mesorregião Oeste quanto nos demais municípios paranaenses, a problemática ambiental, em muitas das vezes não recebe a mesma atenção quanto à execução e planejamento de políticas econômicas ou sociais, embora estas não possam mais ser analisadas de maneira dissociada uma da outra. Assim, com base no cenário de geração dos RSU brasileiro, fez-se pertinente a apresentação e discussão acerca do levantamento teórico e bibliográfico referente a legislação ambiental brasileira e os modelos de gestão/tratamento atualmente praticados em território nacional.

2.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E MODELOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS: UMA BREVE CONSIDERAÇÃO ACERCA DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) E SUA APLICAÇÃO

O primeiro e significativo passo encetado no Brasil para a tutela jurídica do meio ambiente coincide com a edição do Código Civil de 1916. Nas décadas seguintes, começou a

florescer legislação tutelar do meio ambiente no Brasil, com o aparecimento de diplomas legais permeados por alguma regras específicas atinentes a fatores ambientais. A partir da década de 1960, com a emergência do movimento ecológico, novos textos legislativos aparecem, informados por normas mais diretamente dirigidas à prevenção e controle da degradação ambiental (MILARÉ, 2005).

Porém, foi somente a partir das representações oficiais, reveladas publicamente na Conferência das Nações Unidas, em 1972, que evidenciou-se a ausência de leis, normas ou regras de organização do espaço de constituição da política ambiental brasileira. Segundo Motta (1994), o crescimento econômico e a preservação ambiental eram considerados antagônicos, pois considerava-se, à época, uma contradição entre os benefícios de curto prazo advindos do crescimento econômico, que podem ser reduzidos por gastos em controle ambiental, e os custos de longo prazo resultantes da deterioração do meio ambiente e da exaustão dos recursos naturais.

A partir da década de 1980 evidenciou-se uma melhora quanto aos métodos para o diagnóstico de problemas ambientais e o impulso observado pelo movimento ecológico, com base no avanço tecnológico, experimentado no período. A disseminação do conceito de sustentabilidade trazido pelo Relatório Brundtland no final do década trouxe à luz, ainda que de forma tímida, a necessidade de uma gestão mais eficiente do aumento do volume dos resíduos sólidos gerados pela população decorrente do aumento do consumo e do crescimento econômico das regiões (LIMA ET AL., 2014).

Então, em 05 de janeiro de 2007 foi sancionada a Lei Federal Nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Para efeitos desta Lei, considera-se saneamento básico o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, bem como drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A partir destas legislações gerais ao meio ambiente considerando que o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB) prevê em um dos seus objetivos, o manejo correto dos resíduos sólidos e, visando superar os principais desafios da correta gestão dos RSU, fez-se necessário encarar o setor de resíduos sob novas perspectivas, que foram alcançadas a partir da sanção da Lei Federal Nº 12.305, em agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (MMA, 2010).

Destaca-se no processo que, em termos históricos, essa Lei foi sancionada após 20 anos de discussões e 29 anos depois do lançamento da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, em 31 de agosto de 1981 (Lei Federal Nº 6.938/1981) e, a criação de o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e do Conselho Nacional do Meio Ambiente -

CONAMA. Dentre os seus marcos regulatórios, a PNRS estabelece diretrizes para a gestão integrada e gestão de resíduos sólidos urbanos (inertes e perigosos) (LIMA ET AL. 2014).

Vê-se então que a PNRS dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, inclusive os resíduos perigosos, às responsabilidades dos geradores, do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Sendo que, estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Assim, a Legislação vigente ainda trata do desenvolvimento sustentável, ecoeficiência, cooperação entre as diferentes esferas do poder público, setor empresarial e demais segmentos da sociedade, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, reconhecimento dos resíduos como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda. Dentre os objetivos instituídos, destaca-se a proteção à saúde pública e de qualidade ambiental; não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; estímulo a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; gestão integrada de resíduos sólidos, adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas, visando minimizar impactos ambientais.

Quanto aos instrumentos apresentados pela PNRS, vale destacar: os planos de resíduos sólidos, a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa, incentivo a criação e desenvolvimento de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis e avaliação de impactos ambientais, por exemplo (BRASIL, 2010).

E, conforme os critérios estabelecidos pela legislação, a destinação final deve ser feita de maneira a garantir a maior reintegração dos resíduos sólidos no sistema produtivo, sendo observada a viabilidade técnica e econômico-financeira dos projetos. Assim, a partir das definições de resíduos sólidos, rejeitos, destinação final e disposição final, a PNRS deixa claro que os novos sistemas a serem implantados deverão respeitar uma ordenação básica de processos até o descarte final, ou seja, todos os resíduos deverão ser reaproveitados e/ou tratados, e somente os rejeitos destes processos poderão ser dispostos em aterros sanitários (ABRELPE, 2012).

Quanto as disposições gerais, a PNRS institui a necessidade de implantação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos; Planos Estaduais de Resíduos Sólidos; Planos Microrregionais e de Regiões Metropolitanas de Resíduos Sólidos; Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos;

Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, conforme a esfera local a ser inserido.

O prazo para adequação da forma de destinação final de resíduos gerados pelos municípios brasileiros, estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, que inicialmente deveria encerrar-se em agosto de 2014². O encaminhamento de resíduos sólidos para locais inadequados configura-se num dos piores impactos que podem ser causados no meio ambiente, pois a decomposição dos materiais gera substâncias altamente tóxicas que contaminam diretamente o solo, as águas, o ar. Trata-se de uma prática ilegal, cujos efeitos danosos não são controláveis e que, com o passar dos anos, apresenta custos cada vez mais elevados para adoção de medidas de controle e remediação.

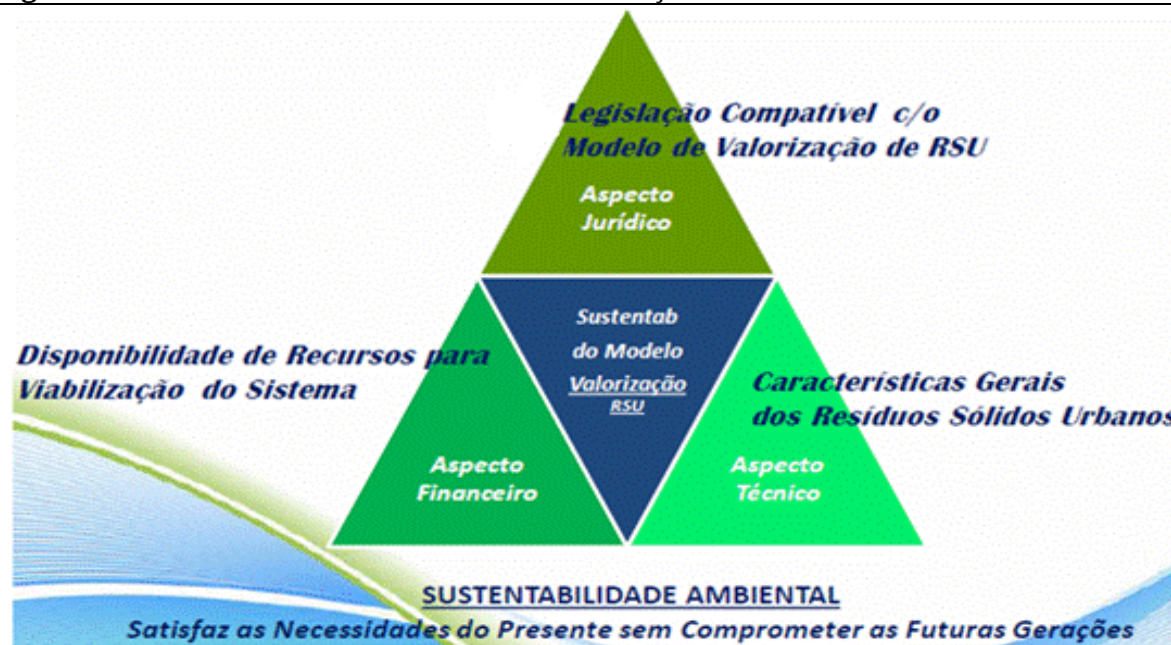
Para a Constituição Brasileira, cabe aos municípios legislar sobre os assuntos de interesse local, dentre os quais destaca-se a gestão dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos. Apesar do quadro nacional não prever mudanças ainda mais significativas, percebe-se que a gestão de resíduos tem exigido das instituições públicas, em todos os níveis governo, modificações importantes e dedicação setorial para a mesma. Os quais, têm estado sob pressão para aplicar mais recursos e criar programas e linhas de crédito em que os beneficiários são municípios. Estes, por sua vez, foram cobrados para cumprir seu papel para resolver os problemas de limpeza urbana e de criar condições para a universalidade dos serviços e manutenção da sua qualidade ao longo do tempo, o que aconteceu a seguir mais estritamente pela população, pelos órgãos ambientais, pelo Ministério Público e pelas Organizações Não-Governamentais (ONGs) focadas na proteção ambiental (LIMA ET AL., 2014).

Nesse contexto, embora existam divergências quanto a aplicabilidade das diretrizes da PNRS, esta legislação se configura como bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (MMA, 2015). Nesse contexto, foi apresentada na Figura 3, os principais fatores para viabilidade da utilização

² A Câmara dos Deputados analisou o Projeto de Lei Complementar (PLP) 14/15, que amplia prazos e obriga a União a oferecer apoio técnico e financeiro a estados e municípios na elaboração e execução dos respectivos planos de saneamento básico e de resíduos sólidos. Pelo texto, os estados ficam obrigados a também oferecer o mesmo tipo de apoio a municípios, incluindo os agrupados em consórcios. Pelo texto, os municípios passarão a ter até 2 de agosto de 2024 para assegurarem o fim dos lixões, com a disposição final ambientalmente adequada da totalidade dos seus rejeitos sólidos. O projeto amplia ainda, até 2 de agosto de 2020, o prazo para os municípios elaborarem o plano de gestão integrada de resíduos sólidos. O Prazo inicialmente previsto na Lei de Resíduos Sólidos terminou em 2012 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2016).

de RSU como Energia e Composto, por meio da sustentabilidade do modelo de valorização dos RSU, incutido na PNRS.

Figura 3 - Sustentabilidade do Modelo de Valorização de Resíduos Sólidos Urbanos



Fonte: GONÇALVES, 2016.

Visa-se, a partir da satisfação das prerrogativas elencadas na PNRS/2010, criar um meio no qual seja alcançada a sustentabilidade do modelo de valorização dos RSUs, englobando melhoras nos índices de desenvolvimento econômico, social e ambiental. Para tanto, busca-se meios e mecanismos para a obtenção e disponibilidade de recursos para viabilizar esse novo sistema sustentável, com uma legislação específica e compatível com o modelo de valorização dos RSU na cadeia produtiva, a qual deve, em sua base considerar as características técnicas dos resíduos sólidos urbanos.

Quanto ao tratamento/aproveitamento dos RSU, verifica-se algumas formas possíveis para o tratamento dos resíduos, bem como a sua disposição final na natureza. Atendendo ao preceituado mundialmente na Agenda 21, tanto os países mais industrializados como os países em vias de desenvolvimento devem conferir maior prioridade à investigação e desenvolvimento, transferência tecnológica, educação do público e investimento dos setores público e privados numa adequada gestão dos problemas causados pelos resíduos. É precisamente no âmbito desta abordagem que os modernos conceitos de gestão de resíduos sólidos, em muitos países, deverão seguir uma estratégia cujos princípios são os da adoção de sistemas integrados; redução e reutilização de resíduos; reciclagem; compostagem; incineração

energética; aterro energético; aterro de rejeitos; programas de educação ambiental; e, programas de participação comunitária (RUSSO, 2003).

Percebe-se então no Brasil, que o gerenciamento dos RSU é de competência dos Municípios. Eles devem responder pelo processo mesmo que seja bastante reduzido o número de municípios com um bom gerenciamento de resíduos sólidos, com sistemas adequados de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos. O conjunto de ações que objetivam a minimização da geração de lixo e a diminuição da sua periculosidade constitui a fase de tratamento dos resíduos, que representa uma forma de torná-los menos agressivos para a disposição final, diminuindo o seu volume, quando possível.

Segundo o Portal Resíduos Sólidos (2013e), o tratamento de RSUs consiste no uso de tecnologias apropriadas com o objetivo maior de neutralizar as desvantagens da existência de resíduos ou até mesmo de transformá-los em um fator de geração de renda como a produção de matéria-prima secundária. Dessa forma podemos denominar de tratamento de resíduos as várias tecnologias existentes desde a reciclagem até a disposição final de rejeitos.

A apresentação das definições de cada uma dessas formas de tratamento foram embasadas em estudos da Ambiental (2016), Portal Resíduos Sólidos (2013e) e MMA (2005), a partir das quais fez-se o levantamento acerca de cada grupo de tratamento de RSU. Segundo estes estudos, o processo de aproveitamento dos resíduos passa por três mecanismos de tratamento: mecânico, bioquímico e térmico. No tratamento mecânico são realizados processos físicos geralmente no intuito de separar (usinas de triagem) ou alterar o tamanho físico dos resíduos (reciclagem). Neste processo não ocorrem reações químicas entre os componentes como nos muitos casos do tratamento térmico.

De modo geral, pode-se classificar as formas de tratamento mecânico de resíduos de acordo com sua finalidade, sejam eles: diminuição do tamanho das partículas (quebra, trituração, moinhos); aumento do tamanho das partículas (aglomeração, briquetagem, peletagem); separação da fração física (classificação); separação pelo tipo de substância; mistura de substâncias (extrusão, compactação); separação de fases físicas (sedimentação, decantação, filtração, centrifugação, floculação); e, mudança de estados físicos (condensação, evaporação, sublimação).

Neste tipo de tratamento ocorre, através da ação de grupos de seres vivos (em sua maioria microorganismos como bactérias e fungos mas também organismos maiores como lesmas e minhocas), quebra das molécula, transformando-as em uma mistura de substâncias e moléculas menores. Dependendo de alguns fatores como por exemplo a temperatura, pressão e acidez dessa mistura de substâncias (moléculas), as substancias resultantes desse processo

podem reagir entre si quimicamente, caracterizando assim o processo bioquímico. Em alguns casos só ocorre o processo biológico, em outros somente o químico. Isso vai depender da tecnologia e metodologia utilizada.

Dentre os mecanismos de tratamento bioquímico, cita-se a biodigestão. Este é um processo baseado na degradação biológica, com ausência de oxigênio e ambiente redutor. Neste processo há a formação de gases e líquidos, o qual é bastante utilizado em todo o mundo em aterros sanitários. Segundo Silva (2009), durante muito tempo, os sistemas de tratamento aeróbio se apresentaram como alternativa atraente no tratamento de resíduos orgânicos e os subprodutos remanescentes do processo de bioestabilização eram utilizados como agente condicionador do solo. Este processo pode ser dividido em quatro fases (hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese).

Outra importante forma de tratamento bioquímico, a compostagem, é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica, contida em restos de origem animal ou vegetal, que ocorre na presença de oxigênio. Esse processo tem como resultado final o composto orgânico, que deve permitir sua aplicação no solo sem ocasionar riscos ao meio ambiente. Contudo, para ser aplicado aos resíduos sólidos urbanos, os processos de compostagem necessitam, inicialmente, de um rigoroso processo de triagem de sua fração orgânica para livrá-lo de componentes tóxicos ou perigosos.

Segundo Portal Resíduos Sólidos (2013e), a usina de compostagem pode ser considerada o ponto final de todo o sistema de gestão de resíduos urbanos orgânicos baseado na reciclagem da matéria. Este processo, permite transformar a fração úmida do lixo (fração orgânica dos resíduos) em solo, com grande benefício para o meio ambiente e a saúde pública. Em uma estimativa geral nos domicílios italianos, a fração dos resíduos orgânicos corresponde a cerca de 30% de todos os resíduos gerados.

No tratamento térmico, por sua vez, os resíduos recebem uma grande quantidade de energia em forma de calor a uma temperatura mínima que varia de acordo com a tecnologia aplicada (Temperatura de reação) durante uma certa quantidade de tempo (Tempo de reação) tendo como resultado uma mudança nas suas características (redução de volume), devido a diversos processos físico-químicos que acontecem durante o processo.

Este método de aproveitamento de resíduos pode ser dissociado em cinco principais processos de tratamento térmicos, os quais são separados em função da temperatura de operação e o meio onde ocorre o processo. Os dois primeiros, a secagem e a pirólise, incluem os seguintes fatores: retirada de umidade dos resíduos com uso de correntes de ar. Ocorre na presença do ar atmosférico e temperatura ambiente.

A pirólise, ocorre por meio da decomposição da matéria orgânica a altas temperaturas e na ausência total ou quase total de oxigênio. As temperaturas do processo podem variar de 200 a 900°C. A Pirolise, embora seja semelhante à incineração, é menos difundida no Brasil. Seu funcionamento consiste em uma decomposição física e química por ação térmica na ausência de oxigênio. Esse processo também resulta além da produção de gases em uma substancial produção de alcatrão, sulfato de amônia e carvão. A técnica tem pouca aplicação no país, pois depende do aperfeiçoamento da capacidade tecnológica nacional nesse aspecto (KUTTNER, 2011; ICLEI, 2013).

Já os dois processos seguintes, gaseificação e incineração, consistem em ações caracterizados pelos seguintes mecanismos: a gaseificação causa a transformação de matéria orgânica em uma mistura combustível de gases (gás de síntese). Na maioria dos processos não ocorre uma oxidação total da matéria orgânica em temperaturas variando entre 800 e 1.600°C. a incineração gera a oxidação total da matéria orgânica com auxílio de outros combustíveis a temperaturas variando entre 850 e 1.300°C. Como resultado, obtém-se a transformação dos resíduos em material inerte e diminuindo sua massa e volume. Não se deve confundir a incineração com a simples queima dos resíduos. No primeiro caso, os incineradores geralmente são dotados de filtros, evitando que gases tóxicos sejam lançados na atmosfera.

Segundo FEAM (2012), como uma combustão não é totalmente completa, realiza-se a elevadas temperaturas e os RSU têm composições diversas, são gerados como produtos da combustão, além de vapor d'água, material particulado (partículas finas quase sempre com sílica), metais e substâncias orgânicas (como dioxinas) na forma gasosa ou aderidas também ao material particulado. Também são gerados rejeitos (cinzas volantes e escórias) de materiais inorgânicos nos RSU que não participam das reações de combustão. Contudo, a incineração, como outros tipos de combustão, é fonte de emissão de gases de efeito estufa, sendo o mais relevante o CO₂. Assim, devido a aspectos técnicos, esse tipo de tratamento não é o indicado para a maioria dos resíduos gerados e não é adequado à realidade das cidades brasileiras.

O último elemento do processo de tratamento térmico citado é o plasma, que consiste na desintegração da matéria para a formação de gases. Segundo Portal Resíduos Sólidos (2013f), fazer o tratamento dos resíduos sólidos deste processo de aproveitamento significa introduzir energia para os resíduos em um sistema fechado e muito bem isolado, até que toda a matéria seja transformada em plasma. Como o lixo é demasiadamente heterogêneo, teremos então um plasma formado por gás ionizado de vários tipos de elementos químicos. Ao parar de fornecer energia para o sistema onde o lixo está contido, os íons tendem a formar gases liberando a energia que foi necessária para separá-los. Tendo em vista que não acontece uma

fissão nuclear, o gás formado é composto então dos vários tipos de átomos que estavam no lixo antes do tratamento e vai formar diversos tipos de gases à altas temperaturas. Esses gases são então filtrados e direcionados à uma turbina a gás que faz a conversão de energia térmica em mecânica.

Considerando um balanço energético e os princípios da física, é impossível existir um sistema como este que tenha um saldo positivo de energia, já que para gerar energia elétrica este sistema precisa de uma quantidade muito maior de energia para atingir o estado de plasma. E, para se adequar aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira, seria necessário retirar do “lixo” todo o material reciclável e reaproveitável, o que segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2011) corresponderia à quase 45% do total dos resíduos sólidos produzidos no Brasil. Se a parte orgânica for aproveitada através de biodigestores, ficariam menos de 3% do lixo para serem tratados com tecnologia de plasma.

A escolha da melhor forma de tratamento se dará, segundo a PNRS, visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, deve ter comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental. A última etapa para a correta gestão dos RSUs diz respeito a forma de destinação dos rejeitos, não passíveis de nenhuma forma e aproveitamento.

Segundo a PNRS, a disposição final ambientalmente adequada se dá a partir da distribuição ordenada de rejeitos em aterros sanitários, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (MMA, 2010).

Para receber a denominação de aterro sanitário é necessário que a disposição final cumpra todas as exigências dos órgãos responsáveis como por exemplo: isolamento subterrâneo ou inferior e de superfície e tratamento dos gases e chorume resultantes principalmente da decomposição da matéria orgânica existente nos rejeitos depositados. Apesar de constar como uma alternativa muito difundida no Brasil, nos dias de hoje somente a falta de competência técnica de gestores políticos justifica a destinação de resíduos para aterros sanitários como solução futura (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013e).

Durante a construção da legislação, alguns aspectos relevantes para uma mudança no modelo de gestão foram destacadas, tais como: a compreensão de que apenas um quadro jurídico em si não é suficiente, nem o investimento em tecnologia, a existência de uma enorme escassez quanto à técnica, capacidade de gestão e a forte tendência para a gestão associada dos municípios.

Conforme exposto, a PNRS ainda apresenta algumas limitações quanto a sua implantação e execução. Esses entraves são tanto do ponto de vista técnico, do potencial de execução das prerrogativas quanto dos aspectos jurídicos-legais, uma vez que há uma certa insegurança jurídica quanto as interpretações dos conceitos jurídicos presentes na Lei e que podem ser divergentes entre si, bem como dado o alto grau de flexibilização de alguns dos seus artigos, tal como a erradicação dos lixões até agosto de 2014, que pode ou não ser implantada de acordo com as necessidades e capacidades do local.

Segundo Viana (2016), a flexibilização dos prazos para extinção dos lixões não demonstra que a PNRS seja fraca ou ineficiente, mas que não foram planejados e instituídos mecanismos suficientemente fortes para fazer valer a lei ou os seus princípios, bem como a necessidade de adaptação às suas prerrogativas. Contudo, embora a legislação não tenha avançado no estabelecimento dos prazos e condições para a armazenagem temporária de resíduos, situação que tem levado à formação de grandes passivos ambientais, vale destacar que a mesma foi importante em promover o alinhamento de diretrizes e em criar o espaço legal e institucional para um grande processo de regulamentação, o qual só trará avanços concretos se vencidas as enormes resistências a medidas mais progressistas.

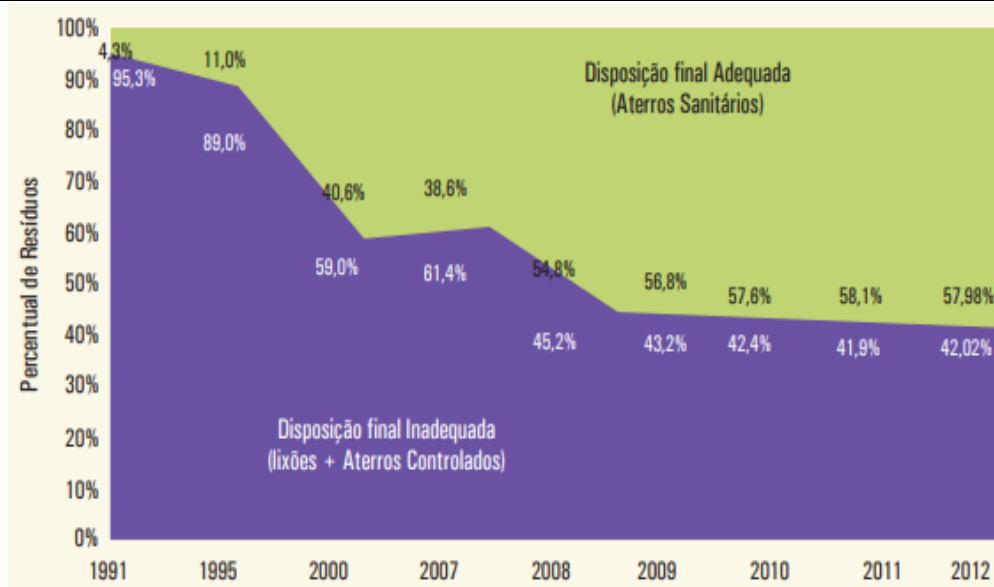
Estudo do BNDES (2014) destaca ainda que, o lançamento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, permitiu a implantação de uma legislação mais moderna e direcionada para a gestão de RSU no País, a qual abordou novos conceitos, como, acordo setorial, logística reversa, sustentabilidade operacional e financeira, integração dos catadores de recicláveis, padrões sustentáveis de produção e consumo.

Estes conceitos envolvem o objetivo maior da proteção à saúde pública, da qualidade ambiental sustentável e, principalmente, da disposição final ambientalmente adequada, o que poderá alavancar uma mudança no atual cenário. É possível observar, por exemplo, que, gradualmente, a quantidade de resíduos dispostos corretamente no país tem aumentado. No entanto, no Brasil predomina ainda o uso de uma única técnica de tratamento e disposição final, o aterro sanitário. A adoção de outras tecnologias, tais como compostagem, reciclagem e incineração, não são identificadas no gráfico apresentado na Figura 4, que expõe a evolução da disposição final dos resíduos sólidos no Brasil, no período de 1991 a 2012.

Com base no estudo, evidenciou-se que, apenas a existência das legislações no país não é suficiente para que ocorram efetivas mudanças nos sistemas de gestão de RSU dos municípios. Neste sentido, os principais aspectos de políticas públicas e institucionais considerados relevantes na área de RSU, tomando como base as experiências na Europa, Estados Unidos e Japão e a situação atual do Brasil, podem ser preponderantes para o sucesso

da gestão dos RSU no país. Assim, a compreensão desses aspectos viabiliza a análise dos arranjos institucionais em vigor e a influência do planejamento na gestão de RSU no Brasil e no exterior, dada a percepção da sociedade de que as políticas públicas podem influenciar na implantação de um novo modelo de gestão dos RSU.

Figura 4 - Situação da disposição final dos RSU no Brasil, de 1991 a 2012



Fonte: BNDES, 2014.

A comparação entre os modelos de gestão internacionais e nacionais demonstrou que, embora, de uma forma geral, a legislação internacional relativa a RSU, se encaminha para um mesmo marco institucional baseado na implantação de estímulos seletivos que inibem tanto a capacidade de geração, por meio da promoção da redução, quanto o mau gerenciamento do volume gerado dos resíduos sólidos, surge a necessidade do estabelecimento de um organismo regulador mais eficaz, uma vez que as questões que envolvem a gestão de resíduos são complexas pelos diversos aspectos envolvidos e pelo fato de que este é um assunto que requer um nível razoável de técnica/conhecimento, que não são apresentadas pelos municípios em geral (BNDES, 2014).

Neste cenário, evidencia-se que para os municípios, responsáveis legais pelo gerenciamento dos resíduos sólidos, o grande desafio continua sendo universalizar a destinação adequada do lixo urbano, diversificar o uso de tecnologias (reciclagem, compostagem, recuperação energética e aterro sanitário), encerrar os lixões e recuperar áreas contaminadas. Para tanto, se faz necessário obter recursos para investimento e custeio, por repasses de verbas públicas ou cobrança de tributos específicos para a gestão dos RSU.

Assim, apesar do quadro nacional não apresentar transformações ainda significativas, percebe-se uma mudança importante na atenção que a gestão de resíduos tem demandado das instituições públicas em todos os níveis de governo. Os governos, tanto o Federal como os estaduais, têm sido pressionados para aplicar mais recursos e criar programas e linhas de crédito onde os beneficiários sejam os municípios. Estes, por sua vez, têm sido cobrados a cumprir o seu papel para resolver os problemas de limpeza urbana e criar condições de universalidade dos serviços e de manutenção de sua qualidade ao longo do tempo, situação que passou a ser acompanhada com mais rigor pela população, pelos órgãos de controle ambiental, pelo Ministério Público e pelas organizações não governamentais voltadas para a defesa do meio ambiente.

Somente as pressões da sociedade, juntamente com um gestor público decididamente engajado e consciente da importância da limpeza urbana para a saúde da população e para o meio ambiente, podem mudar o atual quadro de gestão dos RSU. Tais modificações requerem decisões políticas que podem resultar, eventualmente, num ônus temporário, representado pela necessidade do aumento da carga tributária ou de transferência de recursos de outro setor da prefeitura, até que a situação se reverta, com a melhoria da qualidade dos serviços prestados, o que poderá ser capitalizado politicamente pela administração municipal (BNDES, 2014).

Para atingir o patamar de gestão eficiente, se faz importante, identificar as potencialidades e gargalos no que diz respeito à aplicação de tecnologias e empreendimentos eficazes para o aproveitamento e obtenção de ganhos econômicos a partir do gerenciamento de resíduos sólidos. Embora, no Brasil, a prática amplamente aceita para tratamento dos RSU é a disposição final em aterros sanitários, deve-se buscar meios para implantar tecnologias que acompanhem as necessidades energéticas, materiais e ambientais em resposta às demandas da população, seu crescimento, suas culturas e economias e tendo como base legislações claras e objetivas, implantadas progressivamente ao avanço das tecnologias, sensibilização social e educação de suas sociedades.

Para tanto, foram apresentados na seção 2.5, os desafios e oportunidades existentes para a correta gestão dos RSU no Brasil, visando a sustentabilidade dos modelos de gerenciamento e valorização dos resíduos, reconhecendo-os como um bem econômico e de valor social.

2.5 DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Conforme exposto nas seções anteriores, a quantidade de resíduos gerados em um país está correlacionada à evolução de sua população, ao nível de urbanização, ao poder de compra dos habitantes, o desenvolvimento econômico, entre muitos outros fatores. Segundo BNDES (2014), o nível de aumento da geração de resíduos acompanha o ritmo de crescimento do PIB. Um aumento/diminuição no PIB implica uma movimentação semelhante da quantidade de RSU gerados nas regiões, estados e/ou municípios do Brasil.

Não obstante, mantidas as estimativas de crescimento populacional, elevação dos padrões de vida, melhora dos indicadores de desenvolvimento econômico e do rendimento da população, espera-se que o mundo gere cerca de 12,1 bilhões de toneladas de resíduos até 2050 (PNUMA, 2011).

Como resultado desse cenário, tem-se várias conseqüências negativas: custos cada vez mais altos para coleta e tratamento do lixo; dificuldade para encontrar áreas disponíveis para sua disposição final; grande desperdício de matérias-primas, contaminação do solo, ar e água; proliferação de vetores transmissores de doenças; entupimento de redes de drenagem urbana; enchentes; degradação do ambiente e vetores de doenças. Por isso, os resíduos deveriam ser integrados como matérias primas nos ciclos produtivos, reduzindo a carga de utilização dos recursos naturais e impactos negativos na natureza (MMA, 2005).

Para tanto, uma das principais limitações para um gerenciamento eficiente de resíduos no Brasil está criação de mecanismos e implantação de tecnologias que auxiliem e possibilitem o aproveitamento de 100% dos resíduos gerados. Dessa forma, o descarte correto dos resíduos sólidos é fundamental para o processo da reciclagem e para evitar uma série de prejuízos ao meio ambiente e à população.

Contudo, a partir do estabelecimento e execução das prerrogativas da PNRS, inicia-se a busca pela criação e implantação de mecanismos e processos de logística reversa, que possam auxiliar na promoção de medidas, desenvolvimento e implantação de tecnologias capazes de auxiliar na melhoria e ganhos econômicos, utilizando nos sistemas produtivos, os RSU como fonte de matérias-primas primárias, reduzindo assim a utilização de recursos naturais virgens ao longo deste processo.

Assim, para os reconhecidos efeitos danosos ao meio ambiente, há de se considerar que a gestão adequada dos resíduos representa uma oportunidade de geração de riqueza para o país por meio do aproveitamento e valorização dos resíduos anteriormente despejados no ambiente com ou sem tratamento adequado, conforme exposto na Figura 5.

Nesse cenário, foi possível identificar três formas de valorizar os resíduos sólidos, as quais envolvem processos de reciclagem e transformação. A reciclagem dos materiais busca a transformação de resíduos em insumos ou produtos com características similares aos produtos originais e é o processo de valorização mais difundido e praticado no país. Além da reciclagem, a valorização dos resíduos nos processos de tratamento permite ainda a produção de composto derivado do tratamento da matéria orgânica e o aproveitamento energético para a produção de eletricidade e calor, com a possibilidade de geração de créditos de carbono (BNDES, 2014).

Segundo estudo, o reaproveitamento resulta em vários benefícios e ganhos sociais, alguns facilmente identificáveis como a redução de disposição em aterro sanitário (que envolvem os gastos com coleta, transporte, e disposição final do lixo) e as receitas oriundas das vendas de materiais recicláveis no mercado e outros, não tangíveis, mas perfeitamente quantificáveis por técnicas de valoração adequadas.

Entre esses benefícios destacam-se as economias de consumo de matéria-prima com a produção a partir de sucatas, redução de gastos com a energia elétrica, consumo reduzido de água, redução da poluição do ar e da água. Associados a esses benefícios, estão os custos da reciclagem que incluem também o consumo de água e energia e outros tipos de insumos que não fazem parte dos processos produtivos, a partir de material primário. Tais benefícios e custos associados se referem à completa cadeia de reciclagem, cabendo a cada agente, benefícios e custos específicos.

Figura 5 - Ciclo de Vida dos Produtos a partir do aproveitamento dos Resíduos Sólidos



Fonte: GONÇALVES, 2016.

Embora o cenário que potencializa os ganhos econômicos, sociais e ambientais a partir da implantação e desenvolvimento tecnológico para a gestão dos RSU seja promissor, tradicionalmente no Brasil, verifica-se que apesar da recuperação de diversos materiais, reciclagem de 95% das latas de alumínio; 55% das garrafas de polietileno; cerca de 50% do volume de papel e vidro, o país ainda perde cerca de R\$ 8 bilhões por não reaproveitar os resíduos que são destinados aos lixões ou aterros controlados, pela falta de separação (coleta seletiva diferenciada na fonte) (CEMPRE, 2013; PNUMA, 2011).

Assim, as estimativas e proposta de separação dos resíduos na fonte se fazem importantes, pois possibilita a identificação dos resíduos com potencial de aproveitamento, tornando assim, o modelo de gestão mais eficiente, contribuindo com o descarte dos RSU que realmente não são mais passíveis de aproveitamento. Destaca-se ainda que, uma questão pontual que inviabiliza o processo de reciclagem no Brasil, é a mistura de resíduos orgânicos e recicláveis. Segundo o Portal Brasil (2012) e CEMPRE (2013), quando os resíduos secos são misturados aos úmidos, o percentual de reaproveitamento passa de 70% para apenas 1%.

Com base no exposto, os desafios para a gestão eficiente dos RSU residem, além dos limites das taxas de crescimento populacional, geração de renda e de resíduos, na aplicação da legislação existente. Para que haja uma mobilização tanto de força popular, com a correta separação dos RSUs nas fontes geradoras, quanto das entidades governamentais, necessita-se da efetiva apresentação de resultados, que comprovem os ganhos econômicos, sociais e consequentemente ambientais com a utilização de mecanismos de gerenciamento eficientes e potencial de aproveitamento destes resíduos nos sistemas produtivos.

Assim, dentre as tecnologias que permitem a valorização dos resíduos, estão as que aproveitam a energia que estes podem oferecer. Para Mesquita Júnior (2007), o sistema de gestão integrado, além de ser o caminho para a melhoria do manejo dos resíduos sólidos urbanos, também é capaz de otimizar a viabilidade de comercialização de Reduções Certificadas de Emissões com habilitação aos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL). Esse caminho consolida uma oportunidade para a sustentabilidade ambiental, social e econômica dos sistemas de gestão de resíduos sólidos nos municípios brasileiros e atendimento da legislação nacional vigente.

A partir da implantação de locais de disposição final adequados evidencia-se a criação de cenários e oportunidades para o desenvolvimento de projetos de mitigação de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), já que, como resultado da decomposição dos resíduos sólidos em condições confinadas e com ausência de oxigênio tem-se o biogás, rico em metano, um poderoso GEE (ABRELPE, 2015).

Os projetos de mitigação consistem basicamente na captura, queima e/ou aproveitamento do conteúdo energético do biogás, seja para gerar eletricidade e calor ou para tratá-lo e utilizá-lo como gás natural, evitando assim sua liberação para a atmosfera. Estes projetos são elegíveis sob o conhecido “mercado internacional de carbono”, para o qual, o principal esquema utilizado para este tipo de projeto é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Entretanto, devido às incertezas sobre o resultado das negociações internacionais relativas à redução de emissões de GEE, e consequentemente sobre as projeções de preços das reduções de emissões que podem ser geradas pelos projetos, aliado a complexidade dos procedimentos e tramites do MDL, novas plataformas de carbono no mercado voluntário se tornaram interessantes para este tipo de projetos.

Segundo a COP15 (2017) os mecanismo de MDL possuem duas funções principais: a) ajudar os países pertencentes a Convenção sobre Mudança do Clima a cumprirem parte de seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões de gases de efeito estufa; e, b) promover desenvolvimento sustentável nos países não pertencentes a Convenção sobre Mudança do Clima, onde os projetos são desenvolvidos.

Quanto ao tipo e categoria dos projetos registrados, a maior parte está situada na categoria de energia em indústria, a qual inclui, principalmente, projetos de energias renováveis. Esta categoria representa quase 70% do total de projetos MDL a nível global. O setor de manejo e destinação de resíduos sólidos representa 13,02% do total de projetos MDL registrados (650 projetos). Isto inclui projetos de aterros, aproveitamento de resíduos (compostagem, incineração, gaseificação), manejo de esterco e águas residuais (ABRELPE, 2015).

Atualmente, este mercado é tido como uma importante ferramenta para a tentativa de se atingir a sustentabilidade, no âmbito ambiental e econômico para países em desenvolvimento que não precisam cumprir metas do Protocolo, mas, adquirem as Reduções Certificadas de Emissões através dos seus projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, obtendo créditos de carbono que são negociados com os países desenvolvidos que pagam por estas Reduções para cumprir com as suas metas (COP, 2015).

Segundo estudo da ABRELPE (2015), a partir da revisão e investigações realizadas para o Brasil, identificou-se um total de 46 projetos MDL e um Programa de Atividades, dentro da categoria “manejo e destinação de resíduos” e da subcategoria de aterros sanitários. Em relação a quantidade de projetos MDL em aterros sanitários por região, evidencia-se que a região Sudeste é a que conta com um maior número de projetos deste tipo, com um total de 33 projetos. Em seguida, vem as regiões Nordeste, Sul e Norte com 7, 4 e 2 projetos, respectivamente. A região Centro-Oeste não possui nenhum projeto relatado. As estimativas do

potencial de redução de emissões de GEE dos projetos MDL em desenvolvimento para cada região demonstrou que, o potencial de redução de emissões dos projetos em aterros no Brasil participantes do MDL sobe para 12,1 milhões de toneladas de CO₂ equivalentes por ano (tCO₂e), sendo que a região Sudeste responde a 71% do total gerado.

Em relação aos projetos, existem atualmente 28 de MDL em aterros sanitários no Brasil registrados perante a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), e que estão habilitados para gerar Reduções Certificadas de Emissões (RCE). A região Sudeste possui 18 projetos registrados (64% do total), enquanto as demais regiões registram um total de 10 projetos, dos quais na região Nordeste registram-se 5 projetos, no Sul, 3 projetos, e Norte, 2 projetos. Desse total, 19 projetos geraram efetivamente os créditos de carbono.

Percebe-se no estudo que 90% dos RCEs foram gerados na Região Sudeste (8,2 milhões de tCO₂e). Em segundo lugar, encontra-se a região Norte com 0,48 milhões (5%). Em terceiro lugar, a região Sul, com 0,35 milhões (4%) e, a região Nordeste, com 0,05 milhões (1%). A região Centro-Oeste não gerou RCEs. Por fim, identificou-se que dos 46 projetos formulados nos termos do MDL, 21 incluem a geração de eletricidade a partir do biogás. Segundo os Documentos de Concepção de Projetos (DCPs), estes 21 projetos consideram uma capacidade instalada de 254 MW.

Embora, estudos técnicos e relatórios governamentais demonstrem que a gestão dos RSUs, implementadas por meio de mecanismos e tecnologias proporcionem ganhos econômicos e sociais, ainda há um longo caminho a percorrer. No Brasil registra-se uma quantidade importante de resíduos que não são coletados (41,3%), enquanto outra parte não é depositada em locais e com condições adequadas, o que leva a um significativo impacto ambiental.

Tal cenário pode ser ainda mais catastrófico, pois se espera que, junto com o crescimento da população e o desenvolvimento econômico do país, a geração de resíduos continue a sua tendência ascendente. Como uma importante opção para países em desenvolvimento, a implantação de MDL incentivou efetivamente a formulação e o desenvolvimento de projetos de mitigação e redução de emissões em aterros sanitários no país. Assim, antes da criação e formulação desses mecanismos, eram poucos os locais de destinação que implementavam práticas adequadas de gerenciamento do gás.

Para complementar os benefícios que o MDL trouxe ao setor, é necessário criar um maior estímulo por meio de subsídios ou de alguma outra forma que estimule a implementação de projetos de mitigação no país e o aproveitamento energético do biogás. Os incentivos

existentes atualmente não tiveram impacto significativo e a decisão de implementar ou não um projeto depende de cada caso e das condições particulares em torno do projeto. É importante ressaltar que qualquer estímulo deve ser desenvolvido com muito cuidado para não afetar as condições naturais do mercado energético (ABRELPE, 2015).

Uma segunda opção para o cumprimento da Lei Federal N°12.305/2012 (PNRS) está na obtenção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR), este, é um produto combustível seco (sem fração orgânica) oriundo da trituração de materiais sem possibilidade de reciclagem tais como plásticos, papéis e biomassa vegetal. Com alto poder calorífico e flexibilidade na granulometria, a qual pode ser adequada às várias demandas, é destinado principalmente à caldeiras de produção de energia ou em fornos de cimenteiras (TSA, 2017).

Segundo estudo de Mamede (2013), que analisou dois cenários: o primeiro, que trata sobre o Cenário Combustível – utilizou como base de análise o uso combinado das tecnologias de digestão anaeróbia, com beneficiamento do biogás e comercialização como combustível veicular, e produção de CDR, destinado a uso industrial. E, o segundo cenário, Eletricidade foi baseado na combinação das tecnologias de digestão anaeróbia, com a utilização do biogás em motor estacionário para produção de energia elétrica, e incineração, com utilização do calor de combustão em ciclo Rankine.

Os resultados majoritariamente indicaram melhores desempenhos econômico e ambiental do cenário Combustível. Há vantagens econômicas e ambientais na comercialização do biogás veicular para frota automotiva à produção de eletricidade a partir do mesmo, apesar de maior necessidade de investimento e maior complexidade tecnológica. As emissões do composto orgânico e do uso de combustíveis auxiliares perfazem as maiores cargas ambientais desta tecnologia. A incineração permite diminuir significativamente o volume dos Resíduos Sólidos Municipais (RSM), entretanto é a tecnologia mais cara das analisadas e colabora significativamente com a toxicidade humana pela emissão de metais pesados.

Quanto aos investimentos na planta de CDR, estes são menores, entretanto há a produção significativa de rejeitos que necessitam ser gerenciados, implicando em maiores custos e emissões de transporte e disposição destes. Ainda, incertezas de comercialização do CDR podem comprometer a viabilidade do cenário. Ademais, a análise indicou significativa sensibilidade em relação às variações na composição do RSM, principalmente com relação à fração reciclável, a qual influencia diretamente o poder calorífico inferior (PCI) do CDR e incineração, e portanto as receitas obtidas.

Menores taxas de adesão da população ao programa de coleta seletiva implicam em maior fluxo de materiais incinerados e de CDR, sendo a última beneficiada economicamente,

devido ao maior PCI. Com exceção do CDR, as demais tecnologias necessitam de maiores tarifas de tratamento para sua viabilidade econômica comparado à atividade de aterro sanitário, que é relativamente baixa comparada à praticada em países europeus. O deslocamento de combustíveis traz maior benefício comparado ao deslocamento da matriz elétrica nacional, que é majoritariamente hidrelétrica.

Conforme exposto pelo estudo de Mamede (2013), para Tissot (2014), a viabilidade econômica e escolha de tecnologia para o uso do CDR em sistemas WTE³ depende da quantidade de resíduos, condições locais, arranjos institucionais e do valor da energia a ser substituída/produzida. O CDR possui baixo custo em relação aos combustíveis convencionais. Permite a oferta regular de um combustível com característica homogênea, possibilita ganho de produtividade e economia de recursos não renováveis.

Destaca-se que, esta é uma forma sustentável de valorização de resíduos com geração de energia e não compete com a reciclagem, pois, países com maiores taxas de reciclagem são os que mais possuem sistemas WTE. É consistente com os objetivos e diretrizes da PNRS e metas dos Planos Nacional, Estaduais e Municipais de resíduos. Minimiza o elevado passivo ambiental dos aterros e aumenta sua vida útil. Os sistemas WTE seguem padrões internacionais de emissões, atendendo com folga os padrões de emissão estabelecidos em legislação nacional e internacional. Reduz as quantidades de gases de efeito estufa (GEEs), comparativamente ao uso de combustíveis fósseis e à deposição dos resíduos em aterros sanitários

Existem técnicas e mecanismos que auxiliam na correta gestão dos resíduos gerados, no entanto tais medidas são limitadas por características técnicas, científico-financeiro e legislação vigente. Para uma possível solução dos impactos decorrentes dessa gestão inadequada, a PNRS demonstra que há a necessidade de implantação de instrumentos de atuação conjunta e articulação regional para o gerenciamento de resíduos, dentre os quais se destaca o Consórcio Intermunicipal de RSUs e possibilidade de contratação de Parceria Público-Privada (PPP) no âmbito da administração pública, orientado pela Lei Federal Nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004.

³ A tecnologia de Waste-to-Energy (WTE) é um sistema de recuperação energética do lixo por meio da sua incineração controlada. Essa Tecnologia elimina de forma eficiente todos tipos de detritos, inclusive com elevado índice de umidade, sem produzir odores; é um sistema de última geração no tratamento dos efluentes gasosos provenientes da câmara de gaseificação, sem produzir poluentes, atendendo todas as normas ambientais vigentes; permite a geração de energia elétrica; reduz em 97% os detritos sólidos; produz como resíduo final 3% de material inerte e estéril que pode ser utilizado na área da construção civil. Assim, as usinas de processamento de detritos não causam qualquer tipo de poluição ambiental podendo ser instaladas próximas as áreas urbanas (CENTROPROJECT, 2019).

Contudo, o maior desafio da gestão de resíduos está na criação de mecanismos que incentivem a separação e coleta do resíduo orgânico na fonte, a qual seria alcançada por meio da atribuição de um valor econômico como método de incentivo, complementado com a implantação de usinas de processamento de resíduos orgânicos. Os resultados desse processamento seriam a produção de biogás e derivados deste (energia elétrica, energia térmica), biofertilizante e créditos de carbono, todos com seus mercados garantidos e com expectativas de retornos econômicos atrativos. Assim, a utilização de propostas de formas de tratamento e aproveitamento de resíduos baseadas na implementação de mecanismos e modelos de gestão diferenciados possibilitam maior atenção aos resíduos orgânicos, pois neles se concentram os maiores problemas ambientais, e ao mesmo tempo as maiores oportunidades de solução para os problemas decorrentes da gestão inadequada do lixo urbano.

Assim, as tecnologias propostas se mostram ainda mais dispendiosas frente à utilização do aterro sanitário. Com isso, a aplicação destas tecnologias em municípios pequenos impõe a adoção de tarifas de tratamento de resíduos sólidos municipais maiores que as praticadas em aterros sanitários ou a adoção de incentivos na comercialização das energias produzidas. Mesmo assim, se considerada a mesma tarifa praticada em aterros sanitários, os resultados começam a se tornar viáveis para municípios acima de 200 mil habitantes (MAMEDE, 2013).

Diante desse cenário, se faz necessário identificar qual é o modelo de gestão dos RSU capaz de atender as prerrogativas legais nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, uma vez que a região possui 54% dos municípios com menos de 10 mil habitantes. Para tanto, na seção 4 foram apresentadas os procedimentos metodológicos que possibilitaram a proposição de um modelo de gestão de RSU diferenciado nas etapas de coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos e que possibilite a implantação de um sistema econômico gerador de riqueza, emprego e renda num ambiente sustentável nos municípios analisados.

2.6 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

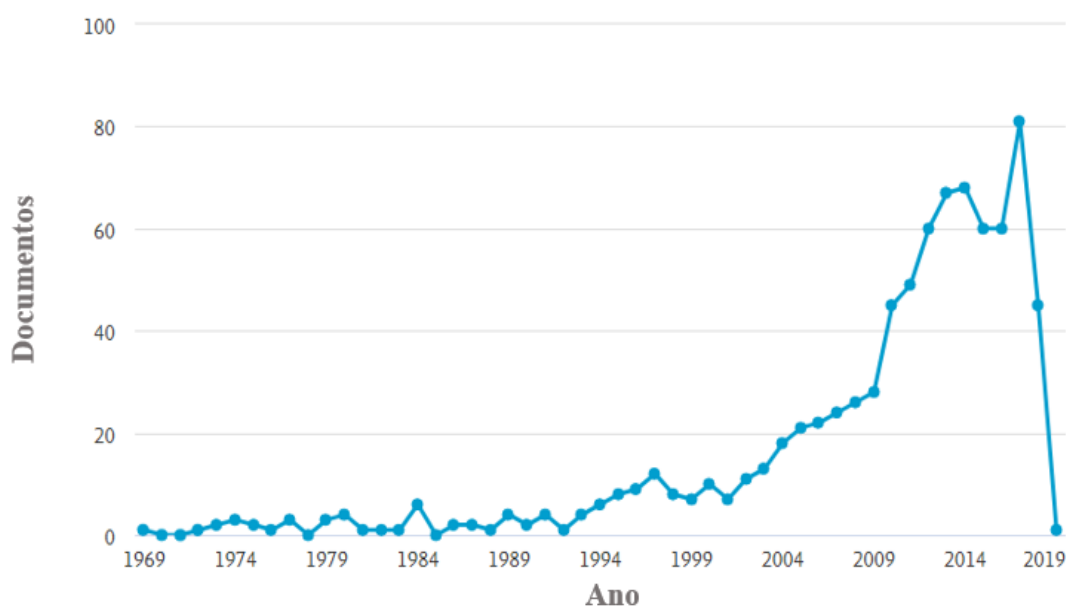
Nesta seção foram apresentados os levantamentos acerca do potencial das pesquisas sobre a gestão e gerenciamento de resíduos, no mundo. Para realizar tal busca, optou-se pelo banco de dados SCOPUS, que elenca em seu portfólio de pesquisa as informações de importantes periódicos.

Para realizar a busca, optou-se pelas palavras-chave, em inglês: resíduos sólidos urbanos; gestão e desenvolvimento. Nesse cenário, a pesquisa retornou 815 resultados, que dataram entre os anos de 1969 e 2019, conforme exposto na Figura 6.

Conforme exposto, as publicações acerca do tema se apresentam de maneira discreta até meados da década de 1990. A partir desse momento, verificou-se um aumento substancial das publicações, que pode estar relacionado aos impactos evidenciados entre o nível de crescimento das economias, a geração de problemas ambientais, a divulgação de trabalhos técnicos e a ascensão de acordos mundiais em prol do meio ambiente, conforme o Protocolo de Quioto⁴.

Nesse cenário pode-se destacar que, entre os anos de 2011 e 2017 foram publicados 490 trabalhos relacionados ao tema, o que representou cerca de 60% do total. Tal cenário, pode ser reflexo, da evidenciação dos problemas relacionados ao aumento do potencial de geração de resíduos no mundo e da necessidade de desenvolvimento de pesquisas para melhor compreensão das suas dimensões e da criação de mecanismos para solução deste tipo de “problemas”.

Figura 6 - Número de publicações que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, segundo SCOPUS - 1969 a 2019.



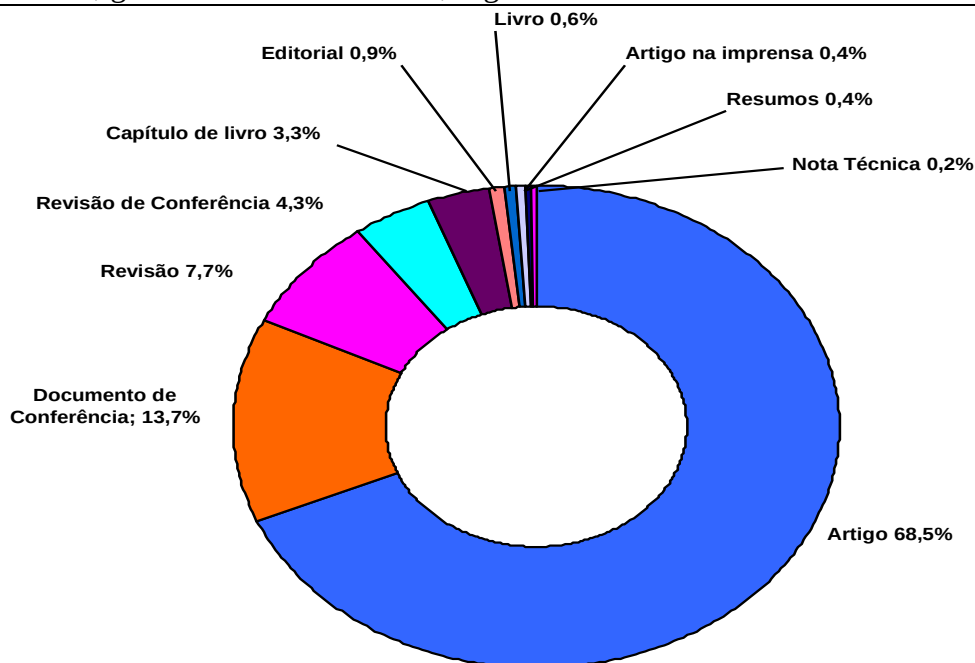
Fonte: SCOPUS, 2018.

Na Figura 7 foram apresentados os resultados acerca da relação por tipo de publicação em que disponibilizadas as informações sobre tratamento e gestão de RSU, conforme

⁴ Um tratado internacional, em que os países signatários se comprometeram a reduzir as suas respectivas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. Negociado e adotado pelas partes em Quioto, no Japão, em 11 de dezembro de 1997 e entrou em vigor em 16 de Fevereiro de 2005, quando atingiu a meta de 50% de ratificações dentre os 84 signatários originais. O Protocolo tem por base as premissas comprovadas pela ciência de que o aquecimento global é fato real e que ele é causado pela ação humana (OECD, 2015).

classificação da base de dados SCOPUS. Conforme exposto, a forma mais utilizada para disseminação do conhecimento foi a publicação de artigos (68,5%), seguido dos documentos elaborados e/ou publicados em Conferencias/Congressos (13,7%), Documentos de revisão (7,7%), revisão de conferencia/congresso (4,3%), capítulo de livro (3,3%), editorial (0,9%), livro (0,6%), Artigo na imprensa e resumos (0,4%), e, nota técnica (0,2%).

Figura 7 - Participação percentual, por tipo, das publicações, que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, segundo base de dados SCOPUS - 1969 a 2019



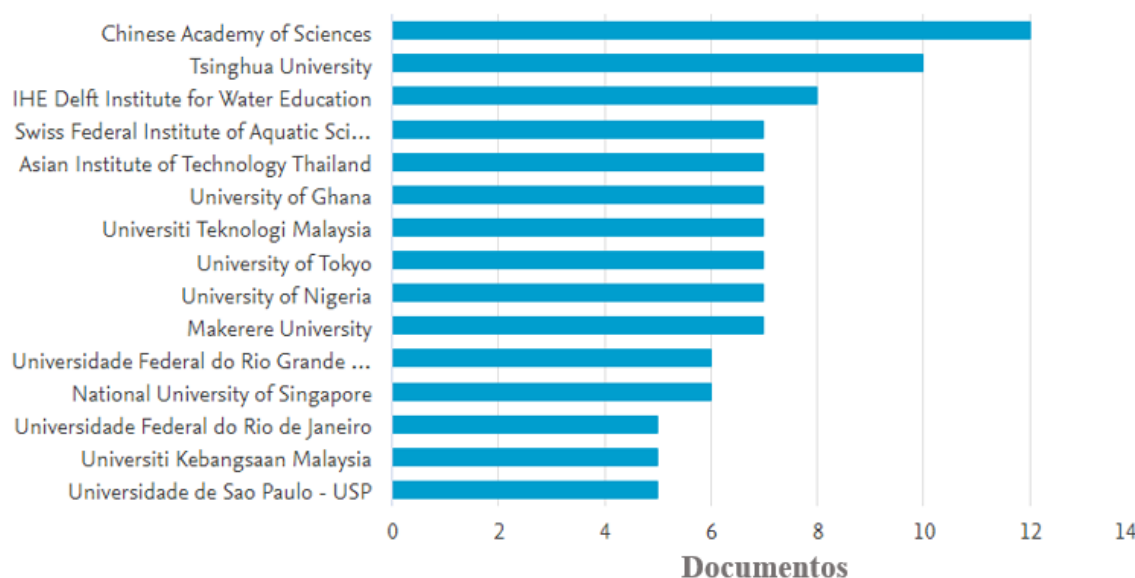
Fonte: SCOPUS, 2018.

Na Figura 8 foram expostos os resultados acerca das publicações, conforme ranking das 15 principais universidades e/ou centros de pesquisa do mundo, que mais publicam acerca do tema. Conforme apresentado, tem-se a relação como a principal entidade de ensino, a Academia Chinesa de Ciências (12 publicações), seguida pelos centros de ensino Tsinghua (10 publicações) e Instituto Delft para Educação sobre a Água (8 publicações). Em âmbito nacional, ganham destaque os estudos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em 11º lugar, a Universidade do Rio de Janeiro, em 13º, e, a Universidade de São Paulo, na 15º colocação, que juntas somam 16 publicações no ranking.

Na Figura 9, foram apresentados os resultados obtidos para o levantamento comparativo entre o número de publicações entre países. Conforme exposto, o país que apresentou o maior índice de participação nas pesquisas sobre gestão de resíduos sólidos urbanos foram os Estados Unidos da América, seguido de Índia, China, Reino Unido e Brasil.

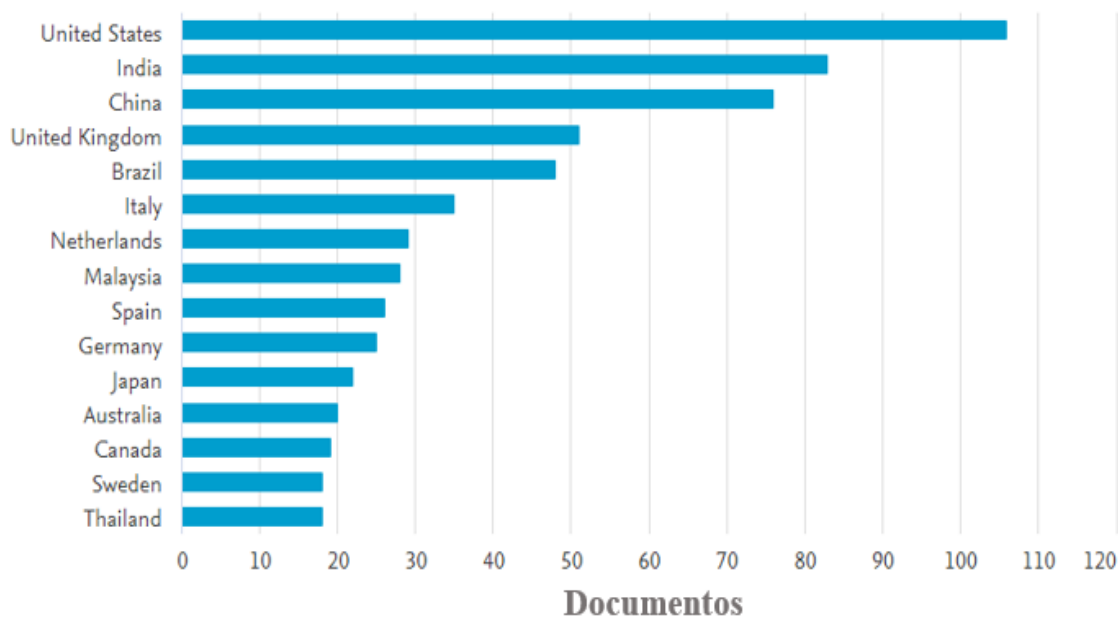
Tal cenário, embora divergente quanto ao ranking das universidades, pode estar vinculado ao país onde os principais periódicos ficam localizados, e não, ao local sede das pesquisas ou dos pesquisadores.

Figura 8 - Publicações por universidade e/ou centro de ensino e pesquisa que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, segundo base de dados SCOPUS - 1969 a 2019



Fonte: SCOPUS, 2018.

Figura 9 - Ranking das publicações por país, que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, segundo base de dados SCOPUS - 1969 a 2019

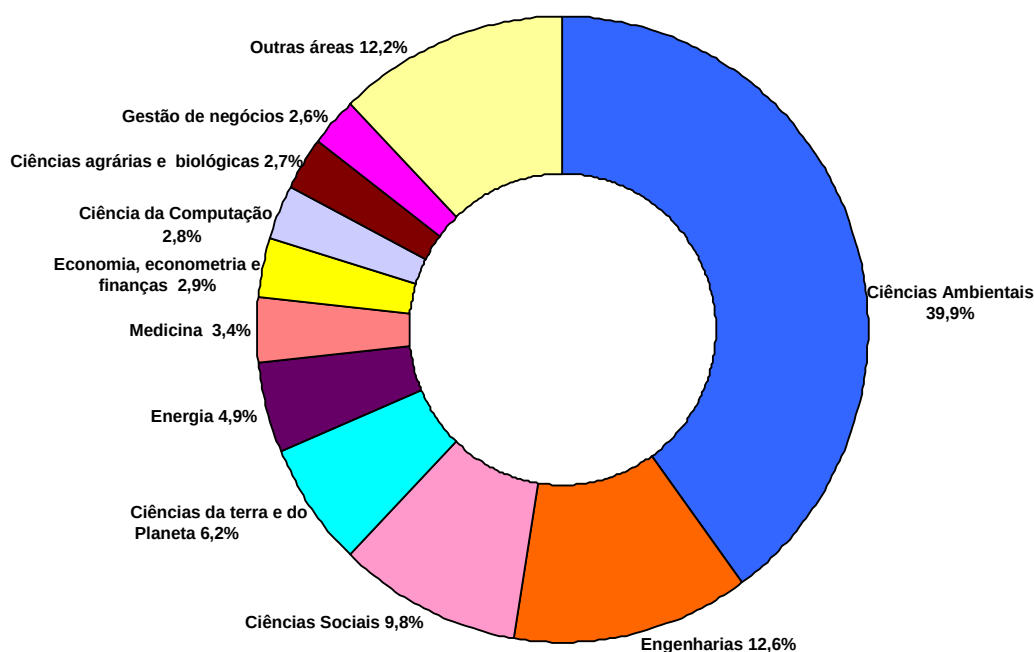


Fonte: SCOPUS, 2018.

E, na Figura 10 foram apresentados os resultados, segundo a importância, por área de pesquisa. Conforme exposto, dentre as ciências, aquela que mais se preocupa com a relação entre geração e gestão de resíduos são as das áreas correlatas as Ciências Ambientais (39,9%), seguida pelos estudos nas Engenharias (12,6%), Ciências Sociais (9,8%), Ciências da Terra e planetárias (6,2%), Energia (4,8%), Medicina (3,4%), Economia, Econometria e Finanças (2,9%), Ciência da Computação (2,8%), Ciências Agrárias e Biológicas (2,7%), Gestão de Negócios (2,6%) e de outras áreas não identificadas (12,2%).

Com base no cenário exposto, tem-se uma relação de interdisciplinaridade relacionada a pesquisa para identificar os processos e elaborar modelos de gestão eficiente às especificidades relacionadas aos resíduos sólidos urbanos. A partir do levantamento acerca do estado da arte sobre o tratamento e gestão dos RSU foi possível identificar que, em sua maioria, predomina-se o estudo de caso, num ambiente restrito (município), visando demonstrar as variáveis que afetam a geração e gestão dos RSU analisados. Os modelos, em sua maioria convergem para a utilização das mesmas variáveis em seu arcabouço de estudo, sendo elas: população, geração de RSU, custos operacionais, distâncias entre a fonte geradora e os empreendimentos de gestão, por exemplo.

Figura 10 - Participação percentual de publicações, que tratam da temática Resíduos Sólidos Urbanos, gestão e desenvolvimento, por área de pesquisa, segundo base de dados SCOPUS - 1969 a 2019.



Fonte: SCOPUS, 2018.

O levantamento das principais contribuições acadêmicas acerca das pesquisas sobre tratamento, modelos e métodos de gestão de resíduos sólidos urbanos, bem como o das metodologias utilizadas para a elaboração de projetos, foi importante para auxiliar na discussão dos modelos de gestão de RSU na Mesorregião Oeste do Paraná e na determinação de localização de empreendimentos de industrialização/aproveitamento, tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Tal levantamento possibilitará a busca de respostas sobre os métodos de tratamento e aproveitamento de RSU, tecnologias existentes e a localização dos modelos de gestão e industrialização dos resíduos analisados.

2.7 VERTENTES AMBIENTAIS DA TEORIA ECONÔMICA E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL

A teoria econômica, desde sua concepção como ciência, sempre abordou a questão do uso dos recursos naturais em suas análises. Embora este não fosse o ponto central das análises destes estudiosos, em menor ou maior grau a questão ambiental estava imbricada a cada uma das suas teorias, desde o século XVI, com o início da Escola Fisiocrática. Basicamente esses estudiosos demonstram que a acumulação de riqueza, geração de emprego e renda está intimamente ligada a capacidade de geração de riqueza (produtos) a partir da disponibilidade de recursos naturais, demonstrando assim, a relação interdependente entre os processos econômicos e o meio ambiente.

Assim, a preocupação com a saúde do planeta levou a investigar cada vez mais de perto o impacto de um número crescente de produtos e resíduos no equilíbrio do ecossistema. Por um lado, isso é algo positivo, bem justificada, uma vez que irá evitar alguns dos erros cometidos no passado. Além disso, dada a persistência no sistema de muitos destes produtos nocivos, tem-se seus efeitos no meio ambiente ainda desconhecidos ou insuficientemente analisados (AZQUETA, 2007).

Inicialmente, a teoria do desenvolvimento buscava explicar, numa perspectiva macroeconômica, as causas e os mecanismos do aumento persistente da produtividade do fator trabalho e suas repercussões na organização da produção e na distribuição do produto social. Para tanto, projetavam-se dois cenários. No primeiro, havia o predomínio das formulações abstratas, que visavam compreender a análise do mecanismo de crescimento econômico, o que exigia a construção de modelos ou esquemas simplificados dos sistemas existentes, baseado apenas em variáveis quantificáveis (FURTADO, 1967).

O segundo plano - que é histórico - abrangia o estudo crítico, a partir da verificação da eficácia explicativa dos modelos abstratos de crescimento em confronto com uma realidade

histórica. Segundo Rippel (2005), nenhuma escola do pensamento econômico possui um consenso quanto a abordagem do crescimento e do desenvolvimento. Embora o tema desenvolvimento econômico tenha sido destaque somente no século XX, a preocupação com o crescimento econômico nos principais países da Europa é muito mais antiga, datando desde as escolas do pensamento clássico, a partir do século XVI.

Assim, conforme explica o autor, entender o processo de desenvolvimento é algo bastante difícil, uma vez que implica em problemas de mensuração correta do mesmo, pois envolve diferentes aspectos históricos, o que caracteriza-o como processo amplo e complexo. Não obstante, caso sejam agregadas características econômicas, sociais e demográficas, como elementos componentes desta definição, a dificuldade se amplia ainda mais.

Diante desta condição, o desenvolvimento econômico se caracteriza pela ausência de uma conceituação universalmente aceita. Para melhor ordenar a discussão, divide-se as conceituações mais usuais em duas correntes teóricas. Na primeira, considera-se crescimento como sinônimo de desenvolvimento, na qual enquadram-se os modelos de tradição neoclássica, como o de Meade e Solow; e, teóricos de inspiração keynesiana, como: Harrod, Domar e Kaldor. Embora seja possível traçar sutis diferenças entre esses termos, os autores reconhecem a existência de países desenvolvidos e subdesenvolvidos, sendo os últimos, caracterizados como aqueles que não utilizam integralmente os fatores de produção de que dispõem para alavancar as suas capacidades produtivas, persistindo assim, em um ciclo de dependência de economias mais desenvolvidas (SINGER, 1982; SOUZA, 1999).

A segunda corrente, voltada para a realidade empírica, entendia que o crescimento era condição indispensável para o desenvolvimento, mas não suficiente. Nessa corrente, destacam-se os trabalhos dos economistas Lewis, Hirschman, Myrdal e Nurkse, embora com raízes ortodoxas, realizaram análises e elaboraram modelos mais próximos da realidade, considerando a existência de economias subdesenvolvidas. Então, Singer (1982) sustenta que o desenvolvimento é o processo de passagem de uma economia colonial para outra, diferente, capitalista ou centralmente planejada, nas condições históricas do mundo contemporâneo.

Nesse contexto, o desenvolvimento seria um processos de transformação qualitativa da estrutura econômica do país, na qual, os fenômenos socioeconômicos que necessariamente o acompanham são: transferência de grandes massas populacionais do campo para cidades; constituição de um parque industrial mais ou menos amplo, aumento da produtividade do trabalho, melhoria do padrão de vida, tanto da população urbana quanto da rural e elevação do seu nível cultural, por exemplo.

Após a Segunda Guerra Mundial, inicia-se uma intensa preocupação com a capacidade de crescimento dos países, pois durante esse processo, economias que foram destruídas passam a dispensar esforços para se reconstruírem o mais rápido possível. Nesse momento, o cenário era de países subdesenvolvidos buscando alcançar o desenvolvimento econômico de países capitalistas avançados, relativamente livres de crises, os quais tentavam concentrar o incremento das taxas de crescimento no longo prazo; e, os países socialistas estavam decididos a alcançar os índices de crescimento obtido pelas economias capitalistas do mundo, mediante uma rápida expansão econômica. Nesse contexto, em outubro de 1945 foi criada a Organização das Nações Unidas (ONU), um arranjo internacional formado por países que, voluntariamente, se propuseram a trabalhar pelo desenvolvimento e pela paz.

Baseado na situação econômica explicitada, Roy Harrod escreveu seu ensaio precursor sobre o crescimento econômico e, em seu modelo ampliado, *Harrod-Domar*, torna mais explícitas essas relações, definindo uma nova variável, o coeficiente ou taxa de substituição a longo prazo de trabalho por capital, para calcular a taxa de crescimento em equilíbrio da renda *per capita* dos países. Basicamente atribuíram-se papéis específicos à acumulação de capital, expansão da força de trabalho e progresso técnico, bem como a expectativa e possibilidade de instabilidades. Assim, foram abertos novos caminhos e interpretações para a moderna teoria do crescimento econômico, pois, de modo geral, o que se está pressupondo é que o desenvolvimento tecnológico tende em geral a ser incorporado à acumulação de capital (SEN, 1989, BRESSER-PEREIRA, 1975).

Historicamente, tem-se que a discussão sobre o crescimento econômico traduz-se no desejo de acumular riqueza. Os precursores dessa visão foram as Escolas de Pensamento Mercantilistas e os Fisiocratas (Século XVI e XVIII). Para a primeira Escola de pensamento, a riqueza dependia do comércio de metais preciosos, o que levava à expansão do comércio internacional, e, conseqüentemente a um maior crescimento econômico. A expansão das exportações tendia, nesta visão, a desafogar os estoques de mercadorias e a elevar o nível de renda e de emprego, e, o fluxo de moeda, a reduzir a taxa de juros estimulando o nível de investimento e do crescimento da nação. A escola Fisiocrática, representada por François Quesnay, direcionou o papel chave para o crescimento da economia à agricultura. Defendia a desregulamentação do Estado, a eliminação das restrições às exportações e a redução da carga tributária para um melhor funcionamento do sistema econômico (SOUZA, 1999; OSER e BLANCHFIELD, 1983).

No plano acadêmico, o crescimento econômico surgiu com maior vigor a partir da obra de Adam Smith, *A Riqueza das Nações*, em 1776, na qual o autor procurou identificar os

fatores da formação da riqueza nacional; explicou como o mercado opera e qual a importância do aumento do tamanho dos mercados para reduzir os custos médios de produção (efeito escala) e permitir a obtenção de lucros. Desse modo, expandindo-se os mercados, aumenta-se a renda e o emprego. Assim, o desenvolvimento ocorreria, para o autor, com o aumento da proporção de trabalhadores produtivos em relação aos improdutivos, redução do desemprego e elevação da renda média *per capita*, o que ocasionaria, no longo prazo, uma redistribuição de renda entre os capitalistas, trabalhadores e arrendatários.

Nesse sentido, para Kuznets (1983), o crescimento econômico das nações é tido como um aumento sustentado do produto *per capita*, muitas vezes acompanhado do aumento populacional, bem como por mudanças radicais de estrutura. Mudanças estas que nos tempos modernos podem ocorrer na estrutura industrial, dado um aumento do produto gerado e recursos empregados, mudanças no meio agrícola e não-agrícola, na distribuição da população entre campo e cidade.

Como resultado, haveria uma reorganização do processo de urbanização, impactando a posição econômica de grupos, ligação entre várias atividades, nível de renda *per capita* e distribuição da produção ocasionado pelo consumo doméstico. Desse modo, verifica-se que as nações não vivem de modo isolado, pois, o crescimento que ocorrer em uma dada localidades, pode afetar direta ou indiretamente a outra, e assim sucessivamente. Tal cenário, se deve ao fato de que além das características agregativas e estruturais, existem aspectos internacionais do crescimento econômico.

Quando só há crescimento, a economia funciona em um sistema de fluxo circular de equilíbrio, cujas variáveis econômicas aumentam apenas em função da expansão demográfica. O desenvolvimento por sua vez, ocorre na presença de inovações tecnológicas, por obra de empresários inovadores, financiados por crédito bancário. Desse modo, no modelo clássico de crescimento, a mudança econômica depende do crescimento demográfico, dos rendimentos decrescentes da agricultura e do conflito distributivo entre salários, lucros e rendas. O desenvolvimento econômico, por sua vez, depende de iniciativas internas, oriundas na sua própria esfera econômica (SCHUMPETER, 1982).

Assim, o crescimento econômico é tido como uma variação quantitativa do produto, enquanto o desenvolvimento envolve mudanças qualitativas no modo de vida das pessoas, das instituições e das estruturas produtivas. Nesse sentido, o desenvolvimento caracteriza-se como a transformação de uma economia arcaica em uma economia moderna, eficiente, juntamente com a melhoria do nível de vida do conjunto da população (BARAN, 1984).

Por ter raízes teóricas e empíricas, originárias das crises econômicas, o desenvolvimento, emana, principalmente por causa das preocupações da época recente, suscitadas pelos problemas criados pelos chamados países em desenvolvimento, que fizeram renascer o interesse por estudos de base histórica. A análise estatística, iniciada nessa linha por Colin Clark, punha em evidência que não existia desenvolvimento sem industrialização, o qual se traduz em profundas modificações nas estruturas econômicas e sociais e que a elevação do nível de vida como fenômeno persistente, a longo prazo, não havia beneficiado senão uma pequena parte da humanidade. Nesse cenário retomou-se a ideia de que o desenvolvimento se concretiza pela superação de uma série de fases (FURTADO, 1967).

Com isso, tem-se a reformulação sistemática desse enfoque do processo de desenvolvimento, alcançado a partir da superação de estágios, o qual foi apresentada por W. W. Rostow (1978) e North (1977). Estes atores buscaram relacionar as teorias de crescimento e desenvolvimento a uma sequência típica de etapas, pelas quais as regiões percorrem no curso do seu desenvolvimento, sendo estas: sociedade tradicional, condições para o arranco, arranco, marcha para a maturidade e era do consumo em massa.

A essas etapas, Rostow acrescenta mais uma fase à evolução do desenvolvimento (Para Além do Consumo em Massa). Nessa etapa, as pessoas não se sentirão motivadas a aumentar ainda mais sua renda, mas sim manter o seu nível de consumo e capacidade produtiva e, contribuir para melhor condição de vida, da geração atual e futura.

Nesse cenário de discussões e conceituação acerca do que de fato é desenvolvimento, compreender as disparidades existentes entre as economias desenvolvidas e subdesenvolvidas foram cruciais para configuração dos diversos elementos que norteiam esse conceito. Como base, considerava-se ao países da América Latina, nos quais, a partir das décadas de 1940 e 1950, economistas começaram a elaborar diagnósticos da realidade de seus países, com o objetivo de captar recursos de nações desenvolvidas, visando implementar os seus planos de desenvolvimento. Nessa discussão destacam-se os trabalhos dos autores da Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL), criada pelas Nações Unidas, com o objetivo de realizar estudos visando o desenvolvimento da região.

O cerne das discussões dos autores cepalinos foi a corrente teórica do desenvolvimento como uma mudança de estrutura, na qual enquadram-se os trabalhos de Prebisch (1949), Furtado (1961), Singer (1977), por exemplo. Para esses autores, o desenvolvimento deveria implicar em alterações nas estruturas econômicas, sociais, políticas e institucionais, com melhoria da produtividade e da renda média dos agentes envolvidos no processo produtivo. A partir do método estruturalista foi possível destacar as

interdependências entre os setores produtivos e a necessidade de aperfeiçoar tais estruturas, bem como os pontos de estrangulamento do desenvolvimento (SOUZA, 1999).

Nenhuma ideia teve tanta significação na formação de uma nova visão do desenvolvimento como a estrutura centro-periferia, formulada por Raúl Prebisch. Embora, inicialmente a preocupação desse autor tenha sido a propagação internacional do ciclo de negócios, o aprofundamento dessa ideia pelo próprio Prebisch e pelo grupo de cientistas sociais reunidos na CEPAL - conhecidos, posteriormente, como escola estruturalista latino-americana - deu origem à corrente de pensamento de influência mais ampla e permanente nos estudos do desenvolvimento (FURTADO, 2000).

O primeiro ponto na análise de Prebisch foi a crítica à teoria das vantagens comparativas de David Ricardo, segundo a qual os países deveriam especializar-se na produção dos bens para os quais possuísem vantagens comparativas de custo. Cabia à América Latina, como parte da periferia do sistema econômico mundial, o papel específico de produzir alimentos e matérias-primas para os grandes centros industriais, ou seja, não havia espaço para a industrialização dos países novos. No entanto, quanto mais ativo for o comércio exterior da América Latina, tanto maiores serão as possibilidades de aumentar a produtividade de seu trabalho, mediante uma intensa formação de capital (SOUZA, 1999).

A solução não está em crescer à custa do comércio exterior, mas em saber extrair os elementos propulsores para o desenvolvimento econômico. Assim, a industrialização seria efetuada mediante substituição de importações, pela existência de mercados constituídos para produtos específicos, até então importados. Desse modo, a estratégia para o desenvolvimento latino-americano consistia em quatro pontos primordiais: compressão do consumo supérfluo; incentivo ao ingresso de capitais externos via empréstimos governo a governo; realização da reforma agrária e maior participação do Estado na captação de recursos e implantação de infraestruturas, como energia, transporte e comunicações (PREBISCH, 1949).

Nesse contexto, segundo Hirschman (1981), qualquer teoria do desenvolvimento deve iniciar-se pela identificação das forças determinantes de investimento nos países subdesenvolvidos. Essa reflexão sobre o desenvolvimento teve como causa principal a tomada de consciência do atraso econômico em que vivia a grande maioria da humanidade. Nesse cenário, indicadores mais específicos, como a mortalidade infantil, incidência de enfermidades contagiosas, grau de alfabetização, e informações que sugeria acesso às formas de vida criadas pela civilização industrial, contribuiu para amalgamar as ideias de desenvolvimento e bem-estar social da população (FURTADO, 2000).

Nesse sentido, segundo Sen (2000), o desenvolvimento pode ser visto como um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam. Esse novo enfoque, contrasta com visões mais restritas da teoria desenvolvimentista tradicional, segundo as quais identifica-se o desenvolvimento com crescimento do produto nacional bruto (PNB), aumento das rendas pessoais, industrialização, avanço tecnológico ou modernização social.

Para o autor, embora o crescimento do PNB ou das rendas individuais pode ser muito importante como um *meio* para expandir as liberdades desfrutadas pelos membros da sociedade, estas também dependem de outros fatores determinantes, como as disposições sociais e econômicas (serviços de saúde e educação, por exemplo) e os direitos civis (liberdade para participação de discussões e averiguações públicas). Assim, para que haja desenvolvimento é necessário que se removam as principais fontes de privação de liberdade: pobreza e tirania, carência de oportunidades econômicas e destituição social sistemática, negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência excessiva de Estados repressivos.

De modo que, para Abramovay (2012), analisando que o processo de crescimento econômico da produção de bens e serviços é cada vez menos considerado como o caminho universal para o bem-estar, corrobora, a interpretação de que os trabalhos mais recentes a esse respeito contestam não apenas as medidas em que a riqueza se exprime, mas o alcance e o significado da produção de bens e serviços como base na obtenção da qualidade de vida para as sociedades contemporâneas.

No ano 2000, refletindo e baseando-se na década das grandes conferências e encontros, líderes mundiais se reuniram na sede das Nações Unidas, em Nova York, para adotar a Declaração do Milênio da Organização das Nações Unidas (ONU). Com a Declaração, as Nações se comprometeram a uma nova parceria global para reduzir a pobreza extrema, em uma série de oito objetivos, conhecidos como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), os quais foram de fundamental importância para a implantação do atual modelo de desenvolvimento. A redução da pobreza e a elevação da renda do trabalho ampliaram e fortaleceram o mercado consumidor interno, aquecendo o mercado de trabalho e compondo um círculo virtuoso que garante a sustentabilidade do desenvolvimento; a ampliação e democratização do acesso ao ensino superior, ao ensino técnico e à qualificação profissional promovem a ampliação da renda e da produtividade do trabalhador, e também se transformam em mais um mecanismo efetivo de redução da pobreza e da desigualdade (IPEA, 2014).

Contudo, o desenvolvimento não pode se limitar unicamente aos aspectos sociais e sua base econômica, ignorando as relações complexas entre a sociedade humana e a evolução da biosfera. É por isso que fala-se em desenvolvimento sustentável, o qual, a rigor da adjetivação deveria ser desdobrado em socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo (SACHS, 2010).

Assim, o que se deve deixar claro nessa seção é que o crescimento econômico é condição indispensável para o desenvolvimento, uma vez que possibilita a construção e meios de infraestruturas e a oferta de serviços (educação, saúde, cultura, mobilidade, conexão) capazes de atender as necessidades básicas da população. Não se trata, portanto, de preconizar sua supressão generalizada. Mas, mesmo em países em desenvolvimento, é imperativo modificar a forma/conteúdo em que o crescimento econômico se materializa, para que o mesmo se concretize como a melhora na qualidade de vida da população (ABRAMOVAY, 2012).

Para o autor, avanços nessa direção devem levar em consideração além das características econômicas e sociais, o fato de que o equilíbrio climático, a biodiversidade e a própria oferta de materiais e energia, pela natureza, podem ser seriamente ameaçados, mantidas as atuais condições de crescimento. Desse contexto surgiu a necessidade de maior atenção, discussão e estudos sobre a questão ambiental na agenda dos pesquisadores a partir dos anos 1960.

Nesse cenário, tem-se a emergência do movimento ambientalista, no qual a depredação dos recursos naturais, dependência energética de recursos infinitos e do ambiente em geral um tema de importância econômica, política e social. Além da expansão da escala das atividades humanas, a evolução do sistema econômico, conforme vem ocorrendo, tem conduzido o mundo a uma era em que o capital natural, em substituição ao capital manufaturado, passa a ser o fator limitante do desenvolvimento econômico. Assim, a crítica ambientalista, surgida inicialmente nos meios científicos e ambientalistas, vai progressivamente adentrando o campo da ciência econômica.

Além dos desequilíbrios ambientais decorrentes da intervenção humana no meio ambiente, a revolução industrial, baseada no uso intensivo de grandes reservas de combustíveis fósseis, abriu caminho para uma expansão em escala das atividades humanas que pressiona fortemente a base de recursos naturais do planeta (ROMEIRO, 2010). Assim, compatibilizar as exigências do processo de desenvolvimento com a preservação e a regeneração dos mais importantes serviços ecossistêmicos de que dependem as sociedades humanas só seria possível com a mudança da gestão dos materiais e da energia em que se apoiam os atuais sistemas produtivos (ABRAMOVAY, 2012).

Até a década de 1970 a preocupação mais intensa residia na possível escassez de recursos energéticos, a partir de meados dos anos 2000, a inquietação está centrada nos possíveis impactos de poluição global oriundos da concentração de dióxido de carbono (CO₂), que potencializa o efeito-estufa e mudanças climáticas geradas por acúmulo desses e outros gases na atmosfera. Nesse ambiente de controvérsias sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente, exacerbado principalmente pela publicação do relatório do Clube de Roma que pregava o crescimento zero como forma de evitar catástrofe ambiental que emerge o conceito de desenvolvimento sustentável (MUELLER, 2004).

Segundo Furtado (1981), a importância do estudo feito pelo Clube de Roma se deve ao abandono da hipótese de um sistema aberto, no que concerne à fronteira dos recursos naturais. Assim, se o desenvolvimento para o qual estão sendo mobilizadas todas as forças chegasse a se concretizar, a pressão sobre os recursos naturais não-renováveis e a poluição do meio ambiente seriam de tal ordem (ou o custo do controle da poluição seria tão elevado) que o sistema econômico mundial entraria em colapso. Esse modelo que leva a uma ruptura, demonstra que o estilo de vida criado pelo capitalismo industrial sempre será o privilégio de uma minoria, e, de tal forma elevado, que toda tentativa de generalizá-lo levaria inexoravelmente ao colapso de toda uma civilização, pondo assim, em risco as possibilidades de sobrevivência da espécie humana.

Nesse contexto, para Bruzaca e Souza (2013), o marco histórico do surgimento da ideia desenvolvimento sustentável data da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, em 1972, na qual buscou-se a superação da contradição entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental. Sachs (2009) destaca no contexto da Conferência dois posicionamentos diametralmente opostos em relação ao desenvolvimento. O primeiro grupo, *the cornucopians*, previam a abundância de recursos e consideravam as preocupações com o meio ambiente descabidas, pois atrasariam e inibiriam os esforços dos países em desenvolvimento rumo à industrialização para alcançar os países desenvolvidos. Do lado oposto, os *doomsayers*, eram os catastrofistas, anunciavam o apocalipse para o dia seguinte, caso o crescimento demográfico e econômico – ou pelo menos o crescimento do consumo – não fossem imediatamente estagnados.

A partir deste ponto, foram crescendo as discussões e os debates acerca do desenvolvimento sustentável, sendo generalizado o seu conceito a partir do relatório Brundtland (1987) e da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, contemplando o conjunto de pressupostos que as nações deveriam adotar visando à sustentabilidade (CORONEL & SILVA, 2009).

De modo geral, segundo Sachs (2009), o objetivo deveria ser o estabelecimento de um aproveitamento racional e ecologicamente sustentável da natureza em benefício das populações locais, levando-as a incorporar a preocupação com a conservação da biodiversidade aos seus próprios interesses, como um componente de estratégia de desenvolvimento.

Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável surge como um projeto de futuro que surgiu quando a humanidade começou a tomar consciência de que estavam solapando as bases materiais da ascensão da sua própria espécie, contudo, esse conceito é tido como uma proposição conciliadora, onde se reconhece que o progresso técnico efetivamente relativiza os limites ambientais, mas não os elimina (VEIGA, 2015a).

Conceitualmente, a definição de desenvolvimento sustentável é normativa e surgiu inicialmente com o nome de *ecodesenvolvimento*⁵, segundo o qual visa-se definir um estilo de desenvolvimento particularmente adaptado, em que cada ecorregião concentra esforços na valorização de seus recursos específicos, para a satisfação das necessidades fundamentais da população (saúde, alimentação, habitação e educação). Desse modo, cada ecorregião insiste nas soluções específicas de seus problemas, levando em conta os dados ecológicos da mesma forma que os culturais e considerando ainda a relação entre homem e meio ambiente (SACHS, 1986).

Segundo Cavalcanti (1997), essas relações devem ser examinadas em relação a iniciativas de desenvolvimento que não se reduzem simplesmente a exploração de recursos não-renováveis, mas, em uma visão distinta do processo econômico, levando em conta a dimensão biofísica, as leis e princípios da natureza. Assim, a elaboração de regras para um desenvolvimento sustentável tem que reconhecer o fator limitante da ciência econômica convencional, que não considera a base ecológica do sistema econômico dentro de seu arcabouço analítico, levando assim a crença no crescimento ilimitado. Contudo, a ideia de sustentabilidade, por sua vez, implica em uma limitação definida das possibilidades de crescimento econômico, no qual, deve-se agregar preocupações ecológicas (ou ecossociais) às políticas públicas de desenvolvimento.

Para Martine (1996), há uma lista básica de problemas ambientais sérios ameaçando o planeta: efeito estufa, depleção da camada de ozônio, acúmulo de lixo tóxico, perda de biodiversidade e esgotamento de recursos não-renováveis. Qualquer agravamento desses problemas poderia pôr em risco a sobrevivência de pelo menos parte da população do planeta, no longo prazo.

⁵ A autoria do termo *ecodesenvolvimento* não é bem estabelecida, mas existe concordância geral em atribuí-lo a Ignacy Sachs, da Escola de Altos Estudos em Ciências Sociais de Paris, uma preeminência nas suas qualificações conceituais (ROMEIRO, 2010, p.8).

Para tanto, segundo Sachs (2008), o desenvolvimento sustentável deve obedecer a um duplo imperativo ético da solidariedade entre as gerações presentes e futuras, exigindo a explicitação de critérios de sustentabilidade social e ambiental e de viabilidade econômica, ou seja, somente soluções que considerem esses três elementos, promovendo crescimento econômico com impactos positivos em termos sociais e ambientais, merecem a denominação de desenvolvimento sustentável.

Assim, convencionou-se a chamar de Desenvolvimento Sustentável:

[...] o processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras ... Em termos gerais, desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias (Nações Unidas, 1987, p. 54).

Segundo Sachs (1997) e Harris (2003), o desenvolvimento sustentável deve ser embasado em cinco pilares (social, econômico, ecológico, geográfico e cultural), que buscam acelerar o desenvolvimento socioeconômico, capaz de comprometer-se num jogo de soma positiva com a natureza, em vez de reforçar a continuidade de práticas predatórias, que, degradam a um ritmo alarmante o capital natural e desestruturam os ecossistemas naturais. Nesse sentido, a sustentabilidade constitui um conceito dinâmico, que leva em conta as necessidades crescentes da população.

A sustentabilidade social implica no estabelecimento de um processo de desenvolvimento que conduza a um padrão estável de crescimento, com uma distribuição mais equitativa da renda e dos ativos, assegurando uma melhora substancial dos direitos da população e uma redução dos atuais níveis de desigualdade social.

A sustentabilidade econômica se torna possível a partir do fluxo constante de inversões públicas e privadas, alocação e manejo eficiente dos recursos naturais. A sustentabilidade ecológica consiste na expansão da capacidade produtiva, mediante a intensificação do uso do potencial de recursos existentes nos diversos ecossistemas, com um nível mínimo de deterioração deste potencial, conseqüentemente. Assim, impõe-se a redução dos níveis de consumo de combustíveis fósseis e outros, bem como o esgotamento rápido dos recursos do meio ambiente. Da mesma forma, necessita-se da redução do volume de substâncias poluentes, mediante a adoção de políticas de conservação de energia e recursos, reciclagem, substituição por recursos renováveis e/ou abundantes, tecnologias capazes de gerar o mínimo de dejetos e eficiência em termos de recursos utilizados, bem como o estímulo a “agricultura ecológica” e aos sistemas de agrossilvicultura.

Na sustentabilidade geográfica os problemas ambientais são ocasionados, muitas vezes, por uma distribuição espacial desequilibrada dos assentamentos humanos e das atividades econômicas. Para tanto, busca-se uma configuração rural-urbana mais equilibrada e estabelecer uma rede de reservas da biosfera para proteger a diversidade biológica, e, ajudar a população local a sobreviver. Por fim, a sustentabilidade cultural, talvez, seja a mais difícil de mensurar, na medida em que implica no processo de modernização que deveria ter raízes endógenas, buscando a mudança em sintonia com a continuidade cultural vigente em contextos específicos.

Conforme apresentado, o conceito de desenvolvimento sustentável abarca uma nova consciência dos limites da Terra e da fragilidade de seus equilíbrios ecológicos globais, num enfoque do desenvolvimento socioeconômico orientado para a satisfação de necessidades básicas e o reconhecimento do papel fundamental que a autonomia cultural desempenha nesse processo. Para Hogan (1995) as questões pertinentes as transições demográfica, migratórias e de recursos são assunto de presença obrigatória no debate do desenvolvimento sustentável.

Apesar da evolução do desenvolvimento como conceito, segundo Veiga (2015b), este continuava sendo visto como algo dissociado da governança ambiental, pois somente a partir do ano 2000, com a elaboração do relatório dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que evidenciou-se essa lacuna evolutiva. Com base neste relatório, em 2012, durante a Rio+20, os ODMs passariam a ser chamados de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais têm como foco principal os três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. Segundo Agenda 2030, a nova proposição dos ODS, baseada nos ODMs cumpridos e não cumpridos, visa reduzir a pobreza e a fome, em todas as suas formas e dimensões e garantir que todos os seres humanos possam realizar o seu potencial em dignidade e igualdade, em um ambiente saudável conciliando a proteção do planeta contra a degradação ambiental, sobretudo por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e tomando medidas urgentes sobre a mudança climática, para que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e futuras.

Assim, os novos objetivos, fazem parte de um conjunto de ações de prioridades globais para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado. Dentre as metas é possível selecionar alguns indicadores para avaliar e caracterizar regiões, estados e/ou nações, de acordo com as suas características econômicas, sociais e ambientais, visando identificar as potencialidades e gargalos existentes, que podem mitigar o avanço das questões ambientais na região em estudo (ISAE, 2016).

Além da contribuição referente a ampliação dos objetivos do desenvolvimento do milênio para desenvolvimento sustentável, a RIO+20 contribuiu com a inserção e discussão de dois temas principais: a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e, a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

A economia verde é descrita como: “uma economia que resulta em melhoria do bem-estar da humanidade e igualdade social ao mesmo tempo em que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica”. À luz da realidade ameaçadora do aquecimento global é imperioso que se adote produção e consumo capaz de moderar num primeiro momento e, se possível, eliminar no futuro, a perspectiva de aumento da temperatura média da atmosfera, uma vez que essa situação torna inviável a civilização humana na forma que assumiu em séculos de desenvolvimento histórico (RICUPERO, 2012; PNUMA, 2011).

Nesse contexto, a economia verde envolve três dimensões fundamentais: i) transição do uso em larga escala de combustíveis fósseis para fontes renováveis de energia; ii) aproveitamento dos produtos e serviços oferecidos pela biodiversidade, criando cadeias de valor ligadas a produtos florestais (madeireiros e não madeireiros) e aos serviços ecossistêmicos, com base nos quais prosperem negócios que beneficiem as populações que vivem em regiões de grande riqueza biológica; e, iii) processo pelo qual a oferta de bens e serviços apoiasse em técnicas capazes de reduzir as emissões de poluentes (gases de efeito estufa), de reaproveitar parte crescente de seus rejeitos e, acima de tudo, de diminuir o emprego de materiais e energia dos quais os processos produtivos se organizam (ABRAMOVAY, 2012).

Assim, segundo o autor, compatibilizar as exigências do processo de desenvolvimento com a preservação e a regeneração dos mais importantes serviços ecossistêmicos de que dependem as sociedades humanas só será possível com a mudança da gestão dos materiais e da energia em que se apoiam os sistemas produtivos, atuais. No entanto, a ecoeficiência não representa nenhum atalho pelo qual o crescimento pode perpetuar-se como o eixo da relação entre economia e sociedade, sem levar em consideração as implicações ambientais para sua sobrevivência, como sistema.

Desse modo, necessita-se de uma abordagem interdisciplinar do desenvolvimento. Com efeito, a biotecnologia terá um papel primordial neste esforço de alcançar ambas as extremidades da cadeia de produção, propiciando, por um lado, aumento na produtividade de biomassa, e por outro, permitindo uma expansão na faixa de produtos dela derivados (SACHS, 2009).

Dentre os desafios para a concretização do desenvolvimento sustentável, segundo Castro (2012), o volume populacional é normalmente citado como um item crucial ao

desenvolvimento e à preservação ambiental, refletindo uma visão malthusiana sobre os impactos do crescimento da população. Considerando a importância da dinâmica demográfica para o desenvolvimento sustentável, alguns aspectos merecem atenção especial. Investir em capital humano, saúde e educação contribui para redução de desigualdades, diminuição do crescimento populacional e aumento da capacidade de se adaptarem a mudanças ambientais. Vale destacar que esses investimentos devem dar atenção especial aos segmentos mais vulneráveis da população.

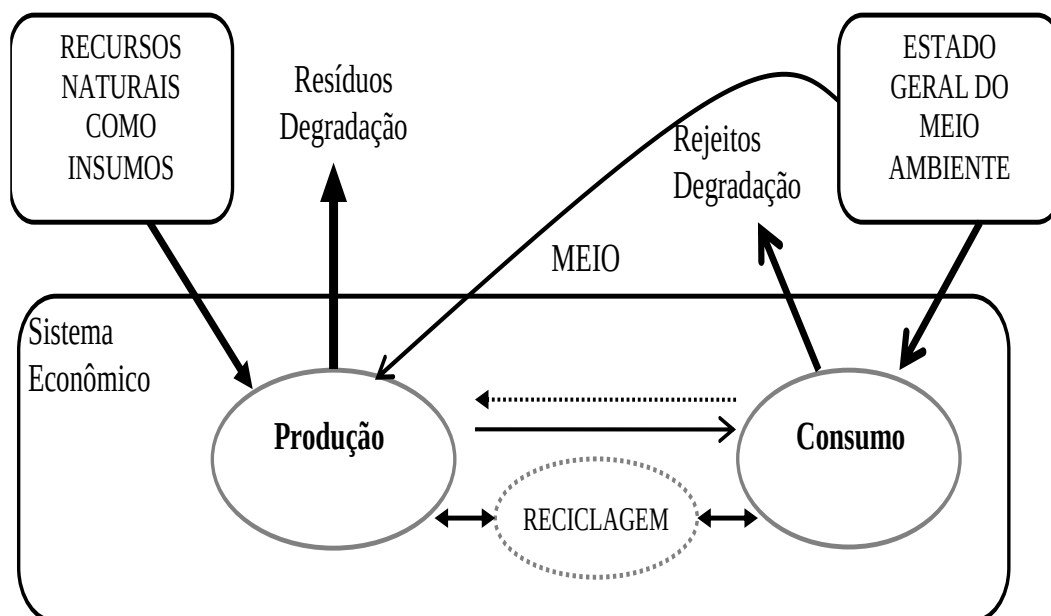
De modo que, a atividade econômica, a qualidade de vida e a coesão das sociedades humanas são profunda e irremediavelmente dependentes dos bens e serviços providos pelo meio ambiente. Assim, é fundamental que a teoria econômica considere em seu arcabouço teórico as interconexões entre sistema econômico e seu meio externo, caracterizada pela interdependência entre a economia e o meio ambiente, procurando compreender a dinâmica subjacente aos processos naturais de suporte à vida e aos impactos que essas atividades têm sobre os sistemas naturais (ANDRADE, 2008).

Assim, com base na razão de interdependência entre a capacidade de desenvolvimento das nações e o uso dos recursos naturais, foi apresentado na Figura 11 o diagrama de funcionamento do sistema econômico e suas relações com o meio ambiente. Conforme exposto, o sistema econômico retira do meio ambiente recursos naturais essenciais, que são transformados em bens e serviços, que, em última instância, são consumidos. E, tanto a produção como o consumo geram resíduos e dejetos, boa parte dos quais acabam sendo devolvidos ao meio ambiente, sem tratamento adequado. Com isso, a extração de recursos naturais não só altera a disponibilidade dos mesmos, como tem impactos sobre o estado geral do meio ambiente, afetando-o fortemente pela deposição de resíduos e rejeitos do sistema econômico, o qual ocorre até mesmo em economias que se esmeram na promoção da reciclagem e no combate à poluição ou demais formas de tratamento (MUELLER, 2004).

Contudo, na Figura, em razão do enfoque dado pelas diferentes vertentes teóricas de tratamento das questões ambientais, privilegia-se apenas a dinâmica do sistema econômico ou as interfaces entre este e o meio ambiente, baseado em um sistema de interdependência fechado. O fato é que um esquema analítico focado somente nas relações existentes dentro da “caixa” que representa o sistema econômico é fatalmente reducionista e limitado, dado fato de que o meio ambiente interage com a economia, sendo fornecedor de insumos e receptor de dejetos/resíduos resultantes dos processos de produção e consumo. Além disso, o sistema econômico atua num determinado espaço, alterando-o consideravelmente, devido a sua expansão. Assim, pode-se dizer que a economia apresenta impactos sobre o meio ambiente, os

quais são função da *escala* (tamanho, dimensão) do sistema econômico e do *estilo* dominante de crescimento econômico (ANDRADE & ROMEIRO, 2009).

Figura 11 - Esboço das relações do sistema econômico com o meio ambiente.



Fonte: Mueller, 2004.

Ainda segundo os autores, o ponto consensual é de que os sistemas naturais vêm sendo ameaçados pelas constantes intervenções humanas, tornando-se necessário compreender de que forma se dão as interconexões entre os sistemas econômico e o natural, bem como os fatores que acarretam mudanças no meio ambiente a fim de se propor medidas para o uso sustentável e eficiente do capital natural.

Como já assinalado, uma preocupação central é com relação aos benefícios intangíveis gerados pelo capital natural, uma vez que tais benefícios são insubstituíveis na prática. Dito isto, segundo IBGE (2015), os indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais que servem para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável.

Considerando que o funcionamento do sistema produtivo pode, por exemplo, alterar a distribuição de renda, afetando os montantes demandados e a composição da demanda, essas mudanças requerem ajustes na estrutura produtiva. Desta maneira, percebe-se que as políticas públicas também atuam ao longo do tempo, provocando modificações, tanto nos fatores dinâmicos como nos estruturais dos sistemas econômicos, os quais tendem a ser lentos e graduais (MUELLER, 2004).

Assim, as características do sistema produtivo da economia são determinadas pela natureza dos produtos que a sociedade demanda, tecnologias disponíveis, estrutura empresarial, fatores de ordem espacial e por influências internacionais. Todos estes aspectos configuram os fatores estruturais do estilo de desenvolvimento, entre o sistema econômico e o meio ambiente, conforme apresentado na Figura 12.

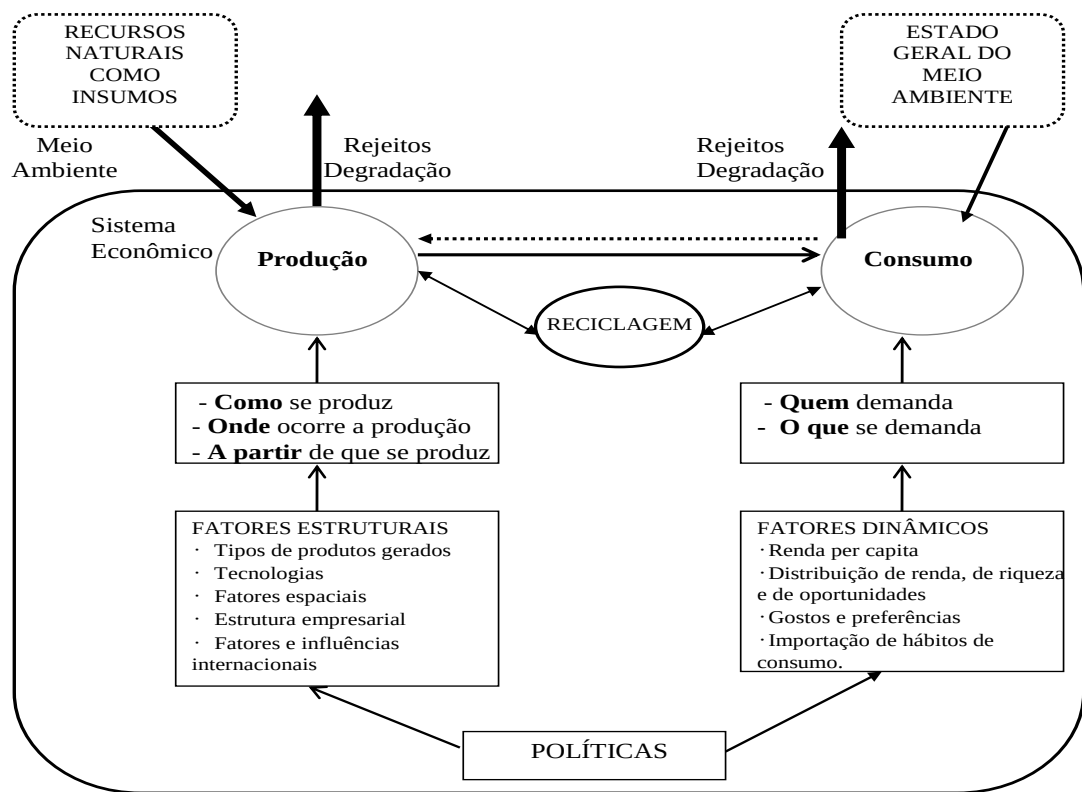
Conforme exposto na Figura, as etapas dos processos produtivos retiram do meio ambiente recursos naturais que são utilizados como insumos, complementos e implementos para a elaboração de produtos que seguem uma ordem de demanda por parte dos consumidores. Tais ações produtivas são baseadas nas questões fundamentais da economia (O quê?, Como?, Para quem?, Onde?, e, A partir do que produzir?) e dependem dos fatores estruturais produtivos e dinâmicos. As respostas as demandas da população são baseadas em políticas públicas que direcionam as ações, em parte, da produção do mercado. No entanto, como consequência de todo e qualquer processo produtivo há a geração de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos que são descartados no meio ambiente, com ou sem tratamento adequado.

Segundo Mueller (2004), o meio ambiente, possui certa capacidade de resiliência, ou seja, certa capacidade de se autorregenerar das agressões do sistema econômico. Entretanto, essa resiliência tem limites. E o comprometimento da resiliência do meio ambiente pode provocar situações irreversíveis, com efeitos dramáticos sobre o próprio funcionamento do sistema econômico, com a escassez de certos insumos produtivos naturais.

Conforme exposto, até a década de 1970, as teorias de desenvolvimento econômico concebidas para interpretar o capitalismo não levavam em conta os componentes ambientais (esgotamento dos recursos naturais, a poluição ou a destruição dos ecossistemas). Contudo, a falta de percepção desses aspectos deve-se, sobretudo, ao fato de que, até aquele momento, a pressão das atividades humanas sobre o meio ainda não havia atingido um nível crítico. Foi, portanto, a partir dos anos 1970, quando as questões do meio ambiente e dos recursos naturais passam a configurar um problema para a humanidade, que elas começam a ser entendidas e tratadas enquanto tais no âmbito das teorias econômicas (FERNANDEZ, 2011).

Assim, questões pertinentes aos limites da resiliência do meio ambiente são discutidas em maior ou menor grau, em um contexto mais amplo do desenvolvimento sustentável, elencado na pauta de discussão de duas vertentes ambientais da economia: a Economia Ambiental (EA) e a Economia Ecológica (EE). A economia ambiental, de origem neoclássica, tende a exibir forte otimismo a respeito do limite do meio ambiente, focalizando os aspectos do funcionamento do sistema econômico sem limites para seu crescimento. A economia ecológica, por sua vez, enfatiza esses aspectos limítrofes da resiliência ambiental.

Figura 12 - Inter-relações entre o sistema econômico e o meio ambiente.



Fonte: Mueller, 2004.

Segundo Andrade (2008), o ponto em comum entre a Economia Ambiental e a Ecológica é o foco nas interações do sistema econômico com o seu meio externo, ou seja, de que maneira o sistema econômico afeta o ecossistema natural, que o sustenta e de que maneira a degradação do meio ambiente pode restringir o crescimento econômico. Já a principal diferença entre estas teorias está na hipótese ambiental adotada de que o crescimento econômico pode ser limitado pela capacidade de resiliência (adaptação) do planeta.

Ao contrário da economia tradicional, as teorias da Economia Ambiental (EA) e da Economia Ecológica (EE) concebem o sistema econômico como um sistema aberto à entrada e saída de material e energia, ou seja, existe a mencionada relação entre pessoas e empresas, mas o processo produtivo levado a cabo por estas últimas necessita, por um lado, de insumos de material e energia e, por outro, gera subprodutos na forma de resíduos e energia dissipada (por exemplo, as emissões de CO₂) (TUROLLA & HERCOWITZ, 2007).

Assim, a Economia Ambiental (*mainstream neoclássico*) considera que os recursos naturais (fontes de insumos e como capacidade de assimilação de impactos dos ecossistemas) não representam, no longo prazo, um limite absoluto à expansão da economia. Pelo contrário, inicialmente estes recursos sequer apareceriam em suas representações analíticas da realidade econômica, considerando apenas o capital e trabalho, conforme especificação da função de

produção⁶. Esta visão reducionista da finitude dos recursos naturais na análise neoclássica da econômica ambiental foi objeto de críticas sistemáticas de Nicolas Georgescu-Roegen, (ROMEIRO, 2010).

Desse modo, segundo Romeiro (2011), a emissão de resíduos tenderia a zero com o aumento indefinido da eficiência no uso de recursos naturais, fazendo com que o processo de crescimento econômico se descasse progressivamente da sua base material/energética. Por outro lado, os ecossistemas naturais inevitavelmente perdidos em função da expansão humana seriam substituídos sem problemas e limitações por capital e tecnologia.

Para Cavalcanti (2010), a econômica ambiental é considerada um ramo da microeconomia que visa encontrar preços corretos para a alocação ótima de recursos (situações de máximo benefício, mínimo custo). Basicamente, este ramo da teoria econômica tem como motivação central internalizar custos ambientais a fim de se obterem preços que reflitam custos de oportunidade sociais marginais completos. Desse modo, para Aguilera Klink e Alcántara (1994), as análises da geralmente se concentram em dois temas: o problema da externalidades e alocação intergeracional ótima dos recursos não renováveis.

Desta maneira percebe-se que, o objeto de estudo da economia ambiental é dado, portanto, pelos principais problemas ambientais que a humanidade enfrenta, dentre os quais destacam-se: mudanças climáticas e efeito estufa; desgaste da camada de ozônio; alteração do ciclo de nitrogênio; perda da diversidade biológica; poluição atmosférica; contaminação hídrica e acesso a água potável; contaminação e perda de solo (erosão, desmatamento e desertificação); geração de resíduos; contaminação dos mares e superexploração dos recursos pesqueiros (AZQUETA, 2007).

Em relação as hipóteses assumidas, assinala-se a impossibilidade de que o capital produzido pelo homem possa substituir os serviços vitais fornecidos por algumas categorias de recursos naturais. No que concerne a inconsistência metodológica, essa ficaria patente na valoração do capital, pois esta abordagem propõe uma agregação combinando capital produzido e natural, o que requer um numerário comum, atribuído ao sistema de preços correntes. Contudo, para serem valorados, os recursos naturais devem se referir aos preços existentes (o capital produzido é estimado pelos preços de mercado observados). No entanto, o numerário utilizado não deve basear-se no sistema de preços vigentes porque ele não capta inúmeros

⁶ Com o tempo os recursos naturais foram incorporados nas representações de função de produção, mas mantendo a sua multiplicativa, o que significa a substitubilidade perfeita entre capital, trabalho e recursos naturais e, portanto a suposição de que os limites impostos pela disponibilidade de recursos naturais podem ser indefinidamente superados pelo progresso técnico que os substitui por capita (ou trabalho) (ROMEIRO, 2010).

aspectos ecossistêmicos importantes - refletindo o problema da valoração dos recursos naturais (ROMEIRO, 2010).

A concepção de meio ambiente como fornecedor de materiais (insumos produtivos) e ao mesmo tempo receptor de resíduos, fez com que a análise econômica se preocupasse com temas ligados à escassez crescente de recursos e também com a poluição gerada pelo sistema econômico. Nesse sentido, desenvolveram-se duas ramificações da teoria ambiental neoclássica: a teoria da poluição e a teoria dos recursos naturais (ANDRADE, 2008).

As questões pertinentes a economia da poluição podem ser divididas em três abordagens: a Solução Pigouviana da Internalização dos Danos; Análise de Custo-Efetividade (ACE); e, Análise de Custo-Benefício (ACB), aplicação direta da teoria microeconômica neoclássica e da economia do Bem-Estar. A primeira, considerada o ramo mais importante da teoria ambiental neoclássica, tem como base a teoria do bem-estar (*welfare economics*) e dos bens públicos, elaborada por Pigou nas primeiras décadas do século XX. Segundo a abordagem pigouviana, o dano causado pela poluição é um custo social (externalidade negativa) resultante da atividade de um agente econômico, gerando um custo pelo qual outro agente tem de pagar.

Segundo Pigou, a correção dessa externalidade negativa pode ser feita mediante a imposição, pelo Estado, de um tributo, incidente sobre cada unidade produzida, igual à diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social. No entanto, vale destacar que a aplicação de uma política ambiental, baseada neste tipo de solução requer, por parte da autoridade ambiental, profundo conhecimento da relação entre a emissão de poluente pelos setor e o valor pelo qual outros setores produtivos e/ou consumidores são afetados por tal emissão (CÁNEPA, 2010; ANDRADE, 2008).

Então mediante este cenário visualiza-se a existência de externalidades que modificam os custos sociais marginais, tornando-os diferentes dos custos privados marginais, o que leva a uma distinção entre a quantidade socialmente ótima e a quantidade privada ótima. Essa situação configura-se como uma falha de mercado, pois a solução convencional via mercado não é suficiente para gerar o ótimo social. Assim, a correção dessa falha deveria se dar por meio da criação de mecanismos institucionais de controle (taxação e licença de poluição), capazes de promover a internalização das externalidades no cálculo econômico dos agentes (ANDRADE, 2008).

A análise de custo-efetividade (ACE), constitui-se como a busca e análise de alternativas de abatimento da poluição que atinjam metas socialmente estabelecidas ao menor custo possível. Esta abordagem vem substituindo, gradativamente a política de comando-e-controle. Com relação a operacionalização, uma política ACE de combate à poluição é

implementada por meio de dois instrumentos econômicos de incentivo aos agentes econômicos: a cobrança pelo despejo de efluentes no bem ambiental por meio da aplicação do Princípio Poluidor Pagador, ou, equivalentemente, por meio do estabelecimento de Certificados Negociáveis de Poluição (CNPs) (ROMEIRO, 2010).

A Análise Custo-benefício (ACB) é uma técnica econômica utilizada para a determinação de prioridades na avaliação de políticas. Seu objetivo é comparar custos e benefícios associados aos impactos das estratégias alternativas de políticas em termos de seus valores monetários. Note que benefícios são aqueles bens e serviços ecológicos, cuja conservação acarretará na recuperação ou manutenção destes para a sociedade, impactando positivamente o bem-estar das pessoas. Por outro lado, os custos representam o bem-estar que se deixou de ter em função do desvio dos recursos da economia para políticas ambientais em detrimento de outras atividades econômicas (DA MOTTA, 1997).

Para Sarmiento (2003), esta técnica analisa a relação entre os custos e os benefícios em determinado período de tempo, sendo que a utilização prática dessa metodologia, de caráter ambiental, geralmente ocorre para a determinação de benefícios em áreas de proteção ambiental, como parques nacionais. Assim, a estimação dos valores monetários, reflete valores econômicos baseados nas preferências dos consumidores. Utilizando mercados de bens privados complementares e substitutos para serviços ambientais, ou mesmo mercados hipotéticos para esses serviços, é possível capturar a disposição a pagar das pessoas por mudanças na provisão ambiental. Com os procedimentos da ACB é possível, então, identificar as estratégias cujas prioridades aproveitam, da melhor maneira possível, os recursos. Isto é, estratégias cujos benefícios excedem os custos.

Desta maneira, os tomadores de decisão estão maximizando os recursos disponíveis da sociedade e, conseqüentemente, otimizando o bem-estar social. Dentro da ACB as estratégias são ordenadas de acordo com o valor presente dos benefícios líquidos de cada uma destas (benefícios menos custos descontados no tempo). Essa ordenação permite que os tomadores de decisão definam prioridades, adotando primeiro as estratégias cujos benefícios líquidos são mais elevados.

Em relação a Economia dos Recursos Naturais, segundo Enríquez (2010) e Andrade (2008), o meio ambiente é visto sob a ótica de provedor de recursos ao sistema econômico. Nesse ramo da teoria ambiental neoclássica, procura-se otimizar o padrão de uso desses recursos, com relação ao manejo adequado dos recursos renováveis e a taxa ótima de depleção dos recursos não-renováveis. No limite, a questão central subjacente à estrutura analítica da

economia dos recursos naturais é se o seu caráter finito pode se tornar um obstáculo à expansão do sistema econômico.

Assim, pode-se entender que o uso dos recursos naturais deve ser determinado a partir da resolução de um problema de alocação intertemporal de sua extração, a qual deveria ser determinada com base na maximização dos ganhos obtidos com a extração de recursos ao longo do tempo, usando-se os conceitos de custo de oportunidade e desconto para se determinar a taxa ótima de extração.

Ademais, não se pode identificar nessas duas teorias nenhum mecanismo que garanta a satisfação dos princípios de sustentabilidade ambiental. No caso da economia dos recursos naturais, por exemplo, a determinação da trajetória de extração ótima de um recurso requer o uso de uma taxa de desconto, a qual não reflete os interesses das gerações futuras. No caso da economia da poluição, a principal questão é quais são os critérios empregados para se valorar as externalidades (poluição) geradas e incorporá-las ao cálculo econômico dos agentes. Assim, a economia ambiental neoclássica atribui esses valores com base em seus princípios de utilidade e disposição a pagar, possibilitando o desenvolvimento de uma série de técnicas de valoração ambiental (ANDRADE, 2008).

Nesse contexto, Ely (1986), argumenta que a economia ambiental, por si só, não é suficiente para resolver os problemas ambientais gerados pelo homem. Nesse contexto, Van Den Bergh (2003), crítica o modelo padrão de comportamento econômico, levando em consideração a racionalidade limitada dos indivíduos na política ambiental. Segundo o autor, a hipótese de maximização e seu fundamento metodológico, tem sido criticados por muitos motivos - filosóficos, teóricos, empíricos e experimentais, uma vez que a maioria das percepções da economia ambiental baseiam-se no modelo econômico padrão (neoclássico) do comportamento racional de maximização restrita da utilidade ou dos lucros.

Na economia clássica, o valor é definido sem que haja relação com a matéria e energia contidas na oferta de bens e serviços ou com os rejeitos decorrentes da produção, tratados como externalidades. Assim, a economia ambiental foi concebida com base no fluxo de recursos, cuja oferta de matéria e energia vem de si própria e não guarda nenhuma relação com os ecossistemas. Nesse sentido, o economista romeno Georgescu-Roegen⁷ teve um papel

⁷ Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), matemático e economista heterodoxo, cujos trabalhos resultaram no conceito de decrescimento econômico, sendo considerado como o fundador da bioeconomia (Economia Ecológica). A sua maior contribuição foi mostrar que a ocorrência de mudanças qualitativas na economia não é nenhuma questão periférica. Mesmo num nível físico básico, há sempre algum tipo de mudança qualitativa, qual seja, a transformação de energia "útil" em energia "inútil". O sistema produtivo o que faz? Transforma recursos naturais em produtos que a sociedade valoriza. Mas não é só. Essa transformação produz necessariamente algum tipo de resíduo, que não entra de novo no sistema produtivo. Se a economia pega recursos de qualidade de uma

intelectual decisivo na formulação de um novo paradigma de reflexão sobre a vida econômica, articulado em torno da ideia de que não basta, como o faz a tradição dominante na ciência econômica, reduzir a matéria, a energia e a poluição à linguagem dos preços e evocar a noção de externalidades onde essa redução não for possível (ABRAMOVAY, 2012).

Baseado na inconsistência teórica e metodológica dos modelos neoclássicos de valoração ambiental, originou-se a partir de 1980 o conceito de Economia Ecológica. Tal conceito, surgiu no terreno das ciências físicas e biológicas, a partir de diferentes disciplinas e especialidades relacionadas às questões ambientais, ecológicas e energéticas, o qual veio progressivamente ao longo do tempo desenvolvendo análises do funcionamento do sistema econômico e das inter-relações entre este e o sistema ambiental.

Afora o impacto de "*The Limits to Growth*", alguns trabalhos clássicos e seminais, tanto de economistas quanto não-economistas, surgem no período, promovendo forte impacto nos meios acadêmicos e ambientalistas, como "*The Economics of the Coming Spaceship Earth*" (1966) de Kenneth Boulding, "*The Entropy Law and the Economic Process*" (1971), de Nicholas Georgescu-Roegen, "*On Economics as a Life Science*" (1968) de Herman Daly, "*Environment, Power and Society*" (1971), de Howard Odum, entre outros. De tais autores provém uma linha de raciocínio crítico ao atual processo de crescimento econômico com base nos princípios e conceitos biofísicos ambientais e ecológicos envolvidos, o que levou naturalmente a que estes princípios entrassem na discussão em torno da própria natureza do processo econômico e de suas relações com os recursos ambientais. Deste modo, constituindo-se um campo próprio de análise do sistema econômico, apoiado em conceitos e ferramentas biofísico-ecológicos, denominado "*bioeconomics*", o qual veio produzindo abordagens e resultados diferenciados (e mesmo divergentes) dos encontrados pelas teorias econômicas convencionais (ECOECO, 2017; AMAZONAS, 2001).

Esta abordagem "bioeconômica" consolidou-se enquanto a base da hoje denominada Economia Ecológica. Apesar de suas motivações e fundamentações remontarem assim ao próprio desenvolvimento da Questão Ambiental, a Economia Ecológica vai apenas se firmar como corrente mais efetivamente nos anos 80, com a fundação da *International Society for Ecological Economics* (ISEE) em 1988 e com a criação da Revista *Ecological Economics* em 1989 (ECOECO, 2017; ANDRADE, 2008).

A Economia Ecológica fundamenta-se no princípio de que o funcionamento do sistema econômico, considerado nas escalas temporal e espacial mais amplas, deve ser compreendido

fonte natural e despeja resíduos sem qualidade para a economia de volta para a natureza, então não é possível tratar a economia como um ciclo fechado e isolado da natureza (CECHIN e VEIGA, 2010).

tendo-se em vista as condições do mundo biofísico sobre o qual este se realiza, uma vez que é deste que derivam a energia e matérias-primas para o próprio funcionamento da economia. Uma vez que o processo econômico é um processo também físico, as relações físicas não podem deixar de fazer parte da análise do sistema econômico, o que a tornaria incompleta. Com isso, a natureza do problema envolve elementos tanto econômicos quanto biofísicos.

Desta maneira, dentre as questões da agenda de pesquisa da economia ecológica, a investigação no domínio do consumo e do ambiente tem crescido rapidamente desde meados da década de 1990. Embora, segundo Ropke (2005), a partir da década de 1970, alguns dos principais pensadores do comportamento do consumidor e da pesquisa política chamaram a atenção para o consumo em uma perspectiva ambiental e alguns estudos empíricos iniciais sobre o comportamento do consumidor em uma perspectiva ambiental apareceram.

Assim, segundo Santoyo (2011) e Common & Stagl (2008), a Economia Ecológica se configura como o estudo das distintas interações entre sistema econômico e o sistema ecológico, no qual, o sistema econômico convive em constante troca de matéria e energia com a natureza, ou seja, um sistema aberto onde interage-se com os ecossistemas e, ao mesmo tempo, com a sociedade. Nesse sentido, a EE se configura como um fluxo, no qual os processos econômicos fazem parte do conjunto de objetos que compõem a biosfera, cuja percepção se concentra nos elementos biofísicos associados com a concepção da economia como um sistema aberto de trocas constantes com a natureza e a sociedade como um todo.

Com base neste cenário, apresentaremos na Figura 13 a interação entre a atividade econômica e a troca de matéria e energia com o meio ambiente. Para os seres humanos, seria impossível atender suas necessidades sem interagir com a natureza. Durante a maior parte da história humana, o nível de interação não afetou o funcionamento do ambiente, exceto localmente. No entanto, durante os últimos três séculos, a magnitude dessas interações tem aumentado rapidamente, de tal forma que, atualmente, os níveis de extração de recursos é tão alto que tem causado consequências no desempenho e capacidade de recuperação do meio ambiente. Como consequência, as mudanças no ambiente operacional afetam sua capacidade de prestar serviços a atividade econômica humana (COMMON & STAGL, 2008).

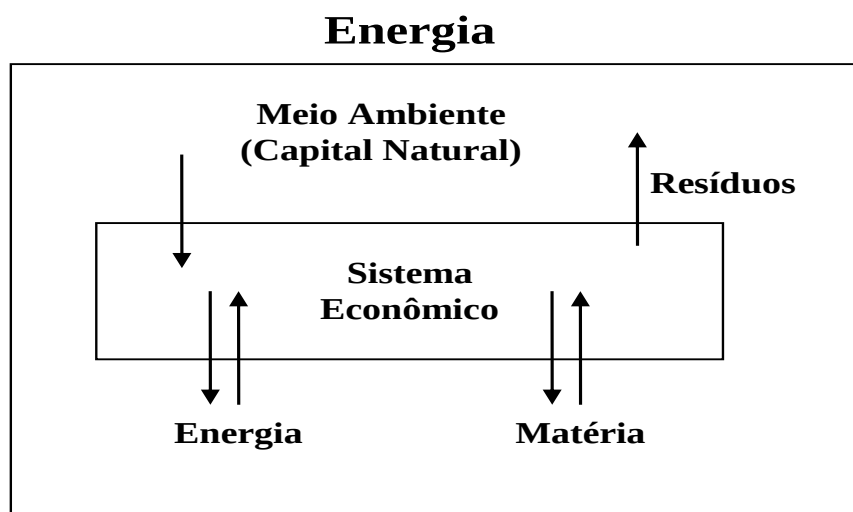
Para Georgescu-Roegen (1986) ao focar na quantidade de materiais e energia processados pela economia, percebe-se que a atividade econômica de uma geração tem influência na atividade das gerações futuras. Isso ocorre devido a utilização dos recursos energéticos e materiais terrestres e a acumulação dos efeitos prejudiciais da poluição no ambiente. Este é o cerne do problema ecológico da humanidade. A depleção de recursos e o despejo de resíduos, consequências inevitáveis da atividade econômica de uma geração,

afetarão em algum momento a possibilidade das gerações seguintes terem qualidade de vida igual ou maior.

Na economia ecológica, a macroeconomia é vista como parte de um todo, bem mais amplo, que a envolve e sustenta. A economia passa a ser vista nessa perspectiva como um subsistema aberto de um sistema maior, que é finito e não aumenta, limitado pela disponibilidade de recursos naturais. Enquanto o pressuposto da economia ambiental preconizava que não haviam limites postos pelo ambiente, à expansão da atividade humana, para os economistas ecológicos, a análise do sistema econômico não pode desconsiderar os fundamentos biofísicos-ecológicos que regulam o sistema natural que sustenta e fornece matéria e energia para o sistema econômico, sendo esse o maior desafio da economia ecológica (CECHIN & VEIGA, 2010).

Desta maneira, ao admitir a importância dos fluxos materiais e energéticos para o funcionamento do sistema econômico, a economia ecológica se dedica à análise das leis da termodinâmica (Lei da Conservação da Matéria e Energia e a Lei da Entropia), e suas implicações para no dinamismo da econômica (ANDRADE, 2008).

Figura 13 - Relação entre o Sistema Econômico e o Meio Ambiente.



Fonte: Andrade & Romeiro, 2009.

Segundo Baumgärtner (2003), o conceito de entropia é relevante para a Economia Ecológica de várias maneiras e em diferentes níveis de abstração. Primeiro, como todos os processos de mudança são, no fundo, processos de transformação energética e material, o conceito de entropia se aplica a todos eles. Assim, cria-se uma perspectiva unificadora sobre a ecologia, o ambiente físico e a economia. Em segundo lugar, em um nível mais específico, o conceito permite incorporar forças motrizes físicas e restrições nos modelos de interações economia-ambiente, tanto microeconômicas quanto macroeconômicas. É essencial para

compreender até que ponto a escassez de recursos e energia, a capacidade da natureza para assimilar resíduos e poluentes humanos, bem como a irreversibilidade dos processos de transformação, restringem a ação econômica.

Num cenário ainda mais aplicado, o conceito de entropia fornece uma ferramenta de análise quantitativa de transformações energéticas e materiais, permitindo projetar plantas de produção industrial ou componentes individuais daqueles que maximizem sua eficiência energética e minimizem seu impacto ambiental. Assim, com seu caráter rigoroso mas multifacetado como ferramenta analítica, seu rico conjunto de aplicações frutíferas e seu óbvio potencial de estabelecer relações entre o mundo natural e a ação humana intencional, o conceito de entropia é um dos pilares da Economia Ecológica.

Nesse contexto, segundo Ropke (2005), a idéia central da economia ecológica é que a economia humana seja vista como co-integrante da natureza e, que os processos econômicos sejam, simultaneamente, processos naturais (biológicos, físicos e químicos). Assim, a sociedade pode ser vista como um "organismo" com um "metabolismo social" baseado em fluxos de energia e matéria, o qual pode ocupar mais ou menos "espaço" na geobiosfera da Terra. Quanto maior o tamanho (escala) da economia humana, maior o risco de destruir as condições da vida humana na Terra a longo prazo.

Então, o que for mais escasso constituir-se-á como o fator limitante do aumento da produção. Fatores limitantes podem ser principalmente as fontes de energia utilizável e a capacidade de o ambiente absorver resíduos. Assim os resíduos gerados pelos processos produtivos revelam-se como um problema anterior à escassez de recursos devido a seu acúmulo, visibilidade na superfície e potencial poluidor. Partindo dessa constatação, surgiram três visões básicas sobre o futuro do processo econômico: a “economia do astronauta”, o “decrescimento” e a “condição estacionária”, ligadas respectivamente aos três mais importantes idealizadores da economia ecológica: Kenneth Boulding, Herman Daly Nicolas e Georgescu-Roegen (ANDRADE, 2008).

Durante os anos de 1950 os trabalhos de Boulding tiveram grande importância, ao reconectar a economia com a ética e com a base material que sustenta o processo (a natureza). Para o autor, o sucesso da economia não está relacionado ao aumento da produção e do consumo, mas sim às mudanças tecnológicas que resultem na manutenção do estoque de capital com menor utilização possível de recursos naturais. Assim, a visão de uma economia fechada em termos de recursos finitos implica na "economia do astronauta", a qual caracteriza-se como um sistema cíclico capaz de uma contínua auto-reprodução material, sendo para isso necessária uma entrada líquida de energia suficiente. Segundo essa visão, o crescimento do bem-estar não

pode mais ser alimentado por crescimento no consumo material, conforme postulado da economia ambiental (CECHIN & VEIGA, 2010; AMAZONAS, 2001a).

Assim, ao descrever o sistema econômico como dinâmica de elevação entrópica, considerando que a lei de entropia, o único fator limitante do processo econômico é a natureza. Como o planeta é finito e materialmente fechado, o sistema econômico não pode existir indefinidamente. Além do mais, a energia não é o único fator necessário à produção, pois materiais como os minérios são utilizados em larga escala no processo industrial, e não é realista imaginar a reciclagem total daquilo que foi dissipado (CECHIN & VEIGA, 2010; ANDRADE, 2008; AMAZONAS, 2001; GEORGESCU-ROEGEN, 1986).

O segundo ponto apresentado, a condição estacionária, defendida por Herman Daly (1984), é entendida como uma constante estoque de riqueza física (capital) e um constante estoque de pessoas (população). Nesse contexto, os recursos primários só seriam utilizados para melhorar qualitativamente os bens de capital. À rigor, a defesa da condição estacionária está fortemente ancorada na noção de que a partir de certo ponto, o crescimento populacional deixa de ser benéfico e passa a comprometer seriamente a possibilidade de as gerações futuras usufruírem de qualidade de vida semelhante, ou melhor, do que a da geração atual.

Essa ênfase na questão da escala, do tamanho físico da economia diante da ecossistema que diferencia a economia ecológica da economia ambiental. A economia ecológica leva em conta todos os custos (não apenas monetários) do crescimento da produção material, sendo cética sobre a possibilidade de crescimento por tempo indeterminado, e mais ainda, quanto a ilusão de que o crescimento possa ser a solução para os problemas ecológicos, conforme defendido pelos estudos da economia ambiental (CECHIN & VEIGA, 2010; ANDRADE, 2008; DALY, 1968).

Corroborando com esse cenário, segundo Cechin e Veiga (2010), os defensores do estado estacionário o equiparam com um estado termodinâmico aberto, no qual um macrossistema mantém sua estrutura entrópica constante através de trocas materiais com seu "ambiente". Deve-se, no entanto, observar que um estado estacionário pode existir de fato apenas de uma forma aproximada e por um tempo finito. Os especialistas reconhecem que as atuais leis termodinâmicas não são suficientes para explicar todos os fenômenos não-reversíveis, incluindo os processos vitais. Assim, um mundo estacionário pode por algum tempo estar interligado com o ambiente em mudança através de um sistema de balanceamento de realimentação análogo ao de um organismo vivo durante uma fase de sua vida. Mas e, algum momento esse sistema de equilíbrio entrará em colapso.

Assim, as preocupações com o uso de recursos da nossa sociedade, a degradação ambiental e o desperdício de recursos naturais são motivo de preocupação. Basicamente, o discurso de Daly parece motivado por duas preocupações: a falta de coerência com as leis básicas da física e a alegada implicação de que o crescimento pode continuar inabalável, sem eventualmente enfrentar restrições impostas pela limitada oferta de recursos naturais (STIGLITZ, 1997).

Diante desse cenário, verifica-se que a economia ecológica rejeita a visão da economia ambiental neoclássica, afirmando que essa desconsideração dos aspectos biofísicos-ecológicos do sistema econômico leva a uma análise parcial e necessariamente reducionista das interfaces entre economia e meio ambiente. Em termos metodológicos, a economia ecológica oferece um *approach* pluralista, no qual se procura integrar a contribuição transdisciplinar de várias perspectivas teóricas para se enfrentar a problemática ambiental. A prioridade à sustentabilidade é, por assim dizer, o marco da economia ecológica. Diferentemente da economia ambiental neoclássica, a economia ecológica evolui a partir da própria concepção de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade econômico-ambiental (ANDRADE, 2008; NAREDO, 2001; VAN DEN BERGH, 2001).

As diferenças conceituais entre as vertentes ambientais da economia vão além da simples abstração do limite de crescimento, da capacidade de assimilação dos processos produtivos, crescimento econômico mundial e do foco maior na escala ótima e alocação dos recursos naturais na economia. Para tanto, foram apresentadas no Quadro 2 as principais diferenças de enfoque entre a economia ecológica e a economia ambiental neoclássica.

A Economia Ecológica, busca interagir com o meio ambiente em uma escala mais ampla, a nível global, visando obter uma escala ótima priorizando a sustentabilidade. Demonstra-se certo pessimismo em relação ao crescimento indiscriminado, focando a evolução econômica no longo prazo. Por ser uma teoria de abrangência ampla, completa e integrativa leva em consideração análises dos indicadores físicos e biológicos do meio, os quais são determinados pelas escolhas e racionalidade restrita dos indivíduos, visando, como produto final um desenvolvimento focado na ética ambiental.

Já a Economia Ambiental busca formas para alocação das externalidades geradas no meio ambiente, priorizando a eficiência econômica, com base nos preceitos do Ótimo de Pareto. Como base, esta teoria apresenta um otimismo exacerbado em relação a capacidade de crescimento indiscriminado, focando esforços somente na alocação de recursos e produção no curto prazo. Esta se apresenta como uma abordagem teórica, reducionista, parcial e

monoanalítica, buscando apenas fortalecer os indicadores de ordem monetária (Análise Custo-benefício), visando a maximização dos lucros e utilidade marginal.

A tentativa de construir modelos de valoração que levem em conta os serviços ambientais é, portanto, o caminho que vem sendo trilhado por aqueles que procuram avançar no campo das avaliações ambientais. A sustentabilidade ecológica (questões sobre a escala física do sistema econômico) e a sustentabilidade social (justa distribuição intra e intergeracional dos recursos) devem preceder a busca do ótimo paretiano.

Por estar fundada numa análise biofísico-ecológica do sistema econômico, a economia ecológica combina conceitos provenientes das ciências naturais (biologia, ecologia, termodinâmica) e das ciências sociais (economia, política) com o objetivo de propiciar uma análise integrada das interfaces entre sistema econômico e meio ambiente, superando o caráter reducionista presente nas análises de cunho neoclássico. Assim, considera-se que a economia ecológica oferece um instrumental analítico mais condizente com os critérios de sustentabilidade e com a preservação da vida no planeta (VAN DEN BERGH, 2001).

Quadro 2 - Diferenças de enfoque entre a Economia Ecológica e Economia Ambiental

Economia Ecológica	Economia Ambiental
Escala ótima	Alocação ótima e externalidades
Prioridade à sustentabilidade	Prioridade à eficiência
Satisfação de necessidades básicas e distribuição equitativa	Bem-estar ótimo ou eficiência de Pareto
Desenvolvimento sustentável (global)	Crescimento sustentável em modelos abstratos
Pessimismo com relação ao crescimento e existência de escolhas difíceis	Otimismo com relação ao crescimento e existência de opções “ganha-ganha”
Co-evolução imprevisível	Otimização do bem-estar intertemporal
Foco no longo prazo	Foco no curto e médio prazos
Completa, integrativa e descritiva	Parcial, monodisciplinar e analítica
Concreta e específica	Abstrata e geral
Indicadores físicos e biológicos	Indicadores monetários
Análise sistêmica	Custos externos e valoração econômica
Avaliação multidimensional	Análise custo-benefício
Modelos integrados com relações de causa-efeito	Modelos aplicados de equilíbrio geral com custos externos
Racionalidade restrita dos indivíduos e incerteza	Maximização da utilidade e lucro
Comunidades locais	Mercado global e indivíduos isolados
Ética ambiental	Utilitarismo e funcionalismo

Fonte: Van den Bergh, 2001.

Segundo Ropke (2005), a escala da economia tem de ser limitada no interesse das gerações futuras e no interesse de outras espécies, onde os problemas globais da pobreza não

podem ser resolvidos apenas através do crescimento econômico. Isto porque, para aumentar o espaço ambiental e melhorar o nível de vida dos pobres, os ricos têm que reduzir sua apropriação de recursos naturais e capacidade de absorção de poluição.

Embora a mudança tecnológica possa ser gerenciada de forma a aumentar o fluxo de serviços obtidos a partir de um dado fluxo de energia e matéria, tais aumentos de eficiência não serão suficientes para enfrentar o desafio. Portanto, a "revolução da eficiência" deve ser acompanhada por uma "revolução da suficiência. Consequentemente, os padrões de vida e o consumo deveriam figurar na agenda da economia ecológica.

Percebe-se então que, a abordagem da economia ecológica não exclui as percepções teóricas da Economia Ambiental e postulados anteriores a esta, e um dos contextos que permeia as discussões acerca do desenvolvimento sustentável entre ambas as teorias, é o impacto que esse cenário de depleção dos recursos naturais pode gerar na humanidade. Para tanto, mensurar os níveis de desenvolvimento seja em âmbito nacional, internacional ou regional se faz de suma importância para avaliar e identificar as potencialidades e gargalos que capitaneiam ou travam o desenvolvimento regional sustentável.

Teoricamente, fechando o ciclo, surge outra linha de pensamento, que considera a relevância da sustentabilidade como condição *sine qua non* para a sobrevivência no planeta. Com isso, estudiosos do campo econômico, têm buscando trabalhar o desenvolvimento sustentável a partir da perspectiva circular, ou seja, que permita a real intersecção entre o negócio, o meio ambiente e a sociedade, considerando os recursos naturais como finitos e tratando os sistemas produtivos de forma mais eficiente equilibrando os fluxos de materiais e processos. Desta forma o conceito de economia circular, desenvolvido a partir do século XXI na China, tem trabalhado de forma bastante inovadora em novos formatos de gerir os processos produtivos avaliando aspectos como gerenciamento dos materiais, durabilidade de produtos, ecodesign, por exemplo (PROENÇA, 2018).

O conceito de economia circular surgiu inicialmente de forma prática no início do século XXI na China. Ele se assemelhava ao conceito de economia ecológica e aplicava em alguns polos industriais o conceito de aproveitamento de um resíduo industrial para outra indústria, diminuindo os impactos ambientais que o país em grande aceleração industrial sofria e ainda sofre/gera (ELLEN MACARTHUR, 2013). A partir desse período deu-se início a discussões na Europa sobre a temática e, organizações sociais como *Ellen MacArthur Foundation*, fundada em 2010, e *Circle Economy*, criada no mesmo período, apresentaram o conceito de economia circular frente a diversos atores econômicos, além de levantarem estudos de caso sobre o tema

e possíveis soluções práticas de como implementar o novo modelo econômico junto aos setores produtivos.

Entende-se que o conceito de economia circular, ainda bastante recente e em construção, tem como recurso a noção de dissociar o progresso econômico do uso de recursos naturais finitos, reduzindo a necessidade de extração das reservas virgens da natureza para alimentar novos ciclos de produção, consumo e perdas materiais (SANTIAGO, 2015).

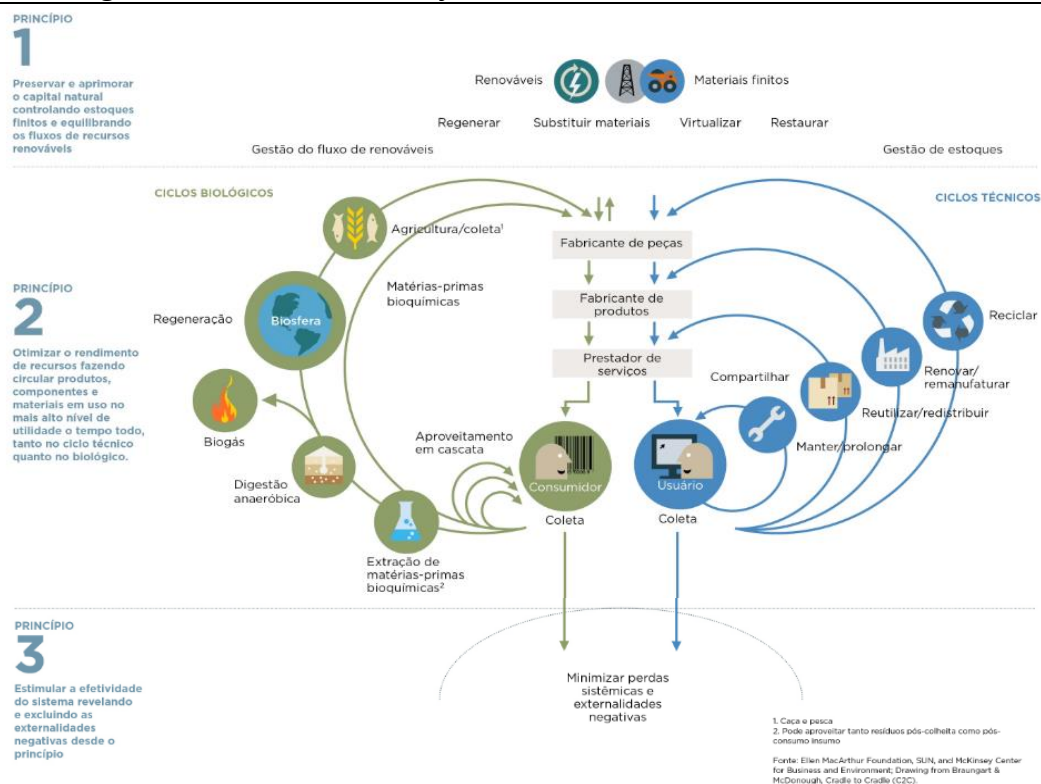
Desta forma, torna-se necessário um novo formato de gerenciamento dos materiais, estoques e recursos ampliando a vida útil dos mesmos e diminuindo o alto impacto socioambiental existente tanto na extração dos bens como algodão, como no processo e resíduos gerados pelo mesmo. Assim, a compreensão de que existe uma interconexão entre os modelos econômicos juntamente com o fluxo de materiais e energia, bem como a resiliência dos ecossistemas é a base do pensamento da economia circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Isto posto, foi apresentado na Figura 14 o Diagrama Sistêmico da definição da Economia Circular. Conforme apresentado, uma economia circular busca reconstruir capital, seja ele financeiro, manufaturado, humano, social ou natural. Isto garante fluxos aprimorados de bens e serviços. O diagrama sistêmico ilustra o fluxo contínuo de materiais técnicos e biológicos através do ‘círculo de valor’.

Tal perspectiva será alcançada a partir da promoção dos três princípios que regem a economia circular. No primeiro princípio - preservar e aprimorar o capital natural, dedica-se ao controle dos estoques finitos, equilibrando os fluxos de recursos renováveis. No segundo, objetiva-se otimizar o rendimento dos recursos, fazendo circular produtos componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico. E, o terceiro princípio contempla o estímulo da efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio do sistema produtivo.

Evidencia-se que, em uma economia circular, a atividade econômica contribui para a saúde geral do sistema. O conceito, calcado nos princípios de preservação e aumento do capital natural, otimização da produção de recursos e fomento da eficácia do sistema, reconhece a importância de que a economia funcione em qualquer escala – para grandes e pequenos negócios, para organizações e indivíduos, globalmente e localmente. Contudo, a transição para uma economia circular não se limita a ajustes visando a reduzir os impactos negativos da economia linear. Ela representa uma mudança sistêmica que constrói resiliência em longo-prazo, gera oportunidades econômicas e de negócios, e proporciona benefícios ambientais e sociais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Figura 14: Diagrama Sistêmico da definição de Economia Circular.



Fonte: ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015.

Contudo, mesmo que a aplicação dos mecanismos expostos sobre a economia circular demonstre ter potencial de reduzir custos, gerar valor, atrair investimentos e estimular a inovação nas próximas décadas, muitos são os desafios para sua implementação. Segundo Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2018), basicamente, as empresas que tentam implementar medidas de economia circular no Brasil esbarram em dificuldades e barreiras fiscais e regulatórias, que dificultam a adoção completa e em larga escala.

Dentre os desafios, o relatório cita a perda de competitividade, decorrente da cumulatividade tributária, pois, segundo as regras do sistema de tributação indireta no Brasil possibilitam que haja cobrança de tributos mais de uma vez sobre o mesmo valor adicionado. Dessa forma, os produtos reciclados e remanufaturados, pelas características de suas cadeias produtivas, podem sofrer mais cumulatividade tributária e apresentar custo tributário superior ao de materiais virgens de mesmo valor. Como principal consequência, a cumulatividade tributária, que prejudica toda a economia brasileira, é particularmente prejudicial para a remanufatura e reciclagem, que possuem cadeias produtivas com muitas empresas pequenas.

Outro problema fiscal enfrentado pelas cadeias de logística reversa é a necessidade de notas fiscais com valores do produto para transporte de resíduos. Para fins de controle tributário, o transporte de materiais entre estados ocorre apenas com as notas fiscais que detalham o valor

dos bens e os impostos a serem recolhidos. No caso de resíduos, isso não é possível, pois os resíduos não são adquiridos, mas recolhidos depois de descartados sem valor de mercado. Dessa forma, as empresas que os recolhem não possuem nota fiscal que identifique seu valor. Muitas vezes o valor do material a ser recuperado só é avaliado após a separação, o tratamento e o acondicionamento desses resíduos para retorná-los ao mercado. É necessário que seja implementado um documento fiscal simplificado próprio para o transporte de resíduos, que os identifique como carga sem valor de mercado definido. Isso pode ser implementado por meio de instrumento autodeclaratório, que especifique a natureza, a origem e o destino da carga, sem a necessidade de declarar valor de mercado ou impostos devidos.

É também um obstáculo à economia circular a imposição de regulações impeditivas aos novos modelos de negócio, que facilitem sua implementação. Por fim, A disseminação de princípios de economia circular também se ressentem da falta de conhecimento dos agentes de governo, da população e das empresas sobre suas oportunidades e benefícios. No caso das empresas, por exemplo, empresas que saibam que princípios de economia circular podem reduzir seus custos e aumentar seu mercado – seja alcançando consumidores ambientalmente conscientes, seja exportando seus produtos para mercados cuja regulação promove produtos sustentáveis – estarão mais dispostas a realizar os investimentos necessários para adequar seus produtos e modelos de negócio a princípios circulares.

Assim, evidencia-se a busca de espaços para a construção de um modelo de desenvolvimento que negava as políticas de desenvolvimento centradas no modelo *top-down* de planejamento, que desconsideravam as opiniões da sociedade local com respeito aos projetos formulados pelo governo central. Nesse ambiente de luta democrática é que foi se consolidando o descrédito na capacidade do governo central em conduzir um processo de desenvolvimento sustentável, fortalecendo-se a crença em torno de processos de desenvolvimento locais com base no planejamento *bottom-up*, construído participativamente e apoiado no capital social local (ORTEGA, 2007).

Com base no referencial teórico exposto, que abordou a conceituação/definição técnica acerca dos RSU e suas interrelação com o propósito do desenvolvimento econômico sustentável, e, dada a interdisciplinaridade vigente na abordagem da economia ecológica e demais teorias apresentadas, foi possível identificar uma linha temporal e evolucionária da teoria do desenvolvimento sustentável, desde as suas primeiras concepções até a sua evolução com a inserção dos termos tecnológico e inovador.

Nesse cenário, tem-se que, a produção de resíduos acompanhou as mudanças no contingente populacional, nível, qualidade e quantidade de produtos e processos produtivos,

teorias, escolas de pensamento e meios de exploração dos recursos naturais. Assim, a produção e geração de resíduos da sociedade, desde os seus primórdios até os dias atuais tem exercido uma pressão sobre os recursos naturais e a capacidade de resiliência do planeta. Essa demanda por recursos naturais para produção, em escala cada vez maior, tem posto em risco não somente os ecossistemas que sofrem com esse processo, mas o próprio destino da humanidade está sendo comprometido pelos padrões insustentáveis de produção e consumo (NETA, 2012).

Assim, a geração e a aplicação dos atuais modelos de gestão de RSU podem ser fatores limitantes do desenvolvimento econômico territorial, uma vez que os atuais níveis de produção afetam a capacidade de assimilação destes resíduos pelo meio ambiente. Embora, marcadamente, o consumo faça parte da história do ser humano no mundo, no início, esta era uma atividade voltada apenas a sobrevivência e subsistência da população local. Contudo, desde que o consumo passou a não servir só como meio de sobrevivência e se tornou sinônimo de felicidade, auto-estima, bem-estar, o meio ambiente passou a sofrer gradativamente com essa mudança.

A gestão correta dos RSU surge como desafios/metasp a serem alcançadas para minimizar os impactos negativos causados pela geração dos resíduos provenientes das diversas fontes. Tais soluções podem ocorrer por meio do melhor aproveitamento dos materiais e/ou por meio da implementação de programas que visem a reciclagem, industrialização e processamento dos resíduos. Conforme Galante et al (2010) apresenta, as formas utilizadas pela sociedade para produzir excedentes, acumular capital e consumir, causaram mudanças profundas no clima, no relevo e na disponibilidade quantitativa e qualitativa dos recursos naturais. Dessa forma, repensar este modelo é pensar na maneira como os recursos naturais são usados e alocados pela estrutura produtiva e pela sociedade, de modo a conter sua deterioração (e os custos decorrentes) e prolongar a sua disponibilidade.

Dito isto, o presente estudo apoia-se no referencial teórico-analítico apresentado pela economia ecológica e economia circular para embasar os objetivos e análises aqui propostos, uma vez que considera-se a economia como dependente dos recursos disponíveis e escassos providos pelo meio ambiente. Nesse contexto, há que se buscar meios técnicos para a manutenção do crescimento e desenvolvimento econômico das nações a taxas sustentáveis e sustentadas ao longo do tempo, com o menor nível de degradação ambiental e esgotamento dos recursos atualmente disponíveis, bem como a correta gestão dos resíduos gerados ao longo de todos os processos produtivos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, foi descrita a caracterização da pesquisa, seguida da apresentação de cada uma das etapas específicas realizadas inerentes à execução deste estudo que foram necessárias para o cumprimento dos objetivos geral e específicos, bem como as fontes de dados que foram apontadas que embasaram a elaboração do estudo desta tese de doutoramento.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Quanto a natureza da pesquisa, esta foi classificada como Aplicada, pois objetivou gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos e envolvendo verdades e interesses locais (SILVA & MENEZES, 2005).

Segundo o ponto de vista da abordagem do problema, esta pesquisa seguiu a classificação Quali-Quantitativa, pois em conjunto com os objetivos específicos visou-se considerar que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, e que, em alguns momentos não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. Nessa classificação, as análises dos dados tendem a ser realizados de forma indutiva e descritiva.

Quanto a classificação dos objetivos da pesquisa, a mesma foi classificada como Explicativa, pois visou identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos (SILVA & MENEZES, 2005; GIL, 2002). Corroborando com essa afirmação, Severino (2007), demonstra que a pesquisa explicativa vai além do apontamento e avaliação dos fenômenos estudados, procura também identificar suas causas, que podem ser mediante o método matemático ou por intermédio da análise qualitativa. Justificando a complementariedade da dupla abordagem do problema adotada na execução desse estudo.

Quanto aos objetivos técnicos, esta pesquisa configura-se como uma pesquisa bibliográfica, documental e de estudo de caso. Tal classificação deve-se ao fato de que foram utilizadas para pesquisa bibliográfica o levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, bem como de fontes sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos; e consolidou-se como estudo de caso, pois envolveu um estudo profundo e detalhado de um ou poucos objetos de maneira a permitir o seu amplo e detalhado conhecimento das causas, consequências, gargalos e potencialidades nas propostas apresentadas (GERHARDT & SILVEIRA, 2009; SILVA & MENEZES, 2005; GIL, 2002).

Segundo Baquero (2009), a coleta de dados e informações técnicas podem ser obtidas de várias maneiras, dentre elas, por meio de entrevistas com o uso de questionários. Nesse tipo de método, deve-se levar em conta o instrumento adequado para melhor obtenção de respostas. Nesse caso, selecionou-se procedimento de autorresposta, pois considerou-se que a pessoa respondente compreende as perguntas e está consciente da importância de proporcionar as informações solicitadas.

Os questionários foram encaminhados via e-mail, pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA/PR e Consórcio EnVex-Engebio⁸, para aos gestores das 399 Prefeituras Municipais do Estado do Paraná, no mês de julho de 2017, e o recebimento dos mesmos ocorreu até o final do mês de setembro de 2017. Do total de questionários encaminhados, 124 foram devidamente respondidos, o que representou 31% do total de municípios do Estado do Paraná, dentre esse total, selecionou-se 19 municípios respondentes, sendo estes: Cafelândia, Capitão Leônidas Marques, Cascavel, Catanduvas, Céu Azul, Foz do Iguaçu, Guaíra, Iguatu, Iracema do Oeste, Marechal Cândido Rondon, Missal, Quatro Pontes, Ramilândia, Santa Terezinha de Itaipu, São José das Palmeiras, Serranópolis do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo e Três Barras do Paraná, todos pertencentes, exclusivamente a Mesorregião Oeste do Paraná (38% do total da Mesorregião em estudo), os quais foram utilizados como objeto de análise do presente trabalho.

Assim, em relação ao método de análise e utilização dos dados, os mesmos seguem um modelo de amostragem não-probabilística por conveniência, uma vez que não havia como assegurar uma alta adesão quanto aos respondentes da pesquisa. Dessa forma, os dados da amostra foram escolhidos conforme a disponibilidade e aceitação dos respondentes, a qual ocorreu de forma voluntária pelos gestores das secretarias municipais paranaenses (BAQUERO, 2009). Este pode ser considerado o menos rigoroso de todos os tipos de amostragem, uma vez que se procede a seleção dos elementos aos quais se tem acesso para que a realização da pesquisa se torne possível (MASSUKADO-NAKATANI, 2009).

Apesar da superioridade dos métodos de amostragem probabilística, em alguns momentos (estudos) a única opção para a obtenção dos dados é o uso de métodos não probabilísticos, os quais são dispensados da representatividade exata de uma amostra. Isto

⁸ Em 30 de dezembro de 2011, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA/PR assinou contrato de repasse (nº 375.157- 11/2011/MMA/CEF) com a Caixa Econômica Federal (recursos do Ministério do Meio ambiente – MMA) para a execução de elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná – PERS/PR, e complementação do Plano de Regionalização, que tratou especificamente de resíduos sólidos urbanos. E em 22 de dezembro de 2016, a SEMA/PR firmou contrato de prestação de serviços para o desenvolvimento do PERS/PR (nº 19/2016) com o Consórcio EnvEx-Engebio, ganhador do processo licitatório “Concorrência nº02/2016-SEMA/PR”, conforme estabelecido no Convênio com o MMA (RESÍDUOS SÓLIDOS, 2016). O questionário enviado está disponível no anexo dessa pesquisa.

posto, as amostragens não probabilísticas são muitas vezes empregadas em trabalhos estatísticos, por simplicidade ou por impossibilidade de se obterem amostras probabilísticas, como seria desejável. No entanto, se as características da variável de interesse forem as mesmas na população-objeto e na população amostrada, então esse tipo de amostragem equivalem a uma amostragem probabilística (BAQUERO, 2009; BABBIE, 2001).

Assim, optou-se por considerar, como amostra, apenas os municípios respondentes, da Mesorregião Oeste do Paraná. Tal seleção se mostra válida dada as características desses 19 municípios. Conforme estudos do IPARDES (2010; 2014), IBGE (2010), observou-se que esses locais respondem por 87% do total arrecado em IPTU da mesorregião Oeste do Paraná; concentram 72% da população da região; e, são responsáveis pela geração de 41% do PIB *per capita* da mesorregião analisada.

Destaca-se ainda que a Secretário de Meio Ambiente do Estado do Paraná - SEMA/PR e Consórcio EnVex-Engenio disponibilizaram os questionários respondidos na íntegra. A manipulação, tratamento, organização e consolidação das informações, montagem de planilhas e gráficos que se adequaram a análise dos resultados obtidos, foram realizadas integralmente e especificamente pela autora, de acordo com as especificidades deste estudo.

Por isso, a utilização das informações dos municípios respondentes permite ainda, generalizar as análises segundo uma classificação quanto ao porte dos municípios. Sendo assim, a mesorregião Oeste do Paraná possui seus municípios classificados em pequeno porte (até 10.000 habitantes), médio porte (entre 10.001 e 50.000 habitantes) e grande porte (acima de 50.001 habitantes). Esta classificação segue as informações populacionais dos municípios do Oeste do Paraná, sendo assim uma forma de classificação local e adotada pela autora.

Com base no exposto, a proposição dos modelos de gestão de RSUs diferenciado levou em consideração as características econômicas, sociais e ambientais da Mesorregião Oeste do Paraná. Nesse sentido, a partir da caracterização do tipo de pesquisa foi apresentada, na seção 3.2 a delimitação da área de estudo adotada para a elaboração de cada uma das etapas utilizadas para o atendimento aos objetivos geral e específicos descritos na introdução deste trabalho.

3.2 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Mesorregião Oeste do Paraná foi a última região geográfica do estado do Paraná a ser colonizada. Seu processo de ocupação ocorreu durante o movimento político-econômico nacional denominado “Marcha para o Oeste”, deflagrado no início da década de 1930. Tal revolução visava modificar o argumento de que o Estado do Paraná não fazia nada para nacionalizar os seus territórios situados no extremo oeste (WACHOWICZ, 1988).

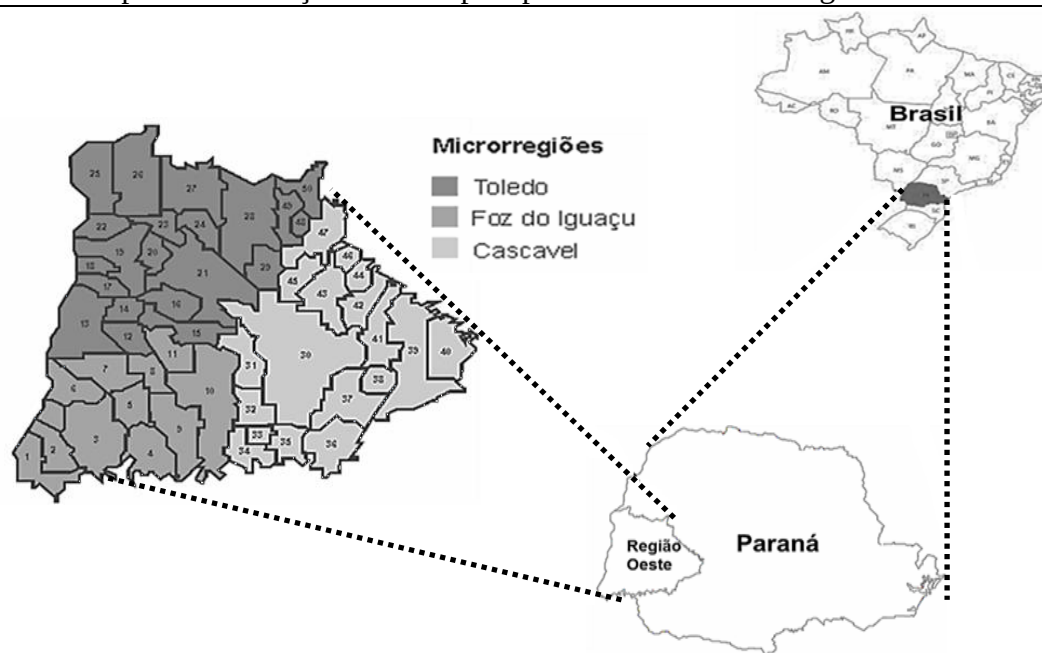
O processo de colonização dessa região só foi realmente estimulado a partir da segunda metade da década de 1940, após o término da Segunda Guerra Mundial. Deste período em diante, quatro grandes empresas colonizadoras: a Industrial Madeireira Rio Paraná – MARIPÁ, a Rio Paraná, a Pinho e Terras e a Norte do Paraná obtiveram dos Governos Federal e Estadual a autorização para a aquisição das glebas de terras para a ocupação, dimensionamento e venda de lotes para colonizadores migrantes, cuja grande maioria provinha do Norte e do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, e das regiões Oeste, Noroeste e Sudoeste do Estado de Santa Catarina (RIPPEL, 2005).

Assim, o Oeste Paranaense é caracterizado como um território de ocupação recente, na qual as modificações econômicas e produtivas geraram rebatimentos no comportamento migratório da região e na estrutura produtiva local, ao longo do tempo. Como reflexo da Revolução Agrícola, a partir de meados da década de 1960, os ajustes nos setores produtivos agrícolas desencadeiam um intenso e acelerado processo de modernização das atividades produtivas no campo, fazendo com que a mesorregião Oeste do Paraná fosse inserida efetivamente nos projetos nacionais de base exportadora, a partir de 1970 (RIPPEL & LIMA, 2008; PIERUCCINI, TSCHÁ E IWAKE, 1999).

Ao longo das décadas de setenta, oitenta e noventa no século XX, completam-se os processos emancipatórios na Mesorregião Geográfica Oeste do Paraná. No qual, especificamente, treze municípios emancipam-se na década de oitenta e, quatorze na década de noventa. Tais fatos podem ser verificados na evolução do mapa da Figura 10, que apresenta o crescimento populacional na época (PIERUCCINI, TSCHÁ E IWAKE, 1999).

Desse modo, verificou-se que entre 1950 e 2007, que a emancipação dos municípios ocorria na medida em que o fluxo de migrações se tornou significativo. Ao mesmo tempo em que algumas cidades cresciam em ritmos positivos, outras menos atrativas perdiam sua população, conforme ocorrido com os municípios de Assis Chateaubriand, Terra Roxa, Corbélia e Nova Aurora que perderam ao longo dos anos 50% da sua população. De forma geral, a grande mudança ocorrida na região Oeste do Paraná se deu no período entre 1960 e 1970, quando o fluxo migratório nessa direção modificou a paisagem existente, com a inserção de 517.447 habitantes e a criação de 18 novos municípios, em dez anos (TSCHÁ, RIPPEL & LIMA, 2010; RIPPEL, 2005). Assim, conforme exposto, na Figura 15, a rede de cidades da mesorregião Oeste passou a articular um conjunto de 50 municípios, distribuídos entre as microrregiões de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo.

Figura 15 - Mapa de localização e municípios pertencentes a Mesorregião Oeste do Paraná



Fonte: Elaboração da autora a partir do IBGE, 2017.

Quanto a população, apenas dois centros, Foz do Iguaçu e Cascavel, possuem população total superior a 200 mil habitantes, e um, Toledo, na classe subsequente, com aproximadamente 130 mil habitantes. Estes municípios concentram 52,9% da população total e 61,5% da população urbana mesorregional. Do restante da população, 18,6% localiza-se em municípios com população entre 20 mil e 50 mil habitantes e 24,2% encontra-se em municípios com menos de 5 mil habitantes, que têm em Iguatu o extremo inferior – 2.255 habitantes (IPARDES, 2003).

Os efeitos migratórios na mesorregião Oeste do Paraná continuaram a se intensificar ao longo dos anos. Durante os anos de 1980 a 2016, a população total da região passou de 960.775 para 1.298.298 habitantes, o que representou um aumento de 35%, durante o período. Segundo Rippel (2005), foi a partir da década de 1970, com a modernização da produção agrícola regional com vistas à exportação, que ocorreu uma grande alteração na capacidade de absorção e manutenção de mão-de-obra no campo, resultando numa forte queda no fluxo de imigrantes para a região. Isto posto, as dificuldades observadas no setor agrícola no final da década geraram diversos problemas sociais, provocando a partir de 1980, um declínio substancial nas condições socioeconômicas ali existentes, resultando num movimento de expulsão de pequenos proprietários, gerando um forte êxodo rural na região.

Como consequência desse cenário, o percentual da população urbana da região passou de 47,6% em 1980 para 85,6% em 2015. Assim, alguns municípios da região apresentam graus de influência quanto ao crescimento e desenvolvimento local, caso dos

municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo, que em 2010, que detinham 54% da população total da mesorregião Oeste do Paraná.

Economicamente, os municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo foram responsáveis pela geração de 56% do Produto Interno Bruto da região Oeste, em 2013. Estes graus de centralidade, também expressam-se em níveis de atração e repulsão migratória, dado o fato de que historicamente, esses três municípios capitaneiam o crescimento econômico e demográfico da região (RIPPEL, 2005).

Em síntese, Mesorregião Oeste do Paraná pode ser caracterizada como área de convivência de espacialidades de concentração e espacialidades de forte esvaziamento, já que muitos de seus municípios vivem o êxodo rural e até mesmo urbano – oito municípios perdem população urbana, entre 1991 e 2000, e nove municípios crescem a menos de 1% ao ano, correspondendo, em conjunto, a 34% dos municípios da mesorregião. Suas espacialidades concentradoras apontam sinais de expansão no eixo da BR 277, com potencial de integração geográfica e articulação funcional entre as aglomerações urbanas de Cascavel e de Foz do Iguaçu, num conjunto de maior complexidade (IPARDES, 2003).

Rippel & Lima (2008), demonstraram que a região está economicamente embasada nas atividades da pecuária e da agricultura moderna de exportação, que impulsionam o comércio e a economia regional, fornecendo as bases para implantação de indústrias, principalmente as ligadas ao setor agropecuário. Isto se traduz em efeitos de difusão da base de exportação sobre a economia da área, provocando um expressivo movimento de capitais, de serviços e de pessoas, principalmente nas áreas urbanas da região, notadamente nos maiores municípios. Esse movimento refletiu no acelerado crescimento das cidades da região, e possui uma clara dependência das atividades agroindustriais da área, que por sua vez, induzem o crescimento de atividades econômicas complementares.

Segundo o Programa Oeste em Desenvolvimento (2014), a região lidera a produção de milho, desde 2004; é destaque na produção de soja; lidera a produção de frangos no estado; é a maior produtora de suínos no estado, com um rebanho de 5.518.927, em 2012, representando 14,2% do total nacional e líder como produtora de leite do Estado. Conforme exposto, evidencia-se que o Oeste paranaense é uma região de produção diversificada e contempla um amplo conjunto de atividades propulsivas, dentre as quais pode-se salientar: produção graneleira, pecuária, fármacos, turismo, material de transporte, logística, madeira-celulose-mobiliário, dentre outras.

A concertação entre os diferentes organismos, movimentos e entidades que compõem a região Oeste do Paraná tem todas as condições para discutir e fomentar ações visando um

novo perfil de desenvolvimento regional, menos focado em recursos primários, predador de recursos naturais, concentrador e mais voltado à economia do conhecimento, sustentável e valorizador dos recursos humanos (LIMA, 2014). Assim, dadas as características empreendedoras da região, dos movimentos sociais e o interesse e preocupação dos seus organismos e instituições com o futuro da região, é possível construir um modelo de desenvolvimento socioeconômico mais inclusivo e sustentável.

No entanto, apesar de ser uma região considerada próspera, estudos tem demonstrado que a mesma dedicação não é vista com as questões ambientais. Segundo Hachmann (2015), ao avaliar o bem-estar do sistema humano e o bem-estar do sistema ambiental da região utilizando o Barômetro da Sustentabilidade, em 2010, cerca de 78% dos municípios da mesorregião Oeste do Paraná estão classificados como insustentáveis ambientalmente, resultados estes que evidenciam um retrocesso na mesorregião, pois apesar de melhorar os indicadores humanos (econômicos e sociais), estes avanços foram as custas da piora dos indicadores ambientais.

Com base no cenário exposto, na seção 3.3, foi apresentada a descrição dos procedimentos metodológicos adotados conforme cada etapa proposta.

3.3 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS POR ETAPAS

Para atender ao objetivo geral, proposto neste trabalho, os procedimentos metodológicos contemplaram a execução de seis etapas, sendo estas: 1) Caracterização das fontes geradoras de RSU na mesorregião Oeste do Paraná; 2) Estimação do potencial de geração dos RSU nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030; 3) Avaliação da execução/implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos a partir da promulgação da Lei Federal N°12.305/2010; 4) Prospecção dos métodos, processos e tecnologias para a coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos urbanos; 5) Apresentação do modelo de gestão de RSU diferenciado, que possibilite a consolidação de um sistema econômico e sustentável com base da industrialização dos RSU a partir das especificidades econômicas, sociais e ambientais dos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná; 6) Consolidação e sistematização dos resultados.

3.3.1. Caracterização dos aspectos relacionados a fonte geradora de RSU na Mesorregião Oeste do Paraná

Esta etapa de caracterização dos aspectos relacionados a fonte geradora de resíduos se deu a partir do levantamento de dados e informações estatísticas, de caráter econômico, sociodemográfico e ambientais, visando explicitar as características qualitativas e quantitativas das fontes de geração de resíduos sólidos urbanos (elemento de estudo) na Mesorregião Oeste do Paraná. Para tanto, optou-se por elaborar um indicador do potencial de desenvolvimento dos municípios do Oeste do Paraná.

Nessa etapa, foram relacionadas 39 variáveis inicialmente, as quais serviram de base para a construção de indicadores por meio da aplicação da Análise dos Componentes Principais (ACP), uma das técnicas de Análise Fatorial (AF), o que se mostra exposto no Quadro 3. A partir da aplicação das técnicas de AF selecionou-se um número de fatores que explicam a realidade econômica, social, ambiental e cultural dos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná. Para tanto, a AF permitiu identificar o potencial de desenvolvimento a partir da construção de Indicador de Desenvolvimento Sustentável do Oeste do Paraná.

A estimativa do Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável (IDRS) utilizada nessa análise foi adaptada das propostas de Gualda (1995; 2003), Ferrera de Lima et al. (2011), Rodrigues e Ferrera de Lima (2013) e Bianco, Ferrera de Lima e Morejon (2016). Os autores citados utilizaram dados sociais e econômicos e seu impacto sobre a dinâmica regional para estimar o perfil do desenvolvimento regional. Corroborando com o estudo, também foi utilizado o trabalho de Oliveira (2005), como base metodológica.

A partir dos métodos utilizados, pretende-se chegar a resultados que permitam estabelecer uma hierarquia entre os municípios da região, ou seja, definir os com maiores ou menores potenciais de desenvolvimento econômico, social e ambiental fornecendo indicadores que podem facilitar o processo de tomada de decisão na área de promoção e alocação de investimentos regionais. Para tanto, foi inicialmente exemplificado os passos e procedimentos utilizados para a aplicação das técnicas da Análise Fatorial.

Quadro 3 - Relação das variáveis utilizadas para determinar o Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável (IDRS) da Mesorregião Oeste do Paraná.

Variável	Descrição	Ano	Fonte	Dimensão
Var01	Produto Interno Bruto <i>per capita</i> (PIB)	2014	IPARDES	Econômica
Var02	Consumo de energia elétrica residencial (Mwh)	2016	IPARDES	Econômica
Var03	Consumo de energia elétrica da indústria (Mwh)	2016	IPARDES	Econômica
Var04	Consumo de energia elétrica do comércio (Mwh)	2016	IPARDES	Econômica
Var05	Valor Adicionado Bruto Agropecuário	2014	IPARDES	Econômica
Var06	Valor Adicionado Bruto Industrial	2014	IPARDES	Econômica
Var07	Valor Adicionado Bruto Comércio/Serviços	2014	IPARDES	Econômica
Var08	Receita Orçamentaria Total per capita (ROT)	2015	IPARDES	Econômica
Var09	Despesas Orçamentarias Totais per capita (DOT)	2015	IPARDES	Econômica
Var10	População ocupada no setor agropecuário	2015	RAIS/MTE	Econômica
Var11	População ocupada no setor industrial	2015	RAIS/MTE	Econômica
Var12	População ocupada no setor de comércio/serviços	2015	RAIS/MTE	Econômica
Var13	Fundo de Participação Municipal per capita (FPM)	2015	IPARDES	Econômica
Var14	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS)	2016	IPARDES	Econômica
Var15	População urbana	2010	IPARDES	Social
Var16	População rural	2010	IPARDES	Social
Var17	Taxa de crescimento da população	2010	IPARDES	Social
Var18	Renda <i>per capita</i>	2010	IPARDES	Social
Var19	Taxa de analfabetismo da população 15 anos ou mais	2010	PNUD	Social
Var20	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	2010	PNUD	Social
Var21	Percentual de Pobreza	2010	PNUD	Social
Var22	Índice IparDES de Desenvolvimento Municipal (IPDM)	2014	IPARDES	Social
Var23	Índice de Gini	2010	IPARDES	Social
Var24	Número de Estabelecimentos de Saúde	2016	IPARDES	Social
Var25	Despesas Municipais com Saúde	2016	IPARDES	Social
Var26	Despesas Municipais com Educação	2016	IPARDES	Social
Var27	Despesas Municipais com Habitação	2016	IPARDES	Social
Var28	Número de residências com abastecimento de água	2016	IBGE	Ambiental
Var29	Número de residências com Esgotamento sanitário	2010	IBGE	Ambiental
Var30	Número de domicílios com serviços de coleta de lixo	2010	IBGE	Ambiental
Var31	Proporção de domicílios com rede geral de esgoto/fossa séptica	2010	IBGE	Ambiental
Var32	Proporção de Moradores, de Domicílios Particulares Permanentes Urbanos, com Acesso à Rede Geral de Esgoto ou Fossa Séptica (%)	2010	IPARDES	Ambiental
Var33	Proporção de Moradores, de Domicílios Particulares Permanentes Rurais, com Acesso à Rede Geral de Esgoto ou Fossa Séptica (%)	2010	IPARDES	Ambiental
Var34	Despesas Municipais com saneamento	2015	IPARDES	Ambiental
Var35	Despesas Municipais com Gestão Ambiental	2016	IPARDES	
Var36	Silvicultura (Quantidade produzida (ton.))	2016	IPARDES	Ambiental
Var37	Índice de estabelecimentos com florestas/matias plantadas ou nativas	2006	IPARDES	Ambiental
Var38	ICMS Ecológico	2015	IPARDES	Ambiental
Var39	Geração de RSU (ton./dia)	2016	ESTIMATIVA	Ambiental

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

3.3.1.1 *Análise Fatorial - AF*

Segundo Piacenti (2012) e Hair et.al., (2005), a Análise Fatorial (AF) é um conjunto de métodos estatísticos que, em certas situações, permite explicar o comportamento de um número relativamente grande de variáveis observadas em termos de um número relativamente pequeno de variáveis latentes ou fatores. Essa técnica de análise pode ser entendida como uma técnica estatística exploratória, destinada a resumir as informações contidas em um conjunto de variáveis em um conjunto de fatores, com o número de fatores sendo geralmente menos que o número de variáveis observadas.

Simões (2005) afirma que dentro da literatura clássica de economia regional e urbana no Brasil os métodos multivariados sempre foram muito utilizados, particularmente em economia urbana. Dentre estes, o autor destaca os estudos de Faissol (1978), que, utilizou análise fatorial para caracterizar grupos de cidades em relação a seu potencial de crescimento; Costa (1972) avaliou condições de saneamento urbano; Tolosa (1977) realizou pioneira avaliação das condições de pobreza urbana no Brasil; Andrade & Lodder (1978) analisaram sistemas urbanos e cidades médias num livro já clássico; e mesmo em economia regional, como identificação de setores-chave (Haddad, 1995); planejamento regional no Centro-Oeste (Ordonez, 1981), regionalização (Haddad et al., 1989).

Para a realização do presente trabalho, a escolha dos conjunto de variáveis e do método aplicado teve como base teórica o já sugerido por alguns trabalhos anteriormente publicados e que fizeram uso dessa metodologia. Entre eles, Perobelli Oliveira, et al. (1999), Rezende, Fernandes e Silva (2007) e Piacenti (2012), bem como as informações expressas por órgãos governamentais de desenvolvimento nacional e internacional, como as metas e indicadores dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - elaborados pela Agenda 2030 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2013) e pelo Indicador de Desenvolvimento Sustentável (IDS, 2004) elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, desde 2002.

Dada a diversidade de variáveis e o número de municípios analisados, nem sempre foi possível utilizar um único ano como período de referência. A utilização de variáveis com datas diferentes não traz problemas para as conclusões retiradas da análise fatorial, pois os fatores foram calculados por um critério de ponderação das variáveis normalizadas pelos valores estimados na matriz de escores fatoriais (PIACENTI, 2012; PEROBELLI ET AL., 1999).

Com relação ao método de análise fatorial, segundo Fávero, Belfiore, et al., (2009), Mingoti (2005) e Hair et.al., (2005), a partir da utilização da AF pode -se identificar um número

menor de novas variáveis alternativas, não correlacionadas e que de algum modo sumarizam as informações principais das variáveis originais, as quais passam a ser chamadas de fatores ou variáveis latentes.

Para Hair et.al., (2005), o pesquisador pode primeiro identificar as dimensões separadas da estrutura e então determinar o grau em que cada variável é explicada em cada dimensão. Uma vez definidas essas dimensões e a capacidade de explicação de cada variável, os dois principais usos da AF são: resumo e redução de dados podem ser alcançados.

Com base nos estudos de Piacenti (2012), pode-se utilizar os municípios como unidade de avaliação, a AF pode ser aplicada com, basicamente, duas finalidades: a) agrupar os municípios segundo a similaridade dos seus perfis; b) agrupar as variáveis, servindo para delinear padrões de variação nas características.

De acordo com Mingoti (2005), existem dois tipos de análise fatorial: a exploratória e a confirmatória. A primeira busca encontrar os fatores subjacentes às variáveis originais amostradas, significando que, nesse caso, o pesquisador não tem noção clara de quantos fatores fazem parte do modelo e nem o que eles representam. Na análise fatorial confirmatória, o usuário tem em suas mãos um modelo fatorial pré-especificado, que deseja verificar se é aplicável ou consistente com os dados amostrais de que dispõe. Contudo, nesse estudo será utilizada a Análise Fatorial Exploratória.

Conforme exposto por Piacenti (2012), Fávero, Belfiore et al., (2009) e Hair et.al., (2005), na análise fatorial exploratória desenvolvem-se basicamente quatro etapas: i) análise da matriz de correlações e adequação da utilização da AF; ii) extração dos fatores iniciais e determinação do número de fatores; iii) rotação dos fatores, transformando-os com a finalidade de facilitar a sua interpretação; e iv) cálculo dos escores fatoriais. Esses escores são utilizados, então, em outras análises, como a formação de grupos homogêneos de observações (*clusters*), permitindo a classificação dos indivíduos.

A primeira etapa da análise fatorial consiste em determinar a matriz de correlação entre as variáveis originais. Em termos matemáticos, o modelo AF pode ser representado pela equação (1):

$$Z_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{ir}F_r + \varepsilon_i \quad (1)$$

Sendo que: Z_i constitui as variáveis originais padronizadas; a_{ij} é o coeficiente denominado de carga fatorial (fator loading), que representa o grau de relacionamento linear do fator j com a variável i ; F_j são os fatores ($j = 1, 2, \dots, r$, sendo r menor que p , sendo p o número de variáveis originais padronizadas; e ε é o termo de erro aleatório.

Em notação matricial, o modelo é expresso conforme exposto na equação 2:

$$Z = AF + \varepsilon \quad (2)$$

Sendo que: Z é um vetor de dimensão $p \times 1$; A é a matriz de cargas fatoriais, de dimensão $p \times r$ (r é o número de fatores extraídos); F_{rx1} é um vetor aleatório, que contém r fatores a serem identificados; e ε_{px1} é um vetor de erro aleatório, que corresponde à parcela da variância total da variável i não explicada pelos fatores comuns.

O modelo de AF possui cinco pressuposições fundamentais:

1. os fatores devem ter média igual a zero, ou seja, $E(F_j) = 0$; ($j = 1, 2, \dots, r$);
2. os fatores devem apresentar variância igual a 1 e serem não correlacionados entre si, ou seja, a matriz de variância e covariância dos fatores deve ser igual a uma matriz identidade;
3. os erros devem ter média zero, ou seja, $E(\varepsilon) = 0$;
4. os erros não devem ser correlacionados entre si e não necessariamente terem a mesma variância. A matriz de variância e covariância é definida por (03):

$$Cov(\varepsilon_{px1}) = \psi = diag(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_p) \quad (03)$$

5. os fatores não devem ser correlacionados com os erros, o que implica que os vetores F e ε representam duas fontes de variação distintas, relacionadas com as variáveis originais.

Diante dessas suposições, a matriz de correlações (R_{pxp}) pode ser reparametrizada conforme especificado na equação 04, significando que a AF procura encontrar uma matriz, composta das cargas fatoriais ou das correlações entre as variáveis originais e os fatores, que, quando multiplicada pela sua transposta, consiga reproduzir a matriz de correlações entre as variáveis.

$$R_{pxp} = AA' + \psi \quad (04)$$

A segunda etapa da AF consiste na determinação do número de fatores necessários para representar o conjunto de dados. Segundo Fávero et al., (2009), há, basicamente, dois métodos principais que podem ser utilizados para obtenção de fatores: Análise dos Componentes Principais (ACP) e Análise dos Fatores Comuns (AFC). A ACP considera a variância total dos dados, ao contrário da AFC, cujos fatores são estimados com base na variância comum. A escolha do método de extração depende do objetivo da pesquisa. Nesse caso, a escolha é pela redução dos dados para obtenção do número mínimo de fatores

necessários para explicar o máximo de variância, representada pelas variáveis originais, para qual a ACP se considera como apropriada.

Da matriz $R_{p \times p}$ são obtidas, inicialmente, as raízes características e as proporções explicadas da variância total dos dados. O primeiro fator está associado a maior raiz das características, o que faz com que o primeiro fator contenha o maior percentual de explicação da variância total das variáveis da amostra, o segundo contenha o segundo maior percentual e assim por diante. Nesse sentido, um conjunto de variáveis correlacionadas é transformado em um conjunto de variáveis não correlacionadas.

A escolha do número de fatores é, via de regra, baseada em dois critérios tidos como principais: o primeiro consiste em manter os fatores que captam certa percentagem da variância dos dados e, o segundo está relacionado com a manutenção do número de fatores igual ao número de raízes características (*autovalor*), maiores ou iguais a 1. Segundo Mingoti (2005), a escolha adequada do número de fatores, deve levar em consideração a descrição da variabilidade do vetor aleatório Z por meio de um pequeno número de fatores.

No decorrer da segunda etapa é calculada a variância comum h_i^2 , ou comunalidade, que representa quanto a variância total de X_i é reproduzida pelos fatores comuns, sendo calculada a partir do somatório ao quadrado das cargas fatoriais das variáveis sobre cada fator. Quanto mais próximo de 1 for o valor da comunalidade, maior parcela da variância de determinada variável estará sendo captada pelo conjunto dos fatores considerados. Assim, altos valores das comunalidades para todas as variáveis são a demonstração de que o modelo AF está bem ajustado.

A terceira etapa consiste na rotação dos fatores, o seja, os fatores obtidos são submetidos a uma rotação, mantendo a ortogonalidade entre eles. Esse procedimento de rotação consiste em modificar as cargas fatoriais no intuito de obter uma solução mais simples de ser interpretada, em que cada fator se relaciona mais claramente com determinadas variáveis. Com isso se espera que os indicadores que tenham correlação mais forte entre si estejam dentro de um mesmo fator e apresentem correlação mais fraca com os demais fatores. Feito isso, a rotação redistribui a variância explicada entre os diversos fatores sem afetar o percentual da variância total explicada pelo conjunto de fatores.

Existem vários métodos de rotação, sendo que o mais utilizado é o método VARIMAX, que forma um novo sistema de eixos ortogonais, com o mesmo número de fatores, e permite que o grupo de variáveis apareça com maior destaque, facilitando a interpretação e a análise dos resultados.

Na AF, as variáveis com baixas cargas fatoriais (*loadings*) devem ser eliminadas, de forma que sejam utilizadas apenas as variáveis com elevados *loadings*. Vale destacar que a rotação não afeta a qualidade de ajuste do modelo fatorial, as communalidades e o total da variância explicada pelos fatores. Entretanto, o percentual da variância explicada em cada fator muda após a rotação (FÁVERO, BELFIORE, et al., 2009).

Na quarta etapa serão calculados os escores fatoriais relacionados com cada observação. Para gerar a matriz dos escores fatoriais ($\widehat{F}$) por meio do método de regressão, deve-se inicialmente, obter a matriz de coeficientes fatoriais a partir da matriz transposta das cargas fatoriais (A') pela inversa da matriz de correlações (R^{-1}). Por fim, multiplicando-se a matriz dos coeficientes fatoriais pela matriz dos dados originais padronizados (Z), na equação 05:

$$\widehat{F} = A'R^{-1}Z \quad (05)$$

Além das etapas descritas para o desenvolvimento da AF, deve-se observar a necessidade de utilização de medidas, visando analisar a adequabilidade do uso dessa técnica multivariada frente a determinados conjuntos de variáveis e observações. Dentre eles podem ser destacados: o critério de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO), a medida de adequabilidade amostral (MSA) e o teste de esfericidade de *Bartlett*.

Segundo Piacenti (2012), Fávero et al., (2009) e Mingoti (2005), o critério KMO constitui um indicador que compara, entre as variáveis originais padronizadas, as magnitudes dos coeficientes de correlações simples com as dos coeficientes de correlações parciais, de acordo com a equação 06:

$$KMO = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p a_{ij}^2} \quad (06)$$

Sendo que: r_{ij}^2 é o coeficiente de correlação simples e a_{ij}^2 é o coeficiente de correlação parcial entre as variáveis Z_i e Z_j .

Segundo Fávero et al., (2009), a estatística KMO, cujos valores variam entre 0 e 1, avalia a adequação da amostra quanto ao grau de correlação parcial entre as variáveis, que deve ser pequeno. Os intervalos de análise dos valores de KMO podem ser observados no Quadro 4.

Quadro 4 - Estatística KMO (Kayser-Meyer-Olkin)

KMO (Kayser-Meyer-Olkin)	Análise Fatorial
0,91 - 1,0	Muito boa
0,81 - 0,9	Boa
0,71 - 0,8	Média
0,61 - 0,7	Razoável
0,51 - 0,6	Má
< 0,5	Inaceitável

Fonte: FÁVERO, BELFIORE, et al., (2009).

O valor de KMO próximo de 0 indica que a análise fatorial pode não ser adequada, pois existe correlação fraca entre as variáveis. Por outro lado, quanto mais próximo de 1 o seu valor, mais adequada é a utilização da técnica. Conforme exposto no Quadro, valores para a estatística KMO iguais ou inferiores a 0,60 indicam que a análise fatorial pode ser inadequada.

Segundo Mingoti (2005), o ajuste de um modelo de AF aos dados pressupõe que as variáveis-respostas sejam correlacionadas entre si. Assim, se as variáveis são provenientes de uma distribuição normal p-variada, então é possível fazer o teste de hipótese para verificar se a matriz de correlação populacional é próxima ou não da matriz identidade. Dessa forma, o teste de esfericidade de *Bartlett* é utilizado para testar a hipótese nula (H_0) de que a matriz de correlações ($R_{p \times p}$) é uma matriz identidade ($I_{p \times p}$). Para que o modelo AF possa ser ajustado, o teste *Bartlett* deve rejeitar a hipótese nula (H_0 = a matriz de correlação é uma matriz identidade). Caso isso ocorra, haverá indícios de que existem correlações significativas entre as variáveis originais.

A partir da aplicação dos métodos de análise da AF e com base nos estudos de Rezende et al., (2005), foram utilizados os escores fatoriais gerados para ordenar os municípios da mesorregião Oeste do Paraná, de acordo com seus potenciais de desenvolvimento. Para tanto, optou-se por construir a classificação do Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável (IDRS), utilizando como índices parciais os seis escores fatoriais obtidos a partir das técnicas da análise fatorial ($F1, F2 \dots Fn$).

Para tanto, a participação da variável W_i (*fator_i*) e o índice foram estimados conforme as equações (07) e (08).

$$P = \frac{W}{\sum W_i} \quad (07)$$

Em que: W_i é o valor do fator no município; e, $\sum W_i$ corresponde ao valor total da Mesorregião.

$$IPW_i = \frac{W_i - W_{min.}}{W_{máx.} - W_{min.}} \quad (08)$$

Em que o IPW_i é o índice do fator W do município i ; o W_i é a participação do fator W do município i ; o W_{min} corresponde à participação do município com o menor valor; e o W_{max} = é a participação do município com o maior valor.

Após as estimativas, o Índice de Desenvolvimento Regional Sustentável (IDRS) foi calculado conforme os resultados das equações (07) e (08), estabelecendo os seus respectivos pesos.

Assim, considerando os resultados da equação, o IDRS foi classificado em três categorias que representam o estágio de desenvolvimento sustentável dos municípios. No Quadro 5 foi apresentada a classificação do IDRS.

Quadro 5 - Classificação do Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável (IDRS)

IDRS $\geq 0,18$	Avançado
$0,10 \leq \text{IDRS} \leq 0,179$	Em transição
IDRS ≤ 0.099	Retardatário

Fonte: Adaptado de Gualda (1995; 2003); Ferrera de Lima et al. (2011); Rodrigues e Ferrera de Lima (2013); Del Bianco, Ferreira de Lima e Morejon (2015).

Pela classificação proposta no Quadro 5, os municípios que apresentaram IDRS superior a 0.181 foram considerados em estágio avançado, ou seja, apresentam uma dinâmica suficiente da sua base produtiva com avanços econômicos, sociais e ambientais. Os municípios que apresentaram IDRS entre 0.10 e 0.18, foram classificados como em transição, ou seja, apresentam uma estrutura econômica, social e ambiental em evolução que faz com que sua dinâmica de sustentabilidade seja menor que os municípios avançados. Os municípios com IDRS abaixo de 0.099 foram considerados como em estágio retardatário, pois encontram dificuldades em atrair e reter recursos, o que dificulta seu processo de desenvolvimento socioeconômico e sustentável.

3.3.2. Estimativa e caracterização do potencial de geração dos RSU nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030

Essa etapa foi realizada com base nos métodos de correlação propostos por Morejon, Fabris e Laufer (2006) e Morejon et al., (2011). Segundo os autores, para o desenvolvimento da ferramenta (método) que auxilie no cálculo do potencial de geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos provenientes da atividade doméstica de forma discriminada, foram definidas, dentro

do elemento de estudo (residências), as características das famílias que serviram de referência (famílias com cinco integrantes) e com perfil de consumo médio. Posteriormente, foram identificados as variáveis e os parâmetros relacionados com o perfil comum de consumo, forma de processamento comum e sua relação comum com a geração de resíduos. Desta forma, identificaram-se várias fontes comuns de geração de resíduos, ao interior de uma residência.

Ainda foi possível qualificar e quantificar os resíduos, considerando os diferentes produtos que são consumidos mensalmente (embalagens, restos de alimentos no preparo e restos após o consumo). As embalagens foram classificadas em enlatados, isopor, PET, polímeros, papelão, longa vida e vidros. Os restos de alimentos durante o preparo foram classificados em frutas, verduras, legumes, carnes e ovos. Os restos de alimentos após o consumo, não foram qualificados, isto porque esse tipo de resíduo já teria seu valor comercial implícito como resíduo orgânico.

Na determinação do potencial de geração de resíduos líquidos, foram considerados como fontes o resíduo resultante das frituras (óleo de frituras), os efluentes que são gerados na pia (resultantes dos processos de preparo, consumo e limpeza correspondentes às principais refeições), o efluente gerado no banheiro (chuveiro e vaso sanitário) e o efluente gerado na lavanderia. Para a caracterização do resíduo gasoso, foram considerados os resíduos resultantes da combustão do GLP, sendo o monóxido de carbono (CO), o mais importante a ser analisado.

A partir das informações técnicas acerca do potencial de geração de resíduos em uma residência com cinco integrantes pode-se expandir a correlação para o total populacional residente em cada município analisado. Para tanto, as estimativas do potencial de geração de resíduos nos municípios do Oeste do Paraná, foram realizadas para os anos de 1980 a 2030. As informações referentes a população censitária municipal entre os anos de 1980 e 2010 foram coletadas no Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e os dados sobre a projeção de crescimento populacional entre os anos de 2020 e 2030 foram coletados no Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2017a)⁹.

Assim, levando-se em consideração que a geração média *per capita* de RSU é de 0,62 kg/habitante/dia (Morejon et al., (2011); Morejon, Fabris e Laufer (2006), a estimativa do potencial de geração de RSU para cada município da Mesorregião Oeste do Paraná foi obtida a

⁹ A projeção da população dos municípios do Paraná disponibilizada pelo IPARDES em sua base de dados (BDEweb) utilizou um método matemático que leva em conta a tendência passada das participações relativas das pequenas áreas (municípios) na área maior (Estado), projetando-as na hipótese de um comportamento logístico. Esse método requer que já se disponha de resultados de projeção para a área maior, cobrindo o horizonte temporal pretendido. Nesse caso, o IPARDES adotou as projeções de população para o Paraná, produzidas pelo IBGE (versão 2013), e considerou o horizonte de 2016 a 2030.

partir do quociente entre a população municipal total e a geração média *per capita* municipal, conforme expresso na Equação 09:

$$PGRSU = POP_{mun.} \cdot Geração_{médiaRSU} \quad (09)$$

Em que: *PGRSU* é o Potencial de Geração de RSU; *POP_{mun.}* é a população municipal no ano estimado e *Geração_{médiaRSU}* corresponde ao potencial de geração médio de RSU.

A partir da estimativa do contingente global de geração de RSU foi possível estimar o potencial de geração segregado de RSU. Segundo método de estimação proposto por Morejon et al., (2011), do total de resíduos gerados nos municípios, 69% correspondem a fração orgânica; 22% a de resíduos recicláveis, os quais são compostos por papel (10%), plástico (9%), vidro (2%), metal (1%); e, o restante (9%) dos resíduos gerados correspondem aos rejeitos, os quais não são passíveis de aproveitamento.

Os resultados dessa etapa foram apresentados na forma de mapas temáticos, uma vez que torna a compreensão mais clara e mais dinâmica para a leitura e entendimento dos mesmos. Como modo de classificação, dos dados nos mapas, foi utilizada o de Quebras Naturais (*Jenks*). Esse método identifica as quebras entre as classes utilizando uma fórmula estatística (Otimização de Jenk), o qual consiste basicamente na minimização da soma da variância dentro de cada classe (LAPIG, 2017).

Tais estimativas permitem identificar o total de RSU gerado e sua composição específica, auxiliando assim na proposição de métodos de tratamento, aproveitamento e descarte adequado desses resíduos, de forma mais precisa, bem como a criação de possibilidades de atendimentos de legislações vigentes, e redução de danos ambientais segundo a classificação de periculosidade dos mesmos.

3.3.3 Avaliação da execução/implantação da PNRS nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná a partir da promulgação da Lei Federal N°12.305/2010

Essa etapa buscou avaliar a eficiência na aplicação das instruções e procedimentos da PNRS/2010 nos municípios do Oeste do Paraná. Para tanto, inicialmente identificou-se o montante de recursos arrecadados por meio do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) na Mesorregião Oeste Paranaense, pois, uma parte do valor arrecadado neste imposto pode ser destinado ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (coleta de lixo e limpeza urbana) nos municípios.

As informações referentes ao total arrecado por município com a cobrança do IPTU foram coletadas no Sistema de Coleta de Dados Contábeis (SISTN) hospedado no site do Tesouro Nacional subíndice Balanço do Setor Público Nacional (BSPN) e no Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). O banco de dados do SISTN comporta uma série histórica de informações em âmbito municipal, estadual e federal durante os anos de 1998 a 2014. No entanto, para este estudo foram coletadas nesse banco de dados as informações referentes a receita obtida a partir da cobrança do IPTU por município da Mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 2010 a 2014, e no IPARDES (2016) foram coletados os dados sobre a receita tributária municipal obtido com o recolhimento de IPTU para o período 2015 e 2016.

A coleta de dados referentes ao custo do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nos municípios do Oeste do Paraná foi obtida a partir da aplicação do questionário da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA/PR e Consórcio EnvEx-Engebio¹⁰, e no banco de dados da Deepask (2017)¹¹, no qual estão armazenadas informações sobre: 1) Quantidade anual de RDO (Resíduo Domiciliar) e RPU (Resíduo Público) coletados por todos os agentes responsáveis, públicos, privados e outros agentes, exceto cooperativas de catadores. Não inclui as quantidades de RSS (Resíduo dos Serviços de Saúde) e RCC (Resíduo da Construção Civil) coletados; 2) Massa de lixo RDO e RPU coletado *per capita* em relação à população; 3) Massa de lixo RDO e RPU coletado *per capita* em relação à população total atendida por serviços de coleta; 4) Massa de lixo RDO coletado *per capita* em relação à população total atendida por serviços de coleta; 5) Percentual de lixo RPU coletado em relação ao total de lixo RDO; 6) Custo unitário médio do serviço de coleta de lixo RDO e RPU; e, 7) Incidência do custo dos serviços de coleta de lixo RDO e RPU no custo total da limpeza urbana - manejo de RSU (Resíduo Sólido Urbano).

¹⁰ Em 30 de dezembro de 2011, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA/PR assinou contrato de repasse (nº 375.157- 11/2011/MMA/CEF) com a Caixa Econômica Federal (recursos do Ministério do Meio ambiente – MMA) para a execução de elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná – PERS/PR, e complementação do Plano de Regionalização, que tratou especificamente de resíduos sólidos urbanos. E em 22 de dezembro de 2016, a SEMA/PR firmou contrato de prestação de serviços para o desenvolvimento do PERS/PR (nº 19/2016) com o Consórcio EnvEx-Engebio, ganhador do processo licitatório “Concorrência nº02/2016-SEMA/PR”, conforme estabelecido no Convênio com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (PERS/PR, 2016).

¹¹ Este banco de dados oferece informações nacionais acerca da gestão dos RSU a partir do levantamento, elaborado com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, administrado pelo Governo Federal no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID), permitindo não somente o planejamento e execução de políticas públicas e a orientação da aplicação de recursos, como também o exercício do controle social.

A compilação das informações foi realizada pela autora do presente trabalho, a qual elaborou planilhas, gráficos e análises a partir dos questionários recebidos. Com base nas respostas dos gestores municipais pode-se identificar a atual situação administrativo-financeiro, limpeza urbana, coleta de resíduos domésticos, orgânicos e recicláveis, bem como a existência de unidades de triagem, compostagem e seus custos, existência de estações de transbordo, unidades de compostagem e triagem, Ecopontos e Pontos de Entrega Voluntários (PEVs) e, a forma de destinação final adotada por cada um dos municípios respondentes.

A partir da identificação do montante de recursos arrecadados com a cobrança do IPTU e o total dos gastos municipais para o gerenciamento dos resíduos, pode-se inferir se, esse contingente monetário é capaz de atender as prerrogativas impostas pela PNRS nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, bem como a identificação da adequação dos municípios a legislação existente.

3.3.4. Prospecção de métodos, processos, tecnologias para a coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos urbanos nacionais e internacionais

Esta etapa foi realizada a partir de levantamento bibliográfico, trabalhos técnicos publicados e projetos existentes acerca dos métodos, processos, tecnologias para a coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos urbanos, bem como o levantamento acerca dos modelos de gestão dos RSU implantados nacional e internacionalmente. Nessa etapa foram avaliadas as informações técnicas dos setores que atuam nas atividades de reciclagem, aproveitamento, processamento e/ou industrialização de resíduos sólidos urbanos para identificar as potencialidades, gargalos tecnológicos e/ou fatores que limitam o sucesso dessas atividades para embasar a execução dessa etapa proposta.

3.3.5 Proposição de um modelo de gestão de RSU diferenciado para os municípios da Mesorregião Oeste do Paraná

O reconhecimento de que os resíduos são um bem econômico e de valor social, dado pela PNRS imputa ao Poder Público, de forma compartilhada, a responsabilidade de garantir a reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos, a partir do estabelecimento de uma gestão integrada e que contemple a logística reversa dos resíduos. Como resultado, abrem-se oportunidades industriais, comerciais e financeiras na exploração de todas as etapas, desde a produção até a reabsorção pela natureza, incluindo o duplo caráter (social e econômico) da

participação dos catadores e de sua inclusão nos sistemas de logística reversa, qual seja: a geração de empregos formais e renda (BNDES, 2014; VITAL, INGOUVILLE E PINTO, 2014).

Dentro desse contexto, segundo o BNDES (2014), a gestão de RSU no país irá requerer novos arranjos institucionais e novos sistemas de logística e processamento de produtos e resíduos ante a necessidade de adaptação do mercado aos novos parâmetros. O alcance das metas estabelecidas pela PNRS perpassa, pois, pela diversificação das tecnologias de tratamento, cuja adoção deve ser coerente com as necessidades regionais, levando a um novo modelo de gestão e tratamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Requer ainda do gestor uma análise acurada das tecnologias de tratamento de RSU passíveis de implantação no país, com o objetivo de subsidiar a determinação de rotas tecnológicas mais adequadas a cada município ao inter-relacionar quatro dimensões essenciais: (1) técnica, (2) econômica, (3) ambiental e (4) institucional.

Assim, a partir do cenário de geração, disposição e gestão de RSU apresentado na execução das etapas anteriores, busca-se identificar qual o investimento e a forma de gerenciamento de resíduos necessário para universalizar a implementação do tratamento de resíduos sólidos urbanos e o atendimento das prerrogativas da PNRS/2010.

Para tanto, nesta seção foram descritos os tipos de tratamento disponíveis considerados mais adequados à realidade brasileira, a partir do levantamento dos custos associados a esses tratamentos. Para a estimação dos custos envolvidos no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos gerados na Mesorregião Oeste do Paraná foram adaptou-se os procedimentos metodológicos apresentados nos estudos da ABRELPE (2015), BNDES (2014), Vital, Ingouville e Pinto (2014), além de dados primários coletados Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA/PR e Consórcio EnVex-Engenio, conforme explicado na Etapa 3.

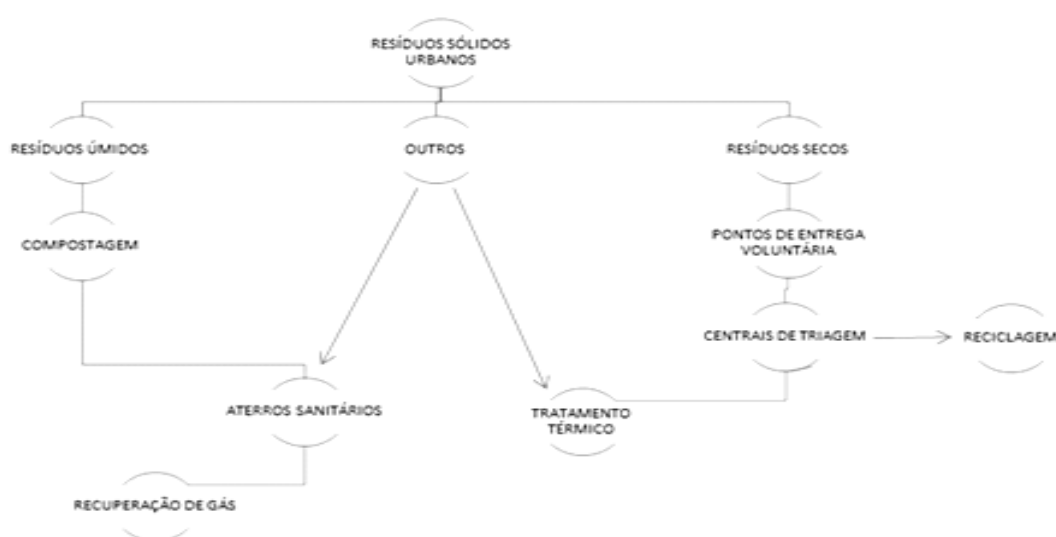
Para a execução desta etapa, foram considerados quatro tipos de propostas para a universalização do gerenciamento dos RSU nos municípios do Oeste do Paraná: i) eliminação dos lixões; ii) redução dos resíduos secos dispostos em aterros sanitários; iii) redução de resíduos úmidos dispostos em aterros; e iv) recuperação de gases de aterros sanitários. Estas metas foram baseadas nas prerrogativas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES)¹², tomando por base as disposições da Lei Federal nº 12.305/2010. A modelagem dos custos foi baseada no estudo da Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015a).

¹² Ver detalhamento completo sobre as Metas do Planares no estudo sobre Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2015a).

Respeitando o proposto no Planares para os cálculos de investimentos necessários para tratamento dos resíduos sólidos, foram utilizadas as informações de geração de resíduos sólidos e a composição dos RSU gerados nos municípios do Oeste do Paraná, em 2017, de acordo com as estimativas apresentadas na Etapa 2 - *Estimativa e caracterização do potencial de geração dos RSU nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030*, deste estudo.

Com a finalidade de identificar os custos relacionados ao sistema que fosse tecnicamente disponível e economicamente viável, para atender as metas contidas no Planares, o presente estudo apresenta os valores de investimento e operação para as etapas estruturante e alternativas de destinação selecionadas para a realidade dos municípios do Oeste do Paraná e identificadas no esquema da Figura 16.

Figura 16 - Esquema Geral dos Sistemas estruturantes e das alternativas de destinação de RSU.



Fonte: ABRELPE, (2015a) a partir da elaboração da GO Associados.

Segundo ABRELPE (2015a), para ambos os cenários, os resíduos foram separados em duas frações principais (secos e úmidos), e considerou-se, ainda, uma fração adicional (“outros”), na qual estão incluídos resíduos que, por diversas características, não são passíveis de recuperação e aproveitamento, devendo ser aterrados ou, caso apresentem valor calorífico, encaminhados para processos de recuperação energética, quando existentes.

Visto que as informações disponíveis sobre custos de tecnologias apresentam, em sua maioria, alguma defasagem temporal, optou-se por fazer uso de um método de correção dos valores monetários defasados, utilizando o Índice de Preços ao Consumidor (IPCA). Para efeito de metodologia, aplica-se a inflação de acordo com a fórmula apresentada na equação 10:

$$Custo_Tecnologia_t = Custo_Tecnologia_{t-j} \times \prod_j^t (1 + IPCA_{t-1}) \quad (10)$$

Os dados da inflação acumulada em cada ano, segundo cálculo do Banco Central do Brasil, apontam que, a menor taxa de inflação ocorreu no ano de 2017, com 2,95% e a maior foi em 2015, chegando a 10,67%, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados sobre inflação real atualizada pelo Banco Central, 2018

Ano	Inflação Real
2009	4,31
2010	5,91
2011	6,5
2012	5,84
2013	5,91
2014	6,41
2015	10,67
2016	6,29
2017	2,95

Fonte: Banco Central do Brasil, 2018.

Dentre as alternativas consideradas, o presente Estudo concluiu que, para o horizonte de tempo considerado, são mais adequados à realidade brasileira os que seguem: aterros sanitários, compostagem, reciclagem, recuperação energética por meio do tratamento térmico e da captação aproveitamento do gás de aterro. Acredita-se que esses tratamentos são os mais viáveis e com maiores chances de sucesso para a realidade dos municípios do Oeste Paranaense.

Levantamento dos custos relacionados às alternativas de destinação de resíduos

Os custos associados a cada uma das alternativas consideradas estão dispostos nas Subseções a seguir. Para cada um deles, foram utilizados dados do custo de capital (*Capital Expenditure* – CAPEX) e dos custos operacionais (*Operational Expenditure* – OPEX).

Custo dos sistemas de recepção e Triagem dos resíduos sólidos secos

Conforme estimativas da ABRELPE (2015a), para calcular os investimentos necessários à redução de resíduos recicláveis secos dispostos em aterros, foi estimado o custo para universalizar as estruturas de recepção e triagem. Para tanto, foram considerados investimentos para implantação de Pontos de Entrega Voluntários (PEVs), para entrega de materiais recicláveis e de Galpões de Triagem e Beneficiamento Primário (GTB), para separação e armazenamento do material recebido. Os custos associados à instalação de PEVs foram calculados com base no estudo do IBAM (2012), segundo o qual apresenta custos da

ordem de R\$ 80.000,00 para cada 100.000 habitantes. Tal valor foi atualizado pela inflação acumulada entre os anos de 2015 e dezembro/2017, e, o que resultou em um montante de R\$ 87.989,78. Nesse valor estão embutidos os custos com a instalação, visto que o custo de manutenção é muito baixo, haja visto que os mesmos foram atualizados até 2015 pelo estudo balizador dessa etapa.

Além disso, foi considerado que a operação destes espaços se dá em apenas calculada tendo por base um posto para cada 100.000 pessoas residentes em cada microrregião. Já os custos de instalação e operação de GTB, para diferentes faixas de população, foram baseados nos dados encontrados em estudo do BNDES (2014), atualizados pela inflação acumulada até 2017, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Custo de instalação (CAPEX) e operação (OPEX) galpões de triagem e beneficiamento primário - (R\$/tonelada)

Faixa Populacional	CAPEX	OPEX	Total
Até 100.000 habitantes	78,64	874,07	952,71
De 100 mil a 2,5 milhões	39,6	656,4	696
Acima de 2,5 milhões	28,16	460,85	489,01

Fonte: Atualizado e adaptado de ABRELPE, (2015a).

Custos com compostagem

Os resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil apresentam alto percentual de matéria orgânica (69%). Entretanto a compostagem, um dos tratamentos mais indicados para este tipo de resíduo, ainda é pouco praticada no país. Assim, a instalação de usinas de compostagem requer gestão técnica robusta, com monitoramento constante. É indicado instalar unidades de maior porte para atender a um conjunto de municípios (MMA, 2010), obtendo-se, desta forma, ganhos de escala.

Municípios de pequeno porte devem considerar a implantação de unidades menores de compostagem, com sistema de reviramento manual, implicando baixos custos de implantação e operação, conferindo viabilidade ao sistema. Em unidades com capacidade de processamento superiores a 0,5 ton./dia, deve ser considerado o uso de equipamentos mais modernos e eficientes para processamento de grandes volumes de resíduos (BNDES, 2014).

A partir desses pressupostos, foram estimados os custos de instalação e operação de usinas de compostagem aeróbia para municípios de diferentes faixas populacionais (Quadro 40), utilizando como referência os valores estimados por estudo do BNDES (2014) e ABRELPE (2015a), atualizados pela inflação acumulada até 2017, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 - Custos de unidades de compostagem (R\$/ton.)

Faixa Populacional	CAPEX	OPEX	Total
Até 250.000 mil habitantes	3,30	98,99	102,29
De 250 mil a 1 milhão	6,05	76,99	83,04
Acima de 1 milhão	3.382	49,49	3.431

Fonte: Atualizado e adaptado de ABRELPE, (2015a).

Ressalta-se que, para o sucesso da compostagem, devam ser desenvolvidas, juntamente, ações para a comercialização e a utilização do composto resultante do processo. Este composto pode ser utilizado em processos de recomposição de áreas erodidas, na silvicultura, na jardinagem e até mesmo na produção de alimentos, como já acontece em muitos países. Na Europa, por exemplo, o composto é classificado de acordo com sua qualidade, podendo ou não ser considerado adequado para uso na agricultura (ABRELPE, 2015a).

Custo com aterros sanitários

Composto essencialmente por obras civis, os custos de implantação de aterros sanitários divergem, de forma simplificada, em função de sua capacidade de recebimento total de resíduos, comumente mensurada pelo fluxo de recebimento diário (expresso em t/dia), bem como do tempo de vida útil do aterro (VITAL, INGOUVILLE E PINTO, 2014).

A oferta de qualquer atividade geradora de bens e serviços se orienta por diversos fatores intervenientes, tais como condições de oferta de insumos, água e energia; distâncias de transporte; acessibilidade; existência de mercado consumidor; atitudes e fatores da comunidade local; entre outros. A instalação de unidades de tratamento e disposição final de RSU nos municípios, em atendimento às metas e objetivos da PNRS, também tem sua viabilidade vinculada a essas variáveis condicionantes (BNDES, 2014).

De forma geral, os aterros sanitários são repartidos em células. Inicialmente uma célula é aberta e opera, em média, durante três ou quatro anos, até que sua capacidade tenha sido exaurida. Após tal período são necessários investimentos incrementais em novas células até que a capacidade do aterro seja completamente utilizada.

Assim, os custos referentes à construção dos aterros nos municípios do Oeste Paranaense foram baseados também no levantamento da ABETRE e FGV (2009), atualizados pela inflação. Os custos variaram de acordo com o porte do aterro a ser construído, determinado de acordo com a geração de resíduos sólidos de cada município da Mesorregião Oeste do Paraná. Conforme exposto no Quadro 8.

Quadro 8 - Custos para implantação e operação de Aterros Sanitários nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná

Porte	Tonelada Processada/dia	CAPEX	OPEX	Total
Pequeno	100	7.673.022,71	50.009.173,56	57.682.196,27
Médio I	500	20.656.779,57	141.942.181,68	162.598.961,25
Médio II	1.000	35.360.958,07	253.792.264,97	289.153.223,04

Fonte: Atualizado e adaptado de ABRELPE, (2015a).

Para determinar os gastos relacionados à construção e à operação de aterros sanitários, foram considerados empreendimentos de três tamanhos distintos: empreendimentos aptos a receber até 100 toneladas por dia de RSU; aptos a receber entre até 500 toneladas por dia e aptos a receber até 1.000 toneladas de RSU por dia.

Custo com recuperação energética

A recuperação energética é uma realidade e uma alternativa concreta para a destinação dos resíduos sólidos urbanos em várias localidades. Entretanto, devido à necessidade de altos investimentos, muitas vezes o processo pode ser considerado de complexa viabilidade (ABRELPE, 2015a). Assim, para estimar os custos associados à recuperação energética, podem ser considerados dois processos: i) a recuperação do biogás em aterros sanitários e ii) o tratamento térmico por incineração.

Para a recuperação energética do biogás gerado nos aterros sanitários (existentes e que serão construídos), foi considerada a instalação de motores recíprocos de combustão interna (CI). Segundo dados da ABRELPE, o custo de projetos de geração de eletricidade a partir do gás de aterro com essa tecnologia é de R\$ 3.300.000,00/MWh de instalação (CAPEX) e de R\$70,00/MWh na operação (OPEX).

Em relação as estimativas dos custos para tratamento térmico, nos municípios do Oeste do Paraná, tal como o estimado para os Estados do Sul do país (ABRELPE, 2015a), estas não foram realizadas, pois, nenhum município da mesorregião Oeste Paranaense apresenta, no momento do estudo, potencial de geração mínima de 500 ton./dia de resíduos que tornem o processo de tratamento térmico viável economicamente.

Dessa forma, o modelo permitiu estimar a quantidade de investimentos necessária para tratar os resíduos gerados no Oeste Paranaense, por escala de aterro e por período de três a quatro anos (tempo de vida útil de cada célula). Os resultados das estimativas foram apresentados na análise dos resultados na Seção 4.5.

3.3.6 Consolidação e sistematização dos resultados

Nesta etapa foi apresentado um esquema elencando a evolução teórica acerca do potencial de desenvolvimento econômico territorial sustentável inovador, que considera a gestão dos RSU em seu sistema produtivo, mitigador dos problemas ambientais oriundos da incapacidade de gerenciamento destes resíduos. Nesse sistema inovador, os RSU passam a atuar nos processos produtivos como fonte de matérias- primas. Nesse processo, os resíduos se tornam importantes fontes geradoras de renda, produtos e permitem a redução da utilização dos recursos naturais e degradação do meio ambiente.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo, dividido em 6 seções, apresenta a análise e discussão dos resultados relacionados com: a caracterização das fontes geradoras de RSU na mesorregião Oeste do Oeste Paraná; a prospecção e caracterização do potencial de geração dos RSU nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030; a avaliação da execução/implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos a partir da promulgação da Lei 12.305/2010, que contempla a gestão dos RSU nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná; a prospecção dos métodos, processos e tecnologias para a coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos urbanos; a proposição de um modelo de gestão de RSU diferenciado, que possibilite a consolidação de um sistema econômico sustentável com base da industrialização dos RSU a partir das especificidades econômicas, sociais e ambientais dos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná; e, a consolidação e sistematização dos resultados.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS RELACIONADOS A FONTE GERADORA DE RSU NA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ

A partir dos testes estatísticos e da evidenciação da adequação da ferramenta de Análise Fatorial aos dados estudados, identificou-se a formação de seis fatores, que congregam 36 variáveis, relacionadas as características econômicas, sociais e ambientais dos municípios da Região. Com isso, verificou-se uma melhora substancial nos indicadores de aplicação da AF: o Teste KMO passou de 0,810 para 0,826, e, as matrizes anti-imagem de variâncias-covariâncias e de correlações apresentaram todos os valores da diagonal principal superiores a 0,50, indicando o ajuste desse conjunto de variáveis à estrutura definida pelo modelo, conforme apresentado no Apêndice A1.

O Fator F1, cujo percentual de variância explicada no modelo foi de 62,87%, captou a existência de 19 variáveis com cargas fatoriais superando o limite mínimo de 0,60. Todas as variáveis associadas a esse fator apresentaram sinais positivos e são fortemente correlacionadas, o que caracteriza F1, como um fator de medida de *“Desenvolvimento Socioeconômico dos municípios do Oeste paranaense”*.

A análise dos dados relacionados no Fator F1 demonstrou forte aproximação entre todos os atributos nesse fator, tendo somente como menor valor associativos em apenas três variáveis, na faixa de 0,754 a 0,839. Destaca-se, nessa condição a Var 24 - Número de

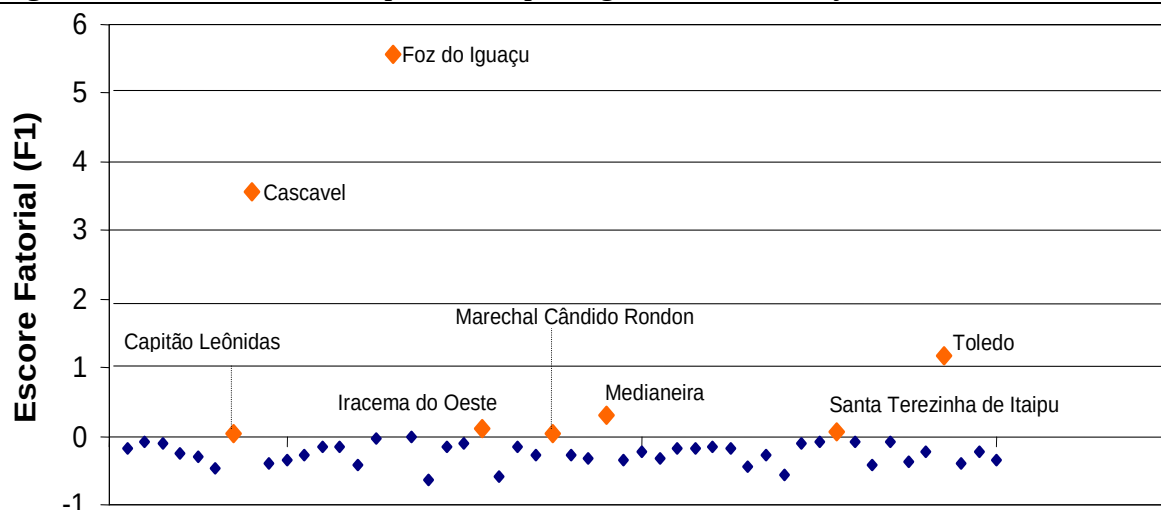
Estabelecimentos de Saúde - indicando que quanto maior o número desse tipo de estabelecimentos maiores são os gastos municipais com saúde e educação (PIACENTI, 2012). A Var 14 - Valor arrecadado com Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) - que indica que quanto maior esse índice, maior será o reflexo do setor econômico no município. E, a Var 03 - Consumo de Energia Elétrica Industrial indica que quanto maior o consumo de energia pelo setor industrial, mais desenvolvido é o município em termos industriais, ou seja, apresentam alta capacidade produtiva setorialmente.

Todas as demais 16 variáveis apresentaram resultados acima de 0,880, indicando, nesse caso, que a correlação com o fator é próxima do total. Nesse contexto, as características e os seus respectivos sinais positivos indicam a forte correlação com: o consumo de energia elétrica residencial e comercial que refletem, de acordo com as suas particularidades, a importância que cada segmento tem e, quanto maior esse consumo, maior o poder de renda da população e dinâmico será o comércio daquele município, o qual está diretamente relacionado a população ocupada no setor de comércio/serviços.

Corroborando com esse cenário, a relação entre as variáveis: população urbana, número de domicílios com coleta de lixo, abastecimento de água, esgotamento sanitário e geração de RSU demonstram o potencial de atração do município, pois apresenta fortes correlações, refletindo assim no nível de crescimento econômico municipal. Dessa forma, quanto maiores os gastos com saúde, habitação e educação, maiores serão os gastos com despesas orçamentárias municipais. Não obstante, evidencia-se a importância e a preocupação que os municípios têm no desenvolvimento econômico, conforme exposto a partir dos sinais positivos nas variáveis supracitadas, as quais poderão contribuir para a redução das desigualdades sociais, proporcionando uma melhor qualidade de vida da população em geral (PIACENTI, 2012).

Na Figura 17 se apresenta os resultados obtidos para a classificação dos municípios do Oeste do Paraná, de acordo com os escores fatoriais do Fator F1. Conforme exposto, os municípios que apresentaram melhores resultados para os escores fatoriais foram: Foz do Iguaçu (5,57), Cascavel (3,56), Toledo (1,17), Medianeira (0,30), Iracema do Oeste (0,11), Santa Terezinha de Itaipu (0,06), Capitão Leônidas Marques (0,03) e Marechal Cândido Rondon (0,02). Os demais municípios da região apresentaram resultados para as cargas fatoriais como negativas ou de baixo impacto para a variável no local analisado.

Figura 17 - Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F1.



Fonte: Elaboração da autora a partir dos resultados da Análise Fatorial, 2017.

Na análise do fator (F2), correspondente ao “*Potencial do Setor Agroindustrial dos municípios do Oeste Paranaense*”, identificou-se a aproximação de seis variáveis, com cargas fatoriais acima de 0,68. Todas as variáveis apresentaram sinais positivos e são fortemente correlacionadas. Nesse fator, o percentual de variância explicada foi de 12,84%, e as cargas fatoriais explicativas ficaram entre o intervalo de 0,669 e 0,793.

Conforme exposto, compõem esse fator as variáveis: Var10 - população ocupada no setor agropecuário, indicando, em conjunto com a variável Var16 - população no meio rural - a importância do setor rural para o município, bem como o fato destas refletirem uma possível melhora da qualidade de vida no setor agropecuário, afinal, a manutenção do homem no campo tem como resultado a geração de renda, a melhoria da qualidade de vida e acesso na saúde, educação e acesso à informação; a Var 36 - Silvicultura (Quantidade produzida em toneladas), indica o potencial de criação e o desenvolvimento de uma base florestal com intuito, basicamente, comercial, a qual está diretamente relacionado à cultura madeireira.

Tal prática busca ainda auxiliar na recuperação das florestas através do plantio de espécies nativas, preferencialmente de caráter regional, de forma a ampliar as possibilidades de manutenção dos biomas locais visando a recuperação de recursos hídricos e manutenção de biodiversidade, de forma a aumentar a eficiência do processo. Segundo Sistema Nacional de Informações Florestais - SNIF (2010), este tipo de plantios florestais apresentam-se em sua maior parte em sistema de monocultura. Contudo, pesquisas têm avançado na área de sistemas agroflorestais e silvipastoris que têm demonstrado resultados positivos nos aspectos econômicos, ambientais e sociais. Assim, algumas importantes funções das florestas plantadas são: diminuição da pressão sobre florestas nativas; reaproveitamento de terras degradadas pela

agricultura; sequestro de carbono; proteção do solo e da água; ciclos de rotação mais curtos em relação aos países com clima temperado; e, maior homogeneidade dos produtos, facilitando a adequação de máquinas na indústria.

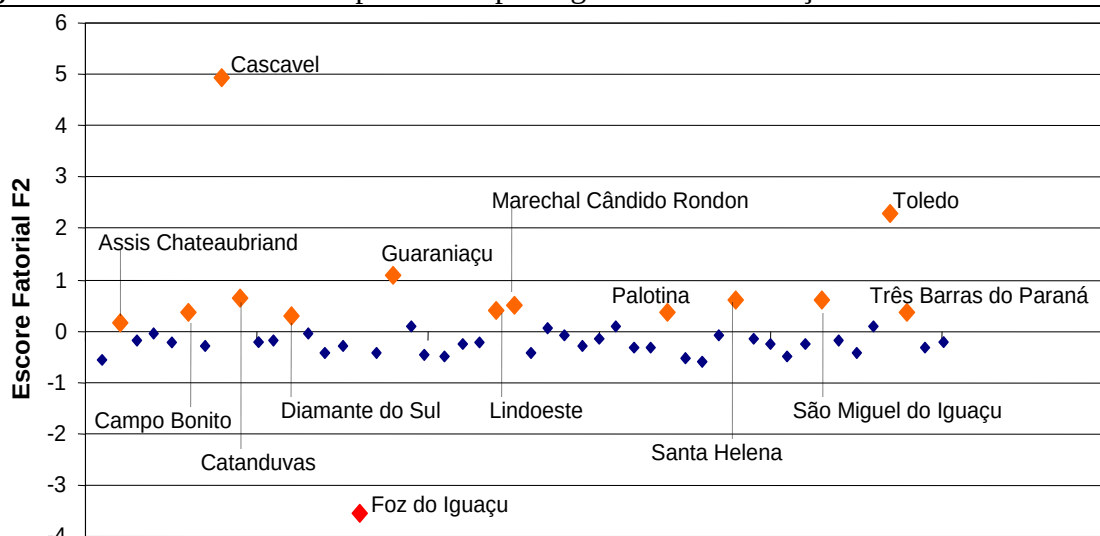
A Var 35 - Despesas com Gestão Ambiental, representa a preocupação dos municípios no que tange à função de preservação e conservação ambiental, controle ambiental, recuperação de áreas degradadas, recursos hídricos e meteorologia; a Var 5 - Valor Adicionado Bruto Agropecuário, indica os rendimentos do estabelecimento rural, da terra e da força de trabalho, ou seja, a importância do setor agropecuário diante dos demais setores do município - assim, quanto maior esse valor, maior será o reflexo do setor agropecuário na composição da renda municipal; e, a Var11 - população ocupada no setor industrial, pode ter sido associada a questão agropecuária dos municípios, dada ao atual cenário de mudanças no meio rural e a forte relação na região com as agroindústrias locais, que demandam além das matérias-primas (animais) a mão-de-obra que pode em muitos casos compor os dois estratos setoriais.

Corroborando com esse cenário, segundo Balsadi (2001), no período pós-1960, observou-se um crescente engajamento da população rural em atividades não-agrícolas desenvolvidas no campo ou nas cidades, na grande maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Com isso, as ocupações não-agrícolas passaram a ter um peso cada vez maior na renda dos residentes e das famílias rurais.

Tais modificações podem ser reflexo da proximidade do meio rural ao urbano e da não exclusividade relacionada as atividades não-agrícolas, ou seja, essa tendência, em particular, a expansão da população ocupada em atividades não agrícolas, possibilitou uma nova e mais abrangente abordagem acerca do meio rural brasileiro, cujo perfil vem sendo realçado pela contínua redução da população rural ocupada na agricultura mercantil (TELLES e COSTA ET. AL., 2017).

Na Figura 18 se apresenta os resultados obtidos para a classificação dos municípios do Oeste do Paraná, de acordo com os escores fatoriais referentes ao Fator F2. Conforme exposto, os escores das cargas fatoriais F2 variaram entre 0,659 e 0,793. Nessa classificação, os municípios que apresentaram melhores resultados para os escores foram: Cascavel (4,93), Toledo (2,29), Guaraniaçu (1,08), Catanduvas (0,63), São Miguel do Iguaçu (0,62), Santa Helena (0,61), Marechal Cândido Rondon (0,51), Lindoeste (0,38), Palotina (0,37), Campo Bonito (0,36), Três Barras do Paraná (0,35), Diamante do Sul (0,30) e Assis Chateaubriand (0,15).

Figura 18 - Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F2



Fonte: Elaboração da autora a partir dos resultados da Análise Fatorial, 2017.

Assim, evidencia-se na formação desse fator a expressividade e importância da atividade agropecuária na mesorregião Oeste do Paraná, comandada pelo desenvolvimento sobretudo do agronegócio cooperativado. Esta região vem sustentando ganhos crescentes frente à economia estadual em atividades do setor primário. Contribuem, ainda, nesse sentido, as condições edafo-climáticas excepcionais e os efeitos indiretos proporcionados por uma moderna base produtiva agropecuária, que tem sido capaz de compatibilizar uma agricultura pautada em mão-de-obra familiar a um alto desempenho produtivo. Nesse sentido, a par de uma estrutura produtiva que já atingiu patamares de elevada complexidade e, portanto, em condições de reunir importantes forças internas na articulação de interesses privados, há fatores de ordem ímpar a serem apropriados na perspectiva inovadora de desenvolvimento regional e dado o aparato de Ciência, Tecnologia e Inovação disponível, bem como uma estrutura universitária atuante e em expansão, podem ser facilmente articulados em apoio às intervenções governamentais comprometidas com a inclusão social (IPARDES, 2004).

O terceiro fator (F3) representa o “*Potencial de Desenvolvimento Econômico Endógeno dos Municípios do Oeste Paranaense*”, que guarda forte associação com seis variáveis, que representam 6,53% da variância total do modelo. As cargas fatoriais variaram entre - 0,93 e 0,91. Destaca-se que as variáveis Var 21 e Var 19, intituladas Percentual de Pobreza e Taxa de analfabetismo da população com 15 anos ou mais, respectivamente, apresentaram valores nas suas cargas fatoriais negativos, representando assim uma relação inversa entre a denominação da carga fatorial, ou seja, quanto maiores as taxas percentuais de pobreza e de analfabetismo da população com 15 anos ou mais nos municípios da mesorregião

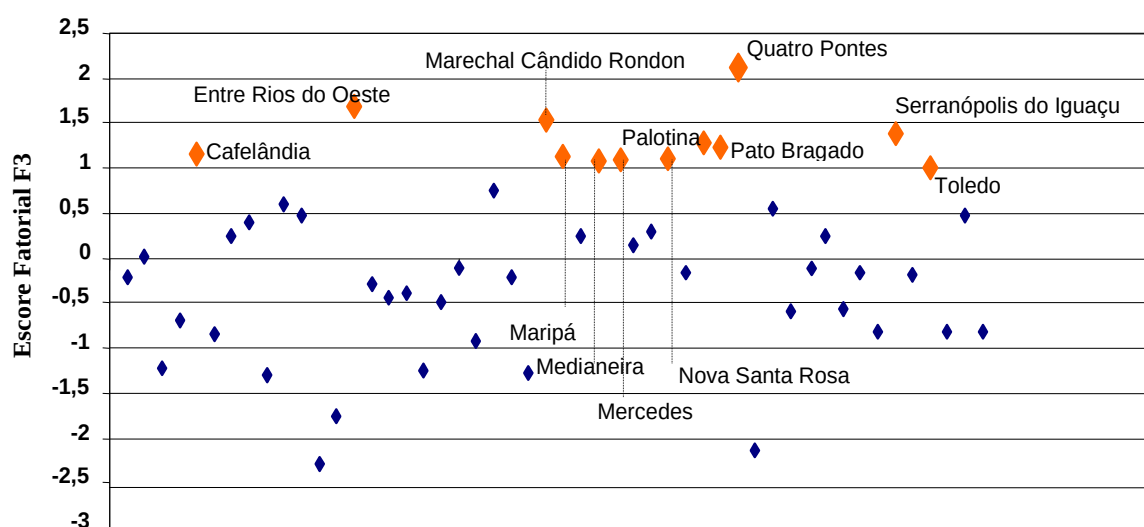
Oeste do Paraná, menor a capacidade de desenvolvimento econômico endógeno desses municípios.

Por outro lado, as variáveis Var20- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM); Var 22- Índice Iparides de Desenvolvimento Municipal (IPDM), Var18 - Renda *per capita* e Var01 - Produto Interno Bruto *per capita*, apresentaram cargas fatoriais positivas e superiores a 0,797, isso significa que, essas variáveis em conjunto e considerando os seus componentes de base, potencializam a capacidade de melhoria das dimensões econômica e social dos municípios do Oeste Paranaense, pois apresentam indicativos que englobam características econômicas (produção e renda) e sociais (educação, saúde, longevidade).

Tal resultado pode ser obtido a partir do aumento da esperança de vida, longevidade, níveis educacionais e renda, implícitos nos indicadores IDH e IPDM, os quais possibilitam, por meio da transformação positiva das condições de vida da população e de investimentos municipais em saúde, higiene, lazer e aumento da renda, potencializando as oportunidades e transformações estruturais na qualidade de vida e de desenvolvimento econômico e social nos municípios.

Na Figura 19 se apresenta os resultados obtidos para a classificação dos municípios do Oeste do Paraná, de acordo com os escores fatoriais relativos ao Fator F3. Conforme exposto, os municípios que apresentaram-se como os melhores, em termos de carga fatorial, para esse fator foram: Quatro Pontes (2,12), Entre Rios do Oeste (1,68), Marechal Cândido Rondon (1,53), Serranópolis do Iguaçu (1,38), Palotina (1,27), Pato Bragado (1,24), Cafelândia (1,15), Maripá (1,12), Nova Santa Rosa (1,11), Medianeira (1,09), Mercedes (1,05) e Toledo (1,01).

Figura 19 - Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F3



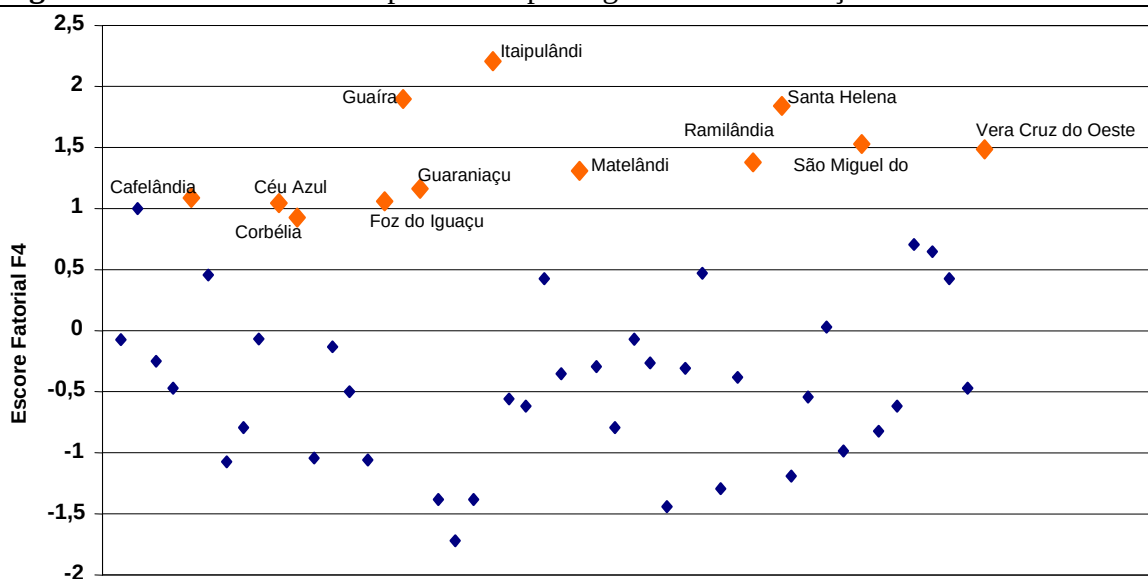
Fonte: Elaboração da autora a partir dos resultados da Análise Fatorial, 2017.

Segundo IPARDES (2004), do ponto de vista social a mesorregião Oeste Paranaense oferece referências bastante significativas quanto à possibilidade de avanços, mas também expõe o grau de desafio ainda presente para elevar o patamar da qualidade de vida da maioria de seus municípios. Corroborando esse perfil, desponta concentrando 11 dos 23 municípios nas melhores posições do Estado em termos de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, localizados, principalmente, na porção oeste da mesorregião e situa-se entre as mesorregiões paranaenses com menor taxa de pobreza. Em sentido oposto, encontram-se na mesorregião muitos municípios com esses índices entre os piores do Estado. A persistência dessas disparidades é de certo modo incompatível com o fato de que, em grande medida, as possibilidades de sua correção com conseqüentes ganhos no IDHM estão fortemente associadas a investimentos do poder público em áreas tradicionais de saúde e educação, ambas dispondo de recursos e estruturas que tendem para o atendimento universalizado, caso dos municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo.

O quarto fator (F4), representa “*As condições de Saneamento Domiciliar dos municípios do Oeste Paranaense*”. Ele guarda forte associação positiva com duas variáveis e que representam 4,37% da variância total do modelo, sendo as duas cargas fatoriais acima de 0,85. Sendo assim, compõem esse fator as variáveis: Var 32- Proporção de Moradores, de Domicílios Particulares Permanentes Urbanos, com Acesso à Rede Geral de Esgoto ou Fossa Séptica (%) e Var 31- Proporção de domicílios com rede geral de esgoto/ fossa séptica, que refletem (ou não) o desenvolvimento social, qualidade de vida, preservação ambiental e dignidade das pessoas, pois é grande a quantidade de famílias que vivem em condições sub-humanas, sem água tratada, coleta de lixo, esgotamento sanitário adequado e que utilizam fossas sépticas, que contribuem para a contaminação dos lençóis freáticos. Assim, quanto maior for a correlação dessas variáveis, maior será o índice de desenvolvimento desses municípios e maiores serão os investimentos públicos na busca pela melhoria da qualidade de vida da população local, por meio de políticas de saneamento básico.

Na Figura 20 se apresenta os resultados obtidos para a classificação dos municípios do Oeste do Paraná, de acordo com os escores fatoriais relativos ao Fator F4. Conforme exposto, os municípios que apresentaram melhores resultados para os escores fatoriais, nessa classificação, foram: Itaipulândia (2,25), Guaíra (1,95), Santa Helena (1,74), São Miguel do Iguaçu (1,53), Vera Cruz do Oeste (1,48), Ramilândia (1,33), Matelândia (1,30), Guaraniaçu (1,16), Cafelândia (1,09), Foz do Iguaçu (1,06) e Céu Azul (1,03).

Figura 20 - Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F4



Fonte: Elaboração da autora a partir dos resultados da Análise Fatorial, 2017.

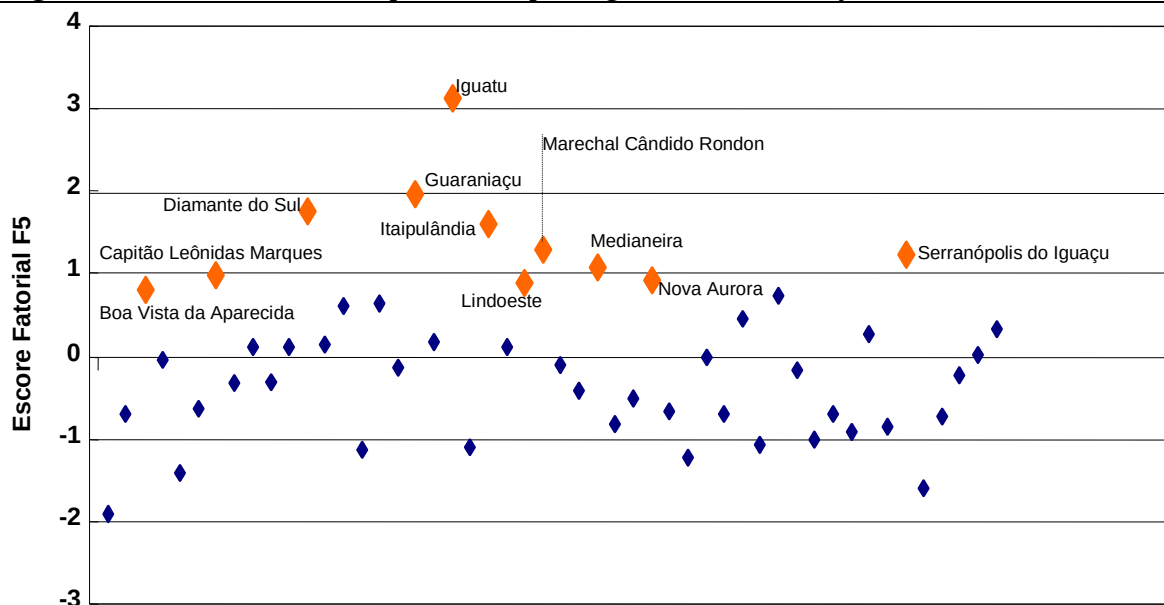
O quinto fator (F5), intitulado “*Indicador de igualdade socioeconômica dos Municípios do Oeste do Paraná*” guarda forte relação com duas variáveis, a Var34 - Despesas municipais com saneamento e a Var23 - Índice de Gini. Ambas apresentaram valores para os escores fatoriais positivos de 0,728 e 0,678, respectivamente, e representaram 4,37% da variância total do modelo. Com base no exposto, afirma-se que, quanto maiores forem os gastos com saneamento, melhores são as condições de vida nos municípios analisados, pois, a relação entre o fator e o montante gasto com saneamento, demonstra um maior acesso a distribuição de água tratada e a rede de coleta de esgoto, o que reduz a incidência de problemas de saúde na população e impactando positivamente no índice de gastos do sistema de saúde e de produtividade do trabalhador.

Por outro lado, o valor do índice de Gini, um instrumento utilizado para medir o grau de concentração de renda em determinado grupo, demonstra que, quanto maior o seu índice, maior a situação de desigualdade no local analisado. Assim, os resultados expresso nessa variável demonstra o grau de desigualdade entre os municípios do Oeste do Paraná, pois, aqueles que apresentam alto valor para os gastos com saneamento não apresentam na mesma proporção altos índices do Índice de Gini, ou seja, não se verifica uma relação entre essas variáveis.

Na Figura 20 se apresenta os resultados obtidos para a classificação dos municípios do Oeste do Paraná, de acordo com os escores fatoriais referentes ao Fator F5. Conforme exposto, os municípios que apresentaram melhores resultados para os escores fatoriais, nessa classificação, foram: Iguatu (3,11), Guaraniaçu (2,00), Diamante do Sul (1,77), Itaipulândia

(1,59), Marechal Cândido Rondon (1,29), Serranópolis do Iguaçu (1,21), Medianeira (1,08), Capitão Leônidas Marques (0,99), Nova Aurora (0,91) e Lindoeste (0,90).

Figura 21 - Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F5

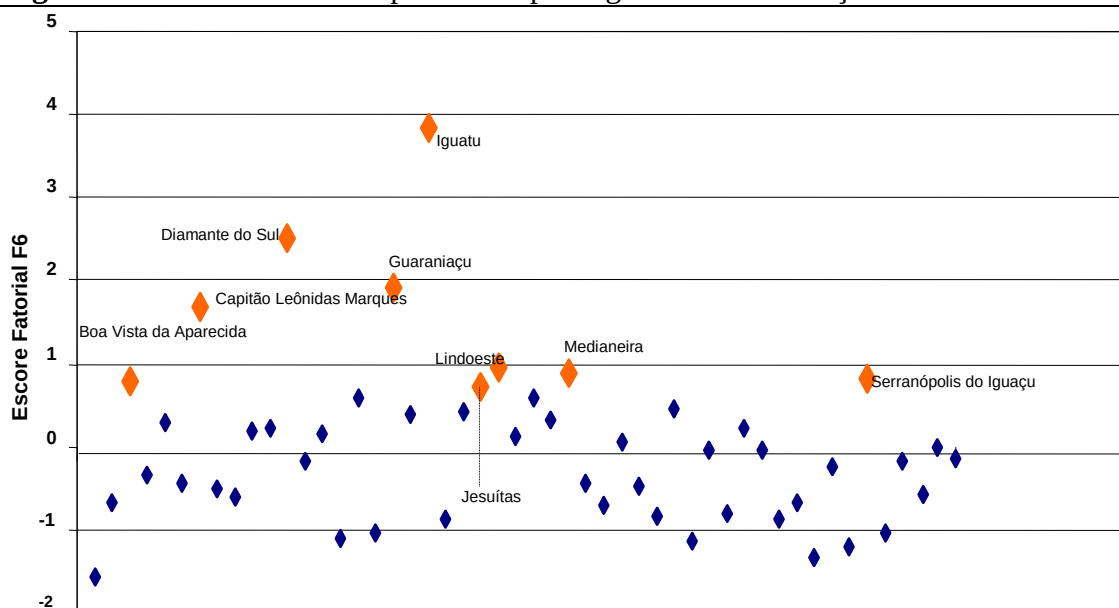


Fonte: Elaboração da autora a partir dos resultados da Análise Fatorial, 2017.

Por fim, o Fator 6 (F6), intitulado de “*Indicador de Qualidade Florestal dos Municípios do Oeste do Paraná*”, contemplou apenas uma variável, V37 - Índice de florestas com matas plantadas ou nativas no município, a qual foi responsável por 2,79% do total da variância do modelo. Assim, quanto maior for a correlação dessa variável, maior será o índice de qualidade ambiental nos municípios, uma vez esse tipo de indicador demonstra que, este bem natural auxilia em algumas demandas da sociedade, como na grande necessidade de produtos oriundos de florestas, na captação de CO₂, na recomposição da biodiversidade, entre muitos outros serviços ecossistêmicos que a floresta oferece (ECYCLE, 2013).

Na Figura 22 se apresenta os resultados obtidos para a classificação dos municípios do Oeste do Paraná, de acordo com os escores fatoriais pertencentes ao Fator F6. Com base no exposto, demonstrou-se que os municípios que apresentaram melhores resultados para os escores fatoriais, nessa classificação, foram: Iguatu (3,83), Diamante do Sul (2,50), Guaraniaçu (1,91), Capitão Leônidas Marques (1,67), Lindoeste (0,94), Medianeira (0,89), Serranópolis do Iguaçu (0,83), Boa Vista da Aparecida (0,78) e Jesuítas (0,71).

Figura 22 - Escores Fatoriais por município segundo a classificação do Fator F6



Fonte: Elaboração da autora a partir dos resultados da Análise Fatorial, 2017.

Conforme exposto, evidencia-se nos Municípios da Mesorregião uma disparidade característica da forma de ocupação local. Segundo IPARDES (2004), o desenvolvimento recente do Estado tem a marca da intensa modernização da base produtiva e da sua concentração em alguns pólos regionais, definindo os contornos dessas disparidades tanto entre regiões como internamente às mesmas. Disparidades essas, que se revelam nos movimentos da população e nos indicadores econômicos e sociais, frutos da capacidade de superação de obstáculos naturais, enfrentamento de crises e otimização de recursos para inserção na dinâmica produtiva paranaense.

A partir da identificação dos fatores que contribuem para o desenvolvimento dos municípios do Oeste do Paraná, foi apresentado, na figura 23, o resultado da caracterização da fonte geradora de resíduos (50 municípios da região Oeste do Paraná) do ponto de vista do indicador de desenvolvimento regional sustentável (IDRS) (característica econômico, social e ambiental). Este indicador possibilita a classificação dos municípios analisados em três categoria de desenvolvimento.

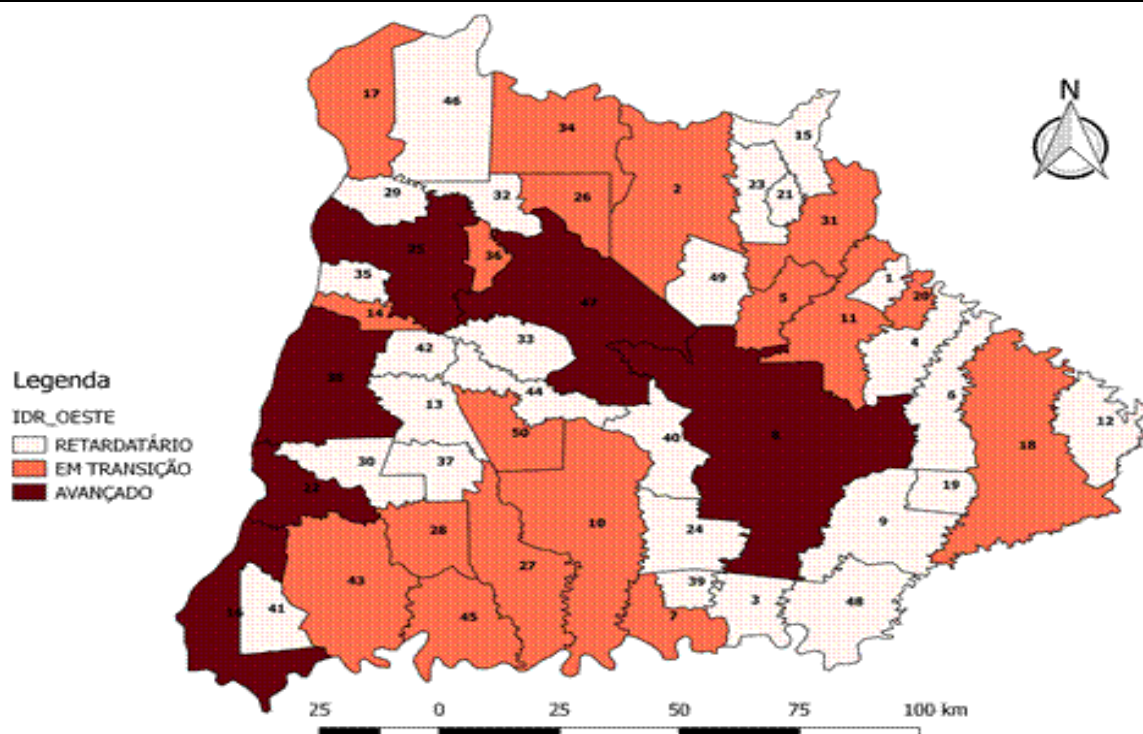
Pela classificação proposta no Quadro 05, os municípios que apresentaram IDRS superior a 0.181 foram considerados em estágio avançado, ou seja, apresentam uma dinâmica suficiente da sua base produtiva com avanços econômicos, sociais e ambientais. Os municípios que apresentaram IDRS entre 0.10 e 0.18 foram classificados como em transição, ou seja, apresentam uma estrutura econômica, social e ambiental em evolução que faz com que sua dinâmica de sustentabilidade seja menor que os municípios avançados. E, os municípios com IDRS abaixo de 0.099 foram considerados como em estágio retardatário, pois encontram

dificuldades em atrair e reter recursos, o que dificulta seu processo de desenvolvimento socioeconômico e sustentável.

Conforme exposto, dos 50 municípios analisados, seis ficaram classificados como em estágio avançado, o que representou 12% do total de municípios analisados. A saber, os municípios nessa classificação são: Cascavel (0,376), Toledo e Foz do Iguaçu (0,247), Marechal Cândido Rondon (0,197), Itaipulândia (0,195) e Santa Helena (0,182).

Quanto a classificação de em transição, no Oeste do Paraná verificou-se a existência de 18 municípios nessa condição, ou seja, 36% do total analisado, dentre os quais, destacam-se São Miguel do Iguaçu (0,153), Medianeira (0,151), Palotina (0,150), Guaíra (0,132), Corbélia (0,125), Matelândia (0,124), Assis Chateaubriand (0,116), Céu Azul (0,115), Serranópolis do Iguaçu (0,113), Vera Cruz do Oeste (0,112), Quatro Pontes (0,111), Nova Aurora (0,109), Cafelândia (0,108), Entre Rios do Oeste (0,107) e Iguatu (0,100).

Figura 23 - Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável da Mesorregião Oeste do Paraná



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Corroborando com os dados selecionados pela AF, no qual evidenciou-se um grau de disparidade em relação as características econômicas, sociais e ambientais nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, tem-se na região, 26 municípios classificados como em estágio retardatário, ou seja, 52% do total de municípios analisados, apresentaram IDRS abaixo de 0.099, demonstrando que Eles encontram dificuldades em atrair e reter recursos, o que dificulta

seu processo de desenvolvimento socioeconômico e sustentável. Nesta classificação, os municípios que apresentaram menores indicadores foram: Iracema do Oeste (-0,006), São José das Palmeiras (0,018), Formosa do Oeste e Anahy (0,019), São Pedro do Iguaçu (0,022), Santa Lúcia (0,032), Ouro Verde do Oeste (0,033), Santa Tereza do Oeste e Ibema (0,042) e Nova Santa Rosa (0,045). Os demais municípios nessa condição apresentaram resultados para IDRS entre 0,049 e 0,087, embora ainda classificados como em estágio retardatário, apresentam resultados de potencial de evolução, capaz de ao longo do tempo galgarem a classificação para municípios de transição, caso de: Maripá (0,087), Capitão Leônidas Marques (0,085), Três Barras do Paraná (0,081), Tupãssi (0,0075), Santa Terezinha de Itaipu (0,074), Missal (0,072), Terra Roxa, Catanduvas e Boa Vista da Aparecida (0,071) e Lindoeste (0,070).

Apesar da mesorregião Oeste destacar-se com uma expressiva dinâmica, que tem se mostrado capaz de contrabalançar as fortes tendências de concentração econômica e populacional do Estado do Paraná, tais condições são visíveis sobretudo na capacidade de crescimento econômico e populacional, que, embora concentrado em Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo, conta com o suporte de uma expressiva rede de cidades, fortalecida pela tendência de conformação de dois eixos mais dinâmicos e de importante aglomeração urbana em área de fronteira internacional (IPARDES, 2004).

A partir das análises apresentadas nesta etapa foi possível identificar que as informações caracterizadoras dos municípios do Oeste do Paraná são baseadas em 36 variáveis, das quais, 14 corresponde as características econômicas dos municípios; 12 as informações sociais e 10 relacionadas as características ambientais locais. Conforme exposto, os municípios que agregaram maior número de cargas fatoriais positivas e de alto valor foram os que, em suma, apresentaram os melhores indicadores em cada fator e conseqüentemente, classificados, em um segundo momento, como municípios em estágio avançado ou em transição para o desenvolvimento regional sustentável.

Apesar da Mesorregião Oeste paranaense estar classificada como de alto desenvolvimento, as disparidades intrarregionais existentes refletem no número de municípios como capacidade e potencial para alavancar o desenvolvimento sustentável na região. Destaca-se ainda, que os resultados obtidos, como a obtenção do número de fatores e as variáveis que foram selecionadas nessa etapa são corroborados pelo estudo de Piacenti (2012), uma vez que os resultados aqui apresentados foram similares aos evidenciados pelo autor, anteriormente. As variáveis utilizadas para análise foram, em sua maioria, idênticas as utilizadas pelo estudo supracitado, corroborando inclusive com a formação dos fatores de maneira similar. Ressalta-se assim, que embora, guardadas as proporções realizadas por cada estudo, a estrutura

econômica, social e ambiental dos municípios paranaenses e do Oeste do Paraná, aqui analisados, não apresentaram grandes modificações ao longo dos anos.

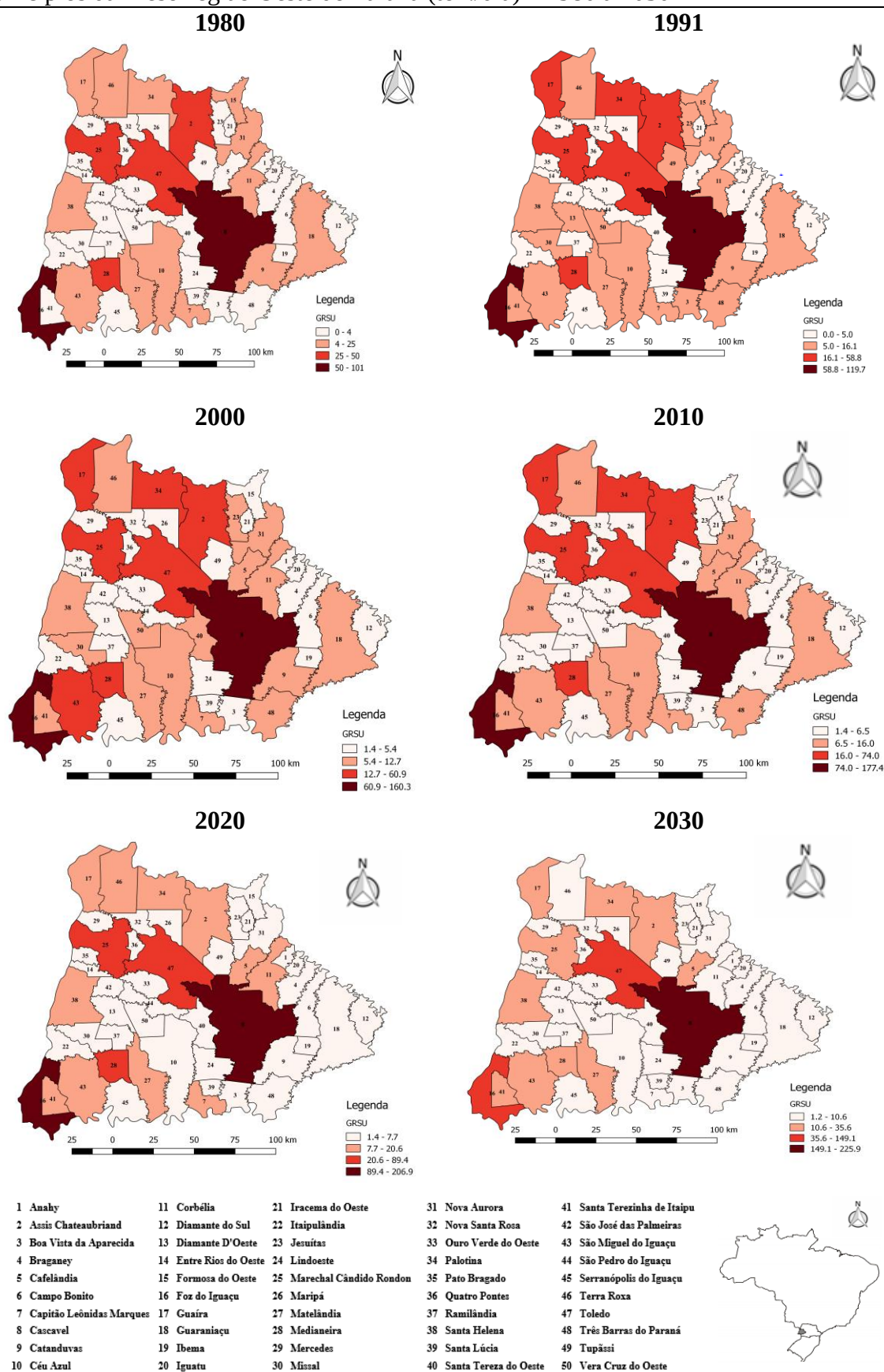
Assim, a análise para identificar quais foram os fatores determinantes para o resultado obtido quanto a classificação no IDRS nos municípios do Oeste servirá como subsídio à tomada de decisão acerca dos modelos de gestão a serem implantados na Mesorregião Oeste paranaense, bem como, a localização de tais empreendimentos, uma vez que deve-se levar em conta, para o sucesso das práticas e viabilidade técnica e econômica dos mesmos, o potencial econômico, social, ambiental e institucional dos municípios analisados, para que seja possível a otimização dos recursos financeiros, de mão-de-obra, infraestruturais e locacionais destinados a mesorregião.

Com base nos resultados obtidos, a implantação de mecanismos de gerenciamento de resíduos, modelo a ser proposto nesse trabalho, deveria, em tese, estar alocado dentre os municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, classificados como em estágio de desenvolvimento sustentável avançado, ou seja, Cascavel, Toledo, Foz do Iguaçu, Marechal Cândido Rondon, Itaipulândia ou Santa Helena. No entanto para que a proposição do modelo de gestão de RSUs na Mesorregião Oeste do Paraná, seja feita de forma eficiente, se faz, também necessária a identificação do potencial de geração de resíduos em cada um dos municípios da Mesorregião analisada, conforme estudo prospectivo nos municípios do Oeste Paranaense, entre os anos de 1980 a 2030, apresentado na seção 4.2.

4. 2. PROSPECÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DOS RSU NOS MUNICÍPIOS DA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ

Na Figura 24 se apresenta o resultado da estimativa do potencial de geração global total de resíduos sólidos nos municípios do Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030. Nesse período, verificou-se um aumento na capacidade de geração total diária de RSU de 41%, ou seja, a geração de resíduos nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná passará de 595,6 toneladas/dia, em 1980, para 841,5 toneladas/dia, em 2030. Vale destacar que ao longo das décadas de setenta, oitenta e noventa no século XX, completaram-se os processos emancipatórios na região. Segundo Pieruccini, Tschá e Iwake (2003), treze municípios emanciparam-se na década de oitenta e, quatorze na década de noventa. Tais fatos podem ser verificados na evolução dos mapas da Figura 13, que apresentam o crescimento da capacidade de geração de resíduos ao longo do período, correlato ao crescimento populacional na época.

Figura 24 - Estimativa do potencial de geração total de Resíduos Sólidos Urbanos nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

A partir do ano 2000, a Mesorregião passou a ser composta por 50 municípios, totalizando 1.138.582 habitantes. À época, a geração diária de resíduos era de 705,9 toneladas, o que representou um aumento de 16% em comparação com o potencial de geração de resíduos em 1980. Já em 2010, residiam na região cerca de 1.219.558 habitantes e a geração diária de resíduos era de 756 toneladas, o que representou um aumento de 7% no potencial de geração de resíduos, em 10 anos. Conforme resultados, evidencia-se que na Mesorregião Oeste do Paraná, a taxa de geração de RSU aumenta cerca de 0,7% ao ano, que no Brasil essa taxa é de 1,7%, segundo estimativas da ABRELPE (2015).

Para a estimativa do potencial de geração de resíduos sólidos no Oeste do Paraná para os anos de 2020 e 2030 utilizou-se, como fonte de dados, as projeções populacionais para o período, do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES). Conforme estimativas, em 2020 a população do Oeste Paranaense será de 1.322.797 habitantes e gerará, diariamente, cerca de 820 toneladas de resíduos sólidos. Em 2030, a população total da mesorregião será de aproximadamente 1.357.257 habitantes, com um potencial de geração de resíduos diário de 841,5 toneladas, representando um aumento na capacidade de geração de resíduos de 2,6%.

Conforme exposto, e, mantidas as atuais formas de tratamento e aproveitamento de resíduos (aterros sanitário) no Oeste do Paraná, ao final da década de 2030 haverá um total acumulado de 16.093,473 toneladas de resíduos nos aterros sanitários da região, dentre as quais, cerca de 91% possuem potencial de aproveitamento e rendimento econômico comprovado, uma vez que 69% do total de resíduos gerados correspondem a fração orgânica, e, 22% aos resíduos recicláveis (MOREJON ET AL, 2011).

Quanto a distribuição do potencial de geração de resíduos entre a população urbana e rural, identificou-se que em 1980 cerca de 50% dos resíduos sólidos gerados eram de origem urbana. Em 2010 esse percentual se eleva para cerca de 86%, e, em 2030, será de 76%, seguindo assim a distribuição da população urbana residente no Oeste do Paraná. Embora, a redução do contingente populacional para o ano de 2030 seja considerada como discreta, a mesma sinaliza um cenário que está sendo conformado nacionalmente.

Segundo estimativas do IBGE (2017) e IPARDES (2017), essa redução do contingente populacional em zonas urbanas pode estar vinculado a diminuição da população total nos municípios paranaenses. Em termos absolutos, as projeções apontam para um processo de redução generalizada do ritmo de crescimento populacional dos municípios, em linha com o observado no conjunto do Estado. Nessa redução, diversos municípios deverão apresentar declínio, marcadamente aqueles de menor porte, o que, em paralelo à tendência de continuidade

do crescimento de municípios com mais de 50 mil habitantes, deve ocasionar progressiva concentração regional da população paranaense. Ao todo, a expectativa é de que 223 municípios poderão sofrer perda de população, em comparação com os resultados obtidos para o ano de 2010.

Destaca-se que a queda populacional foi registrada em 18 municípios do território do Oeste do Paraná. Dentre os quais, Guaraniaçu lidera em relação à diminuição no número de moradores, contabilizando, negativamente, 16,4%, seguido dos municípios de Campo Bonito (15%), Formosa do Oeste e Lindoeste (14,7%), Nova Aurora (13,6%), Iracema do Oeste (13,1%), São Pedro do Iguaçu (10,7%), Jesuítas (7,7%), Braganey (6,3%), Vera Cruz do Oeste (5,9%), São José das Palmeiras (5,4%), Boa Vista da Aparecida (4,7%), Santa Lúcia (3,1%), Anahy (2,7%), Diamante do Sul (2,1%), Santa Tereza do Oeste (1,9%), Serranópolis do Iguaçu (1,5%) e Maripá (1,3%). Conforme estudo, somente nesses locais, 12.898 pessoas migraram de uma cidade a outra, o que acarretou encolhimento populacional. Essa redução concentrou-se, principalmente, no grupo de municípios com até 20 mil habitantes, e, por outro lado, aqueles com mais de 100 mil a um milhão de habitantes tiveram a maior proporção de municípios com crescimento populacional acima de 1% (IBGE, 2017).

Uma das causas dessa queda se deve, em parte a diminuição na taxa de natalidade, decorrente do uso de métodos contraceptivos e o maior acesso aos serviços de educação e saúde. Em segundo lugar, os dados do Censo de 2010, apontam que 37% das mulheres se tornaram chefes da casa e, segundo a pesquisa, o acúmulo de funções e, conseqüentemente, de responsabilidades faz com que o casal opte por ter poucos filhos ou até mesmo nenhum (IBGE, 2017; SIMÕES & OLIVEIRA, 2010).

Com a queda populacional, outro fator gera preocupação entre os gestores. A partir da diminuição do número de habitantes, o Fundo de Participação dos Municípios (FPM) também declina, prejudicando e/ou interrompendo melhorias em diversos setores, como educação, saúde e manutenção de atividades administrativas (IBGE, 2017).

Além dos impactos econômicos e sociais evidenciados a partir das modificações geradas pelos deslocamentos populacionais na região, verificam-se disparidades nos estratos municipais no que diz respeito a capacidade de geração de resíduos. Durante o período analisado, dos 50 municípios que compõem a Mesorregião Oeste do Paraná, a geração de resíduos foi significativa em apenas dez municípios (Cascavel, Foz do Iguaçu, Toledo, Marechal Cândido Rondon, Medianeira, Assis Chateaubriand, Palotina, Santa Helena, Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu). Conjuntamente, esses municípios geraram, em 1980, 395 ton./dia (66% do total de resíduos gerados no Oeste do Paraná); em 2010, a geração

diária era de 546,8 toneladas/dia (64% do total), e, em 2030, o potencial de geração de resíduos será de 632,4 ton./dia (75% do total da Região).

Segregadamente, a geração de resíduos em 2030, no município de Cascavel será 225,8 ton./dia; em Foz do Iguaçu 149 ton./dia; em Toledo 100,8 ton./dia; em Marechal Cândido Rondon 35,6 ton./dia; em Medianeira 30 ton./dia; Palotina 20 ton./dia; Assis Chateaubriand 19 ton./dia; Santa Helena 17,8 ton./dia; São Miguel do Iguaçu 17 ton./dia; e, Santa Terezinha do Itaipu 15,7 ton./dia.

Esses dez municípios possuem forte capacidade de atração e manutenção de capital humano, financeiro e tecnológico dada sua capacidade econômica e meios para prestação de serviços à demanda local. Segundo De Lima, Eberhardt e Barros (2011) e Schneider e Lima (2006), a polarização da mesorregião Oeste do Paraná se reflete na concentração expressiva do PIB regional em três municípios: Toledo, Cascavel e Foz do Iguaçu. Os municípios de Toledo e Cascavel com suas economias dinamizadas pelo agronegócio polarizam cada vez mais os municípios do seu entorno. As oscilações do PIB do setor primário têm impactos significativos na Região, pois a maior parte dos municípios do Oeste paranaense ainda dependem das atividades agropecuárias como “motor” do seu crescimento econômico, sem contar a produção de insumos para as principais agroindústrias localizadas em Toledo, Cascavel, Matelândia, Marechal Cândido Rondon, Palotina, Cafelândia e Medianeira.

Contudo, vale destacar que esses municípios são extremamente suscetíveis a problemas climáticos, sanitários e seus impactos nas questões ambientais, dada sua dependência econômica na geração de renda a partir do setor primário. Para tanto, a gestão adequada dos resíduos gerados, ainda que nesse trabalho estejam contemplados apenas os de ordem doméstica e urbanos, a mesma se faz imprescindível para a manutenção da capacidade de crescimento e geração de riqueza na mesorregião, sem gerar impactos expressivos, principalmente no que tange a questão de qualidade da água e poluição de solo.

Em relação aos demais municípios da região, evidenciou-se que, em 80% dos municípios do Oeste paranaense a geração de resíduos é inferior a 15 toneladas/dia, corroboram com o fator limitante, na atualidade, para a criação de empreendimentos (indústrias) para aproveitamento de resíduos em cada um dos municípios do Oeste do Paraná, uma vez que não há geração suficiente, que possibilite ganhos de escala e justifiquem a implantação de uma indústria de reciclagem/aproveitamento de resíduos municipalmente. Contudo, segundo estudos estimativos, para o cálculo dos custos de implementação de aterros sanitários de diferentes portes, o parâmetro inicial considerado em ambos os estudos é de 100 ton./dia, que

viabiliza a implantação de aterros sanitários e indústrias de beneficiamento de resíduos (ABRELPE, 2015a; VITAL, INGOUVILLE E PINTO, 2014).

Conforme resultados obtidos a partir das estimativas do potencial de geração de resíduos, identificou-se que, a geração *per capita* de resíduos sólidos pelos municípios do Oeste do Paraná é de 0,62 kg/dia. Segundo estudos demonstram que a geração *per capita*, em pequenos municípios brasileiros (com até 30 mil habitantes) é de 0,50 kg/hab./dia, e em municípios médios (de 30 mil a 500 mil habitantes) é de 0,501 a 0,80 kg/hab./dia (ABRELPE, 2015; BRASIL, 2009; RESOL, 2001). Na América Latina e Caribe (ALC) estima-se que a geração média *per capita* de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) e de RSU é de 0,6 kg/hab./dia e 0,9 kg/hab./dia, nos quais os RSD representam 67% dos resíduos sólidos urbanos gerados na região (GRAU ET AL, 2015). Tal resultado demonstra que a estimativa de geração de RSU, utilizada como base metodológica neste trabalho, está de acordo com os dados da literatura investigados, nacional e internacionalmente.

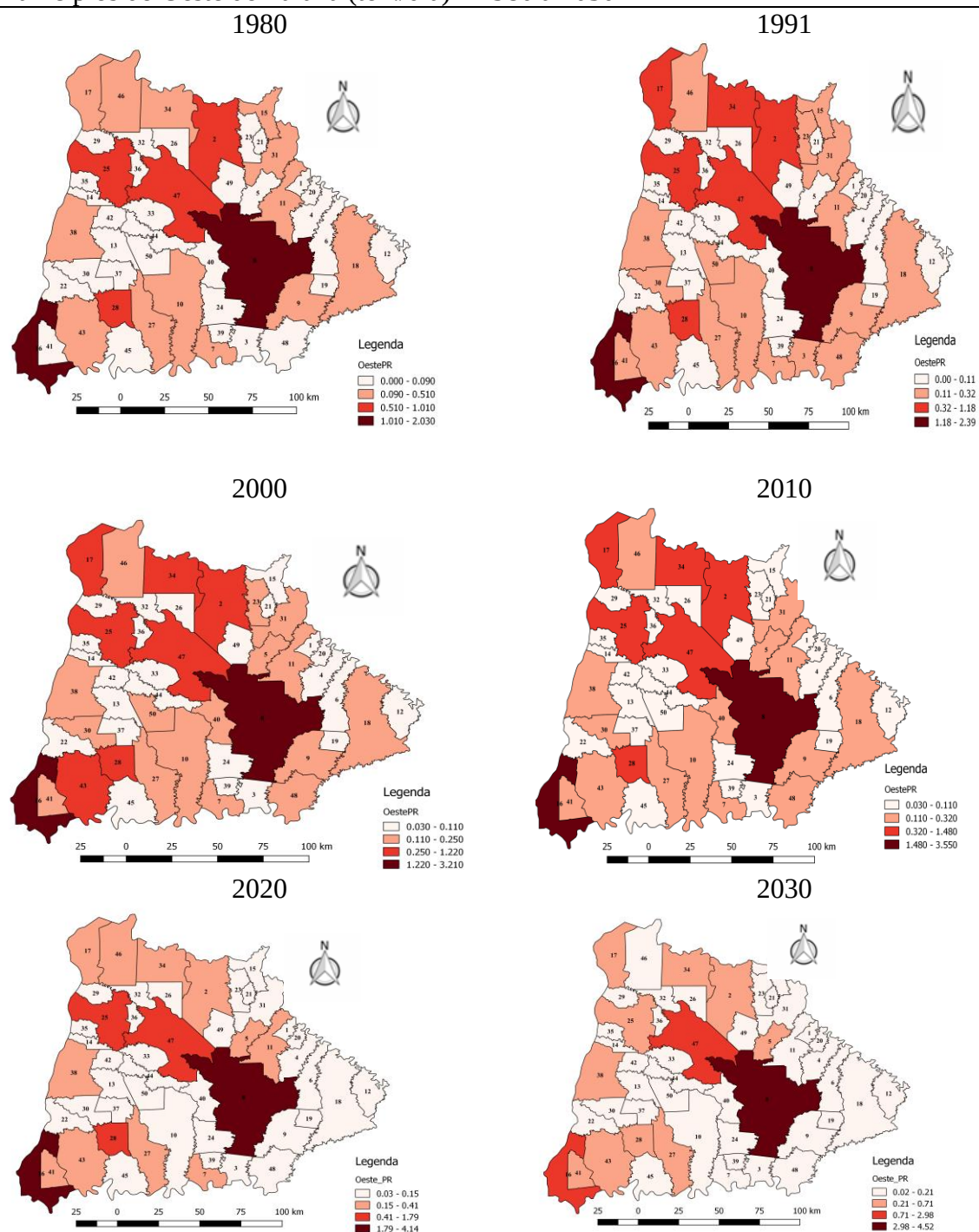
Contudo, a tomada de decisão sobre o modelo mais adequado de aproveitamento/tratamento de resíduos para os municípios também deve levar em conta a composição gravimétrica dos resíduos gerados nos municípios. Para tanto, identificar apenas o potencial de geração total de resíduos em dado espaço geográfico não assegura o atendimento total das legislações existentes, bem como, a viabilidade na implantação de um sistema de gestão/aproveitamento eficiente destes resíduos. Concomitantemente, se faz importante a caracterização segregada dos resíduos sólidos, identificando a sua composição por tipo e quantidade (ton./dia) gerados, ao longo dos anos.

Para tanto, foi apresentada na Figura 25, o resultado da estimativa do potencial de geração de resíduos de plástico, durante os anos de 1980 a 2030, nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná. Segundo estimativas, os resíduos plásticos correspondem a 9% do total de RSU gerados nos municípios do Oeste do Paraná. Desse modo, identificou-se que, em 1980 a geração diária deste tipo de resíduo era de 53 ton./dia e, em 2030 será de aproximadamente 75,7 ton./dia. Com isso, verificou-se que ao longo dos anos analisados, haverá o aumento de 41% no potencial de geração deste tipo de resíduo.

Quanto a geração segregada de resíduos, por município, identificou-se que, tal como ocorre com a estimativa de geração total, as maiores contribuições no potencial de geração são oriundas de dez municípios na região, sendo estes: Cascavel, Foz do Iguaçu, Toledo, Marechal Cândido Rondon, Medianeira, Assis Chateaubriand, Palotina, Santa Helena, Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu. Em conjunto, esses municípios geraram 35,6 ton./dia (66% do total gerado na região, em 1980), e, os demais municípios geraram 17,9 ton./dia, o que

correspondeu a uma média diária de geração de 0,44 ton./dia/município. Em 2030, o potencial de geração desses 10 municípios será 56,9 ton./dia, o que representa 75% do total de resíduos gerados na mesorregião analisada, no período. Da mesma forma, os 40 municípios restantes, gerarão 18,8 ton./dia, implicando em uma geração média de 0,47 ton./dia/município. Vale destacar que, o volume de resíduos acumulado, para o ano de 2030, será 20.490,4 ton./ano.

Figura 25 - Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos de plástico nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

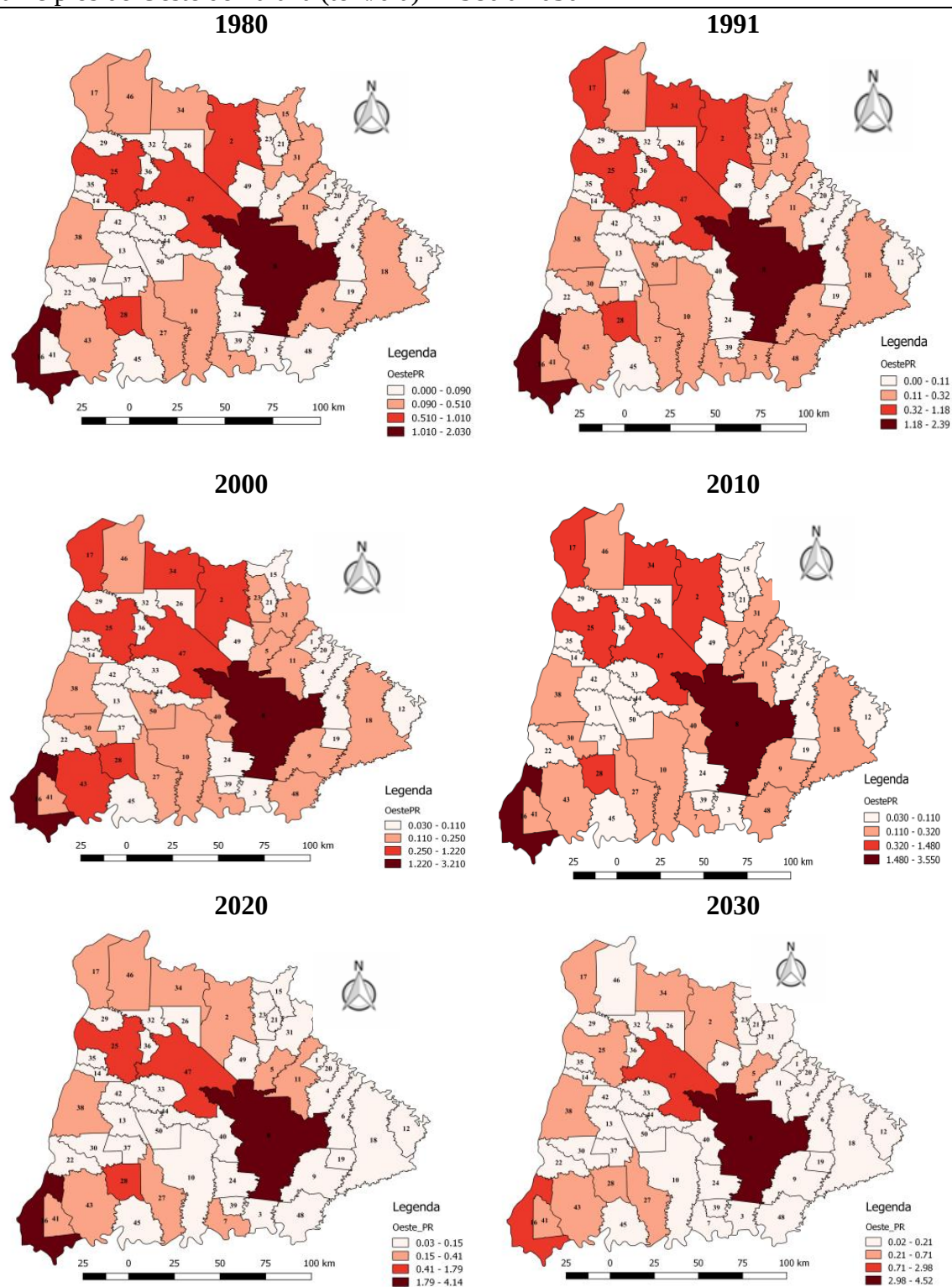
Por ser leve, resistente e prático, o plástico é o material que compõe cerca de 77% das embalagens produzidas nacionalmente. Embora, apresente grande potencial de aproveitamento, apenas 21,7% (953 mil ton./ano) dos plásticos foram reciclados no Brasil em 2011. Nesse mesmo período, o país líder na reciclagem de plásticos foi a Suécia (53%), seguida da Alemanha (33%), Suécia (33,2%), Bélgica (29,2%), Itália (23,5%), países que incineram a maior parte do plástico coletado seletivamente (CEMPRE, 2017a).

Seguindo a ordem de geração segregada, foi apresentada na figura 26 o resultado da estimativa do potencial de geração diária de resíduos de vidro nos municípios da mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030. Segundo análise dos dados permitiu inferir, a geração de resíduos de vidro, em 1980, foi de 11,9 ton./dia (2% do total de resíduos gerados pelos municípios analisados, sendo que do total gerado, 7,92 ton./dia (66%) possuíam como origem os municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu, Toledo, Marechal Cândido Rondon, Medianeira, Assis Chateaubriand, Palotina, Santa Helena, Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu).

Conforme resultados obtidos, identificou-se que, em 2030, a geração de resíduos de vidro será 41% superior ao volume gerado em 1980, tal como o aumento do contingente populacional na região. Em linhas gerais, diariamente, serão descartados pelas famílias do Oeste Paranaense, 16,8 ton./dia de resíduos de vidro, o que representará um acúmulo de 6.058,7 ton./ano. Do total de resíduos acumulados, cerca de 3.553,4 ton./ano (75%) corresponderá a geração nos 10 municípios com maior potencial de geração de RSU no Oeste do Paraná, supracitados.

Segundo estimativas da CEMPRE (2017b), o Brasil produz uma média anual de 980 mil toneladas de embalagens de vidro, para as quais utiliza-se cerca de 45% de matéria-prima reciclada na forma de cacos. Parte destes resíduos reciclados foram gerados como refugo nas fábricas e parte retornou por meio da coleta seletiva. No entanto, apesar de ser um resíduo com ciclo de reciclagem infinito e de total aproveitamento, apenas cerca de 47% (470 mil ton./ano) das embalagens de vidro foram recicladas, no Brasil, em 2011. Desse total, 40% dos resíduos foram coletados em indústrias de envase, 40% do mercado difuso, 10% do "canal frio" (bares, restaurantes, hotéis) e 10% são oriundos de refugo das indústrias. Nos países desenvolvidos, tal como em demais atividades de aproveitamento de resíduos, destaca-se a atuação de setores específicos para reciclagem na Alemanha, onde o índice de aproveitamento de resíduos de vidro foi de 87% do total, o que correspondeu a reciclagem de 2,6 milhões de toneladas de resíduos. Na Suíça esse índice foi de 95% e nos Estados Unidos da América foi 40%.

Figura 26 - Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos de vidro nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Em relação ao potencial de aproveitamento, destaca-se que, cerca da metade dos recipientes de vidro fabricados no País é retornável. Além disso, o material é de fácil reciclagem: pois pode voltar à produção de novas embalagens, substituindo totalmente o

produto virgem sem perda de qualidade. A inclusão de caco de vidro no processo normal de fabricação de vidro reduz o gasto com energia e água, ou seja, com a utilização de 10% de caco de vidro na mistura para fabricação de novos produtos, economiza-se 4% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais e tem-se a redução de 9,5% no consumo de água.

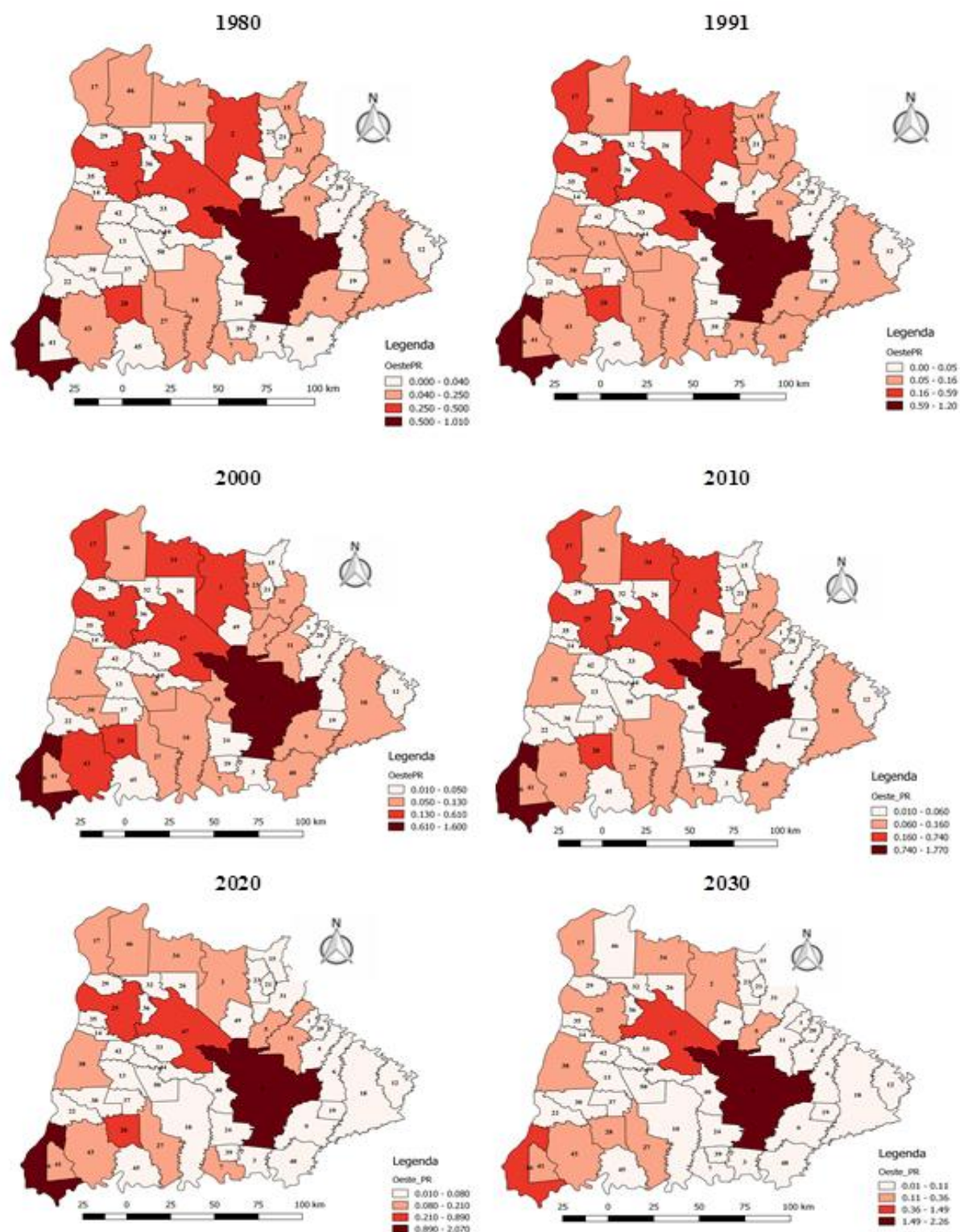
O terceiro resíduo que apresenta potencial de aproveitamento e foi avaliado nesta pesquisa, é o metal. Para tanto, foram apresentados, na Figura 27, os resultados para a estimativa do potencial de geração de resíduos de metal, nos municípios do Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030. Destaca-se que, segundo estudos e abordagem metodológica utilizada, tem-se que, cerca de 1% do total dos resíduos sólidos gerados é composto por metais.

Assim, ao longo dos anos analisados, verificou-se um aumento de 41% no potencial de geração deste resíduo nos municípios do Oeste Paranaense, ou seja, verificou-se que a produção de RSU de metais passará de 5,96 ton./dia, em 1980, para 8,41 ton./dia, em 2030. Quanto aos municípios, especificamente, o potencial de geração ocorre de maneira mais contundente, durante todo o período analisado, nos 10 municípios de maior destaque na região, os quais foram responsáveis pela geração de 3,96 ton./dia (66% do total de resíduos gerados em 1980) e, de 6,32 ton./dia (75% do total em 2030). Com isso, verifica-se que, mantidas as atuais formas de destinação e tratamento dos resíduos de metal, ao fim do ano de 2030 haverá, um acúmulo de 3.029,39 toneladas de resíduos.

No que tange ao nível de aproveitamento deste tipo de resíduo, segundo CEMPRE (2017c), no Brasil, assim como no resto do mundo, o mercado de sucata de aço é bastante sólido. Contudo, embora estudos demonstrem que os resíduos de metal possuem potencial de aproveitamento de 100%, verificou-se em 2015 que apenas 46,7% do total de latas de aço consumidas no Brasil foram recicladas.

Dentre os benefícios da reciclagem de metal destaca-se que, o aproveitamento de uma tonelada de sucata de alumínio economiza 5 toneladas de bauxita, um recurso natural não-renovável, a economia de 1.140 kg de minério de ferro, 154 kg de carvão e 18 kg de cal e a economia de energia é de 95% em relação ao processo primário. Assim, a utilização da reciclagem de metais tem como resultados finais a economia de na exploração e extração de minérios; economia de energia; economia de água; aumento da vida útil dos lixões; diminuição das áreas degradadas pela extração do minério; diminuição da poluição; e, geração de empregos e recursos econômicos para os setores intermediários (RICCHINI, 2016).

Figura 27 - Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos de metal nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030

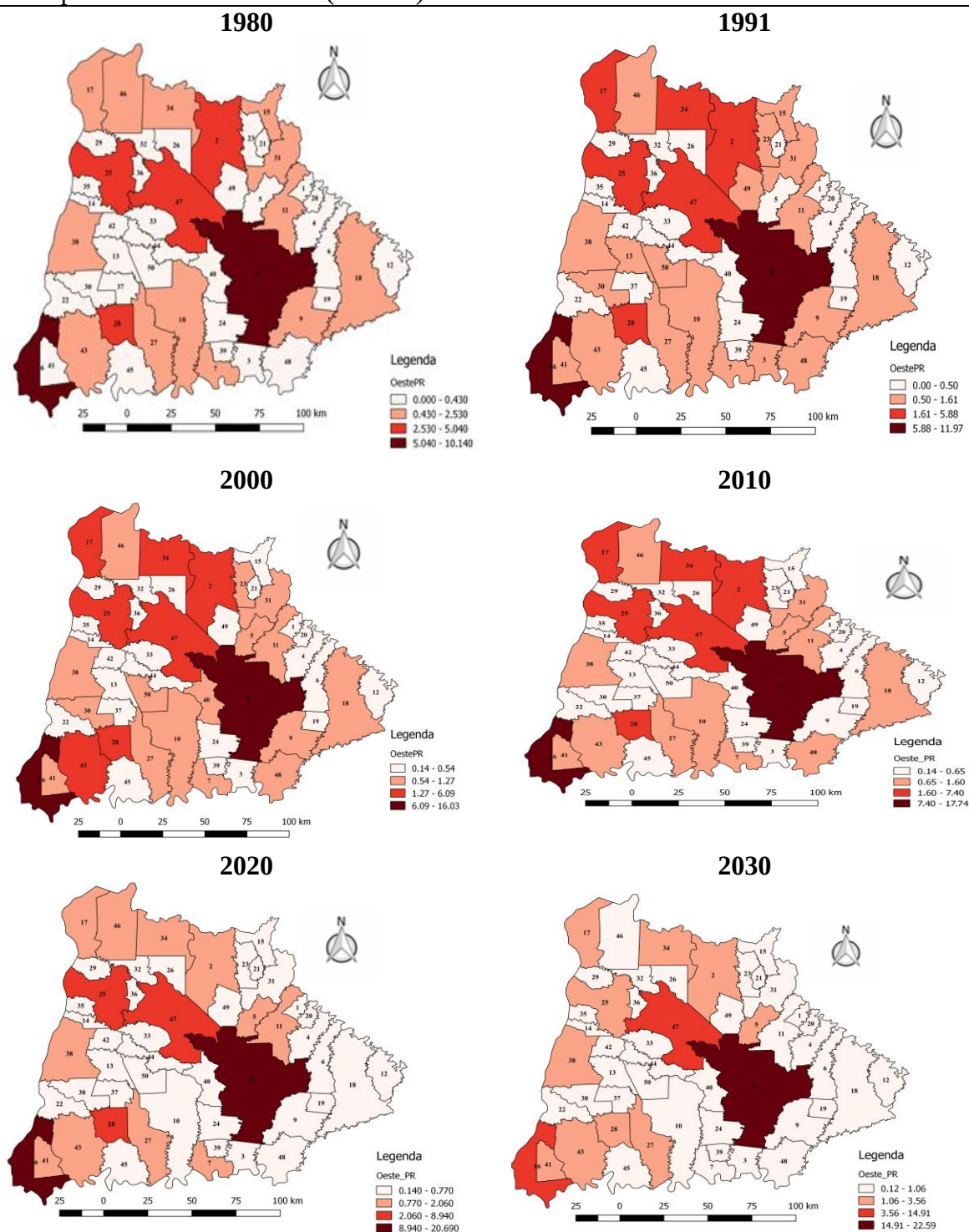


Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

O quarto resíduo segregado avaliado neste trabalho foi o papel. Para tanto, foi apresentado na Figura 28, o resultado do estudo prospectivo para o potencial de geração de

resíduos de papel, durante os anos de 1980 a 2030, nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.

Figura 28 - Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos de papel nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Segundo estudo de Morejon et.al, (2011), na composição gravimétrica dos resíduos, o papel corresponde a 10% do total segregado gerado. Com isso, verificou-se que em 1980, na

Mesorregião Oeste Paranaense foi gerado 59,5 ton./dia deste tipo de resíduo, e em, 2030, esse potencial de geração será de 84 ton./dia, ou seja, 41% superior ao período inicial. Constatou-se ainda que, nos 10 municípios mais importantes da região a geração de resíduos de papel, em 1980, foi de 39,6 ton./dia, e, em 2030 gerarão 63,2 ton./dia, o que representará 75% do total gerado no período.

Em relação ao potencial de aproveitamento deste tipo de resíduo, segundo dados da CEMPRE (2017d) e da Associação Nacional dos Aparistas de Papel (ANAP, 2014), as aparas para reciclagem podem ser divididas em quatro grandes grupos: aparas de papel marrom (ondulados e kraft), aparas de papel branco com pasta de alto rendimento (jornal e revista), aparas de papel branco sem pasta mecânica (offset e couché) e aparas de papel-cartão. As aparas de papelão ondulado respondem por cerca de 70% do total comercializado no país.

Segundos estudos dos respectivos órgãos, em 2013, a taxa de recuperação de papéis recicláveis no Brasil foi de 58,9%, sendo que os maiores índices foram de resíduos de papel ondulado e kraft: 78,4%. Em relação aos preços, a apara de papel ondulado chegou a ser cotada em valores próximos de R\$ 700,00 a tonelada *fob* (depósito). E, em 2014, 84,7% do volume total de papel ondulado consumido no Brasil foi reciclado, gerando um índice correspondente a 4.700.000 toneladas.

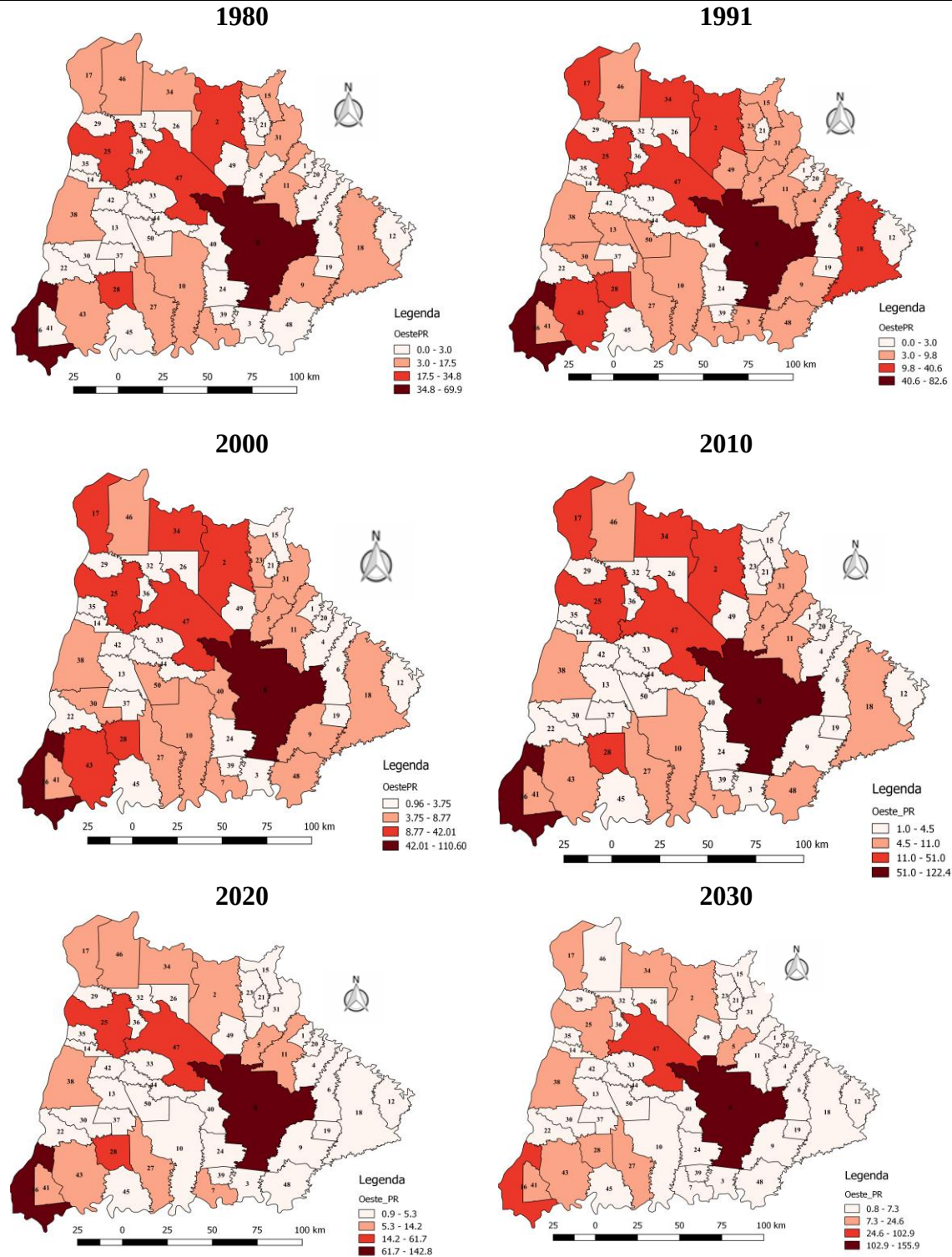
Dentre os resíduos segregados avaliados como passíveis de aproveitamento, neste trabalho, destaca-se que, a fração de RSU orgânicos, conforme resultado estimativo apresentado na Figura 29. Conforme exposto, este resíduo foi o que apresentou maior contribuição percentual no computo total de RSU gerados nos municípios brasileiros. Segundo estudos do IPEA (2012) e Morejon et al. (2011), a fração de orgânicos dentre o total gerado pode variar entre 51% e 69%.

Conforme exposto, na Mesorregião Oeste paraense evidenciou-se, entre os anos de 1980 a 2030, um aumento no potencial de geração de resíduos sólidos orgânicos na ordem de 41%. Sendo que, em 1980 a geração deste tipo de resíduo era de 411 ton./dia e passou para 580,6 ton./dia, em 2030, o que representa 69% do total de resíduos gerados na região.

Em relação ao potencial de geração por município, evidencia-se tal como verificado na análise dos RSUs apresentados anteriormente, que a geração de orgânicos ocorreu de forma mais expressiva nos municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu, Toledo, Marechal Cândido Rondon, Medianeira, Assis Chateaubriand, Palotina, Santa Helena, Santa Terezinha de Itaipu e São Miguel do Iguaçu, nos quais verificou-se uma geração diária de 273,2 ton./dia (66% do total de resíduos gerados na região em 1980), e de 436,3 ton./dia (75% do total a ser gerado em 2030). Cumulativamente, caso sejam mantidas as atuais formas de gestão, ao final do ano de

2030, estarão depositadas nos aterros sanitários e/ou controlados da região cerca de 157.093 toneladas de resíduos orgânicos.

Figura 29 - Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos sólidos orgânicos nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Contudo, destaca-se que, os resíduos orgânicos apresentam potencial 100% de aproveitamento. Para tanto, dentre as formas de processamento e geração de energia e demais subprodutos, destaca-se a compostagem, incineração e aproveitamento energético do biogás gerado nos aterros. Apesar de ser maior composto dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil (69%), menos de 2% dos resíduos sólidos urbanos orgânicos são destinados para compostagem (MMA, 2017).

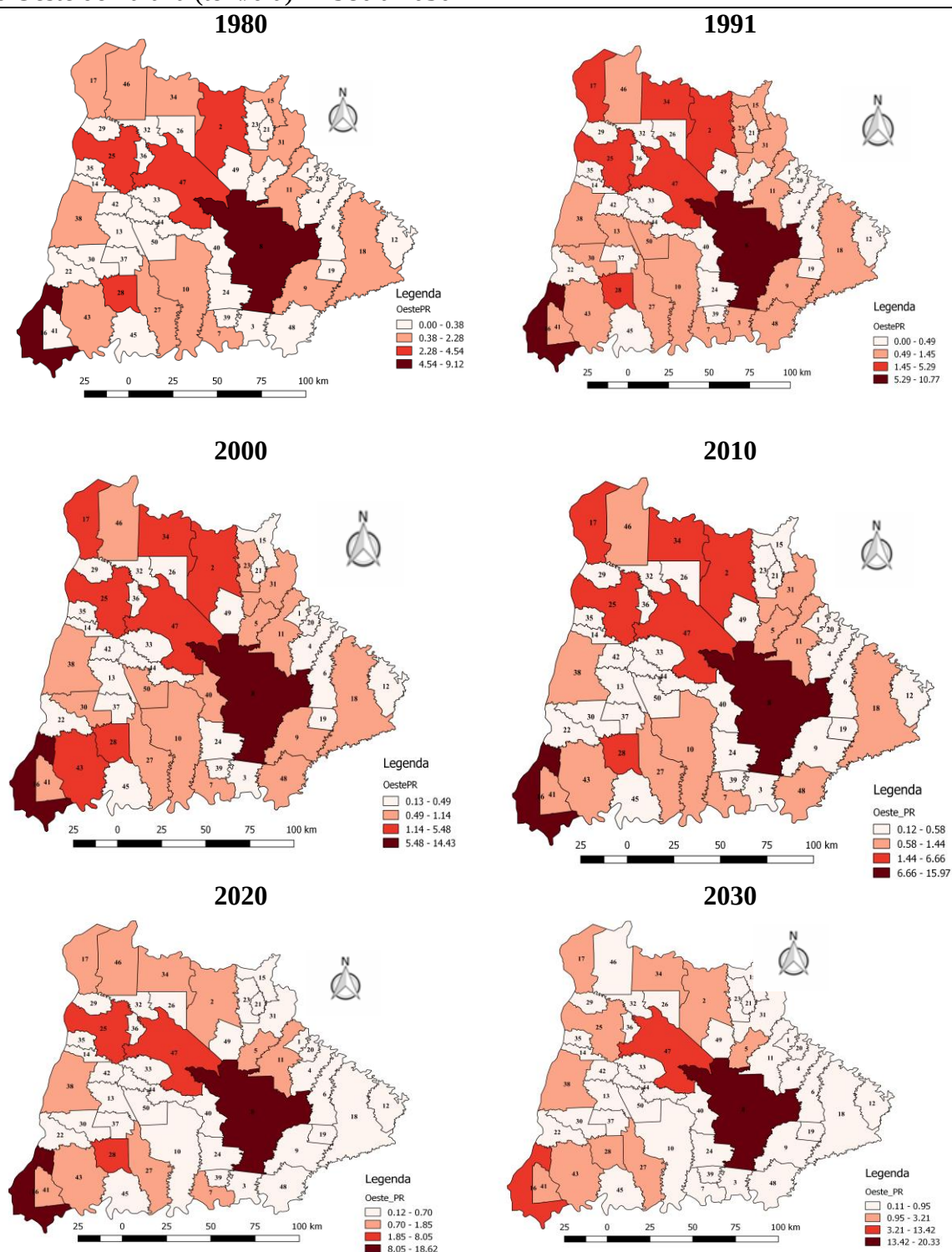
Na Figura 30 foi apresentado o resultado das estimativas do potencial de geração de rejeitos (outros tipos de resíduos não reaproveitáveis) nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030.

Segundo as estimativas, os rejeitos correspondem a 9% do total de resíduos gerados pelos municípios analisados, o que correspondeu, em 1980, a uma geração diária de rejeitos de 53,6 toneladas, e em 2030, estima-se que a geração diária destes rejeitos será de 75,7 toneladas. Contudo vale destacar que, os rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação para processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada¹³ (BRASIL, 2010).

Assim, com base nas informações apresentadas acerca do potencial de geração total e segregada de RSU nos municípios do Oeste do Paraná, tem-se que, caso sejam realizadas modificações e melhorias no processo de coleta, separação, transporte, aproveitamento e tratamento dos resíduos coletados nos municípios e, implantadas tecnologias para industrialização dos mesmos, deixar-se-ia de destinar cerca de 91% do total de RSU gerados na região, ou seja, apenas seriam destinados aos aterros sanitários municipais os rejeitos (9% do total gerado), o que representaria, em 2020, um total de 73,8 ton./dia.

¹³ Destinação final ambientalmente adequada de resíduos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Figura 30 - Estimativa do potencial de geração segregada de resíduos rejeitos nos municípios do Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Desse modo, apresentar resultados prospectivos acerca do potencial de geração de resíduos em cada município da Mesorregião Oeste do Paraná, permite, além de demonstrar o montante total e tipo de resíduos gerados na região, atender, basicamente, cinco funções hierárquicas: i) identificar o melhor método de tratamento segundo cada tipo de resíduo; ii)

identificar o potencial econômico dos componentes ou do resíduo total gerado; iii) atendimento de legislação ambiental vigente; iv) identificar o grau de periculosidade (insalubridade) existente para manipulação e/ou tratamento do resíduo; e, v) identificar a forma de destinação final adequada.

A partir da identificação do potencial de geração de RSU se faz pertinente analisar o cenário institucional acerca da gestão dos resíduos sólidos, nos municípios do Oeste do Paraná. Para tanto, neste trabalho buscou-se apresentar a avaliação da execução/implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a partir da promulgação da Lei Federal Nº12.305/2010, nos municípios da Mesorregião analisada, conforme resultados apresentados na seção 4.3. Essa etapa serviu como subsídio para demonstrar a adequação dos municípios a PNRS, bem como, as limitações existentes em cada esfera municipal que os impede de atender tal legislação. Como resultado, espera-se que seja possível identificar as potencialidades e bases indicativas para propor um modelo de gestão adequado as necessidades locais da região.

4.3. AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO/IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS A PARTIR DA PROMULGAÇÃO DA LEI FEDERAL Nº12.305/2010 NOS MUNICÍPIOS DA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ

Nesta etapa, buscou-se avaliar a execução/implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a partir da promulgação da Lei Federal Nº12.305/2010, que contempla a gestão dos RSU nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná. Para tanto, foi necessário o levantamento acerca dos modelos de gerenciamento dos RSUs, formas de coleta, tratamento e destinação final, implantados nos municípios do Oeste Paranaense, bem como os custos existentes para essa gestão e dados sobre o montante de recursos disponíveis para a gestão desses resíduos gerados na região, em escala municipal.

4.3.1. Panorama do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos nos municípios selecionados da mesorregião Oeste do Paraná

A partir dos questionários foram respondidos pelos gestores municipais ligados as Secretarias Municipais de Meio Ambiente e de Agricultura e Recursos Hídricos foi possível obter o perfil de atuação dos gestores públicos nos municípios em estudo. Na fase de identificação verificou-se que os responsáveis ligados a estas secretarias e departamentos

respondentes estavam em sua maioria entre 1 e 5 anos no cargo (41%); a mais de 10 anos (29%); menos de 01 ano (17,6%) e entre 5,1 e 10 anos (11,7%).

Sobre a existência de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) nos municípios em estudo, identificou-se que, dentre os respondentes, 73,6% disseram ter aprovado o PMSB; o município de Céu Azul ainda apresenta o seu plano em fase de aprovação pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA); e, os demais municípios (21%) não relataram nada a respeito. Quanto ao período de elaboração dos PMSBs, os mesmos variam entre os anos de 2008 a 2016, sendo os mesmos revisados a cada três ou quatro anos, conforme informaram os municípios.

No que diz respeito a existência de um plano específico, para gerenciamento de resíduos sólidos, nos municípios avaliados na Mesorregião Oeste do Paraná, verificou-se que, 63% dos municípios disseram ter o Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS), sendo que os mais antigos são oriundos dos municípios de Ramilândia e Capitão Leônidas Marques, e datam do ano 2005. No entanto, não verificou-se nenhum relato de previsão para atualização/revisão dos mesmos. Os demais planos datam entre os anos de 2006 e 2014, sendo que, em sua maioria (41%) foram organizados a partir de 2010, ou seja, após a implantação da PNRS.

Outro item investigado pela pesquisa diz respeito a participação dos municípios em Consórcios Intermunicipais para gestão de resíduos sólidos. Nesse quesito, pode-se verificar que apenas um município se identifica como participante nesse tipo de empreendimento - o município de Toledo. Contudo, segundo informações relatadas nos questionários, o que se tem até o momento são reuniões, definindo a participação deste município em conjunto com Quatro Pontes, Palotina, Maripá, Nova Santa Rosa, Marechal Cândido Rondon e Ouro Verde do Oeste, que foi realizada em 2013.

De forma prática e atuária, nada consta, pois, essa única reunião serviu apenas para discussão acerca do local de implantação do consorcio e até o momento não houve continuidade nas discussões, bem como, as definições técnicas e jurídicas acerca da gestão, implantação e responsabilidade para a realização das atividades inerentes a esse processo.

Embora a adesão aos consórcios intermunicipais de gerenciamento de resíduos seja vista como uma importante opção para a gestão dos RSU, principalmente em municípios de pequeno porte e regida em Lei (Lei Federal Nº 11.107/2005) e estar prevista como uma forma mais eficiente para o gerenciamento dos RSUs gerados, apenas verificou-se intenções de implantação de um Consórcio Intermunicipal de Resíduos na região, que, até o presente

momento não resultou em atividades práticas e indícios de um início das atividades do mesmo na Região.

Conforme apresentado no questionário (ANEXO A1), além da parte de identificação acerca das características municipais e dos gestores, a busca pelas informações foi distribuída entre áreas de interesse e tipo de resíduo coletado, transportado, tratado e disposto nos municípios. Desse modo, o primeiro ponto de análise apresentada nesta seção foi a gestão de resíduos da limpeza pública. Este tipo de resíduo é oriundo dos serviços de varrição, capina, roçagem, limpeza de bocas de lobo e galerias pluviais, e o levantamento de dados apresentados contempla o total de resíduos coletados, tratados e local de disposição dos mesmos.

Segundo as informações coletadas, no gerenciamento dos resíduos de limpeza pública empregam-se 382 pessoas nos 19 municípios analisados; no entanto, em 42% dos municípios avaliados não há controle do total de resíduos coletados e geridos nesse tipo de gestão. Com base nas informações coletadas, identificou-se que, foram recolhidos/coletados, anualmente, pelos serviços de limpeza pública cerca de 15.232,3 toneladas de resíduos, dentre as quais, as maiores contribuições quanto ao potencial de geração foram relatadas pelos municípios de Guaíra (5.000 ton./ano); Céu Azul (3.200 ton./ano); Missal (2.685 ton./ano); Cafelândia (2.100 ton./ano); Terra Roxa (1.500 ton./ano) e Foz do Iguaçu (747,3 ton./ano).

Quanto a forma de destinação final utilizada pelos municípios em análise para o descarte de resíduos coletados na limpeza urbana, as informações permitem inferir que, o descarte desse tipo de resíduo em quatro municípios (Cafelândia, Guaíra, São José das Palmeiras e Três Barras do Paraná) é feito em áreas de bota-fora ou lixão, criando assim mais locais para o descarte inadequado de outros tipos de resíduos, sem nenhum tipo de tratamento e controle, os quais podem ser perigosos, tornando-se vetores de poluição ambiental e disseminador de doenças.

No município de Missal descartam-se os resíduos de limpeza pública em um aterro sanitário específico para o descarte de rejeitos de podas e limpeza urbana. O município de Serranópolis do Iguaçu realiza o descarte em áreas de recuperação; em 36% dos municípios analisados realiza-se o descarte nos aterros sanitários municipais, sendo estes: Foz do Iguaçu, Iguatu, Iracema do Oeste, Marechal Cândido Rondon, Santa Terezinha de Itaipu, Terra Roxa e Toledo. Por fim, o município de Ramilândia armazena os resíduos para tritura e compostagem posterior, no entanto, não foi relatado nenhum tipo de controle quanto a quantidade de resíduos gerados e coletados no respectivo município, bem como o local de armazenamento destes resíduos coletados. Destaca-se ainda que, em 43% dos municípios analisados não responderam

a esse quesito, não possibilitando assim, informar com exatidão se estes fazem o descarte correto ou não dos RSU coletados.

Quanto aos custos pelos serviços de limpeza urbana, dez municípios (52%) informaram os valores que variam entre R\$100,00/ano e R\$2.743.323,91/ano, sendo o mínimo obtido no município de Terra Roxa e, o máximo, no município de Toledo, no qual, os custos dos serviços de limpeza urbana representam 28% do valor total gasto na gestão dos resíduos sólidos urbanos do município.

O segundo item questionado aos municípios trata da coleta, tratamento e disposição regular de Resíduos Domésticos (RD). Com base nas informações coletadas, identificou-se que, nesse tipo de serviço estão alocadas 196 pessoas. Em relação a coleta de resíduos, verificou-se que, na zona rural este tipo de serviço não é realizado em 42% dos municípios analisados. Por outro lado, ocorre, na sua totalidade, em Foz do Iguaçu, Guaíra e Toledo (15% do total analisado), e, em 60% dos domicílios rurais do município de Céu Azul. Nos demais municípios analisados (36% do total analisado) o índice de coleta de resíduos domésticos rurais não passa de 30%, sendo que em Cafelândia, Capitão Leônidas Marques, Iguatu, Marechal Cândido Rondon, Ramilândia, São José das Palmeiras e Três Barras do Paraná não há nenhum tipo de coleta dos resíduos gerados na zona rural.

Quanto ao tipo de transporte utilizado, identificou-se que, nos 19 municípios ponderados nesta pesquisa, 57% realizam a coleta e transporte dos resíduos em caminhões compactadores, 10% em caminhões caçamba; e, em 15% dos municípios, a coleta desses resíduos é realizada de forma precária e improvisada do ponto de vista técnico e de saúde-segurança, utilizando como transporte tratores com reboque; veículos tipo Van, e, caminhonete F-14.000.

Em relação ao gerenciamento de RSUs na zona urbana, este ocorre na sua totalidade em 78% dos municípios analisados. A forma de execução da coleta dos resíduos domésticos da zona urbana é realizada por meio da modalidade porta-a porta¹⁴. Nos demais municípios (22%), utiliza-se como forma de entrega dos resíduos e coleta as modalidades de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) ou outros pontos de coleta (sede do distrito rural).

¹⁴ A coleta porta-a-porta pode ser realizada tanto pelo prestador do serviço público de limpeza e manejo dos resíduos sólidos (público ou privado) quanto por associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis. É o tipo de coleta em que um caminhão ou outro veículo passa em frente às residências e comércios recolhendo os resíduos que foram separados pela população (MMA, 2017a).

As informações consolidadas acerca do potencial de geração de resíduos domésticos, custos anuais totais e formas de destinação dos RSU coletados nos municípios em estudo da Mesorregião Oeste do Paraná, compõem os resultados apresentadas no Tabela 4.

Conforme exposto, nos municípios analisados identificou-se um potencial de geração de 150.517ton./ano, o que representou uma média de geração mensal de 12.543 toneladas, e um custo anual de R\$8.739.178,32.

Em relação a destinação final, evidencia-se que o município de Ramilândia encaminha os resíduos coletados para o lixão municipal; o município de Céu Azul afirma encaminhar os resíduos coletados a um aterro, no entanto, não especifica se este é controlado ou sanitário; e, nos demais municípios analisados (89% do total), a destinação é feita aos aterros sanitários dos respectivos municípios.

Quanto aos custos, verificou-se que, o menor valor por tonelada de RSU foi obtido no município de Missal (R\$ 52,78) e o maior em Iguatu (R\$ 883,43). Assim, com base nas informações coletadas, pode-se afirmar que alguns municípios conseguem, por meio de ganhos de escala, modelo de gestão utilizado, auferir menores custos nos processos relacionados à coleta, transporte, tratamento e disposição dos RSUs gerados.

Tabela 4 - Potencial de geração de resíduos domésticos, custos anuais totais/ município e formas de destinação dos RSU coletados nos municípios em estudo da Mesorregião Oeste do Paraná

Município	Quant. Coletada (ton./ano)	Custo (R\$/ton.)	Custo total (R\$/ano)	Destinação Final
Cafelândia	3.350	200,00	670.000,00	AS
Céu Azul	2.300	140,43	322.989	Aterro
Foz do Iguaçu	83.325	0,00	0,00	AS
Guaíra	11.680	143,83	1.679.934	AS
Iguatu	163	883,43	143.999,09	AS
Iracema do Oeste	341	226,91	77.376,31	NC
Marechal Cândido Rondon	8.764	145,13	1.271.919,32	AS
Missal	4.700	52,78	248.066,00	AS
Quatro Pontes	864	415,67	359.138,88	AS
Ramilândia	1.080	0,00	0,00	Lixão
São José das Palmeiras	453,6	0,00	0,00	AS
Serranópolis do Iguaçu	496	460,17	228.244,32	CT/AS
Terra Roxa	1.500	96,66	144.990,00	AS
Toledo	30.600	101,86	3.116.916,00	AS
Três Barras do Paraná	900	528,45	475.605,00	AS
Total	150.517	3.395	8.739.178,32	

Legendas: AS = Aterro Sanitário CT= Centro de Triagem NC= Nada Consta

Fonte: Elaboração da autora a partir das informações coletadas via questionários.

Vale ressaltar que, em 21% dos municípios não houve registro sobre o volume total de resíduos domésticos coletados, bem como a forma de destinação e o custo anual pela prestação destes serviços; e, em 10% dos municípios ponderados na pesquisa, não houve registro de informações, especificamente, sobre os custos específicos para a gestão destes resíduos nos municípios.

Em relação ao potencial de geração de RSUs, identificou-se que, as maiores contribuições foram do município de Foz do Iguaçu (83.325 ton./ano), seguido dos municípios de Toledo (30.600 ton./ano), Guaíra (11.680 ton./ano), Marechal Cândido Rondon (8.764 ton./ano), Missal (4.700 ton./ano), Cafelândia (3.350 ton./ano), Céu Azul (2.300 ton./ano), Terra Roxa (1.500 ton./ano), Ramilândia (1.080 ton./ano), Três Barras do Paraná (900 ton./ano), Quatro Pontes (864 ton./ano), Serranópolis do Iguaçu (496 ton./ano), São Jose das Palmeiras (453 ton./ano), Iracema do Oeste (341 ton./ano) e Iguatu (163 ton./ano).

No que diz respeito a estratificação dos resíduos coletados, apenas os municípios de Cafelândia e Serranópolis do Iguaçu prestaram informações sobre a quantidade de resíduos coletados e os custos envolvidos no gerenciamento dos Resíduos Orgânicos (RO). Sendo assim, identificou-se que, no município de Cafelândia há a coleta dos RO nas zonas rurais (uma vez ao mês), contando com 06 trabalhadores, que utilizam um caminhão compactador de 10 toneladas. Na zona urbana, o município atende 100% dos domicílios, através da coleta porta-a-porta. Assim, considerando o total de RO recolhidos na zona urbana e rural, coleta-se no município, 3.240 ton./ano, que são destinadas ao aterro sanitário terceirizado, a um custo de R\$200,00 ton./ano, ou seja, apresenta um custo anual total de R\$648.000,00.

No município de Serranópolis do Iguaçu não há nenhum tipo de serviço de coleta e gerenciamento de RO da zona rural. Quanto ao resíduos orgânicos urbanos, identificou-se que, há 100% de cobertura da coleta domiciliar, gerando um montante recolhido de 298 ton./ano, que são encaminhadas ao aterro sanitário municipal. Quanto aos custos, identificou-se que estes estão inclusos no montante de recursos totais destinados a coleta regular de RSD, ou seja, representam um custo de R\$137.130,66/ano. Por outro lado, 78% dos municípios analisados não informaram dados específicos para o gerenciamento dos RO, sendo assim, considerou-se para caráter técnico de análise que os dados estão inclusos nas informações para a gestão dos resíduos sólidos domésticos.

Em relação a coleta regular de Resíduos Sólidos Recicláveis (RSR), verificou-se que a coleta deste tipo de resíduo nas zonas rurais ocorre em 52% dos municípios analisados, na

qual estão empregadas 139 pessoas, entre funcionários das prefeituras, terceirizados e cooperativados.

Quanto aos veículos utilizados, são 25 caminhões, dentre os quais, apenas dois são coletores compactadores. No município de Capitão Leônidas Marques utiliza-se para o serviço uma carretinha no reboque. Nesse cenário, o índice percentual da população atendida nos municípios analisados com a coleta regular dos RSR na zona rural é de cerca de 60%, enquanto que na zona urbana esse índice é aproximadamente 90%.

A forma de execução da coleta dos RSR na zona urbana, é, em sua totalidade na modalidade coleta porta-a-porta, na qual, utiliza-se como forma de entrega dos resíduos e coleta as modalidades de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), na zona rural, utiliza-se de pontos de coleta na sede do distrito.

As informações sobre quantidade coletada, custos do gerenciamento dos RSR e formas de destinação de resíduos, compõem os resultados apresentadas na Tabela 5. Destaca-se que, para os municípios de Capitão Leônidas Marques, Cascavel, Catanduvas, Ramilândia e São José das Palmeiras não houveram respostas acerca das informações sobre o total de RSR recolhidos, destinação e custos à prestação desse tipo de serviço.

Em relação aos municípios respondentes, identificou-se que, em Cafelândia, coletou-se 780 ton./ano de RSR, os quais foram destinados a Associação de catadores do município, que, os comercializa e reverte os lucros aos catadores associados. No entanto, não foram relatados custos para a prestação desse serviço; no município de Céu Azul coleta-se 144 ton./ano, os quais foram destinados a Associação de catadores do município, que os comercializa e reverte os lucros aos catadores associados. Em relação aos custos neste município, estima-se que estes sejam na ordem de R\$ 47,952,00/ano, ou seja, representa um custo de R\$ 333,00 ton./ano.

No município de Foz do Iguaçu foram coletadas em 2016, aproximadamente 1.428 toneladas de RSR, as quais foram encaminhadas a Cooperativa dos Agentes Ambientais de Foz do Iguaçu (COAAFI). Para tanto, estima-se que houve um custo total de R\$ 785.971,20/ano, o que representa uma despesa de R\$550,40/ton./ano coletada. Segundo informações dos questionados, essas despesas são referentes ao pagamento da prestação de serviços terceirizado pela Empresa Vital, com a disponibilização de 1 caminhão e 2 equipes de trabalhadores.

Em Guaíra, durante o ano de 2016, coletou-se cerca de 600 toneladas de recicláveis, que foram destinadas à Cooperativa de Catadores Municipal, a um custo de R\$39.996,00/ano, o que representa um custo anual de R\$66,66/tonelada. No município de foram coletadas, em 2016, cerca de 288 toneladas de RSR, que foram encaminhadas diretamente para

comercialização. No entanto, não foram especificados os valores obtidos com essa comercialização. Contudo, verificou-se que para a prestação dos serviços de coleta, transporte e comercialização, gerou-se um custo anual de R\$150.000,00, ou seja, uma despesa de R\$520,83 ton./ano.

Tabela 5 - Quantidade coletada e custos do gerenciamento dos RSR nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.

Município	Quant. Coletada (Ton./ano)	Custo/tonelada (R\$/ano)	Custo total (R\$/ano)
Cafelândia	780	0	0,00
Céu Azul	144	333,00	47.952,00
Foz do Iguaçu	1.428	550,4	785.971,20
Guaira	600	66,66	39.996,00
Iguatu	288	520,83	149.999,04
Iracema do Oeste	26	226,91	5.899,66
Marechal Cândido Rondon	1.320	20,42	26.954,40
Missal	0,00	0,00	0,00
Quatro Pontes	197,6	0,00	0,00
Ramilândia	0,00	0,00	0,00
Santa Terezinha de Itaipu	1.200	359,41	431.292,00
São José das Palmeiras	0,00	0,00	0,00
Serranópolis do Iguaçu	198	460	91.080,00
Terra Roxa	720	150	108.000,00
Toledo	994,58	0,00	0,00
Três Barras do Paraná	108	0,00	0,00

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

No município de Iracema do Oeste, por sua vez, foram coletadas, em 2016, apenas 26 toneladas de RSR, as quais foram encaminhadas para separação, realizada por um catador de resíduos, autônomo, que também as comercializa. Quanto aos custos, segundo informações, somente com a mão-de-obra foram gastos R\$77.377,44 (inclusos os gastos com coleta de resíduos recicláveis, orgânicos e domésticos), o que representa um custo de R\$ 226,91 ton./ano. Assim, somente no que compete aos custos com o gerenciamento dos RSR, o custo anual é de R\$ 5.899,74.

Em Marechal Cândido Rondon, foram coletadas 1.320 ton./ano de RSR, as quais foram encaminhadas ao centro de triagem do município, a um custo de R\$26.966,83, o que representa uma despesa unitária de R\$20,42 ton./ano. No município de Quatro Pontes, foram coletadas 197,6 ton./ano, que foram encaminhadas para venda direta. No entanto, não obteve-

se informações sobre o valor gasto na separação e gerenciamento dos RSR deste município e o valor de comercialização auferido no município.

Na cidade de Santa Terezinha de Itaipu, registrou, em 2016 um total coletado de 1.200 toneladas de RSR, foram encaminhados a Associação dos Catadores de Resíduos Recicláveis de Santa Terezinha do Itaipu (ACARESTI). Para tanto, os serviços de coleta, transporte e destinação comercial geraram um custo total de R\$431.293,60/ano, o que representa uma despesa unitária de R\$359,41 ton./ano.

Em Serranópolis do Iguaçu foram coletadas 198 toneladas de RSR, em 2016, as quais foram destinadas ao Centro de Triagem Municipal, a um custo de R\$91.114,10, o que representa um montante de R\$460,00 ton./ano. No município de Terra Roxa foram coletadas 720 ton./ano de RSR, as quais foram encaminhadas a Associação dos catadores de resíduos recicláveis do município. Segundo estimativas, os custos para a separação e gerenciamento desses resíduos foi de R\$108.000,00 ton./ano, o que representa uma despesa de R\$150,00 ton./ano.

No município de Toledo, verificou-se que foram coletadas 994.581 ton./ano, que foram encaminhadas a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Toledo e Cooperativa de Materiais Recicláveis de Toledo (COOPERTOL). No entanto, não foram explicitados os valores dos custos anuais de gestão e gerenciamento dos RSR gerados pela cooperativa e associação municipal. Por fim, no município de Três Barras do Paraná, coleta-se 108 ton./ano, as quais foram encaminhadas aos catadores do município. No entanto, não foi possível levantar os valores dos custos para a gestão dos RSR nesse município.

Assim, no que diz respeito ao modelo de destinação final adotado pelos 19 municípios analisados no Oeste Paranaense, tem-se que: 42% destinam os RSUs a aterros sanitários; 15% a aterros controlados; 5,5% a lixões e 36% não informaram a forma de destinação adotada. Na mesorregião Oeste como um todo, a destinação de forma inadequada (lixão ou aterro controlado) ocorre em 13 municípios (26%) e em 74% dos municípios há o descarte de resíduos em aterro sanitários, segundo dados do IAP (2017).

No entanto, dada a composição dos municípios, segundo seu tamanho, verifica-se que, a Mesorregião Oeste é composta por 52% dos municípios de pequeno porte, e, em muitos casos, a atividade nos aterros sanitários pode ser comprometida dada a limitação de recursos financeiros, técnicos, operacionais e ineficiência dos gestores (BIANCO, 2014). Desse modo, a simples verificação por parte de entrevistas pode, não condizer com a realidade efetiva dos municípios analisados. Para tanto, optou-se, também por verificar se o montante de recursos existentes especificamente para a gestão de resíduos, disponíveis no município é suficiente para aplicação da legislação existente e, assim, confrontar se o modelo de gestão adotado em

cada município da Mesorregião está (ou não) adequado as prerrogativas da PNRS/2010, bem como a identificação de que, os recursos relatados possibilitam a manutenção dos serviços adequados de gerenciamento dos RSUs gerados. Os dados obtidos nessa pesquisa foram apresentados na análise dos resultados da seção 4.3.2.

4.3.2. Dados econômico-financeiros do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos na mesorregião Oeste do Paraná

Embora a gestão dos RSUs, devido à sua complexidade e estrutura, apresente grande necessidade de recursos financeiros, seja para investimentos (compra de caminhões, instalação dos aterros sanitários), seja para custeio das operações (pagamento de pessoal, aquisição de material de consumo), em muitos locais é comum a oferta do serviço à população, sem a cobrança pela coleta de resíduos. Em geral, “taxas de limpeza pública” são embutidas nos impostos prediais e territoriais e acumuladas no tesouro municipal, embora nem sempre sejam coerentes com os gastos reais. Seu uso, portanto, é decidido durante a votação do orçamento pelas câmaras municipais, o que nem sempre garante que estes recursos tenham a utilização prevista originalmente (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2014).

Contudo, no Brasil não há ainda uma fonte de recursos específica de arrecadação que é destinada para o gerenciamento dos RSU nos municípios, impossibilitando, em muitos casos, o atendimento das disposições e práticas estimuladas pela PNRS/2010, principalmente em municípios de pequeno porte.

Desse ponto de vista, muito se discute sobre a implantação de uma cobrança pelo serviço de coleta de resíduos, a qual deve ser realizada de forma dissociada dos demais tributos municipais, sinalizando assim, à sociedade quão importante é a correta gestão dos RSUs e sua forma de disposição. Para isso, destaca-se os exemplos dos sistemas de cobrança pela coleta de resíduos implantado em países como Alemanha, Bélgica, Estados Unidos, Finlândia, França, Holanda, Inglaterra, Itália, Luxemburgo e Nova Zelândia. Nesses países, as taxas de coleta de lixo recaem apenas sobre os resíduos que são encaminhados para aterros ou incineradores, enquanto os resíduos coletados para posterior reciclagem não são cobrados. Este tipo de arrecadação diferenciada também procura incentivar as pessoas a participarem dos programas de coleta seletiva. Todavia, embora a cobrança pelo serviço de coleta de resíduos gere benefícios financeiros e educativos, ela também apresenta alguns riscos e problemas (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2014).

A implantação de sistemas de cobrança pela gestão de resíduos sólidos no Brasil vem, historicamente, sendo dificultada por questões legais, principalmente devido à dificuldade de criar novos impostos ou de caracterizar a coleta de resíduos como serviço passível de cobrança por taxas ou tarifas. Assim, em relação às experiências brasileiras, uma das estratégias de estimular a criação de sistemas de cobrança foi a Lei Federal N° 11.445/2007, que definiu a possibilidade de remuneração mediante cobrança dos serviços de saneamento básico, incluindo limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos (IPEA, 2012).

Embora experiências internacionais demonstrem que uma fiscalização inicial efetiva diminua a chance de disposição ilegal, o histórico da gestão de RSU no Brasil demonstra que o controle é muito frágil no país para se esperarem resultados semelhantes. No entanto, tal cenário pessimista não pode sobrepujar a necessidade de criação de mecanismos capazes de sanar a problemática ambiental da má disposição e não reaproveitamento dos RSUs gerados nos municípios brasileiros.

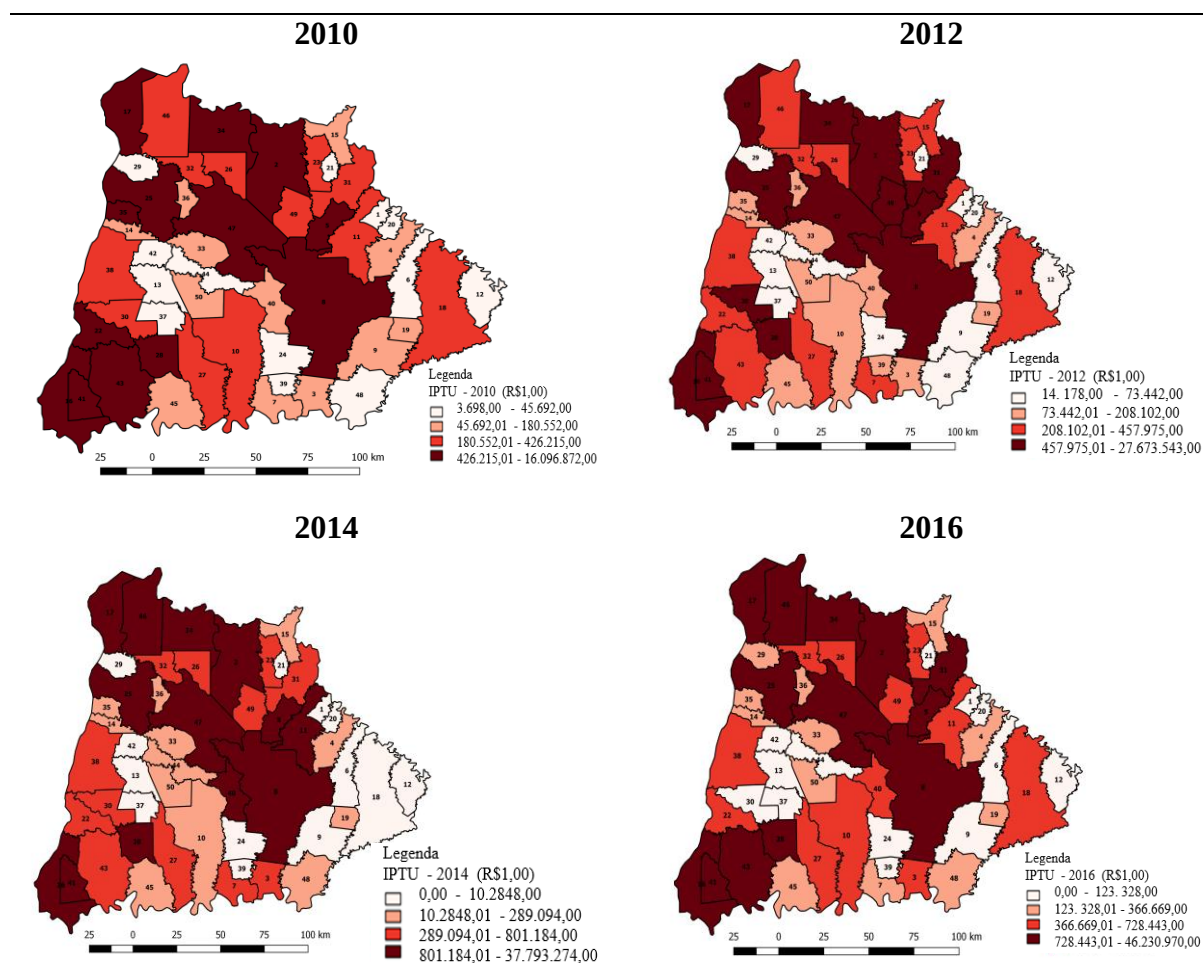
O cenário exposto apresenta as dificuldades para a mensuração do volume de recursos disponíveis, específicos ao gerenciamento de resíduos. Diante disso, buscou-se identificar a existência desses recursos cobrados por meio da Taxa de Coleta de Lixo embutida no IPTU ou taxa específica e, assim, verificar se esses montantes municipais são suficientes para a implantação e manutenção de um sistema de gestão de RSU eficiente nos municípios do Oeste do Paraná.

Para tanto, utilizou-se das informações acerca dos os valores arrecadados com o IPTU, identificados a partir da base de dados SISTN, bem como, o montante cobrado para gestão dos RSU, levantados a partir das respostas nos questionários recebidos nos municípios analisados. Mediante isto, foi possível apresentar na Figura 31, os resultados obtidos acerca da evolução do montante de recursos arrecadados com a cobrança do IPTU nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, entre os anos de 2010, 2012, 2014 e 2016 e assim, verificar qual o volume de recursos que pode ser vinculado a gestão dos RSU nos municípios analisados.

Conforme exposto, no ano de 2010 foi arrecado no Oeste Paranaense com o IPTU o montante de R\$59.141.235,00, e, em 2016 esse montante passou para R\$145.532.38,75, representando um aumento na arrecadação 146%, no período analisado. Evidencia-se ainda, que, os maiores volumes de recursos foram arrecadados nos municípios de Foz do Iguaçu (R\$46.230.970,00), Cascavel (R\$37.580.716,00), Toledo (R\$28.709.081,00), Marechal Cândido Rondon (R\$5.091.403,00), Medianeira (R\$4.553.939,00), Assis Chateaubriand

(R\$2.089.632,00), Santa Terezinha de Itaipu (R\$1.597.725,00) e Cafelândia (R\$1.115.860,00). Tal como ocorre com outros indicadores econômicos e sociais, nota-se a expressividade desses oito municípios na região, os quais detêm 87% do total arrecado com o imposto IPTU em 2016.

Figura 31 - Montante de Recursos Arrecadados com cobrança do Imposto IPTU nos Municípios da Mesorregião Oeste do Paraná - 2010, 2012, 2014 e 2016.



Fonte: Elaboração da autora a partir das informações do SISTN, 2017.

Relacionando o volume de recursos obtidos na arrecadação do IPTU com o volume de recursos nas receitas municipais totais, tem-se que, a participação total deste imposto é, em Foz do Iguaçu (6,29%), Toledo (6,21%), Cascavel (4,56%), Medianeira (3,40%), Marechal Cândido Rondon (3,20%), Guaíra (3,15%), Palotina (2,51%), Assis Chateaubriand (2,32%), Santa Terezinha de Itaipu (2,07%), Tupãssi (2,06%) e Jesuítas (2,03%). Nos demais municípios da mesorregião, a participação do IPTU nas receitas municipais totais ficou entre 0,04% e 1,66% do total arrecadado.

Contudo, pode-se verificar no Oeste do Paraná, a despeito de suas potencialidades, que a heterogeneidade das cidades brasileiras também se reflete no desempenho da arrecadação do imposto nos municípios analisados, ou seja, quanto menor o município, menor é o percentual representado pelo IPTU na receita corrente municipal total, seja por causa das características econômicas e fundiárias locais, dificuldades de gestão, excesso de isenções ou plantas de valores desatualizadas.

Em relação as competências atribuídas a cobrança do IPTU, destaca-se que seu objetivo principal é o de financiar a ação do Estado de modo a promover a distribuição de renda e recursos entre diferentes segmentos da sociedade. Nesse panorama, a tributação do IPTU, exerce um papel central, principalmente pela sua função extrafiscal de apoio à política urbana local, caracterizando-se como uma importante ferramenta de arrecadação nos municípios (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Quanto a vinculação das receitas municipais oriundas da cobrança do IPTU, segundo Ministério das Cidades (2015), por se tratar de um imposto, não há uma destinação específica para a receita proveniente deste recurso. Dessa forma, deve-se utiliza-lo para financiar gastos públicos, incluindo despesas com pessoal e obrigações constitucionais, como a aplicação de, no mínimo, 25% e 15% da receita tributária, respectivamente, em educação e saúde. Destaca-se ainda, como importante, a associação entre a receita arrecadada com IPTU e os investimentos públicos realizados, principalmente aqueles relacionados ao financiamento e ampliação dos serviços e infraestruturas locais, envolvendo a gestão da operação, manutenção e expansão do sistema de iluminação pública, o ordenamento urbano, a limpeza pública e a manutenção de logradouros, parques, praças e equipamentos urbanos.

Assim, para a identificação do montante de recursos disponíveis para aplicação na gestão dos resíduos sólidos municipais, a análise dos questionários demonstrou que, a obtenção destes recursos, nos municípios do Oeste do Paraná podem ser realizados via cobrança de uma taxa específica ou inclusa em algum tipo de serviço prestado pelo poder público (IPTU, conta de água, energia elétrica, por exemplo).

Segundo as informações coletadas, 78,3% dos municípios investigados realizam algum tipo de cobrança para custear o gerenciamento dos resíduos, dentre os quais, 47,3% a fazem por meio de taxa inclusa no IPTU; 21% por meio da cobrança em conjunto com a fatura de consumo de água ou luz; e, 10,5% por meio de um tributo específico, via carnê individual das demais taxações municipais, os quais são realizados somente nos municípios de Cascavel e Marechal Cândido Rondon.

De qualquer forma, o estudo demonstrou que há a necessidade de implementação e utilização eficiente dos recursos para a gestão dos RSU nos municípios brasileiros. Tal montante de recursos deve ser obtidos através da dissociação de tributos e direcionamento dos mesmos para a atividade específica.

A partir desta realidade, para identificar se o montante de recursos recolhidos nos municípios selecionados possibilita o atendimento e manutenção das atividades de gerenciamento dos RSU, foi apresentado na Tabela 6, o resultado obtido sobre o montante de recursos arrecadados com a cobrança do IPTU, a qual foi relacionada com o custo anual do gerenciamento de resíduos nos municípios do Oeste do Paraná analisados, o montante de recursos arrecadados com a cobrança de taxas específicas para a gestão dos resíduos sólidos municipais e o saldo resultante dessas relações (positivo ou negativo).

Tabela 6 - Comparação entre o volume de recursos arrecadados com a cobrança do IPTU, custo de gerenciamento, arrecadação de taxas de gestão de resíduos e o saldo para o gerenciamento dos RSU nos municípios selecionados na Mesorregião Oeste do Paraná.

Município	IPTU (R\$/ano)	Custo total com gerenciamento de RSU (R\$/ano)	Valor arrecadado (R\$/ano)	Saldo do Gerenciamento dos RSU (R\$/ano)
Cafelândia	1.115.860	3.261.000	0,00	-3.261.000,00
Capitão Leônidas Marques	333.532	1.049.369	0,00	-1.049.369,20
Cascavel	37.580.716	42.969.624	20.161.500,00	-22.808.123,82
Catanduvas	103.216	382.825	0,00	-382.824,98
Céu Azul	468.571	1.300.000	363.408,19	-936.591,81
Foz do Iguaçu	46.230.970	31.789.577	10.521.183,97	-21.268.393,03
Guaira	3.171.840	2.436.739	0,00	-2.436.739,20
Iguatu	49.981	88.875	0,00	-88.875,00
Iracema do Oeste	27.164	116.706,87	0,00	-116.706,87
Marechal Cândido Rondon	5.091.403	4.374.340	3.922.992,23	-451.348,07
Missal	783.800	1.092.830	335.183,78	-757.646,68
Quatro Pontes	152.628	281.222	86.771,19	-194.450,93
Ramilândia	26.661	140.800	11.000,00	-129.800,00
Santa Terezinha de Itaipu	1.597.725	1.639.653	1.639.653,00	0,00
São José das Palmeiras	71.285	275.071	22.159,91	-252.910,66
Serranópolis do Iguaçu	347.088	228.245	145.435,64	-82.809,80
Terra Roxa	848.127	433.810	0,00	-433.810,08
Toledo	28.709.081	9.675.167	7.871.664,84	-1.803.502,65
Três Barras do Paraná	221.820	475.608	197.016,00	-278.592,00
Total	126.931.467,48	102.011.464	45.277.968,75	-56.733.494,78

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Conforme exposto, verifica-se que, 36,8% dos municípios analisados não responderam ao quesito acerca do valor arrecadado e dos custos com o gerenciamento dos RSU. Assim, dentre os respondentes, identificou-se que a cobrança pelos serviços de limpeza

urbana e coleta de lixo gerou um montante de R\$45.277.968,75, o qual foi obtido em 12 dos municípios respondentes (63% do total dos municípios analisados). Contudo, os custos de gerenciamento dos resíduos sólidos, no período, foram de R\$49.010.285,28, o que resultou em um déficit no valor de R\$3.732.316,53, considerando apenas as informações dos questionários recebidos e respondentes desse quesito.

Para complementar o levantamento de dados sobre os custos para o gerenciamento dos RSU nos 19 municípios analisados, utilizou-se informações do banco de dados Deespak sobre o custo do gerenciamento de resíduos despendidos por tonelada de RSU tratada. Com isso, tem-se que, o custo total do gerenciamento dos RSU nos 19 municípios é de R\$102.011.463,53, o que ocasiona um déficit de R\$56.733.494,78, considerando que os municípios que não responderam não arrecadam recursos especificamente para o gerenciamento de resíduos.

Quanto ao potencial econômico-financeiro dos municípios analisados no Oeste do Paraná em arcar com os custos de uma gestão correta e eficiente dos RSU gerados, considerando somente os municípios que apresentaram valores para ambos os quesitos (custos com gerenciamento de RSU e valor arrecadado com taxas para gerenciamento de RSU), verifica-se que, 63% destes não conseguem pagar todos os custos de gestão e gerenciamento dos RSU, somente cobrando um valor para a limpeza urbana e coleta de lixo, seja por meio de um tributo específico ou incluso em taxas já existentes (IPTU, conta de água ou energia elétrica).

A análise demonstrou ainda, que os maiores déficits no gerenciamento de resíduos do Oeste do Paraná foram identificados nos municípios de Cascavel (R\$ 22.808.123,82), Foz do Iguaçu (R\$ 21.268.393,00) e Toledo (R\$ 1.803.502,65). Vale destacar que, somente o município de Santa Terezinha de Itaipu consegue destinar o total arrecadado (R\$ 1.639.653,00), para a completa cobertura dos custos de gestão dos resíduos, de igual valor, apresentando um resultado positivo, embora sem reservas para ampliação ou melhorias na prestação desse serviço e sem especificações da forma de cobrança para a prestação dos serviços de limpeza e coleta de lixo.

Assim, a comparação entre o montante de recursos arrecadados com a cobrança do imposto IPTU e o montante arrecadado especificamente para o gerenciamento dos RSU nos municípios evidenciou que: o valor arrecadado com taxas específicas correspondeu a 89% do total arrecado com IPTU no município de Três Barras do Paraná; 78% em Céu Azul; 77% em Marechal Cândido Rondon; 57% em Quatro Pontes; 54% em Cascavel; 43% em Missal, 42% em Serranópolis do Iguaçu; 41% em Ramilândia; 31% em São José das Palmeiras; 27% em

Toledo; 23% em Foz do Iguaçu; o que representou uma participação percentual média de 36% no IPTU dos 19 municípios analisados.

Com base nos dados coletados, pode-se afirmar que, o município de Céu Azul compromete a Lei específica que determina a destinação de no máximo 60% dos recursos arrecadados com IPTU em outras responsabilidades orçamentárias que não seja saúde e educação. Os demais municípios, não conseguem arcar com os custos do gerenciamento dos resíduos gerados, dentre outros fatores por conta da destinação do restante arrecadado com IPTU com outras atividades além das de gestão de RSUs, as quais podem e são consideradas mais importantes que esse tipo de gerenciamento.

Vale destacar que, mesmo os municípios de Cascavel e Marechal Cândido Rondon utilizando-se de um tributo específico para coleta e tratamento dos RSU, estes não conseguem arcar com os custos de gerenciamento de RSU, pois apresentaram déficits de R\$ 22.808.123,82 e R\$ 451.348,07, respectivamente. Ou seja, a forma de cálculo e cobrança gerenciados por esses agentes municipais não é capaz de contemplar todos os encargos que exige a correta gestão dos resíduos gerados anualmente nos mesmos.

Assim, considerando o atual cenário de déficits no gerenciamento dos RSUs nos 19 municípios analisados, buscou-se identificar, considerando a aplicação direta de 60% do total dos recursos arrecadados com a cobrança do IPTU nos custos de gerenciamento dos RSU nos municípios analisados, se esse montante seria suficiente para arcar com o custo desse gerenciamento. Os resultados das estimativas foram apresentados na Tabela 7. Tal estimativa levou em consideração a aplicação de, no mínimo, 25% e 15% da receita tributária, respectivamente, em educação e saúde (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Conforme apresentado na Tabela, somente os municípios de Terra Roxa e Toledo conseguiriam arcar com todos os gastos neste gerenciamento, caso destina-se impreterivelmente 60% do total de recursos arrecadados com a cobrança do IPTU diretamente na gestão dos RSUs, apresentando um saldo positivo de gerenciamento, na ordem de R\$75.066,30 e R\$ 7.550.280,82, respectivamente. Os demais municípios analisados (17) continuariam com déficits de receita para o gerenciamento dos RSU, o qual contabilizaria ao longo do ano de 2016, cerca de R\$25.852.583,00.

Tabela 7 - Estimativa de Orçamento considerando a destinação de 60% do IPTU arrecadado para o Gerenciamento de RSUs nos 19 municípios analisados no Oeste do Paraná, 2016

Município	Custo Gerenciamento RSUs (R\$/ano):	IPTU (R\$/ano):	60% IPTU (R\$/ano):	Saldo (R\$/ano)
Cafelândia	3.261.000	1.115.860	669.516	- 2.591.484
Capitão Leônidas Marques	1.049.369	333.532	200.119	- 849.250
Cascavel	42.969.624	37.580.716	22.548.429	- 20.421.194
Catanduvas	382.825	103.216	61.930	-320.895
Céu Azul	1.300.000	468.571	281.143	-1.018.857
Foz do Iguaçu	31.789.577	46.230.970	27.738.582	-4.050.995
Guaíra	2.436.739	3.171.840	1.903.104	-533.635
Iguatu	88.875	49.981	29.988	- 58.887
Iracema do Oeste	116.707	27.164	16.298	-100.409
Marechal Cândido Rondon	4.374.340	5.091.403	3.054.842	-1.319.499
Missal	1.092.830	783.800	470.280	-622.550
Quatro Pontes	281.222	152.628	91.577	-189.646
Ramilândia	140.800	26.661	15.997	-124.803
Santa Terezinha de Itaipu	1.639.653	1.597.725	958.635	-681.018
São José das Palmeiras	275.071	71.285	42.771	-232.300
Serranópolis do Iguaçu	228.245	347.088	208.253	-19.992
Terra Roxa	433.810	848.127	508.876	75.066
Toledo	9.675.167	28.709.081	17.225.448	7.550.281
Três Barras do Paraná	475.608	221.820	133.092	-342.516
Total	102.011.464	126.931.467	76.158.880	- 25.852.583

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Com base nos dados apresentados, tem-se que a gestão de resíduos se configura, nos atuais moldes do planejamento municipal, como um problema, na ordem do planejamento financeiro dos municípios paranaense, uma vez que as formas de arrecadação de recursos e o montante auferido não se mostra suficiente para arcar com os custos deste tipo de gerenciamento e tem sua situação agravada com a imposição de medidas e formas de tratamento implantadas a partir da PNRS.

A falta de recursos impacta principalmente na forma de destinação final dos resíduos coletados nos municípios do Oeste do Paraná. Apesar da Mesorregião apresentar um aumento no Índice de Desenvolvimento Humano, tendo todos os municípios classificados como de médio e alto desenvolvimento (Ferrera de Lima, Hersen e Klein, 2016), verifica-se, que, 26% dos municípios da mesorregião realizam o descarte dos resíduos em lixões ou aterros controlados e 74% afirmam realizar o descarte em aterros sanitários, o que deve ser visto com cautela, pois os mesmos iniciam as obras e criação de infraestruturas para a implantação de aterros sanitários, mas dada a restrição no orçamento dos mesmos acabam por não conseguir

arcar com as prerrogativas técnicas do aterro e o transformam em aterros controlados ou até mesmo lixões, com o passar dos anos (IAP, 2017).

Segundo Bianco (2014), dentre os problemas identificados na correta gestão dos RSU nos municípios estudados no Oeste do Paraná, destaca-se a falta de recursos específicos, o alto custo para a correta manutenção dos aterros sanitários; a falta de profissionais qualificados e a separação inadequada dos resíduos nas fontes geradoras, tornando o trabalho insalubre e muitas vezes inviável nos locais de destinação dos resíduos municipais.

Portanto, evidencia-se uma série de desafios práticos a serem superados. A princípio, se faz necessário desenvolver formas de motivar os municípios a criarem sistemas de financiamento específicos para a gestão de resíduos sólidos. Em segundo lugar, existe a necessidade de se criarem e se divulgarem modelos de cobrança que possam ser adotados por municípios que vivam realidades diversas. Por fim, ainda existe o desafio de capacitar os gestores municipais para o gerenciamento dos custos de tais serviços, para garantir que as atividades relacionadas aos resíduos sólidos não sejam deficitárias (IPEA, 2012).

Além dos problemas relacionados a destinação final dos resíduos evidenciados nos municípios do Oeste do Paraná, dada a falta de recursos, verifica-se ainda, segundo informações coletadas nos questionários, a ineficiência no que diz respeito ao beneficiamento e capacidade de agregação de valor aos resíduos tratados na região. Embora, existam Centros de Triagem (CTs) em 73% dos municípios analisados, evidencia-se apenas a prensagem e separação dos resíduos a serem comercializados, por intermédio de atravessadores (aparistas/sucateiros) na forma bruta, sem nenhum tipo de beneficiamento, ou seja, comercialização de resíduos de baixo valor agregado.

Em relação aos CTs identificou-se que, os mesmos são de responsabilidade das associações/cooperativa de catadores dos municípios, tendo como órgão público responsável as Secretarias de Meio Ambiente e/ou de Desenvolvimento Econômico municipais. Para a manutenção dos serviços, as Prefeituras Municipais devem, ainda, disponibilizar auxílio financeiro, capital, implementos, infraestruturas e maquinários. Tal cenário, é resultado da ineficiente e restrita visão quanto ao potencial de aproveitamento dos resíduos recicláveis e orgânicos gerados nos municípios, que apresentam potencial de aproveitamento e agregação de valor, emprego e renda local.

Corroborando com esse cenário, a PNRS incentiva a criação e o desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis e define que sua participação nos sistemas de coleta seletiva e de logística reversa deverá ser priorizada. O fortalecimento da organização produtiva dos catadores em

cooperativas e associações com base nos princípios da autogestão, da economia solidária e do acesso a oportunidades de trabalho decente representa, portanto, um passo fundamental para ampliar o leque de atuação desta categoria profissional na implementação da PNRS, em especial na cadeia produtiva da reciclagem, traduzindo-se em oportunidades de geração de renda e de negócios, dentre os quais, a comercialização em rede, a prestação de serviços, a logística reversa e a verticalização da produção (MMA, 2018).

Destaca-se também a importância no gerenciamento, especialmente dos orgânicos, diz respeito a implantação de processos de compostagem nos aterros. Segundo dados coletados, somente 10% dos municípios (Foz do Iguaçu e Santa Terezinha de Itaipu) informaram a implantação deste tipo de aproveitamento e tratamento de resíduos orgânicos, que correspondem a 69% do total de resíduos gerados diariamente nos municípios do Oeste do Paraná.

Na cidade de Foz do Iguaçu, não existem trabalhadores exclusivos para o tratamento de resíduos orgânicos, assim, a equipe de operação do aterro é quem opera a unidade de compostagem municipal. Destaca-se ainda que, o local no qual está instalado o pátio de compostagem não possui registro no Ministério da Agricultura, assim, não atende as normas vigentes de controle e qualidade do produto gerado.

Em relação aos resíduos tratados na unidade, os mesmos são oriundos do CEASA, restos de galhos picados da poda e eventualmente resíduos orgânicos apreendidos na fronteira. Como resultado, tem-se o recebimento de 1.081,17 toneladas de resíduos, a partir dos quais geram-se 357,7 toneladas de composto orgânico, a um custo anual de R\$348.077,64. O composto orgânico gerado é doado para entidades municipais ou utilizado pela própria Prefeitura.

Em Santa Terezinha de Itaipu, o órgão responsável é a Secretaria de Meio Ambiente, por meio de gestão Pública. O pátio de compostagem possui capacidade instalada de 20 t/dia, no qual estão alocados dois trabalhadores. Utiliza-se como forma de execução do serviço as leiras, e, os resíduos são galhos triturados com esterco bovino. Registra-se uma entrada de 80 ton./ano o que gera cerca de 50 toneladas de composto. Contudo não existe renda auferida por esse processo, pois todo o composto gerado é doado a unidades locais.

Diante do exposto, verifica-se a necessidade de ampliação de meios de arrecadação para a correta gestão dos RSU nos municípios, conforme a PNRS postula. Para tanto, a formulação proposta nesse trabalho desvincula a cobrança para os serviços de gerenciamento dos RSU dos impostos (IPTU) ou serviços públicos (abastecimentos de água, energia elétrica), pois estes cálculos estão vinculados a metragem residencial (caso do IPTU) ou consumo de

energia elétrica ou água, no entanto, tais prerrogativas não confirmam a proporcionalidade entre quanto maior o imóvel/consumo de energia e/ou água maior a geração de resíduos.

Assim, o presente trabalho propõe uma forma de taxação específica para os serviços de gerenciamento de resíduos, baseado na *geração* de RSU e o custo de gerenciamento *per capita* municipal. Para tanto, a proposição dessa taxação nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná utiliza como base de cálculo o potencial de geração de resíduos *per capita* apresentado por Morejon et al (2011) e Fabris e Laufer (2006), segundo o qual, cada indivíduo gera cerca de 0,620 kg/dia. Quanto a estimativa dos custos para o gerenciamento, coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana, utilizou-se as informações do estudo da ABRELPE (2016), que estima o custo de gerenciamento de resíduos por região. Assim, segundo estudo, os municípios da Região Sul aplicaram, em média R\$7,84/hab./mês, o que representa um custo de R\$0,26/hab./dia.

Com base nessas informações a nova forma de taxação de coleta de lixo e demais serviços de limpeza urbana para os 50 municípios da Mesorregião Oeste foi expressa na Equação 11:

$$TaxaGerenciamento_{RSU} = Geração_{RSU_{percapita}} \cdot Recursoaplicado_{percapita} \quad (11)$$

Destaca-se que o cálculo das estimativas do custo de gerenciamento e dos recursos com a nova taxação para o gerenciamento de resíduos, englobou todos os municípios da Mesorregião Oeste do Paraná durante o ano de 2016, conforme resultado apresentado na Figura 32.

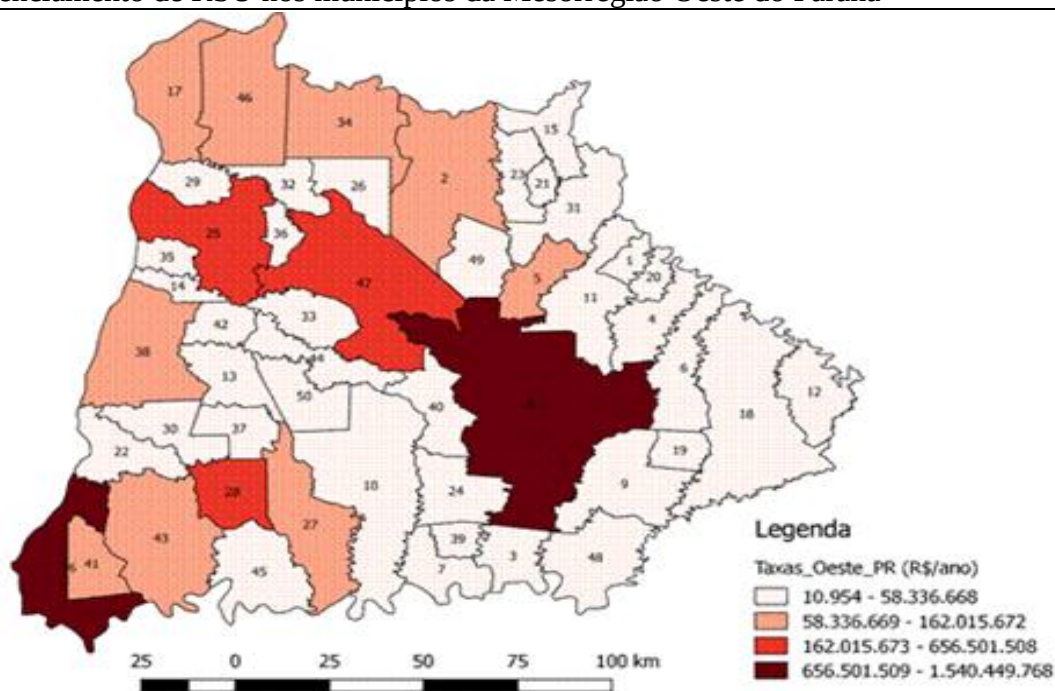
A nova fórmula para taxação vinculada a geração e custo de gerenciamento *per capita* de resíduos demonstrou que, quanto maior o contingente populacional maior a captação de recursos para a gestão dos resíduos. Assim, os maiores montantes de recursos arrecadados foram gerados nos municípios de Cascavel (R\$1.540.449,77); Foz do Iguaçu (R\$1.255.609,37); Toledo (R\$656.501,51); Marechal Cândido Rondon (R\$249.092,69); Medianeira (R\$218.621,05); Assis Chateaubriand (R\$162.015,67); Guaíra (R\$157.784,17); Palotina (R\$150.505,99); São Miguel do Iguaçu (131.253,88); Santa Helena (R\$ 124.614,05) e Santa Terezinha de Itaipu (R\$110.507,44). Em termos percentuais, esses municípios seriam responsáveis pela arrecadação mensal de 75% do total estimado para a mesorregião analisada.

Embora, não tenha sido possível identificar o custo total do gerenciamento de resíduos em cada município da Mesorregião Oeste do Paraná, estimou-se, a partir das informações disponibilizadas pelos municípios respondentes dos questionários nesse quesito que, o custo anual para o gerenciamento de resíduos nestes 19 municípios foi

R\$49.010.285,28. Assim, considerando os dados estimados, com a nova forma de taxaço, que resultou em um montante arrecadado de R\$54.399.428,93/ano, seria possíel auferir um superávit de R\$5.389.143,65/ano, em comparação com o cenário anterior, que considerava apenas a arrecadação de recursos para o gerenciamento de resíduos por meio da cobrança do IPTU ou embutido nas contas de energia elétrica e água.

Além do superávit gerado a partir da vinculação do potencial de geração ao custo de gerenciamento *per capita* tem-se que, com essa formulação, a disponibilidade total dos recursos arrecadados para a gestão efetiva dos resíduos sólidos urbanos, pois há uma desvinculação com qualquer outra forma de tributação e também desonera a cobrança do IPTU que, pode ser efetivamente utilizado para financiar gastos públicos, incluindo despesas com pessoal e obrigações constitucionais, como a aplicação de, recursos em educação e saúde, bem como a possível redução da inadimplência da população que poderá ver o imposto pago diretamente em obras de infraestrutura urbana local.

Figura 32 - Estimativa da arrecadação municipal com a nova cobrança de taxa específica para o gerenciamento de RSU nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná



Fonte: Elaboração da autora, 2017.

Em resumo, a análise das informações correlatas a essa etapa demonstrou que, a principal forma de arrecadação de recursos para o gerenciamento dos RSU gerados nos municípios do Oeste do Paraná, está vinculada a cobrança do imposto IPTU e, em raros casos, verifica-se uma forma de cobrança específica, via boleto, caso dos municípios de Cascavel e Marechal Cândido Rondon.

Contudo, 63% dos municípios analisados não conseguem arcar com os custos de gerenciamento dos resíduos gerados. Embora tal resultado tenha sido obtido considerando a análise dos questionários dos 19 municípios respondentes (38% do total de municípios da Mesorregião Oeste do Paraná), os mesmos podem ser tidos como realidade para os demais municípios pertencentes a região.

Tal afirmativa leva em consideração o fato de que, a incapacidade da gestão dos RSUs na região ocorre de forma mais significativa nos municípios considerados como polos de desenvolvimento e atração econômica local, caso de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo, que juntos, obtiveram um déficit no gerenciamento de resíduos na ordem de R\$45.880.019,50, em 2016. Assim, os dados coletados e as estimativas geradas a partir das informações dos questionários demonstram que, a falta de recursos para o gerenciamento de resíduos no Oeste do Paraná está mais ligado a forma de arrecadação e destinação de recursos do que necessariamente ao tamanho (porte) do município.

Como contribuição técnica e teórica dessa etapa evidencia-se que, os municípios do Oeste do Paraná não possuem capacidade técnica, econômico-financeira e estrutural para atender a legislação ambiental vigente acerca dos modelos de gestão e gerenciamento de resíduos praticados nos municípios brasileiros. Embora, a revisão de literatura tenha contribuído para a apresentação de um cenário relativamente positivo (74% dos municípios do Oeste descartam resíduos em aterros sanitários), poucas são as evidências de que, os que assinalam a destinação final nesse tipo de aterro, conseguiram manter as especificidades de tal forma de tratamento, atendendo, no longo prazo, as prerrogativas da PNRS, uma vez que os custos estimados são altos e a forma de arrecadação de recursos não oferece o montante necessário para a manutenção das estruturas físicas, técnicas e de pessoal necessárias nos municípios analisados.

Embora os municípios da Mesorregião estejam em relativo acordo com as prerrogativas de disposição dos RSUs, os mesmos estão aquém da capacidade de aproveitamento e geração de renda a partir da implantação de mecanismos/tecnologias de industrialização dos resíduos gerados e coletados na região. Desse modo, verificou-se a implantação de medidas paliativas para atendimento da legislação ambiental vigente baseados em altos custos de investimentos, limites técnicos e operacionais e pouca eficiência técnica e geração de renda.

Assim, com base no cenário exposto e visando atender ao objetivo central dessa tese, busca-se propor para a Mesorregião um modelo de gestão diferenciado em processos de coleta, transporte, tratamento, aproveitamento e disposição de rejeitos. Para tanto, foi

realizado na etapa 4.4, a apresentação das potencialidades técnicas e econômico-financeiras a partir da prospecção dos métodos, processos e tecnologias aplicadas no Brasil para coleta, transporte, tratamento e aproveitamento dos RSU que podem ser potenciais soluções para o gerenciamento dos resíduos nos municípios do Oeste do Paraná. Tais análises subsidiaram a execução do estudo apresentado na etapa que contempla a estimativa dos custos de cada uma das atividades/tecnologias capazes de atender as necessidades locais implementando um sistema integrado de gerenciamento de resíduos na região.

4.4. PROSPECÇÃO DOS MÉTODOS, PROCESSOS E TECNOLOGIAS PARA AS ETAPAS DE COLETA, TRANSPORTE, TRATAMENTO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

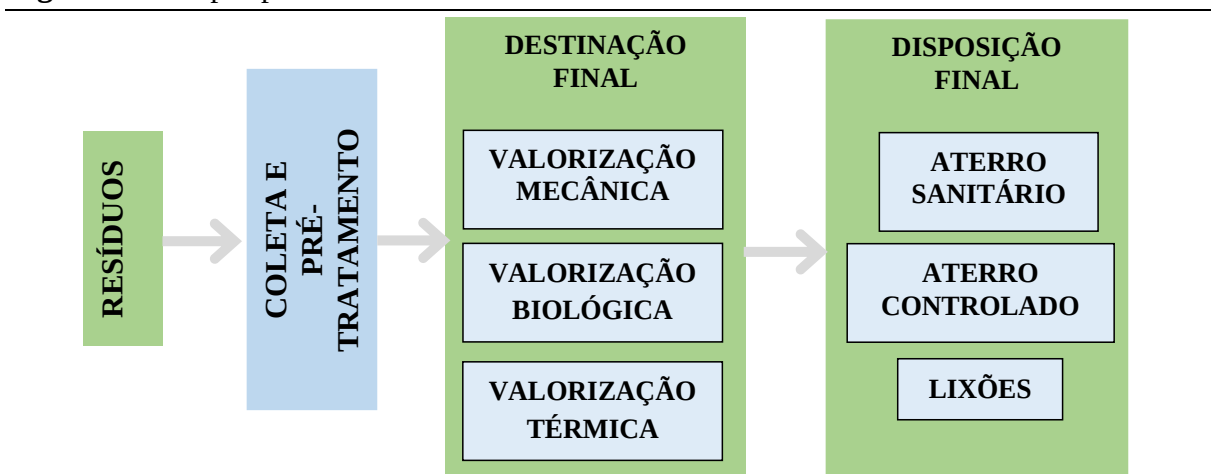
Nesta etapa foram apresentados os resultados obtidos a partir do levantamento bibliográfico de trabalhos publicados e projetos técnicos existentes acerca dos métodos, processos e tecnologias para a coleta, transporte, tratamento e aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos, em âmbito nacional e internacional. Nesse quesito foram avaliadas as informações técnicas dos setores que atuam nas atividades de reciclagem, aproveitamento, processamento e/ou industrialização de resíduos sólidos, para identificar as potencialidades, gargalos tecnológicos e/ou fatores que limitam o sucesso dessas atividades e demonstrar quais as principais formas de gerenciamento de resíduos pode ser utilizada nos municípios do Oeste do Paraná.

Segundo Portal Resíduo Sólidos (2013e), o tratamento de resíduos consiste no uso de tecnologias apropriadas, com o objetivo maior de neutralizar as desvantagens da existência de resíduos ou até mesmo de transformá-los em um fator de geração de renda, como a produção de matéria-prima secundária. Dessa forma, pode-se denominar de tratamento de resíduos as várias tecnologias existentes desde a reciclagem até a disposição final de rejeitos.

Para tanto, conforme apresentado na Seção 3.4, os métodos e tecnologias empregadas no tratamento e aproveitamento dos RSU no Brasil e em contexto internacional, podem ser separados em três grupos: valorização mecânica (usinas de triagem e reciclagem); valorização bioquímica (biodigestão e compostagem); e, valorização térmica/energética (Secagem, Pirólise, Gaseificação, Incineração e Plasma), e, as formas de destinação final, estas podem ser realizadas em aterros sanitários, controlados ou descarte a céu aberto (lixões), conforme exposto na Figura 33.

Nas etapas de coleta, pré- tratamento e valorização mecânica empregam-se os processos físicos, nos quais predomina a triagem de resíduos, geralmente no intuito de separar (usinas de triagem) ou alterar o tamanho físico dos resíduos (reciclagem). Neste processo não ocorrem reações químicas entre os componentes como nos muitos casos do tratamento térmico. De uma forma geral, podemos classificar as formas de tratamento mecânico de resíduos de acordo com sua finalidade, sejam eles: diminuição do tamanho das partículas (quebra, trituração, moinhos); aumento do tamanho das partículas (aglomeração, briquetagem, peletagem); separação da fração física (classificação); separação pelo tipo de substância; mistura de substâncias (extrusão, compactação); separação de fases físicas (sedimentação, decantação, filtração, centrifugação, floculação); e, mudança de estados físicos (condensação, evaporação, sublimação) (AMBIENTAL, 2016); BNDES, 2014); PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013e); MMA, 2005).

Figura 33 - Etapas para o tratamento dos Resíduos Sólidos no Brasil



Fonte: Elaboração da autora, 2017.

Na etapa de tratamento bioquímico (biológico) ocorre, através da ação de grupos de seres vivos (bactérias, fungos, lesmas e minhocas), que ao se alimentarem dos resíduos, a quebra de moléculas grandes, transformando-as em uma mistura de substâncias e moléculas menores. Esse processo depende de alguns fatores como: temperatura, pressão e acidez dessa mistura de substâncias (moléculas). Assim, as substâncias resultantes desse processo podem reagir entre si quimicamente, caracterizando assim o processo bioquímico. Em alguns casos só ocorre o processo biológico, em outros somente o químico. Isso vai depender da tecnologia e metodologia utilizada (AMBIENTAL, 2016); BNDES, 2014); PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013e); MMA, 2005).

No tratamento térmico, os resíduos recebem uma grande quantidade de energia em forma de calor, a uma temperatura mínima que varia de acordo com a tecnologia aplicada (Temperatura de reação) durante uma certa quantidade de tempo (Tempo de Reação) tendo como resultado uma mudança nas suas características como por exemplo a redução de volume, devido a diversos processos físico-químicos que acontecem durante o processo.

No entanto, destaca-se que para a adoção de determinada forma de tratamento térmico, necessita-se, inicialmente da separação prévia dos resíduos, com base em coleta diferenciada, sem a qual não haverá resultados efetivos do tratamento ou do sistema. Outro aspecto relevante é a necessidade de analisar os resíduos sólidos urbanos em forma de cadeia produtiva, considerando sua geração (quantidade e composição), acondicionamento e coleta, diferentes tipos de tratamento e disposição final (BNDES, 2014).

Assim, a escolha da melhor forma de tratamento se dará, segundo a PNRS, visando a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental. Com base no exposto, apresenta-se as tecnologias que atualmente têm a possibilidade de serem implantadas no Brasil, considerando as características econômicas, financeiras, ambientais e sociais nos municípios do Oeste do Paraná. Tais sistemas existem em escala comercial e possuem eficácia comprovada, o que, dentre outros fatores, justifica a preferência pelos mesmos em relação a outras tecnologias (ABRELPE, 2015).

O primeiro processo apontado na literatura é a segregação dos RSU por meio de triagem e/ou reciclagem. Esses processos sucedem as operações de coleta e transporte. A coleta pode ser feita de forma convencional (indiferenciada), na qual o gerador disponibiliza os resíduos sem nenhuma separação prévia, com significativa perda de qualidade dos materiais recicláveis e do composto a ser produzido, ou diferenciada (a separação prévia do resíduo é feita pelo próprio gerador), a qual permite uma coleta seletiva de materiais potencialmente recicláveis, previamente segregados nas fontes geradoras conforme sua constituição ou composição. Desse modo, tem-se que a coleta diferenciada como a mais recomendada e considerada como adequada para o tratamento de resíduos a partir da reciclagem dos materiais, enquanto a coleta do tipo indiferenciada, inclusive, já é proibida em alguns países como a Suíça e União Europeia (BNDES, 2014).

A triagem, por sua vez, é um processo de seleção no qual é feita separação do material orgânico e inorgânico, oriundo da coleta de resíduos comercial e domiciliar. Esse processo inicia-se após o descarte desses resíduos em uma usina de lixo. Já nos municípios onde há a

coleta seletiva, que separa o lixo seco do lixo úmido, o processo de triagem é mais simples, pois se separam no lixo seco os resíduos recicláveis para posterior comercialização, e, extrai-se do lixo úmido, a matéria orgânica para compostagem, levando em consideração as suas características físico-químicas (FEAM, 2012).

Contudo, no Brasil, os programas de coleta seletiva são geralmente subsidiados pelo poder público e não apresentam sustentabilidade. Assim, além de recursos dos geradores, para que a manutenção desses processo seja atingida, se faz necessário, no mínimo, com que haja uma escala de produção, regularidade na entrega (separação), na coleta e um mercado para aproveitamento desses materiais. Assim, os programas de educação e comunicação social se tornam ferramentas fundamentais para a continuidade das ações e o controle social indispensável para a duração e efetividade do sistema de coleta seletiva implantada (BNDES, 2014).

Ainda segundo estudo do BNDES, após a coleta, os materiais secos recuperados, são transportados para as unidades ou centrais de triagem, onde ocorrerá a separação dos materiais específicos, a limpeza e o enfardamento/acondicionamento dos materiais para que possam ser devidamente comercializados. Essas unidades são equipadas com esteiras ou mesas de catação, além de prensas, para reduzir o volume dos materiais secos e facilitar a sua estocagem e transporte. Quanto ao processamento, este pode ser realizado de forma manual, semiautomática e automática.

A forma manual é indicada para cidades pequenas onde o volume de produção não justifica uma central automatizada, com o uso das associações de catadores de lixo, geração de muitas vagas de emprego, melhor distribuição dos lucros com reciclagem e baixo investimento inicial, tendo como contrapartida uma unidade com capacidade de separação limitada (VELASQUES e BISPO ET AL., 2015; MACHADO, 2013; PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013c).

A triagem semiautomática é indicada para cidades médias, onde é possível combinar o trabalho com associações de catadores de lixo e sistemas automatizados. Esse tipo de triagem provoca um impacto social positivo nas cidades, permitindo a integração entre associações de catadores de lixo e indústria moderna e tem uma geração adaptável ao volume e demanda. Contudo, exige maior controle entre funcionários e o sistema de automação, e todos os funcionários devem ser qualificados.

Já a triagem automática é indicada para cidades grandes, onde o volume de produção não possibilita o trabalho manual. Tem sua capacidade de separação estimada na implantação da obra, podendo ser aumentada facilmente – produção 24 horas por dia se necessário, alta

qualidade dos produtos separados, produtos mais fáceis de vender devido à melhor qualidade e um processo confiável, permitindo exportar volumes dando garantias mínimas de quantidades a serem fornecidas. Todavia, diminui consideravelmente a quantidade de funcionários necessários, tem sua geração de riqueza mais concentrada e exige um alto investimento inicial e mão de obra especializada.

Com isso, tem-se que, a utilização de sistemas mecanizados é recomendada para unidades com capacidade de tratamento superior a 15 toneladas diárias. Nesse cenário, municípios de médio a grande porte podem receber sistemas mais complexos com o uso de moegas, separadores magnéticos e aquisição de veículos de grande porte. Assim, um bom desempenho na triagem interfere nos demais processos de uma usina de tratamento e aproveitamento de resíduos. Para tanto, sugere-se as seguintes etapas de separação: matéria orgânica (materiais compostáveis - restos de comida, frutas, hortaliças, folhas entre outros); materiais recicláveis (papel, papelão, PET, sacolas plásticas, metais, alumínio, vidro); e rejeitos, que segundo as suas características e nível de periculosidade devem ser dispostos em local adequado (VELASQUES & BISPO ET AL., 2015; BNDES, 2014; MACHADO, 2013; PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013c; MOREJON ET AL., 2011).

Assim, o objetivo final da instalação de unidades de triagem é a preparação dos materiais para encaminhamento às indústrias de reciclagem. A reciclagem, por sua vez, consiste no aproveitamento e transformação de resíduos (papéis, plásticos, vidros e metais), por meio do seu retorno à indústria, visando a transformação em insumos ou novos produtos para serem beneficiados e transformados em produtos comercializáveis. Entre os vários aspectos positivos da reciclagem destacam-se a preservação de recursos naturais primários, economia de energia, geração de trabalho e renda, e conscientização da população para as questões ambientais. Assim, por aliviar pressões de demanda de matérias-primas e de energia, a reciclagem se constitui, em princípio, em uma forma ambientalmente eficiente de aproveitamento energético dos RSU (BNDES, 2014; EPE, 2014; BRASIL, 2010a).

Contudo, durante sua execução, os processos para a reciclagem dos resíduos envolvem diversas etapas, que não representam uma atividade de baixo custo, se fazendo necessária a implementação e incentivos à formação de um mercado de material reciclado, de forma a tornar o processo mais eficiente e rentável. A transformação de resíduos em novos insumos e matéria-prima é uma atividade econômica integrante de um sistema industrializado, portanto, realizada por empresas privadas que devem contar com infraestrutura física, técnica e econômico-fiscal para poderem contribuir efetivamente com o reaproveitamento dos materiais e conservação dos recursos naturais (ABRELPE, 2015).

Não obstante, estima-se que, em 2012, a coleta, a triagem e o processamento dos materiais em indústrias recicladoras geraram um faturamento de R\$ 10 bilhões, no Brasil, o qual apresenta expectativa de expansão nos próximos anos, dada escala e desenvolvimento do parque industrial de reciclagem. Nesse caminho, identificar obstáculos e gerar dados úteis a políticas de incentivos e de investimentos, visando o equilíbrio entre oferta e demanda, a redução de custos e o máximo de benefícios sociais e econômicos, é uma rotina que se integra à gestão do lixo no Brasil (CEMPRE, 2013).

Apesar do avanço, o caminho para se atingir uma maior escala, de aproveitamento de resíduos por meio da reciclagem ainda é longo, pois apenas 18% dos municípios brasileiros (1.055 cidades) oferecem serviço de coleta seletiva. Desse total, 86% estão nas regiões Sul e Sudeste. Conforme exposto, verifica-se que mesmo havendo uma expectativa quanto ao avanço na reciclagem de embalagens pós-consumo, os gastos decorrentes da implantação, operação e manutenção ainda são superiores às receitas auferidas com a venda do material beneficiado. Assim, este tratamento requer ainda, um modelo de gestão que esteja atento às necessidades de mercado, ao avanço das tecnologias de aproveitamento de novos materiais e à complexidade dos diferentes trabalhadores, intermediários e setores da indústria envolvidos (ABRALATAS, 2017; BNDES, 2014; CEMPRE, 2013).

No Brasil, apenas 13% do total de resíduos urbanos gerados são encaminhados para reciclagem. Apesar desse baixo percentual de reaproveitamento, o país apresenta destaque na indústria de reciclagem, com expressivos percentuais de reaproveitamento de resíduos de alumínio (77%), papelão (94%), latas de aço (47%), papéis de escritório (papéis de carta, bloco de anotações, copiadoras, impressoras, folhetos) (43,7%) e embalagens longa vida (27%). Alguns produtos, como o vidro, não obtêm níveis maiores de reciclagem devido à insuficiência de fábricas para seu processamento em relação à escala em que é feita a coleta, além de constituírem processos de transformação ainda muito onerosos (IPEA, 2013).

Embora o cenário apresentado para o aproveitamento de resíduos de vidro seja pessimista. Destaca-se que, no município de Toledo, foi desenvolvido um modelo de usina de reciclagem de vidro, a única empresa do Brasil que realiza o ciclo completo para reaproveitamento do material. Em junho de 2016, o responsável conseguiu a liberação provisória do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) (EKKOGREEN, 2016).

Segundo autor, a fábrica foi instalada no Parque Moveleiro de Toledo, pode começar a operar. O processo de reciclagem inclui a trituração do vidro, descontaminação, derretimento do alumínio e a destinação do mercúrio. Atualmente a fábrica conta com 30 toneladas de material acumulado, mesma quantidade produzida mensalmente no município, mas a

capacidade de reciclagem será de 100 toneladas/mês, além da produção mensal de três a quatro usinas para venda. Com isso, eles devem atender a uma demanda do mercado. Com tantos diferenciais, desde a engenharia até o impacto ambiental, os próprios funcionários admiram e comemoram os avanços da empresa, aprovada pelo Sebrae como autossustentável.

Estudos ainda demonstram que, os benefícios econômicos gerados pela reciclagem podem ser calculados com base na diferença entre os custos gerados pela produção a partir de matéria-prima virgem e os custos gerados para a produção dos mesmos bens a partir de material reciclável. Por exemplo, a substituição da celulose virgem por fibras recicladas, permite economia de R\$ 331,00 por tonelada, quase metade do custo sem a reciclagem (R\$687,00/tonelada). Para o caso do alumínio, o valor é de R\$ 2,7 mil/tonelada, ou seja, o custo para fabricação do alumínio passa de R\$ 6,1 mil (matéria-prima natural) para R\$ 3,4 mil por tonelada (Matéria-prima reciclada) (IPEA, 2013).

Assim, foram apresentados na Tabela 8 os resultados obtidos a partir dos cálculos acerca dos benefícios econômicos da reciclagem no Brasil. As projeções, realizadas pela LCA¹⁵, indicam que o mercado brasileiro de reciclagem registrou um benefício econômico de R\$ 1,154 milhão por dia, em 2014, caso 90% da população das cidades-sede da Copa do Mundo sejam atendidas por coleta seletiva. Os dados consideram os ganhos econômicos com a substituição de matéria-prima virgem por reciclada, emissões de carbono, energia e impactos à biodiversidade.

Tabela 8 - Benefícios econômicos da reciclagem*

Material	BENEFÍCIO ECONÔMICO POR DIA				
	Reciclagem incremental (ton./dia)	Insumos (R\$)	Ambiental (CO ₂ , energia e biodiversidade) (R\$)	Custo adicional da reciclagem (R\$/ton.)**	Benefício total (R\$/dia)
Aço	253	32.164	18.741	113	22.287
Alumínio	61	164.496	20.539	113	178.189
Celulose	1.397	460.854	33.517	113	336.563
Plástico	554	644.545	31.009	113	612.982
Vidro	246	29.572	2.711	113	4.436
Total	2.511	1.331.632	106.517		1.154.457

*Projeção com base na cobertura de 90% da população das cidades-sede da Copa do Mundo com coleta seletiva.

**Custo da coleta seletiva (R\$331,00/ton.) menos custo da disposição em aterro (R\$23,00/ton.).

Fonte: CEMPRES, 2013.

Quanto aos fatores influenciadores para o aumento da reciclagem, destacam-se os incentivos fiscais e creditícios, previstos a partir da implantação da PNRS/2010. De acordo com o estudo da LCA, os benefícios teriam potencial de elevar em até 31,5% a renda gerada pela

¹⁵ As projeções apresentados no Relatório do CEMPRES (2013) foram elaboradas com base em dados gerais consolidados até 2012 em estudo da LCA Consultores.

coleta, triagem e venda de materiais recicláveis, no período. Tais perspectivas são, em parte, relacionadas ao aumento da população, cada vez mais concentrada em cidades, que conseqüentemente, acelera a busca por soluções que devem considerar as disparidades regionais de um país de dimensões continentais, como o Brasil. A maior conscientização do consumidor para o que pode interferir na qualidade de vida e no futuro do planeta, pressiona o mercado a buscar por novos investimentos (CEMPRE, 2013).

Após o processo de triagem (material orgânico e reciclável), passa-se para o segundo mecanismo de agregação de valor por meio de tratamento biológico. Conforme consta na PNRS, *artigo 36, inciso V*, o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos deve implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos urbanos, além de articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010a).

Embora existam diferentes formas de tratamento de resíduos orgânicos, as mais conhecidas são: compostagem, estações de tratamento de efluentes e os biodigestores. Apesar de apresentarem funções semelhantes, as formas de aproveitamento não precisam necessariamente serem concorrentes. Muitos projetos em países como Itália, Alemanha, França, entre outros fazem a combinação das tecnologias em um só projeto. Porém quando se trata de viabilidade econômica, o biodigestor costuma oferecer oportunidades mais atraentes (PORTAL DO BIOGÁS, 2016).

Nesse processo, os resíduos orgânicos coletados e tratados geram, como principal resultado, o húmus, um composto que pode ser utilizado como fertilizante (tanto para a agricultura quanto para áreas verdes urbanas), apresentando, portanto, valor econômico e retorno atrativo a atividade (BNDES, 2014; RUSSO, 2011; CATAPRETA, 2008).

Durante esses processos ocorre a digestão anaeróbia (DA), que compreende um processo de conversão de matéria orgânica em condições de ausência de oxigênio livre, e ocorre em três fases (ácida, acetogênica e metanogênica), com a geração de metano e gás carbônico. Para tanto, as unidades de digestão anaeróbia, podem ser descritas tecnicamente em quatro estágios: (i) pré-tratamento, (ii) digestão dos resíduos, (iii) recuperação do biogás e (iv) tratamento dos resíduos digeridos (BNDES, 2014; ECYCLE, 2013).

Apesar da massa de resíduos sólidos urbanos gerada no Brasil apresentar alto percentual de matéria orgânica (51,4%), segundo dados do Ministério do Meio Ambiente¹⁶, as experiências de compostagem no país são ainda incipientes. O resíduo orgânico, por não

¹⁶ Para esta estimativa, foram utilizados dados da composição gravimétrica média do Brasil, que são provenientes de 93 estudos de caracterização física, realizados entre 1995 e 2008.

ser coletado separadamente, acaba sendo encaminhado para disposição final (lixões, aterros controlados ou aterros sanitários), perdendo assim seu maior potencial de aproveitamento nas usinas de compostagem, uma vez que nesses locais não há a utilização de processos/métodos para aproveitamento do chorume e biogás gerado (ABRELPE, 2015).

Com relação às informações técnicas de percentual de compostagem, mercado e limitações, estudos da CEMPRE (2018) demonstram que, em 2015, cerca de 5%, do resíduo orgânico urbano gerado no Brasil foi reciclado ("compostado"). Em termos absolutos, tem-se 211 municípios brasileiros com unidades de compostagem, sendo que os Estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul possuem a maior concentração, 78 e 66 unidades respectivamente.

A partir da biodigestão anaeróbia obtém-se subprodutos como o biogás e um resíduo líquido rico em minerais que, pode ser utilizado como biofertilizante. O biogás é composto principalmente de metano e gás carbônico, ambos com ampla utilização na indústria, pois a combustão do metano libera energia térmica que pode ser convertida em outras formas de energia, o que dá ao biogás a conotação de Fonte de Energia Renovável. O uso do biogás como fonte de energia tem aumentado muito o seu valor de mercado e criando setores específicos como o de biodigestores (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013a).

Dentre as vantagens desse processo, estudo do BNDES (2014) destaca: a) aumento da vida útil do local de disposição final de resíduos; b) promove o aproveitamento agrícola da matéria orgânica pelo uso de composto orgânico no solo; c) os rejeitos podem ser dispostos nos aterros sanitários, reduzindo os problemas relativos à formação de gases e lixiviados; d) exige pouca mão de obra especializada; e) quando bem operadas, as unidades de compostagem não causam poluição atmosférica ou hídrica; e, f) geração de renda com a comercialização do composto no mercado.

Quanto as principais desvantagens da tecnologia, o estudo destaca que este processo: a) requer uma separação eficiente de resíduos e um tempo de processamento que pode chegar a seis meses; b) mercado para revender o composto; c) quando mal operada, os líquidos e gases gerados podem contaminar o meio ambiente e comprometer a qualidade de vida; d) os custos com a coleta diferenciada da fração orgânica dos RSU são altos; e, f) requer área relativamente grande para operação das leiras para maturação dos resíduos.

Em relação ao potencial de aproveitamento do biogás internacional, cita-se a Alemanha, como o primeiro *case* de importância mundial - com mais de 9.200 biodigestores comerciais em operação e com potencial de aproveitamento comercial completo deste segmento. Na Suécia, há a produção de biogás a partir de efluentes sanitários para uso como combustível no transporte público. Na Califórnia, nos Estados Unidos, existe um programa bem

consolidado de uso de biometano como combustível, com larga aplicação em locomotivas, caminhões e ônibus (Portal Resíduos Sólidos, 2013a).

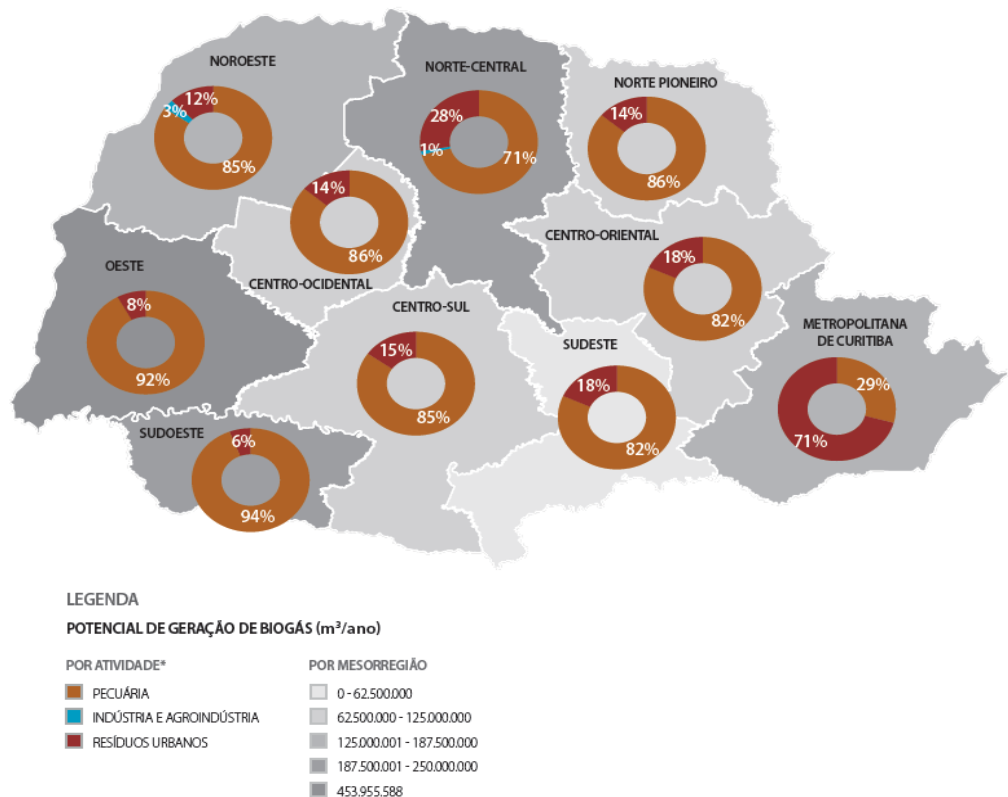
No Brasil, no entanto, tal como em outros setores, precisa-se desenvolver uma visão de longo prazo em relação à questão energética e de combustíveis, pois só assim será possível incentivar os investimentos e aproveitar todo o potencial do país com o biogás e o biometano, embora, aos poucos, o cenário apresenta sinais de mudanças, pois de 2015 para 2016, o biogás cresceu 30% na matriz elétrica brasileira e foi inaugurada a maior termelétrica a biogás da América Latina, instalada no aterro sanitário de Caieiras (SP). (CEMPRE, 2018; PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2013a).

Embora a apresentação de dados sobre se a capacidade de geração de biogás em âmbito local, seja incipiente, a partir de estudos da Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), foi possível apresentar o potencial de produção de biogás por mesorregião e distribuição segundo atividade produtiva (pecuária, agroindústria, indústria e resíduos urbanos). Tais resultados foram expostos na Figura 34.

Conforme apresentado, evidencia-se a partir desse gráfico, que a Indústria e Agroindústria são, entre as atividades avaliadas neste trabalho e excluindo os vegetais não lenhosos, a principal fonte potencial de energia elétrica gerada a partir do biogás no Estado. Os 9.947,12 GWh/ano potencialmente gerados pelos resíduos da atividade em um ano correspondem a 79,7% do potencial de geração de energia elétrica a partir do biogás no Paraná. Considerando a média do consumo de energia elétrica per capita no estado, calcula-se que a utilização dos resíduos da Indústria e Agroindústria poderia suprir energia elétrica para cerca de 3,8 milhões de habitantes, equivalente à soma da população da Região Metropolitana de Curitiba e Londrina (FIEP, 2016).

O estudo também revela que a Pecuária responde por 14,8% do potencial de geração de biogás e energia elétrica. Os 1.846,6 GWh/ano poderiam ser suficientes para suprir a energia elétrica de 709.000 habitantes, ou seja, equivalente à soma da população dos municípios de Cascavel e Maringá. No que diz respeito ao potencial de geração de energia a partir da industrialização dos RSUs, identifica-se que este tipo de resíduo configuram-se como a terceira maior fonte potencial de geração de energia elétrica a partir do aproveitamento do biogás. Com um potencial de 687,7 GWh/ano, obter-se-ia uma equivalente a população de Foz do Iguaçu (264.000 habitantes. Portanto, combinados os potenciais de geração de biogás da Pecuária, Indústria & Agroindústria e Resíduos Urbanos, obter-se-ia um potencial de geração de 12.481,4 GWh/ano, suficientes para suprir a demanda de 4.793.151 habitantes.

Figura 34 - Potencial de geração de biogás por mesorregião e distribuição desse potencial por atividade (pecuária, agroindústria e indústria e resíduos urbanos)



Em relação a estratificação por tipo de componente utilizado para produção de biogás e por mesorregião, demonstra-se que especificamente, no Oeste do Paraná, o potencial de geração de biogás depende, essencialmente da pecuária (92%) e dos resíduos sólidos urbanos (8%). Com efeito, mesmo havendo *cases* de sucesso na produção de biogás a partir do setor agropecuário (Condomínio Ajuricaba - Marechal Cândido Rondon – PR; Granja São Pedro Colombari, em São Miguel do Iguaçu – PR; e, o Projeto de Mobilidade a Biogás – Granja Haacke - Santa Helena – PR), os pequenos produtores normalmente não possuem recursos para a implantação de usinas de biogás individuais, as quais demandam um investimento inicial relativamente alto. Além disso, muitas vezes, os resíduos gerados por eles isoladamente não alcançam nem volume, nem continuidade favoráveis à biodigestão (FIEP, 2016).

Nesse contexto, segundo estudo apresentado, a parceria entre microempreendedores rurais de determinada região, que gerem resíduos orgânicos e tenham interesses em comum, configura uma alternativa para a aquisição de equipamentos, para a diminuição de custos primários e, por consequência, para a obtenção de escala apropriada à operação da tecnologia

do biogás. Ademais, a união entre pequenos produtores possibilita atingir os patamares determinados pela legislação atual para a comercialização do excedente de eletricidade proveniente do biogás. A oferta mínima juridicamente estabelecida é de 1MW, volume que empreendedores individuais poderiam não alcançar, restando a eles apenas a opção legal de compensação diante da sobra energética.

Dentre as possibilidades de negócios ainda elencadas pelo estudo, destaca-se que o estágio embrionário dessa tecnologia no país deixa em aberto muitas oportunidades para a utilização de biomassas descartadas não apenas nas áreas agrícolas, mas também urbanas e industriais. O sucesso das iniciativas de digestão anaeróbica na obtenção de biogás tem despertado cada vez mais atenção pela potencial diversificação da matriz energética do país, por meio da substituição de fontes não renováveis e do decréscimo da dependência de combustíveis importados (como diesel e gás natural).

No entanto, evidenciam-se alguns fatores limitantes para o progresso dessa tecnologia. Muitos dos equipamentos hoje disponíveis são adaptados para a indústria do biogás e não foram desenvolvidos especificamente para ela. Dentre as empresas especializadas, várias dependem de conhecimento técnico-prático estrangeiro na área de projetos e de instalação e a nítida a necessidade de geração de mão de obra especializada. Outro gargalo observado reside na obtenção de eletricidade a partir do biogás. Atualmente, não se tem uma produção ampla de motores e turbinas a gás no país. O avanço técnico e tecnológico da indústria nacional de biogás esbarra na falta de demanda, relacionada muitas vezes, à ausência de políticas regulatórias e de incentivo, quadro responsável por estabelecer um círculo vicioso (FIEP, 2016).

Segundo estudo do BNDES (2014), destaca, algumas das principais vantagens da utilização da produção do biogás são: a) aumento da vida útil dos aterros sanitários; b) redução da fração orgânica dos RSU, responsável pelos odores desagradáveis e geração de lixiviados de alta carga poluidora nos aterros sanitários; c) maior geração de biogás e metano devido às condições controladas de umidade e temperatura dos digestores; d) permite a coleta de todo o biogás gerado (em aterros o índice de recuperação pode variar de 20 a 40 %), reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa; e, e) em seu processamento tem-se a geração de produtos valorizáveis: biogás (energia e calor) e composto orgânico.

Contudo, as principais desvantagens desse tipo de aproveitamento são: a) a composição dos resíduos, que, pode variar dependendo da localização (zona de geração) e da estação do ano, podendo comprometer o processo de biodigestão anaeróbia e consequentemente a qualidade do biogás e do material digerido gerado; b) necessidade de etapa posterior (como compostagem) para bioestabilização dos resíduos digeridos; c) dificuldade na operação do

sistema, principalmente em termos de obstruções de canalização, principalmente em sistemas contínuos; e, d) necessidade de mão de obra qualificada para o processo de operação e monitoramento da planta;

O estudo ainda enfatiza que, a viabilidade econômica relacionada aos processos de digestão anaeróbia pode ser alcançada a partir da redução dos custos de disposição em aterro sanitário; geração de receita derivada da produção e comercialização de energia renovável e ainda a possibilidade de comercialização de créditos de carbono (pouco significativa no presente).

A partir da exposição acerca das tecnologias e tratamento de resíduos sólidos urbanos existentes e aplicáveis, tem-se que, no Brasil, comumente, utiliza-se como formas de disposição final de resíduos e rejeitos, o descarte em lixões ou aterros (89%). O aterro sanitário, cuja utilização vem se expandindo no Brasil, é a tecnologia universal de disposição final de resíduos sólidos urbanos, imprescindível, mesmo nos países onde existem outras tecnologias de tratamento (incineração, compostagem e reciclagem).

Atualmente, para se cumprir o que determina a PNRS, antes de encaminhar os resíduos sólidos ao aterro sanitário, deve-se primeiramente recicla-los, trata-los e/ou reutilizá-los, visando prolongar sua vida útil. Assim, devem ser enviados para o aterro sanitário apenas rejeitos, ou seja, os resíduos que não podem ser mais recuperados sob nenhuma forma, ou ainda, aqueles para os quais não existe mercado (BNDES, 2014).

Contudo, segundo estudos da ABRELPE (2015), 40% dos RSU coletados no país foram destinados à aterros sanitários; 31,8% à aterros controlados; e, 27,8% à lixões, ou seja, das 72,6 milhões de toneladas de RSU coletadas no Brasil, 59,6% ainda foram destinadas a locais impróprios, sem tratamento e aproveitamento adequado.

Na Região Sul, por sua vez, as principais tecnologias de tratamento de resíduos utilizadas foram a triagem de resíduos recicláveis para a indústria de recicláveis e a triagem de resíduos orgânicos para a compostagem. As experiências de compostagem são feitas com resíduos coletados de forma indiferenciada, limitando assim a qualidade do produto final, o composto. Não há plantas de aproveitamento energético, por meio da incineração, implantadas na Região.

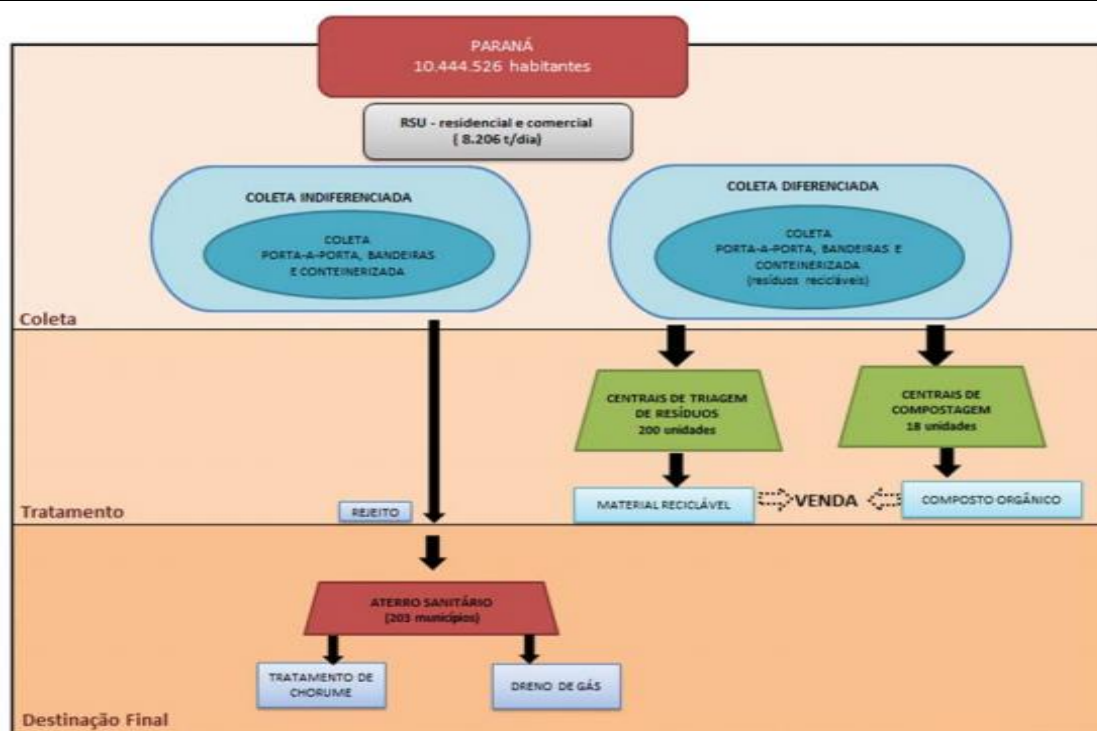
Vale destacar a existência de movimentos organizados contra iniciativas de incineração de RSU nos três Estados do Sul, e, nas Assembléias Legislativas do Paraná e do Rio Grande do Sul tramitam projetos de lei para a proibição da incineração de RSU. Embora a digestão anaeróbia de resíduos industriais com aproveitamento do biogás, principalmente de

resíduos da agroindústria e de frigoríficos, seja utilizada na Região Sul, o processo não está presente ainda em nenhum município para tratamento de RSU (BNDES. 2014).

Quanto as rotas tecnológicas, propriamente ditas, utilizadas para os RSU gerados na Região, o estudo ainda demonstra que, prevalece como principal, a coleta indiferenciada e encaminhamento de tais resíduos para aterros sanitários sem aproveitamento energético. Em alguns municípios da região, existe uma rota secundária com coleta diferenciada e triagem e, em pouquíssimos casos, a compostagem.

Para exemplificar essa afirmativa, foi apresentada na Figura 35, a rota tecnológica predominante no Estado do Paraná. Segundo exposto, verifica-se que, a coleta indiferenciada não contempla nenhuma forma de tratamento dos resíduos coletados e a disposição final ocorre impreterivelmente em aterros sanitários. Na coleta diferenciada, os resíduos são encaminhados à usinas de triagem do Estado (200 unidades) e de compostagem (18 unidades), nas quais os compostos recicláveis e orgânicos respectivamente são comercializados. Ao fim do processo, os rejeitos são encaminhados aos aterros sanitários municipais (203 unidades), nos quais é realizado o tratamento do chorume e captação do biogás gerado.

Figura 35 - Rota tecnológica predominante no Estado do Paraná



Fonte: BNDES, 2014.

Analogamente ao estudo, identificou-se que, no Estado do Paraná, 75,4% (301 municípios) dispõe os RSU em áreas de aterro sanitário devidamente licenciadas pelo IAP;

18,5% (74 municípios) dispõe em áreas de aterro controlado; e, 6% (24 municípios) dispõe em áreas de lixão. Na Mesorregião Oeste do Paraná, especificamente, 4% dos municípios destinam os resíduos à lixões, 20% à aterros controlados e 76% á aterro sanitários, ou seja, 24% dos municípios do Oeste Paranaense ainda utilizam disposição inadequada dos RSU gerados localmente (IAP, 2017).

Segundo estudo do BNDES (2014), a utilização de disposição em aterros sanitários apresenta como principais vantagens: a) possibilidade de se utilizar áreas já degradadas por outras atividades (área utilizada como pedreira); b) possibilidade de receber e acomodar rapidamente quantidades variáveis de resíduos, sendo bastante flexível; c) recebimento de resíduos de diversas naturezas (classe IIA e IIB); d) adaptável a comunidades grandes ou pequenas; e) apresentação de menores custos de investimento e operação que outras tecnologias; f) utilização de equipamentos e máquinas usadas em serviços de terraplanagem; g) simples operacionalização, não requerendo pessoal altamente especializado; h) possibilidade de aproveitamento energético do biogás; e, i) não causa danos ao meio ambiente se corretamente projetado e executado.

Quanto as principais desvantagens destacam-se: a) necessidade de grandes áreas para aterro, muitas vezes, longe da área urbana, acarretando despesas adicionais com transporte; b) possibilidade de desenvolvimento de maus odores; c) possibilidade de deslocamento de poeiras; d) alteração da estética da paisagem; e) diminuição do valor comercial da terra; f) interferência da meteorologia na produção de lixiviados que requisitam tratamento adequado; g) período pós-fechamento relativamente longo para a estabilização do aterro, incluindo efluentes líquidos e gasosos; e, h) controle dos riscos de impactos ambientais de longo prazo.

Assim, verifica-se que os atuais modelos de gestão empregados na região, não são capazes de sanar e solucionar as problemáticas ambientais relacionadas ao tratamento de RSU, haja visto que, mesmo após seis anos de implantação das exigências legais impostas pela PNRS, aproximadamente, um quarto dos municípios do Oeste do Paraná ainda não conseguiram se adequar a legislação vigente.

Tais resultados são corroborados pelo estudo de Bianco (2014) e pesquisa de campo realizada pela SEMA/PR e Consórcio EnVex-Engebio, em 2017, apresentados na Etapa 3 do presente trabalho. Segundo estudo, dentre os problemas citados pelos entrevistados, para a correta gestão dos RSU nos municípios estudados no Oeste do Paraná, destaca-se a falta de recursos específicos, o alto custo para a correta manutenção dos aterros sanitários; a falta de profissionais qualificados e a separação inadequada dos resíduos nas fontes geradoras, tornando o trabalho insalubre e muitas vezes inviável nos locais de destinação dos resíduos

municipais. Conclui-se então que, apenas a existência de legislações no país não é suficiente para que ocorram efetivas mudanças nos sistemas de gestão de RSU dos municípios.

Tais resultados da incapacidade de atendimento da legislação vigente, conforme evidenciado na seção 4.3, se deve ao fato de que, 63% dos municípios do Oeste do Paraná não conseguem pagar todos os custos de gestão e gerenciamento dos resíduos, somente cobrando um valor para a limpeza urbana e coleta de lixo, seja por meio de um tributo específico ou incluso em taxas já existentes (IPTU, conta de água ou energia elétrica).

Não obstante, para Silva (2015), a escolha da alternativa ou combinação de alternativas para tratamento/aproveitamento de RSU, dependerá das diretrizes, metas e orçamento estabelecidos nos planos municipais. Entretanto, deve-se considerar as seguintes premissas como importantes para a análise e escolha do modelo de tratamento de resíduos pretendido para a região: a) processamento de quantidades em escala adequada à demanda da região; b) atendimento à heterogeneidade dos RSU (matéria, forma, tamanho, densidade, umidade, periculosidade, nocividade); c) adoção de tecnologias consolidadas e em operação comercial no mundo ou aposta na inovação; d) custos de implantação, operação e manutenção; e) redução de volume e massa (aumento da vida útil dos aterros existentes e diminuição da necessidade de construção de novos); f) recuperação da energia contida nos RSU; g) comercialização dos produtos e subprodutos; h) destinação e custos das frações não tratadas e rejeitos dos processos; i) compatibilidade com os processos de coleta seletiva, reciclagem e inclusão de catadores; j) atendimento aos preceitos das Políticas Nacional e Estadual de RSU e Legislações Municipais; k) atendimento aos padrões de emissões (Resolução SEMA 079/2009); l) busca pela otimização nos custos de gestão dos RSU (menor preço do serviço de tratamento); e, m) otimização das logísticas de transporte, eliminação de transbordos e impactos decorrentes.

Para tanto, com base no exposto e segundo os estudos da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná - SUDERHSA (2007), MMA (2017), sugere-se como modelo para tratamento/aproveitamento/destinação final dos RSU à adoção de consórcio público entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos no gerenciamento de resíduos na região.

Assim, a implantação de um consórcio intermunicipal, cujo objetivo é a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, se configura como uma solução conjunta e uma alternativa à implantação de um aterro sanitário para cada município. Apesar do apelo inerente de possuir um aterro municipal individual, experiências com a construção e manutenção dos aterros revelam que, quanto menor o número de habitantes em um município, maior é o custo da gestão

de resíduos sólidos, o que faz dos consórcios públicos uma das soluções viáveis nas pequenas cidades (MMA, 2017).

Além disso, segundo o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo - SELUR; Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública - ABLP e PwC (2012), a criação de consórcio intermunicipal tende a produzir resultados bastantes positivos relacionados aos serviços de gestão de resíduos sólidos dos municípios, cabendo elencar alguns deles, a título de exemplo:

- a) Melhoria da qualidade da operação dos aterros, evitando que se tornem lixões e gerem desperdício do dinheiro público investido na sua implantação;
- b) Menor número de áreas utilizadas como aterros sanitários (possíveis focos de contaminação quando mal operados);
- c) Ganhos de escala de operação e rateio dos custos administrativos e operacionais;
- d) Otimização do uso de máquinas e equipamentos no aterro;
- e) Maior disponibilidade de recursos para proteção ambiental;
- f) Maior representatividade na solução de problemas locais;
- g) Aumento da capacidade de realização dos serviços e atendimento da população;
- h) Ações políticas de desenvolvimento urbano, socioeconômico local e regional; e,
- i) Aumento da transparência das decisões públicas perante a sociedade.

Tal cenário terá seu impacto positivamente afetado ao equalizar um sistema de tratamento que comporte as tecnologias e processos eficientes de separação diferenciada dos resíduos, nas etapas de pré-tratamento e valorização mecânica. Em seguida, deve-se empregar a utilização de mecanismos de tratamento/processamento para os resíduos orgânicos, gerando aproveitamento do biogás e biofertilizante gerado nos aterros e a comercialização dos resíduos recicláveis devidamente separados, prensados e aptos para o retorno no mercado e produção de bens, com mercado assegurado.

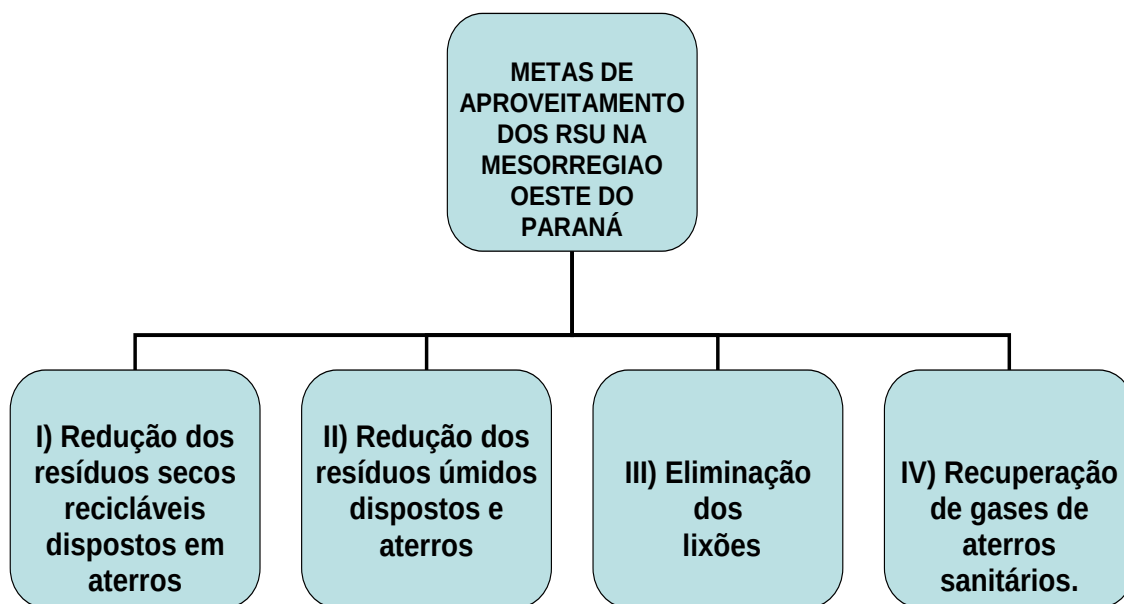
Assim, a partir do levantamento acerca das tecnologias e métodos de tratamento disponíveis no Brasil, estimou-se na Etapa 4.5, os custos de implantação e operação, por tipo de tecnologia de tratamento de resíduos a ser implantada nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná. Para tanto, as estimativas foram realizadas de forma individual (município) e para a proposição para implantação de consórcios intermunicipais, potencializando as medidas para aproveitamento energético, reciclagem, e destinação final de rejeitos em aterros sanitários, demonstrando assim a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental, condizente com a realidade da Mesorregião Oeste do Paraná.

4.5. PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DIFERENCIADO PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ

Para a proposição do modelo de gestão de RSU diferenciado, levou-se, em consideração o levantamento bibliográfico acerca das tecnologias e processos de gestão existentes e aplicáveis aos municípios brasileiros, conforme indicações técnicas da PNRS e estudos apresentados neste trabalho, bem como, as estimativas do potencial de geração de resíduos dos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná e as características econômicas, sociais e ambientais dos locais analisados.

Dentre as alternativas de tratamento e aproveitamento de resíduos consideradas e apresentadas, o presente estudo concluiu que, para o horizonte de tempo considerado, são mais adequadas à realidade dos municípios do Oeste Paranaense os que seguem: i) redução dos resíduos secos recicláveis dispostos em aterros sanitários; ii) redução de resíduos úmidos dispostos em aterros; iii) eliminação dos lixões; e, iv) recuperação de gases de aterros sanitários. Acredita-se que esses tratamento são mais viáveis e com maiores chances de sucesso para a realidade estudada, conforme exposto na Figura 36.

Figura 36: Metas de tratamento/aproveitamento de resíduos na Mesorregião Oeste do Paraná.



Fonte: Elaboração da Autora, 2017.

Destaca-se que, para fins deste estudo, não foram considerados os custos de logística da coleta seletiva nos municípios analisados, mas, parte-se do princípio de que esta deve

ocorrer, basicamente em três frações (secos, úmidos e outros). Dessa forma, maximiza-se o potencial de aproveitamento dos materiais submetidos aos processos de recuperação (ABRELPE, 2015).

Com base no exposto, a apresentação dos resultados acerca das estimativas dos custos de implantação de cada uma das formas de tratamento e aproveitamento de resíduos se deu através de duas formas. A primeira, contemplou a instalação de uma unidade de tratamento integrado de resíduos sólidos, com capacidade de atendimento do potencial de geração de resíduos orgânicos, recicláveis e rejeitos, gerados nos 50 municípios da Mesorregião. Na segunda estimativa, considerou-se os custos para implantação do sistema de gerenciamento, por meio da formação de consórcios entre municípios próximos, os quais seriam instalados nas três sedes microrregionais da região, ou seja, na microrregião de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo.

Segundo a Lei Federal N°12.305/2010 e ABRELPE (2015a), a formação de planejamento intermunicipal ou microrregional para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos, é de extrema importância para a sua efetividade, uma vez que muitos municípios, isoladamente, não apresentam condições que lhes permitam elaborar planos de gestão de resíduos completos, aplicáveis e sustentáveis. A ineficiência na gestão, nesse sentido, decorre principalmente da falta de capacidade técnica, gerencial e financeira dos pequenos municípios.

Nesse cenário, a regionalização destes serviços pode proporcionar economia nos custos em comparação a solução individualizada, e, em alguns casos possibilitar empreendimentos maiores, com viabilidade passa por uma escala mínima de atendimento, caso das unidades de incineração BNDES (2014) e ABRELPE (2015a).

Destaca-se que, para os cálculos das estimativas da distribuição dos investimentos totais de instalação (CAPEX) e operação (OPEX), por tipo de tecnologia implantada na Mesorregião, durante o ano de 2017, levou-se em consideração o potencial de crescimento populacional nos municípios e o potencial de geração de resíduos. Assim, foi estimado no período, um potencial de geração de RSU de 291,2 mil toneladas (809 ton./dia), das quais, 66,9 mil correspondem aos resíduos secos (recicláveis), 200 mil toneladas aos resíduos úmidos (orgânicos) e cerca de 23 mil toneladas foram classificadas como outros tipos de resíduos (rejeitos).

Mediante isto, foi apresentado na Tabela 9, os resultados obtidos para as estimativas dos custos para atendimento das quatro metas de gerenciamento dos RSU. Para atendimento destas, estimou-se os custos para universalizar as estruturas de recepção e triagem por meio da implantação de Pontos de Entrega Voluntários (PEVs) e galpões de triagem nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.

Em relação aos custos de implantação dos PEVs para entrega de materiais recicláveis nos municípios do Oeste Paranaense, identificou-se que seria necessária a aplicação, inicial, de R\$1.148 mil, durante o ano de 2017, ou seja, uma média de investimento de R\$22.963,96/município/ano.

No que diz respeito aos investimentos segregados por município, os maiores custos foram verificados em Cascavel (R\$283,72 mil), Foz do Iguaçu (R\$227,7 mil), Toledo (R\$121,35 mil), Marechal Cândido Rondon (R\$45,79mil), Medianeira (R\$40,08 mil), Assis Chateaubriand (R\$29,38mil), Guaíra (R\$28,84 mil) e Palotina (R\$27,61 mil). Destaca-se que, esses são os montantes de investimento para implantação de apenas um PEVs por município.

Contudo, estudos do BNDES (2014) e ABRELPE (2015a) indicam, como ideal, a instalação de pelo menos um PEV a cada 100 mil habitantes. Nesse caso, no município de Cascavel seriam necessários pelo menos 3 PEVS e 2 em Foz do Iguaçu. Assim, os custos de implantação desse tipo de empreendimento nesses municípios passariam a ser de R\$851,16 mil e de R\$455,4 mil, respectivamente, totalizando um custo de R\$1.943mil, na região. Nos demais municípios, a instalação de um PEV é tida como suficiente, dado o contingente populacional e potencial de geração de resíduos estimados para os mesmos.

A estimativa dos custos de instalação e operação dos galpões de triagem e beneficiamento primário (GTB) de recicláveis na Mesorregião Oeste Paranaense, apresentou como resultado um investimento inicial, na ordem de R\$832,8 mil. Desse total, R\$68,7mil (8,24%) representam os custos de instalação, e, R\$764,07 mil (91,7%) os custos de operação.

Em relação ao investimento por município, identificou-se que, esses custos de instalação e operação seriam, em ordem decrescente, mais expressivo nos municípios de: Cascavel (R\$50,8 mil), Foz do Iguaçu (R\$32,7 mil), Toledo (R\$9,30mil), Marechal Cândido Rondon e Medianeira (R\$1,32mil), Assis Chateaubriand (R\$1,01 mil), Guaíra (R\$0,545mil) e Palotina (R\$0,526 mil). Os custos relacionados aos demais municípios podem ser analisados, conforme resultados apresentados na Tabela.

Tabela 9 - Investimentos por tipo de tecnologia de gestão de RSU implantada nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná (em R\$/mil.)

Município	PEVs	Sistema de Triagem		Sistema de Compostagem		Aterro Sanitário		Biogás	
		CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX
Anahy	2,49	0,32	3,59	0,02	0,49	10,77	70,20	57,32	0,001
Assis Chateaubriand	29,38	45,02	500,42	2,27	68,01	127,10	828,35	676,35	0,014
Boa Vista da Aparecida	6,78	2,40	26,62	0,12	3,62	29,32	191,07	156,01	0,003
Braganey	4,87	1,24	13,73	0,06	1,87	21,05	137,19	112,02	0,002
Cafelândia	15,67	12,81	142,39	0,65	19,35	67,80	441,87	360,79	0,008
Campo Bonito	3,55	0,66	7,31	0,03	0,99	15,36	100,11	81,74	0,002
Capitão Leônidas Marques	13,80	9,93	110,32	0,50	14,99	59,68	388,94	317,57	0,007
Cascavel	283,72	4.197	46.654	211,37	6.340	1.227	7.998	6.530	0,139
Catanduvas	9,00	4,22	46,89	0,21	6,37	38,91	253,58	207,05	0,004
Céu Azul	10,27	5,50	61,08	0,28	8,30	44,40	289,39	236,29	0,005
Corbélia	14,94	11,64	129,42	0,59	17,59	64,63	421,26	343,96	0,007
Diamante do Sul	3,05	0,49	5,40	0,02	0,73	13,20	86,02	70,24	0,001
Diamante D'Oeste	4,60	1,10	12,26	0,06	1,67	19,90	129,68	105,88	0,002
Entre Rios do Oeste	3,92	0,80	8,91	0,04	1,21	16,95	110,50	90,23	0,002
Formosa do Oeste	6,09	1,93	21,46	0,10	2,92	26,32	171,55	140,07	0,003
Foz do Iguaçu	227,70	2.703	30.048	136,14	4.083	984,87	6.418	5.241	0,111
Guaíra	28,84	43,38	482,12	2,18	65,52	124,75	813,07	663,87	0,014
Guaraniaçu	11,64	7,06	78,50	0,36	10,67	50,34	328,09	267,89	0,006
Ibema	5,56	1,61	17,92	0,08	2,43	24,05	156,74	127,98	0,003
Iguatu	1,99	0,21	2,29	0,01	0,31	8,59	56,01	45,73	0,001
Iracema do Oeste	2,10	0,23	2,56	0,01	0,35	9,09	59,23	48,36	0,001
Itaipulândia	9,67	4,88	54,20	0,25	7,37	41,83	272,60	222,58	0,005
Jesuítas	7,58	2,99	33,27	0,15	4,52	32,77	213,59	174,40	0,004
Lindoeste	4,33	0,98	10,85	0,05	1,47	18,71	121,96	99,58	0,002

continua ...

Marechal Cândido Rondon	45,79	109,34	1.215,28	5,51	165,16	198,06	1.290,88	1.054,01	0,022
Maripá	4,96	1,28	14,27	0,06	1,94	21,46	139,90	114,23	0,002
Matelândia	15,54	12,60	140,02	0,63	19,03	67,23	438,17	357,77	0,008
Medianeira	40,08	83,75	930,83	4,22	126,50	173,34	1.129,75	922,45	0,020
Mercedes	4,81	1,20	13,39	0,06	1,82	20,79	135,51	110,64	0,002
Missal	9,41	4,61	51,29	0,23	6,97	40,69	265,19	216,53	0,005
Nova Aurora	9,64	4,85	53,87	0,24	7,32	41,70	271,78	221,91	0,005
Nova Santa Rosa	7,16	2,67	29,70	0,13	4,04	30,96	201,81	164,78	0,003
Ouro Verde do Oeste	5,24	1,43	15,93	0,07	2,16	22,68	147,79	120,67	0,003
Palotina	27,61	39,74	441,68	2,00	60,03	119,40	778,22	635,42	0,013
Pato Bragado	4,84	1,22	13,59	0,06	1,85	20,95	136,52	111,47	0,002
Quatro Pontes	3,51	0,64	7,14	0,03	0,97	15,18	98,92	80,77	0,002
Ramilândia	3,88	0,78	8,71	0,04	1,18	16,77	109,29	89,23	0,002
Santa Helena	22,91	27,37	304,19	1,38	41,34	99,09	645,84	527,33	0,011
Santa Lúcia	3,39	0,60	6,67	0,03	0,91	14,68	95,65	78,10	0,002
Santa Tereza do Oeste	8,99	4,22	46,87	0,21	6,37	38,90	253,50	206,99	0,004
Santa Terezinha de Itaipu	20,30	21,50	238,92	1,08	32,47	87,82	572,36	467,34	0,010
São José das Palmeiras	3,27	0,56	6,19	0,03	0,84	14,13	92,12	75,22	0,002
São Miguel do Iguaçu	23,96	29,93	332,63	1,51	45,21	103,62	675,35	551,43	0,012
São Pedro do Iguaçu	5,37	1,50	16,69	0,08	2,27	23,21	151,28	123,52	0,003
Serranópolis do Iguaçu	3,98	0,83	9,20	0,04	1,25	17,23	112,32	91,71	0,002
Terra Roxa	15,31	12,22	135,87	0,62	18,46	66,23	431,62	352,42	0,007
Toledo	121,35	767,84	8.534	38,67	1.159	524,87	3.420	2.793	0,059
Três Barras do Paraná	10,59	5,85	65,00	0,29	8,83	45,81	298,55	243,77	0,005
Tupãssi	7,15	2,66	29,61	0,13	4,02	30,92	201,51	164,54	0,003
Vera Cruz do Oeste	7,63	3,04	33,78	0,15	4,59	33,02	215,20	175,72	0,004
Oeste Paranaense	1.148	68.743,97	764.077,39	3.461,68	103.839,77	4.966,30	32.368,00	26.428,65	0,561

Fonte: Resultados da pesquisa a partir da ABRELPE, 2015.

Para atendimento da segunda meta, redução do percentual de resíduos úmidos dispostos em aterros sanitários, estimou-se os custos para instalação de usinas de compostagem nos municípios do Oeste do Paraná. Considerando que, os municípios analisados apresentam alto percentual de matéria orgânica (69%), a compostagem é vista como uma das forma de tratamento mais indicado para este tipo de resíduo, embora, ainda pouco utilizado no País. Dentre os fatores limitantes, destacam-se a alta demanda por gestão técnica robusta, monitoramento constante, e, a indicação de instalações de grande porte, proporcionando, desta forma, ganhos de escala na produção (ABRELPE, 2015a).

Nesse cenário, as estimativas dos custos de instalação e operação das unidades de compostagem nos municípios do Oeste Paranaense requerem um investimento inicial total de R\$ 107,3 mil. Sendo que, os valores de operação da usina representam cerca de 96% do total investido (R\$ 103.839 mil) e os de implantação 3,22% (R\$ 3.461 mil), dados em parte, pelo fatores limitantes de operação deste tipo de empreendimento.

Em relação aos municípios, verifica-se que o montante total (instalação CAPEX + operação OPEX) é mais expressivo nos municípios de Cascavel (R\$ 6,55 mil), Foz do Iguaçu (R\$ 4,21mil), Toledo (R\$ 1,19mil), Marechal Cândido Rondon (R\$0,170mil), Medianeira (R\$ 0,130 mil), Assis Chateaubriand (R\$ 0,070 mil), Guaíra (R\$ 0,067mil) e Palotina (R\$ 0,620 mil).

A terceira meta levou em consideração o exposto na PNRS de que, nenhum RSU pode ser disposto em lixões ou aterros controlados. Assim, estimou-se na Mesorregião, os custos referentes à construção dos aterros sanitários em todos os municípios, conforme dados apresentados em estudos da ABRELPE (2015a) e BNDES (2014).

Assim, o levantamento dos custos relacionados a implantação e operação deste tipo de aterros nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, resultou num investimento total de R\$37.334,3 mil, sendo que, R\$4.966,3 mil correspondem aos custos de instalação e, R\$32.368 mil aos investimentos em operação.

Em relação aos municípios, tal como ocorrido nos custos estimados anteriormente, os custos totais são mais impactantes, nos municípios de Cascavel (R\$9.225,4 mil), Foz do Iguaçu (R\$7.403,7 mil), Toledo (R\$3.945,7mil), Marechal Cândido Rondon (R\$1.488,9mil) Medianeira (R\$1.303 mil), Assis Chateaubriand (R\$0,955 mil), Guaíra (R\$0,937 mil) e Palotina (R\$0,897 mil). Os custos relacionados

aos demais municípios podem ser analisados na íntegra, conforme dados apresentados na Tabela 10.

A quarta meta proposta, considera a recuperação e captação de gases em aterros sanitários. Para tanto, estimou-se, para a recuperação energética do biogás gerado a partir dos resíduos depositados nos aterros sanitários dos municípios do Oeste do Paraná, os custos para instalação de motores recíprocos de Combustão Interna (CI), segundo estimativas dos projetos de geração de eletricidade da ABRELPE (2015a).

Com isso, obteve-se que, o montante de investimento inicial seria na ordem de R\$26,429 mil, sendo que R\$26,428 correspondem aos custos de instalação (CAPEX) e R\$0,561 mil aos de operação (OPEX). Em relação aos municípios, esses custos são mais expressivos nas cidades com maior contingente populacional e consequentemente, maior potencial de geração de RSU na região, ou seja, caso de: Cascavel (R\$6,530 mil), Foz do Iguaçu (R\$5,241 mil), Toledo (R\$2,793 mil), Marechal Cândido Rondon (R\$1,054 mil), Medianeira (R\$0,922 mil), Assis Chateaubriand (R\$0,676 mil), Guaíra (R\$0,663 mil) e Palotina (R\$0,635 mil).

Considerando o potencial de crescimento populacional nos municípios da Mesorregião Oeste Paranaense, foi apresentada na Tabela 10, a distribuição de investimentos totais de instalação (CAPEX) e operação (OPEX), por tipo de tecnologia implantada na Mesorregião, durante os anos de 2017 e 2030.

Com base nos resultados apresentados, e, obedecendo às metas preliminares estipuladas pelo Planares, estimou-se que, seria necessário um investimento de R\$79,29 milhões para implantação da infraestrutura adequada, para receber e tratar os resíduos gerados anualmente em todos os municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, por meio de um sistema integrado de tecnologias e processos de gerenciamento.

Para cumprir as metas finais de destinação de resíduos sólidos, seriam necessários cerca de R\$3,18 milhões adicionais, para ampliação das infraestruturas de reciclagem, compostagem e captação de biogás totalizando, até 2030, totalizando assim, um montante de R\$ 82,47milhões.

Ressalta-se que os gastos em implantação (CAPEX) totais serão diluídos ao longo da vida útil das tecnologias implantada, que, segundo base metodológica, seria de 20 anos. Nesse caso, os investimentos anuais, na mesorregião, seriam na ordem de R\$4,123 milhões/ano, considerando os valores estimados até 2030.

Tabela 10 - Total da distribuição de investimentos, por tipo de tecnologia implantada na Mesorregião Oeste do Paraná (em R\$ milhões)

2017									
Sistema de Triagem		Compostagem		Aterros Sanitários		Biogás		Total	
CAPEX	OPEX*	CAPEX	OPEX*	CAPEX	OPEX*	CAPEX	OPEX*	CAPEX	OPEX*
68,74	764	3.461	103.839	4.966	32.368	2.114	0,00004	79,29	900,28
2030									
Sistema de Triagem		Compostagem		Aterros Sanitários		Biogás		Total	
OPEX									
CAPEX	*	CAPEX	OPEX*	CAPEX	OPEX*	CAPEX	OPEX*	CAPEX	OPEX*
2,76	30,64	0,14	4,16	0,20	1,30	0,08	0,00002	82,47	936

*Investimentos anuais. Fonte: Resultados da Pesquisa a partir da ABRELPE, 2015.

Conforme exposto, uma vez pronta a infraestrutura instalada necessária para o atendimento da metas previstas, estimou-se os custos de operação dos sistemas de gestão dos RSU a serem implantados. Inicialmente, os investimentos seriam na ordem de R\$900,28 milhões. A partir da instalação da infraestrutura necessária para atendimento das metas finais, estimou-se a necessidade de ampliação dos investimentos em cerca de R\$36 milhões, ou seja, os custos operacionais passariam para R\$936,28 milhões, até 2030.

Quanto aos custos relacionados a cada tipo de tecnologia implantada, verificou-se que, durante o ano de 2017, nos sistemas de triagem seriam investidos, na implantação cerca de R\$68,74 milhões, e, mais R\$764,07 milhões para manutenção/operação. Na usina de compostagem os gastos em implantação seriam de cerca de R\$3,46 milhões e de operação seria de aproximadamente R\$103,8 milhões ao ano. Já o custo para implantação e implementação dos aterros sanitários na região seriam na ordem de R\$4.966 milhões e um custo operacional de R\$32.368 milhões/ano. Por fim, os investimentos para a implantação de motores recíprocos de Combustão Interna (CI) para a recuperação energética do biogás gerado nos aterros sanitários seria de R\$2.114 milhões e os custos operacionais de R\$0,00004 milhões (R\$44,85/ano).

Para a ampliação dos serviços de triagem na região serão necessários investimento adicionais de R\$2,76 milhões em infraestrutura e de R\$30,64 milhões em operações dos sistemas. Para as usinas de compostagem o investimento complementar em infraestrutura será de R\$0,14 milhões, e, em operação será de R\$4,16 milhões/ano. Nos aterros sanitários, dado aumento populacional estimado para o período, e, conseqüentemente o aumento do potencial de geração dos RSUs gerados, estima-se a

necessidade para ampliação/adaptação da infraestrutura, um investimento na ordem de R\$0,20 milhões, e na operação de cerca de R\$1,30 milhões. Para a captação de biogás, a ampliação nos investimentos em infraestrutura será na ordem de R\$0,08 milhões e em operação será de cerca de R\$0,000002 milhões.

Com base nos resultados apresentados nessa seção, pode-se afirmar que, nos municípios do Oeste Paranaense os altos custos de gerenciamento dos sistemas de gestão, inviabilizam a correta manutenção dos serviços e até mesmo o atendimento da prerrogativas de gestão presentes na PNRS/2010. Conforme exposto na Seção 4.3, a utilização do atual modelo de cobrança ou a fixação da distribuição de, no mínimo de 60% do recurso total arrecadado com o IPTU, para o gerenciamento de resíduos nestes municípios, não assegura a disponibilidade de recursos suficientes para arcar com o custo total quanto a prestação dos serviços de coleta, transporte, tratamento e/ou aproveitamento eficiente dos RSU na mesorregião analisada.

Tal afirmativa foi corroborada a partir dos resultados apresentados na Tabela 11, na qual estão relacionados os custos totais para implantação e operação do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos (SIGR) na Mesorregião Oeste do Paraná. Nesta estimativa, contemplou-se o valor dos investimentos totais em implantação de PEVS, sistema de triagem e compostagem, aterros sanitários e captação de biogás, o montante de recursos arrecadados com a cobrança de taxas específicas para o gerenciamento de resíduos nos municípios analisados e o saldo (negativo ou positivo) do montante de recursos necessários para a implementação do SIGR do Oeste do Paraná.

Considerando os dados apresentados nos questionários dos 19 municípios analisados na Mesorregião Oeste do Paraná e os custos estimados para a implantação de um sistema integrado de gerenciamento de resíduos, identificou-se que, à exceção do município de Santa Terezinha de Itaipu, que apresentou saldo positivo entre o montante de recursos arrecadados com taxas para gestão dos RSU e o valor entre os custos do SIGR, os demais municípios analisados, não conseguem arcar com os encargos relacionados a implantação dos sistemas de gerenciamento de forma individual, na região. Contudo, só seria possível auferir uma receita maior e de destinação direta na gestão dos RSU caso houvessem alterações na forma de tributação da prestação desse tipo de serviço pelas entidades governamentais.

Tabela 11 - Comparação entre os valores arrecadados com taxas específicas para gerenciamento de resíduos e custos estimados para o Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos (SIGR) nos municípios do Oeste do Paraná (em R\$)

Município	Taxas arrecadadas (R\$/ano)	Custo SIGR de RSU	Saldo entre SIGR e Taxas arrecadadas
Cafelândia	-	1.061.336,81	- 1.061.336,81
Capitão Leônidas Marques	-	915.721,85	- 915.721,85
Cascavel	20.161.500,00	73.443.617,9	- 53.282.117,96
Catanduvas	-	566.229,83	- 566.229,83
Céu Azul	363.408,19	655.511,13	- 292.102,94
Foz do Iguaçu	10.521.183,97	49.844.687,5	- 39.323.503,57
Guaíra	-	2.223.758,07	- 2.223.758,07
Iguatu	-	115.136,2799	- 115.136,28
Iracema do Oeste	-	121.936,4224	- 121.936,42
Marechal Cândido Rondon	3.922.992,23	4.084.047,15	- 161.054,92
Missal	335.183,78	594.913,69	- 259.729,91
Quatro Pontes	86.771,19	207.158,69	- 120.387,50
Ramilândia	11.000,00	229.888,71	- 218.888,71
Santa Terezinha de Itaipu	1.639.653,00	1.441.804,14	197.848,86
São José das Palmeiras	22.159,91	192.363,79	- 170.203,88
Serranópolis do Iguaçu	145.435,64	236.559,21	- 91.123,57
Terra Roxa	-	1.032.763,05	- 1.032.763,05
Toledo	7.871.664,84	17.360.991,9	- 9.489.327,06
Três Barras do Paraná	197.016,00	678.695,43	- 481.679,43
Total	45.277.968,75	155.007.121	- 109.729.152,91

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Como reflexo dessas distorções financeiras na gestão de RSUs, tem-se, segundo informações coletadas via questionários e dados disponibilizados pelo IAP (2017), que nestes municípios, a forma de tratamento e destinação final ocorre a partir da implantação de aterros sanitários, com problemas para manutenção das atividades de gerenciamento e tratamento necessários a esse tipo de destinação de RSU, bem como a implantação de algumas iniciativas de reciclagem e compostagem, nas quais não existem processos de agregação de valor para a comercialização, inviabilizando o empreendimento como um todo, onera a fonte de recursos dos municípios e impacta, principalmente, no não atendimento das prerrogativas da PNRS/2010, principalmente pela presença de destinação de resíduos em aterros controlados e/lixões em 24% dos municípios do Oeste do Paraná.

Nesse cenário, embora legislativamente não exista, ainda, uma forma de restrição clara e eficiente, que incentive a adequação destes municípios a PNRS, o que se verifica é que, o Governo Federal, em articulação com o Ministério Público Federal,

busca estabelecer uma estratégia de negociação dos prazos de encerramento dos lixões por meio de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) com as prefeituras municipais.

Não obstante, a PNRS/2010 prevê que os materiais passíveis de reaproveitamento, reciclagem ou tratamento, por meio de tecnologias economicamente viáveis (como resíduos recicláveis ou orgânicos) não podem mais ser encaminhados para a disposição final, em aterros sanitários. Assim, para dispor somente rejeitos nestes aterros, os municípios devem possuir/adequar-se a um sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos, incluindo coleta seletiva, sistema de triagem e compostagem para o tratamento de resíduos orgânicos, de forma a enviar o mínimo destes resíduos para o aterro sanitário.

Em contrapartida, verifica-se na Política Nacional que o fator condicionante para o acesso a recursos da União ou por ela controlados, é a elaboração de planos de gestão de resíduos sólidos por parte dos estados e municípios, os quais são instrumentos importantes para o atendimento da lei e o ordenamento local da gestão de resíduos sólidos.

Nesse caso, segundo dados disponibilizados via questionários, verificou-se que, 63% dos municípios analisados no Oeste do Paraná, afirmam ter o Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS), sendo que os mais antigos são oriundos dos municípios de Ramlândia e Capitão Leônidas Marques, com publicação inicial em 2005. No entanto, não verificou-se nenhum relato de previsão para atualização/revisão dos mesmos. Os demais planos datam entre os anos de 2006 e 2014, sendo que em sua maioria (41%) só foram organizados a partir de 2010, ou seja, após a implantação da PNRS.

Embora a PNRS apresente uma flexibilização dos prazos para adequação das esferas administrativas as suas prerrogativas, aos municípios que não se adequaram, especificamente, em seu art. 55, definiu-se que, a partir de 2 de agosto de 2012, os estados e municípios que não tiverem seus planos elaborados não poderão mais ter acesso a recursos da União, ou por ela controlados, para serem utilizados em empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos. Como reflexo dessa imposição, segundo Bianco (2014), os Planos Municipais, seja de gerenciamento de Resíduos ou de Saneamento Básico, que também contemplam algumas das especificidades dessa gestão, disponibilizados pelos municípios, são, em sua maioria, superficiais, sem muitas informações e dados específicos quanto a gestão dos RSU, bem como quais são os principais problemas e soluções adotadas pelos entes federados e municipais para a minimização dos impactos gerados ao meio ambiente pela geração de RSU.

O estudo ainda demonstrou que, corriqueiramente, nas etapas que tratam do diagnóstico, elaboração e execução dos planos, tais informações são simplesmente retiradas das diretrizes da PNRS, Lei Federal Nº 12.305/2010, e, da Lei de Saneamento Básico, Lei Federal Nº 11.445/2007, situação verificada em todos os PMSB e PGRSU consultados. Contudo, destaca-se que, segundo os municípios, esta fragilidade dos PGRS municipais são reflexo da falta de recursos para a execução e apresentação de soluções para os problemas ambientais, especificamente sobre a gestão dos RSU. Como solução, alguns municípios propõem a realização de consórcios entre os mais próximos para que sejam implantados aterros sanitários, usinas de reciclagem, indústria de transformação de resíduos, dado o alto custo de gerenciamento e manutenção desses empreendimentos.

A partir da apresentação das estimativas dos custos para a implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos integrado, baseado no potencial de geração de resíduos, anual, nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná (Tabela 13), evidenciou-se a incapacidade econômico-financeira dos municípios da Mesorregião em arcar com os custos do gerenciamento na cadeia de gestão dos resíduos nos municípios analisados.

Nesse cenário, se configura como uma possível solução para os municípios do Oeste Paranaense, inclusive sinalizada pela PNRS/2010, a regionalização dos serviços de coleta e tratamento de resíduos, por meio do incentivo à adoção de consórcios ou outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos no uso de tecnologias de gerenciamento de resíduos. Caso permaneça o atual modelo de cobrança para a manutenção dos serviços de gestão de RSU (basicamente via IPTU), grandes serão as dificuldades da maioria dos municípios em conseguirem arcar com os custos de um gerenciamento de resíduos correto e eficiente, dado aumento populacional, geração de resíduos, desenvolvimento de novas tecnologias de gestão de resíduos e formação de equipe técnica qualificada.

Assim, a opção apresentada, que contempla a estimativa de custos para implantação de sistemas integrados de gerenciamento por microrregião, levou em consideração, para a elaboração da proposta, a população residente em cada microrregião e o potencial de geração total de resíduos. Quanto a localização do SIGR, sugere-se que os consórcios sejam implantados nos municípios sede microrregional de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo.

Para a estimativa levou-se em consideração os estudos do BNDES (2014) e ABRELPE (2015). Nesse cenário, a regionalização destes serviços pode proporcionar

economia nos custos em comparação a solução individualizada, e, em alguns casos possibilitar empreendimentos maiores, com viabilidade passa por uma escala mínima de atendimento, caso das unidades de incineração.

A partir das estimativas do potencial de geração de resíduos, apresentado na seção 4.2, identificou-se que, nos 18 municípios que compõem a Microrregião de Cascavel, a geração diária de resíduos é de cerca de 294 toneladas de RSU; na microrregião de Foz do Iguaçu, composta por 11 municípios a geração diária seria de 262 ton./dia; e, na microrregião de Toledo, composta por 21 municípios, a geração diária seria de 255,5 ton./dia, totalizando uma geração diária de 811,5 toneladas, considerando como ano base 2017.

Com efeito, na Tabela 12 foram apresentados os custos estimados para a implantação e operação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos (SIGR) consorciado na Microrregião de Cascavel. Segundo exposto, o custo total estimado para a implantação do SIGR seria de R\$14.914 milhões. Desse total, R\$417.214,00 (2,79%) corresponde aos custos estimados para instalação de PVEs; R\$ 143.465,00 (0,96%) aos custos de implantação e operação do sistema de triagem e beneficiamento primário de recicláveis; R\$18.507,00 (0,12%) à instalação e operação do sistema de compostagem; R\$13.566.951,00 (90%) corresponderam aos custos estimados para a implantação e operação do aterro sanitário; e, R\$768.330,00 (5,15%) corresponde aos custos estimados para a instalação do sistema de captação de biogás no aterro consorciado.

Considerando que esta é uma microrregião composta por 18 municípios, caso os custos fossem rateados igualmente entre todos os integrantes, o valor anual seria de R\$509.952,06/município. Contudo esta não seria uma forma justa de distribuição dos custos, pois se considerarmos a participação, por município, em relação ao contingente populacional e o potencial de geração de resíduos, somente o município de Cascavel responde por 68% dos custos estimados para a microrregião.

Os resultados sobre a estimativa dos custos de implantação e operação do SIGR na Microrregião de Foz do Iguaçu, foram apresentados na Tabela 13. Para a implantação do sistema de gerenciamento de resíduos na Microrregião, estimou-se que, seria necessário um investimento inicial de R\$ 12,987 milhões. Desse total, R\$364.216,00 (2,80%) corresponde aos custos estimados para instalação de PVEs; R\$ 97.080,00 (0,74%) aos custos de implantação e operação do sistema de triagem e beneficiamento primário de recicláveis; R\$12.508,00 (0,09%) à implantação e operação do sistema de

compostagem; R\$11.842.718,00 (91%) corresponderam aos custos estimados para a implantação e operação do aterro sanitário; e, R\$670.683,00 (5,16%) corresponde aos custos para a instalação do sistema de captação de biogás no aterro.

Em relação ao rateio dos custos, caso fossem segregados igualmente entre os 10 municípios, o investimento seria de R\$1.298 milhão/município. Contudo, verifica-se que, em relação a participação entre os investimentos/município e total, o custo de implantação e operação da cidade de Foz do Iguaçu corresponde a 63% do total investido e de Medianeira a 11%. Ou seja, apenas dois municípios são responsáveis pela geração de 74% dos resíduos da microrregião e, consequentemente, detentoras dos maiores contingentes populacionais.

Os resultados sobre a estimativa dos custos de implantação e operação do SIGR na Microrregião de Toledo, foram apresentados na Tabela 14. Segundo estimativas, o custo para implantação do SIGR na Microrregião seria na ordem de R\$13,130 milhões. Desse total, R\$370.279,00 (2,81%) corresponde aos custos estimados para instalação de PVEs; R\$ 35.761,00 (0,27%) aos custos de implantação e operação do sistema de triagem e beneficiamento primário de recicláveis; R\$4.608,00 (0,03%) à implantação e operação do sistema de compostagem; R\$12.039.843,00 (91,6%) corresponderam aos custos estimados para a implantação e operação do aterro sanitário; e, R\$681.746,00 (5,19%) corresponde aos custos para a instalação do sistema de captação de biogás no aterro consorciado.

Destaca-se que na Microrregião de Toledo houve a inserção do município de Vera Cruz, que originalmente compunha a microrregião de Foz do Iguaçu. Tal modificação levou em consideração a restrição da distância de 100 Km para transporte e destinação dos RSU a um SIGR. Com isso, rateando os custos totais entre os 22 municípios componentes do suposto consórcio, o investimento inicial seria de R\$596.924,59/município. Em relação a participação individual no investimento, destaca-se que, Toledo seria responsável por 33% do total investido, seguido dos municípios de Marechal Cândido Rondon (12%), Assis Chateaubriand e Guairá (8%).

Tabela 12 - Estimativa dos Custos de investimentos para implantação do SIGR na Microrregião de Cascavel, 2017

Município	Instalação PEVs	Unidades de Triagem		Unidades de Compostagem		Aterro Sanitário		Biogás		SIGR (Milhões R\$)
		CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	
Anahy	2.548,18	0,94	10,45	0,05	1,42	11.021	71.833	4.692,23	0,10	0,09
Boa Vista da Aparecida	6.974,07	7,04	78,30	0,35	10,64	30.164	196.600	12.842,05	0,27	0,25
Braganey	5.094,61	3,76	41,79	0,19	5,68	22.035	143.618	9.381,21	0,20	0,18
Cafelândia	15.155,36	33,27	369,77	1,68	50,25	65.551	427.233	27.907,08	0,59	0,54
Campo Bonito	3.882,11	2,18	24,26	0,11	3,30	16.791	109.437	7.148,52	0,15	0,14
Capitão Leônidas Marques	13.747	27,37	304,26	1,38	41,35	59.462	387.546	25.314,69	0,54	0,49
Cascavel	283.701	11.657	129.576	587,05	17.609	1.227.095	7.997.631	522.408	11,08	10,19
Catanduvas	9.104,30	12,01	133,44	0,60	18,14	39.378	256.652	16.764,66	0,36	0,32
Corbélia	14.902,83	32,17	357,55	1,62	48,59	64.459	420.114	27.442,07	0,58	0,53
Diamante do Sul	3.089,32	1,38	15,36	0,07	2,09	13.362	87.088	5.688,68	0,12	0,11
Guaraniaçu	12.881,70	24,04	267,15	1,21	36,31	55.717	363.138	23.720,37	0,50	0,46
Ibema	5.575,91	4,50	50,05	0,23	6,80	24.117	157.186	10.267,49	0,22	0,20
Iguatu	1.977,13	0,57	6,29	0,03	0,86	8.551	55.735	3.640,69	0,08	0,07
Lindoeste	4.702,17	3,20	35,60	0,16	4,84	20.338	132.555	8.658,58	0,18	0,17
Nova Aurora	10.575,49	16,20	180,05	0,82	24,47	45.742	298.125	19.473,71	0,41	0,37
Santa Lúcia	3.480,00	1,75	19,50	0,09	2,65	15.052	98.102	6.408,06	0,14	0,12
Santa Tereza do Oeste	9.297,00	12,52	139,15	0,63	18,91	40.212	262.084	17.119,50	0,36	0,33
Três Barras do Paraná	10.555,25	16,14	179,37	0,81	24,38	45.654	297.555	19.436,45	0,41	0,37
TOTAL MICRORREGIÃO	417.244	11.857	131.788	597,07	17.910	1.804.708	11.762.243	768.314	16,30	14.914

Fonte: Resultados da Pesquisa a partir das estimativas populacionais do IBGE.

Tabela 13 - Estimativa dos Custos de investimentos para implantação do SIGR na Microrregião de Foz do Iguaçu, 2017

Município	Instalação PEVs	Unidades de Triagem		Unidades Compostagem		Aterro Sanitário		Biogás		Total SIGR (R\$ milhões)
		CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	
Céu Azul	10.223,53	15,14	168,27	0,76	22,87	44.219,81	288.204,07	18.825,61	0,40	0,36
Foz do Iguaçu	228.502	7.562	84.058	380,83	11.423	988.340	6.441.543	420.764	8,93	8,18
Itaipulândia	8.755	11,10	123,42	0,56	16,77	37.871,71	246.830,08	16.123,05	0,34	0,31
Matelândia	15.480	34,71	385,83	1,75	52,43	66.959,58	436.411,25	28.506,57	0,60	0,55
Medianeira	39.824	229,72	2.553	11,57	346,99	172.251	1.122.653	73.332	1,56	1,41
Missal	9.346	12,65	140,63	0,64	19,11	40.425	263.473	17.210	0,37	0,33
Ramilândia	3.854	2,15	23,92	0,11	3,25	16.673,29	108.668,73	7.098,29	0,15	0,14
Santa Terezinha de Itaipu	20.319	59,80	664,70	3,01	90,33	87.887,78	572.811,48	37.416,29	0,79	0,72
São Miguel do Iguaçu	23.955	83,12	923,85	4,19	125,55	103.613,43	675.303,88	44.111,14	0,94	0,85
Serranópolis do Iguaçu	3.954	2,26	25,17	0,11	3,42	17.103,35	111.471,65	7.281,38	0,15	0,14
Total Microrregião	364.216	8.013	89.067	403,52	12.104	1.575.346	10.267.372	670.669	14,23	12.987

Fonte: Resultados da Pesquisa a partir das estimativas populacionais do IBGE.

Tabela 14 - Estimativa dos Custos de investimentos para implantação do SIGR na Microrregião de Toledo, 2017

Município	Instalação PEVs	Unidades Triagem		Unidades Compostagem		Aterro Sanitário		Biogás		SIGR (R\$ milhões)
		CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	CAPEX	OPEX	
Assis Chateaubriand	29.577,76	126,72	1.408,42	6,38	191,41	127.932,61	833.804,95	54.464,50	1,16	1,05
Diamante D'Oeste	4.571,95	3,03	33,65	0,15	4,57	19.775,04	128.884,44	8.418,79	0,18	0,16
Entre Rios do Oeste	3.924,34	2,23	24,79	0,11	3,37	16.973,95	110.628,29	7.226,29	0,15	0,14
Formosa do Oeste	6.690,74	6,48	72,07	0,33	9,79	28.939,45	188.613,80	12.320,33	0,26	0,24
Guaíra	28.836,01	120,44	1.338,66	6,06	181,93	124.724,31	812.894,72	53.098,63	1,13	1,02
Iracema do Oeste	2.280,70	0,75	8,37	0,04	1,14	9.864,68	64.293,39	4.199,67	0,09	0,08
Jesuítas	8.017,63	9,31	103,49	0,47	14,06	34.678,63	226.019,06	14.763,66	0,31	0,28
Marechal Cândido Rondon	45.320,02	297,49	3.306,60	14,98	449,37	196.022,53	1.277.583,16	83.452,28	1,77	1,61
Maripá	5.070,85	3,72	41,40	0,19	5,63	21.932,94	142.948,62	9.337,47	0,20	0,18
Mercedes	4.823,60	3,37	37,46	0,17	5,09	20.863,50	135.978,54	8.882,18	0,19	0,17
Nova Santa Rosa	7.127,17	7,36	81,78	0,37	11,11	30.827,14	200.916,86	13.123,98	0,28	0,25
Ouro Verde do Oeste	5.259,15	4,01	44,53	0,20	6,05	22.747,38	148.256,80	9.684,20	0,21	0,19
Palotina	27.435,21	109,02	1.211,76	5,49	164,68	118.665,44	773.405,87	50.519,20	1,07	0,97
Pato Bragado	4.858,80	3,42	38,01	0,17	5,17	21.015,73	136.970,73	8.946,99	0,19	0,17
Quatro Pontes	3.451,84	1,73	19,18	0,09	2,61	14.930,23	97.308,25	6.356,22	0,13	0,12
Santa Helena	22.835,11	75,53	839,47	3,80	114,09	98.768,62	643.727,68	42.048,57	0,89	0,81
São José das Palmeiras	3.396,41	1,67	18,57	0,08	2,52	14.690,46	95.745,56	6.254,14	0,13	0,12
São Pedro do Iguaçu	5.764,21	4,81	53,49	0,24	7,27	24.931,92	162.494,61	10.614,22	0,23	0,20
Terra Roxa	15.204,63	33,49	372,18	1,69	50,58	65.764,56	428.622,63	27.997,81	0,59	0,54
Toledo	121.023,78	2.121,49	23.579,94	106,83	3.204,56	523.463,80	3.411.692,23	222.853,21	4,73	4,31
Tupãssi	7.152,69	7,41	82,36	0,37	11,19	30.937,50	201.636,19	13.170,96	0,28	0,25
Vera Cruz do Oeste	7.656,87	8,49	94,39	0,43	12,83	33.118,24	215.849,19	14.099,36	0,30	0,27
TOTAL MICRORREGIÃO	370.279	2.951	32.810	148,65	4.459	1.601.568	10.438.275	681.832	14,46	13.130

Fonte: Resultados da Pesquisa a partir das estimativas populacionais do IBGE.

As estimativas de custos para um consórcio, embora, não implantado ainda, serve para demonstrar quais serão os investimentos necessários para o início de suas atividades. Com efeito, demonstra-se a possibilidade de implantação das medidas estipuladas pela PNRS/2010 a um custo menor que o somatório dos custos considerando a implantação de sistemas de tratamentos de forma individualizada, ou seja, para cada município (R\$979 milhões), conforme exposto nos resultados apresentados na seção 4.5. Assim, a utilização de três consórcios custaria a mesorregião um total de R\$ 41.031, milhões, ou seja, 4,19% do valor total estimado, para as soluções individualizadas nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.

Caso seja essa a opção escolhida para o correto gerenciamento de resíduos na região, se faz necessário que as prefeituras elaborem e formalizem o termo de referência, com informações técnicas detalhando a situação de cada município e demais entes da Federação quanto à implantação de consórcios intermunicipais visando a destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos. O documento visa subsidiar a elaboração dos projetos que buscam a solução final para os resíduos domésticos, da construção civil, da saúde, além dos chamados grandes volumes (sofás, geladeiras, etc.) e os resíduos gerados pela poda de árvores, estabelecendo pontos importantes a considerar no processo de planejamento e identificação de oportunidades de gestão dos resíduos sólidos através de aterros sanitários regionais, com o objetivo de que sua implantação beneficie, de uma só vez, o maior número possível de municípios (SUDERHSA, 2007).

Conforme exposto, a possibilidade da prestação regionalizada dos serviços é prevista no Artigo nº 14, da Lei Federal Nº 11.445/2007, que regulamenta a situação de um único prestador (Município consorciado) de serviços que atenda a vários Municípios; nessa alternativa há exigência de uniformização da fiscalização e regulação dos serviços, inclusive no que diz respeito à sua remuneração e à compatibilização do planejamento dos serviços (MMA, 2010a).

Assim, a correta operação dos aterros é vital para o máximo aproveitamento da vida útil planejada, minimização dos impactos ambientais e, sobretudo, evitar que o aterro se torne um lixão, gerando desperdício do dinheiro público investido na sua implantação. Um aterro sanitário intermunicipal, em função da maior infra-estrutura disponível e da maior população urbana atendida, apresenta condições mais favoráveis à viabilização de uma gestão operacional profissional e especializada, através da terceirização (concessão) ou termo de cooperação de gestão compartilhada de sua

operação para empresas públicas, mistas ou privadas, com comprovada experiência na área.

Validamente, para uma gestão de custos e operação eficiente, deve-se levar em conta o disposto na Lei Federal Nº 11.107/2005, que dispõe sobre as normas gerais de contratação de consórcios. Em seu Art. 2º, os objetivos dos consórcios públicos serão determinados pelos entes da Federação que se consorciarem, observados os limites constitucionais. E, para o cumprimento de seus objetivos, o consórcio público poderá:

I – firmar convênios, contratos, acordos de qualquer natureza, receber auxílios, contribuições e subvenções sociais ou econômicas de outras entidades e órgãos do governo;

II – nos termos do contrato de consórcio de direito público, promover desapropriações e instituir servidões nos termos de declaração de utilidade ou necessidade pública, ou interesse social, realizada pelo Poder Público; e

III – ser contratado pela administração direta ou indireta dos entes da Federação consorciados, dispensada a licitação.

Quanto a forma de cobrança pelos serviços prestados, em seu inciso 2º, os consórcios públicos poderão emitir documentos de cobrança e exercer atividades de arrecadação de tarifas e outros preços públicos pela prestação de serviços ou pelo uso ou outorga de uso de bens públicos por eles administrados ou, mediante autorização específica, pelo ente da Federação consorciado.

Nesse cenário, para obter uma escala adequada para a prestação dos serviços de modo sustentável, deve haver uma congregação de esforços entre os municípios consorciados, distribuindo-se os custos de uma gestão técnica, eficiente e modernizada dos resíduos sólidos, com a devida distinção entre as atividades de cunho tipicamente local, que podem continuar sendo executadas pelos municípios de forma isolada (atividades de coleta, por exemplo), daquelas que devem ser planejadas, articuladas e executadas regionalmente, como, por exemplo, o compartilhamento de estruturas físicas de disposição final (aterros sanitários).

Vale destacar, no entanto, que o consorciamento para a gestão dos resíduos não se limita ao compartilhamento de aterros sanitários entre os municípios, podendo também ser compartilhados, por exemplo, equipe técnica (ex.: engenheiros), equipamentos (ex.: trituradores de poda) e outras unidades de destinação de resíduos (ex.: reciclagem de resíduos da construção civil), o que possibilita a elevação da

capacidade técnica, gerencial e institucional para o desenvolvimento das atividades (MMA, 2017).

Com o objetivo de maximizar os benefícios ambientais, econômicos e sociais da implantação de um consórcio intermunicipal de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, tem-se, a partir dessa centralização da destinação final dos resíduos, para um aterro sanitário intermunicipal, a redução do número de áreas usadas como aterros individuais, e, de possíveis focos de contaminação ambiental; potencial geração de ganhos de escala operacional, os quais aconselha-se que sejam suficientes para permitir remunerar adequadamente a profissionalização da operação do aterro e, ao mesmo tempo, oferecer uma alternativa aos municípios de destinação final dos RSUs, que, seja economicamente viável e ofereça mais recursos para garantir a proteção ambiental; e, implantação de programas de educação ambiental e coleta seletiva, pois essas ações refletem diretamente na diminuição dos resíduos a serem encaminhados ao aterro e no prolongamento da sua vida útil (SUDERHSA, 2007).

Por fim, a partir do levantamento bibliográfico e análise dos resultados apresentados foi possível sistematizar um esquema teórico, elencando as fases evolutivas da abordagem acerca do desenvolvimento territorial sustentável e inovador e sua relação com os aspectos arrolados a partir da gestão e aproveitamento dos RSU, nos município da Mesorregião Oeste do Paraná, o qual foi apresentado seção 4.6.

4.6 SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS ACERCA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ

Nesta etapa foi apresentada a sistematização dos resultados práticos e teóricos obtidos a partir da elaboração e execução das etapas analisadas e discutidas nas seções 4.1 a 4.5. Conforme exposto, evidenciou-se na Região Oeste do Paraná um aumento na capacidade de geração de resíduos sólidos urbanos, entre os anos de 1980 e 2030, na ordem de 41%, o que acompanhou as taxas de crescimento populacional da região.

No entanto, têm-se no Oeste Paranaense que as atuais formas de destinação dos RSU são alvo de intensos questionamentos, uma vez que os atuais modelos de gerenciamento implantados não se mostram capazes de sanar e minimizar os impactos correlatos a esse tipo de gestão. Conforme exposto nas seções anteriores, a gestão dos RSU se configura como um problema, na ordem do planejamento financeiro dos municípios paranaense, uma vez que as formas de arrecadação de recursos não se mostra suficiente

para arcar com as custas deste tipo de gerenciamento, e, tem sua situação agravada com a imposição de medidas e formas de tratamento implantadas a partir da PNRS.

Conforme estudos demonstram, a falta de recursos impacta principalmente na forma de destinação final dos resíduos coletados nos municípios do Oeste do Paraná. Apesar da Mesorregião apresentar um aumento no Índice de Desenvolvimento Humano, tendo todos os municípios classificados como de médio e alto desenvolvimento (Ferrera de Lima, Hersen e Klein, 2016), verifica-se, que, 26% dos municípios da mesorregião realizam o descarte dos resíduos em lixões ou aterros controlados e 74% afirmam realizar o descarte em aterros sanitários, o que deve ser visto com cautela, pois os mesmos iniciam as obras e criação de infraestruturas para a implantação de aterros sanitários, mas dada a restrição no orçamento dos mesmos acabam por não conseguir arcar com as prerrogativas técnicas do aterro e o transformam em aterros controlados ou até mesmo lixões, com o passar dos anos (IAP, 2017).

Além dos problemas relacionados a destinação final dos resíduos evidenciados nos municípios do Oeste do Paraná, dada a falta de recursos, verifica-se ainda, segundo informações coletadas nos questionários, a ineficiência no que diz respeito ao beneficiamento e capacidade de agregação de valor aos resíduos tratados na região. Embora, existam Centros de Triagem (CTs) em 73% dos municípios analisados, evidencia-se apenas a prensagem e separação dos resíduos a serem comercializados, por intermédio de atravessadores (aparistas/sucateiros) na forma bruta, sem nenhum tipo de beneficiamento, ou seja, comercialização de resíduos de baixo valor agregado.

Ainda identificou-se que, 63% dos municípios analisados no Oeste do Paraná não conseguem arcar com todos os custos de gestão e gerenciamento dos RSU, somente cobrando um valor para a limpeza urbana e coleta de lixo, seja por meio de um tributo específico ou incluso em taxas já existentes (IPTU, conta de água ou energia elétrica).

Com base no cenário exposto e visando demonstrar o modelo de gestão que melhor se adequa a realidade dos municípios do Oeste do Paraná, estimou-se o valor dos investimentos totais de instalação (CAPEX) e operação (OPEX), por tipo e tecnologia para aproveitamento de resíduos a ser implantada na Mesorregião, durante o ano de 2017, conforme resultados apresentados na Tabela 15. Para tanto, levou-se em consideração o potencial de crescimento populacional nos municípios e o potencial de geração de resíduos. Assim, foi estimado no período, um potencial de geração de RSU de 291,2 mil toneladas/ano (809 ton./dia), das quais, 66,9 mil correspondem aos resíduos secos (recicláveis); 200 mil toneladas aos resíduos úmidos (orgânicos); e,

aproximadamente 23 mil toneladas foram classificadas como outros tipos de resíduos (rejeitos).

Como resultado, obteve-se que, para a instalação de um único Sistema Integrado de Gerenciamento de RSU na Mesorregião Oeste do Paraná seria necessário um investimento de total R\$ 979 milhões, o qual seria inviabilizado uma vez que o montante de recursos arrecadados especificamente para o gerenciamento de resíduos não alcança os custos estimados. Segundo as estimativas apresentadas, os 19 municípios que afirmaram realizar alguma forma de cobrança para a prestação dos serviços de coleta e tratamento de resíduos, auferiram, em 2017, uma receita de R\$45,277 milhões, o que representa apenas 4,63% do total necessário para a implantação do SIGR com capacidade de atendimento e gerenciamento dos RSUs gerados nos 50 municípios da região.

Com efeito, demonstra-se a possibilidade de implantação das medidas estipuladas pela PNRS/2010 a um custo menor que o somatório dos custos considerando a implantação de sistemas de tratamentos de forma individualizada, ou seja, para cada município, conforme exposto na análise dos resultados da seção 4.5. Assim, a utilização de três consórcios custaria a mesorregião um total de R\$41,031 milhões, ou seja, 4,19% do valor total estimado, para as soluções individualizadas nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná. Tal resultado é obtido a partir do somatório entre o montante de recursos arrecadados em cada um dos municípios que afirmara, via questionário, utilizar algum mecanismo de cobrança para a prestação dos serviços de limpeza e coleta de resíduos urbanos.

Conforme exposto na Tabela, tem-se que os custos de implantação e operação do SIGR da Microrregião de Cascavel seria na ordem de R\$14,914 milhões, a arrecadação para a prestação dos serviços de gerenciamento de resíduos resultou em um potencial da ordem de R\$ 20,359 milhões, assim, obter-se-ia um superávit de R\$ 5,44 milhões. Destaca-se que, embora esta microrregião seja composta por 18 municípios, esta receita é oriunda do pagamento e prestação de informações em apenas dois municípios (Cascavel e Três Barras do Paraná). Com isso, demonstra-se que, apesar de haver relatos, por conta dos administradores municipais de práticas de cobrança para a correta prestação dos serviços de coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos, estas não são corroboradas pelas informações prestadas pelos mesmos ao longo do questionário.

Caso houvesse a correta cobrança e repasse das verbas para o gerenciamento de RSUs na microrregião, melhores seriam as condições de tratamento e aproveitamento dos resíduos gerados, pois, 26% dos municípios do Oeste do Paraná destinam os resíduos de maneira incorreta (lixões e/ou aterros controlados), dos quais, cinco municípios pertencem a Microrregião de Cascavel, sendo estes: Anahy, Braganey, Nova Aurora, Santa Lúcia e Diamante do Sul.

Tabela 15 - Comparação entre custos para implantação de SIGR e montante arrecadado para o gerenciamento de RSU na Mesorregião Oeste do Paraná, 2017

Localidade	Custo total (R\$/milhões)	Valor arrecadado (R\$/milhões/ano)
SIGR Oeste PR	979,280	45.277
SIGR Cascavel	14.914	20.359
SIGR Foz do Iguaçu	12.987	13.015
SIGR Toledo	13.130	11.903

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2017.

Os custos para implantação e operação do SIGR na Microrregião de Foz do Iguaçu seriam na ordem de R\$ 12,987 milhões, contudo a arrecadação para a prestação dos serviços de gerenciamento de resíduos foi na ordem de R\$ 13,015 milhões, o que demonstra um superávit de aproximadamente R\$ 30.000,00. Contudo, embora esta seja um microrregião composta por 11 municípios, a renda auferida para os serviços de coleta e tratamento de RSU foram resultados das informações de apenas 6 municípios (Céu Azul, Foz do Iguaçu, Missal, Ramilândia, Santa Terezinha de Itaipu e Serranópolis do Iguaçu).

Destaca-se ainda que, dos municípios pertencentes a microrregião de Foz do Iguaçu, 7,69% destinam seus resíduos para aterros controlados, sendo estes Ramilândia e São Miguel do Iguaçu, sendo que este último não apresentou nenhuma forma de cobrança para a prestação desses serviços. Com efeito, embora Ramilândia contemple a cobrança para a realização do gerenciamento de RSU, este é insuficiente para arcar com todos os custos que, conforme apresentados na Tabela 10 seriam na ordem de R\$140,800,00, e a sua arrecadação é de R\$ 11.000,00, ou seja, apresenta um déficit anual de R\$ 129.800,00.

Por fim, considerando as informações apresentadas a partir da análise dos questionários e demais correlações identificadas neste estudo têm-se que, apenas a Microrregião de Toledo não seria capaz de arcar com os custos de implantação do SIGR.

Conforme estimativas, este empreendimento necessitaria de um investimento de R\$13,130 milhões, contudo, a receita auferida no período seria de R\$ 11,903 milhões, o que representa um déficit de R\$ 1,23 milhões. Contudo, destaca-se que, esta é um microrregião que passou a ser composta por 22, dos quais, verificou-se a obtenção de receita para as atividades de gerenciamento de resíduos em apenas quatro municípios (Marechal Cândido Rondon, Quatro Ponte, São José das Palmeiras e Toledo). Por isso, tal cenário ainda não se configura como de inviabilidade para implantação do SIGR, uma vez, que contemplado o consorcio de gerenciamento de resíduos, os municípios, devem, em acordo estipular as taxas e formas de arrecadação mais eficientes em cada um, bem como a obrigatoriedade em arcar com suas respectivas partes e nível de investimento para a implantação e operação dos consórcio.

Sendo assim, caso houvesse a correta cobrança e repasse das verbas para o gerenciamento de RSUs na microrregião, melhores seriam as condições de tratamento e aproveitamento dos resíduos gerados, pois, dos 22 municípios pertencentes a microrregião, cinco municípios (22,7%) destinam os resíduos de maneira incorreta (lixões e/ou aterros controlados), sendo estes: Assis Chateaubriand, Formosa do Oeste, Ouro Verde do Oeste, Terra Roxa e Tupãssi.

Com base nos resultados apresentados acerca do potencial de geração de resíduos, formas de tratamento existentes e custos estimados para a implantação de formas de tratamento e aproveitamento de resíduos de forma individualizada, apresentou-se uma proposta de rota tecnológicas para a gestão de RSU nos municípios do Oeste do Paraná, a qual visa ser executada à luz da legislação vigente, em especial considerando as diretrizes e metas definidas na PNRS. Assim, o estabelecimento de rotas tecnológicas para a gestão de RSU no país depende do equacionamento de uma questão prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, a saber, a explicitação e a indicação das fontes de financiamento da gestão de resíduos sólidos.

Para tanto, a proposição de rotas tecnológicas para a mesorregião Oeste Paranaense aqui apresentada, considerou as tecnologias e as diferentes faixas de população contempladas na etapa de avaliação econômica, bem como o alinhamento com as referências estabelecidas na Política Nacional de Resíduos Sólidos acerca da geração de emprego e renda e de garantia da preservação ambiental. Cabe destacar ainda, que a presente proposta é um indicativo de possibilidades e não substitui a necessidade de elaboração de estudos de viabilidade e de projetos de engenharia para cada empreendimento específico.

Ao relativizar o porte dos municípios no Oeste Paranaense, verifica-se que está é uma mesorregião constituída predominantemente por pequenos municípios (84% dos municípios possuem uma população máxima estimada em até 30.000 habitantes). Embora as características socioeconômicas destes municípios não possam ser generalizadas, podem ser identificados alguns atributos semelhantes entre eles, tais como: predomínio das atividades agropecuária e/ou de prestação de serviços; baixa capacidade de geração de receita própria e de transferências tributárias em relação a municípios de maior porte; carência de um corpo de profissionais técnico-administrativos qualificados; insuficiência econômico-administrativas que dificultam o manejo adequado dos RSU de modo a atender aos preceitos da PNRS (BNDES, 2014; BIANCO, 2014).

Com efeito, o arranjo institucional indicado para estes municípios é simplificado, podendo restringir-se a um único município ou a um consórcio de municípios. Para tanto, deve-se observar a articulação com todos os órgãos licenciadores e fiscalizadores e a necessidade de definição dos condicionantes para a implantação e operação do empreendimento. Contudo, independente do modelo de gestão adotado (isolado ou consorciado), a rota tecnológica adequada para os municípios de pequeno porte é composta de coleta domiciliar de resíduos não recicláveis, coleta de resíduos recicláveis secos, transporte e disposição dos resíduos não recicláveis em aterros sanitários (BNDES, 2014).

Conforme apresentado no estudo, nesta rota, a coleta seletiva só se dará em contexto financeiro municipal adequado e com uma demanda de mercado por materiais recicláveis. Destaca-se ainda que, onde houver a coleta seletiva de recicláveis, a unidade de triagem terá características simplificadas, compatíveis com as quantidades a serem manuseadas e acumuladas.

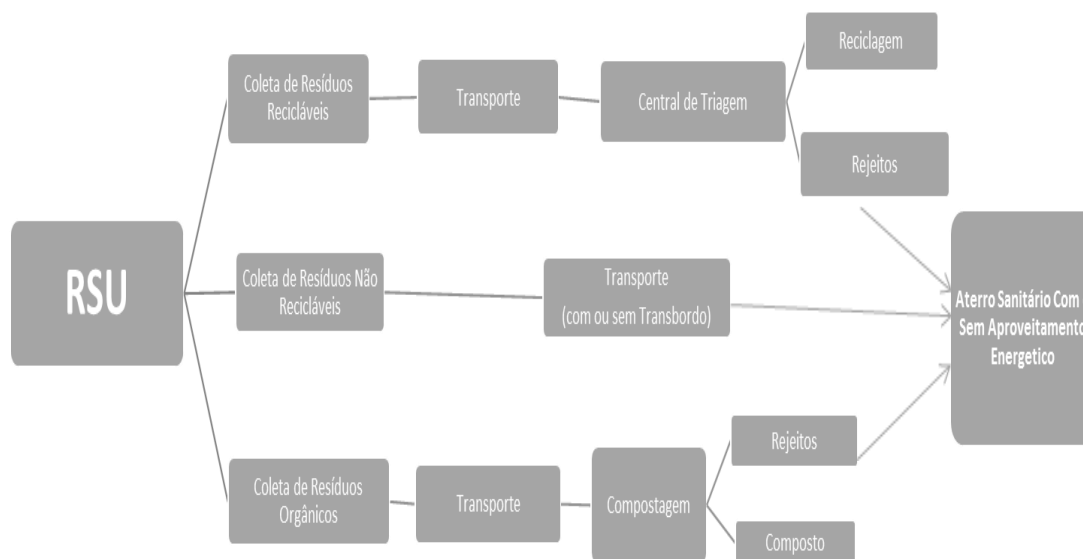
Cabe ressaltar que as dificuldades financeiras e técnicas, de pequenos municípios e/ou de médio porte, em operar ou pagar pela disposição de resíduos em aterros sanitários, têm levado a se admitir ainda, em alguns estados, o aterramento em valas e trincheiras, com tratamento dos lixiviados por recirculação. Esta técnica pode ser aplicada nos aterros sanitários brasileiros, desde que haja um clima favorável a essa recirculação devido a seu balanço hídrico. Sua adoção reduz os custos de implantação e de operação, além de permitir um melhor controle ambiental.

Já, em municípios de pequeno porte com melhores condições econômicas será possível considerar a implementação de coleta de resíduos orgânicos de geradores

específicos (grandes geradores) para produção de composto orgânico, como componente da rota tecnológica. Não se contempla, entretanto, neste momento, a possibilidade de segregação dos resíduos orgânicos domiciliares, com ressalva a algum município com características muito particulares que justifiquem a adoção desta tecnologia. Dependendo das distâncias entre os pontos de coleta e os aterros sanitários, desde que comprovada a viabilidade técnica e econômica, pode ser incluída uma estação de transbordo ou de transferência, em casos imperativos.

Em relação aos demais municípios da região, que possuem população total entre 30.000 e 350.000 habitantes (16%), indica-se uma rota tecnológica que contemple a coleta domiciliar de rejeitos (resíduos não recicláveis), coleta diferenciada de resíduos recicláveis, coleta diferenciada de resíduos orgânicos de grandes geradores, transporte, unidades de triagem para destinação dos resíduos recicláveis secos e disposição dos rejeitos em aterros sanitários. Dito isso, na Figura 37 foi apresentada a possível rota tecnológica a ser implantada nos municípios do Oeste do Paraná, com base nos estudos do BNDES (2014).

Figura 37 - Rota tecnológica para municípios com população com até 350.000 habitantes



Fonte: Adaptado de BNDES, 2014.

Distintamente da rota tecnológica prevista para municípios de menor porte, onde o material reciclável é encaminhado à áreas de triagem simplificadas, nesta rota, os materiais recicláveis são destinados a uma Central de Triagem, com maior capacidade de

processamento e infraestrutura implantada. Caso a rota atenda um consórcio de municípios, o transporte poderá incluir, a depender das distâncias, estações de transbordo que reduzem os custos do sistema.

Contudo, pressupõem-se que para uma gestão eficiente dos resíduos, implantação do consórcio intermunicipal de RSUs e adoção da respectiva rota tecnológica, os municípios devem praticar, de forma individualizada, uma separação eficiente dos resíduos orgânicos, recicláveis e rejeitos, por meio da implantação de um sistema de coleta seletiva eficaz, otimizando assim, a capacidade de tratamento, aproveitamento e destinação final dos resíduos recolhidos. Para tanto, demonstra-se na Figura 38, a sistematização de um novo modelo de gestão de resíduos, que busca reduzir o volume de RSU a ser descartado no meio ambiente.

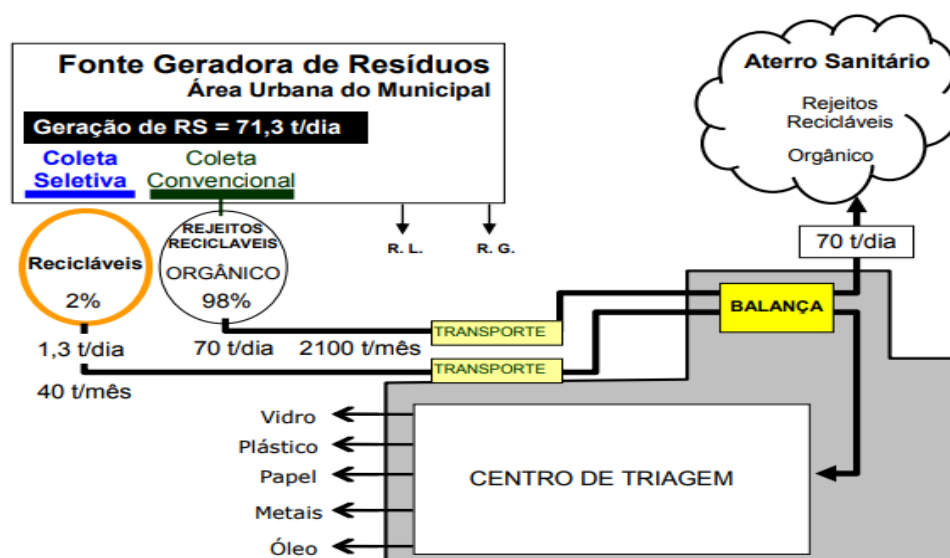
Assim, para ilustrar a proposta, considerou-se o estudo de caso do Município de Toledo-PR, apresentado na figura 42, conforme resultados obtidos pelo estudo de Morejon et al., (2011). A época, o município possuía cerca de com 115.000 habitantes (IBGE, 2010) e contava com um aterro sanitário e centro de triagem, cuja população se dizia satisfeita com o sistema de gestão dos resíduos sólidos. A pesquisa demonstrou que neste Município era recolhido, em média, 71,3 toneladas de resíduo sólido urbano/dia, deste total, apenas 2% (1,3 ton./dia; 40 ton./mês) era proveniente de coleta seletiva e, o restante, 98% (70 ton./dia) destinado integralmente ao aterro sanitário municipal, sem nenhuma forma de tratamento e/ou aproveitamento.

Em relação a composição gravimétrica dos RSU coletados pelo processo convencional de coleta seletiva (40 ton./mês), destaca-se que estes, são compostos por vidro, plástico, papel, metais e óleos, resíduos estes, todos passíveis de reciclagem, destinados, ao centro de triagem municipal. No restante (70 ton./dia; 2.100 ton./mês), composta pela mistura de resíduos recicláveis, rejeitos e uma grande quantidade de resíduos orgânicos, provenientes dos mais diversos processos e atividades domésticas, são encaminhados em sua integralidade para o aterro sanitário municipal.

Destaca-se que, no atual modelo de gestão empregados nos municípios do Oeste do Paraná, a exemplo do município de Toledo, predomina a incapacidade de separação adequada dos RSU, o que, prejudica a capacidade de aproveitamento/tratamento e agregação de valor aos resíduos coletados. Tal situação ocorre principalmente pela problemática existente da separação correta dos RSU na fonte, inviabilizando assim, a reciclagem total dos RSU encaminhados ao centro de

triagem e, ainda, colaborando com o aumento das condições insalubres dos trabalhadores neste local.

Figura 38 - Resultados do Modelo Atual da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Toledo (PR)



Fonte: Morejon et al., 2011.

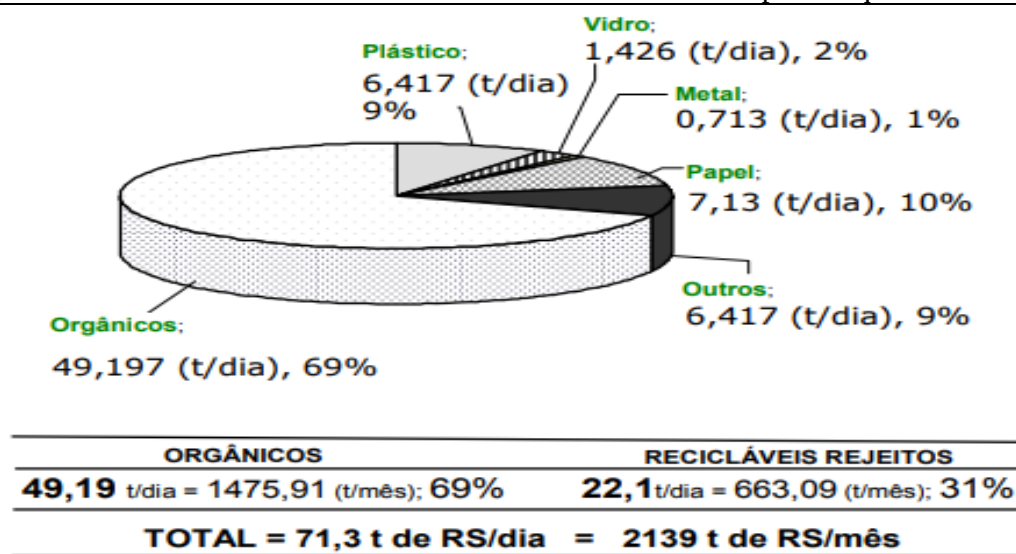
Em seguida, destaca-se na Figura 39, os resultados obtidos para as frações discriminadas dos componentes do lixo urbano do Município de Toledo, pode-se constatar que os resíduos orgânicos representam 69% (49,19 ton./dia) do total e o restante 31% (22,1 ton./dia) está distribuído entre recicláveis e rejeitos. Verifica-se ainda que, a maior problemática quanto a correta gestão e aproveitamento dos RSU, está na separação e coleta dos resíduos orgânicos na fonte. O restante dos resíduos (recicláveis e rejeitos secos), mesmo misturados, seriam coletados e transportados para os centros de triagem.

Quando há um processo de separação na fonte de geração, os resíduos recicláveis, por estarem livres dos orgânicos, viabilizam os processos de triagem, num ambiente menos insalubre, e principalmente, potencializam o reaproveitamento mais eficiente dos mesmos com possibilidade de maior agregação de valor a comercialização. Os resíduos orgânicos podem ser encaminhados para unidades de compostagem e assim, serem aproveitados como biofertilizantes ou composto adubo, os quais podem ser comercializados ou aproveitados pela administração local.

Porém, nos atuais modelos de gestão, pouca ou nenhuma atenção é dada ao resíduo orgânico, embora resultados de pesquisa desenvolvida na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)/ Campus de Toledo demonstraram que este resíduo

apresenta maior potencial de agregação de valor e quando processado nos moldes de um empreendimento industrial, apresenta expectativas de retorno econômico muito acima da média. A tecnologia foi resultante de pesquisa executada no Município de Formosa do Oeste (PR) pela UNIOESTE financiada com recursos do Governo do Paraná. O resultado foi uma metodologia e tecnologia inovadora (modelo UNIOESTE) para a gestão dos resíduos domésticos (patente PI-0801312-8 de 10/04/2008) (MOREJON ET AL., 2011).

Figura 39 - Perfil dos Resíduos Sólidos Produzidos no Município Pesquisado



Fonte: Morejon et al., 2011.

Essa metodologia/tecnologia propõe uma nova forma de coleta, transporte, aproveitamento, processamento e industrialização do lixo urbano doméstico. Desta forma a proposta do novo modelo de gestão teria como base a maior atenção ao resíduo orgânico, o qual deverá ser separado e coletado na fonte geradora (residências). Este desafio seria conseguido por meio da atribuição de um valor econômico a este tipo de resíduo, isto é por ele ser a matéria-prima do processo de industrialização no qual prevalece a expectativa de retorno econômico, seria possível a compensação econômica por quantidade separada e coletada na fonte. Prevalecendo desta forma o incentivo econômico, acima da consciência ambiental e/ou imposição da Lei.

Assim, a proposta apresentado no estudo de Morejon et al., (2011), com base da utilização da metodologia e tecnologia resultante do projeto Pró-Natureza Limpa consiste em socializar a implementação de mecanismos e modelos de gestão que brindem maior atenção aos resíduos orgânicos, pois nele se concentram os maiores

problemas ambientais, e ao mesmo tempo as maiores oportunidades de solução para os problemas decorrentes da gestão inadequada do lixo urbano. Assim, conforme o resultado apresentado na Figura 40, utilizando o modelo proposto pelo estudo de Morejon et. al., (2011) foi possível sistematizar um cenário com o novo modelo de gestão de RSU para a Mesorregião Oeste do Paraná.

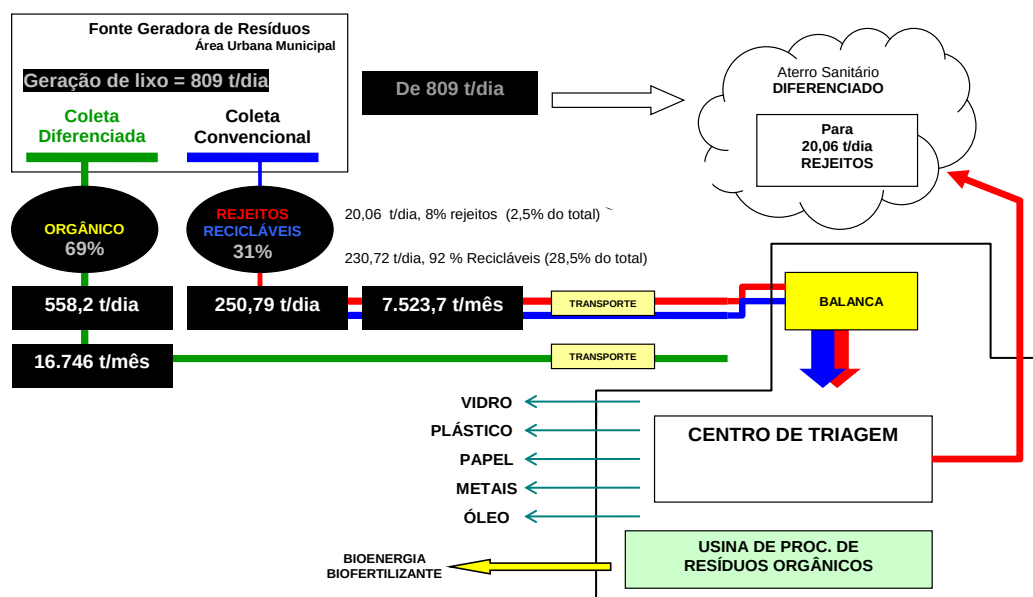
Os resultados demonstram que durante o ano de 2017, foi aproximadamente 809 ton./dia de resíduos. Utilizando o modelo tradicional de coleta e transporte de resíduos, seria destinado aos centros de triagem cerca de 250,79 ton./dia de rejeitos e recicláveis, uma vez que não há na região um modelo que privilegie a separação entre os resíduos orgânicos e recicláveis na fonte.

Com a inserção de um modelo de coleta diferenciados dos RSUs nas fontes geradoras, ter-se-ia a separação correta de resíduos orgânicos, que totalizariam 558,2 ton./dia (69% do total gerado). Desse processamento seriam a produção de biogás, dos derivados deste (energia elétrica, energia térmica, etc.), biofertilizantes e créditos de carbono, todos com seus mercados garantidos e com expectativas de retornos econômicos atrativos. O restante dos resíduos recicláveis e rejeitos secos (250,79 ton./dia), mesmo misturados, seriam coletados e transportados para os centros de triagem. Assim, os recicláveis (230,64 ton./dia), por estarem livres dos orgânicos, viabilizam os processos de triagem, num ambiente menos insalubre, e principalmente, o reaproveitamento mais eficiente. Já os rejeitos os (20,06 ton./dia) seguiria para um aterro sanitário diferente do convencional.

Com esse modelo, no caso da Mesorregião Oeste do Paraná, o descarte das 8009 ton./dia de resíduos, praticado a partir dos processos de coleta e separação de resíduos convencionais, passaria a ser de apenas 20,06 ton./dia, as quais seriam compostas, essencialmente, de resíduos rejeitos, pois a parcela de orgânicos e recicláveis já foram devidamente contemplados nos processos de tratamento, aproveitamento e agregação de valor para comercialização. Isso representa uma redução de 97,5% na quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário do município.

Assim, o desafio da separação e da coleta do resíduo orgânico na fonte, conseguido por meio da atribuição de um valor econômico como método de incentivo, seria complementado com a implementação de usinas de processamento de resíduos orgânicos.

Figura 40 - Proposta do Novo Modelo de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos



Fonte: Adaptado de Morejon et al., 2011.

A partir da sistematização do novo modelo de gestão dos RSU, no qual os RSU são devidamente separados e aproveitados, apresenta-se na Figura 28, o modelo de um novo sistema de economia de mercado, no qual os RSU passar a ser fontes de matérias - primas para os processos produtivos nos três setores da economia (primário, secundário e terciário) e demonstrar que o problema da geração de resíduos pode ser transformado em um modelo de negócio sustentável.

Dessa forma, nessa etapa dos resultados demonstrou-se a interlocução entre a teoria e a parte técnica desse trabalho. Conforme foi apresentado no Referencial Teórico (Capítulo 2), as teorias foram se modificando ao longo dos anos, visando atender as expectativas e necessidades da população, conforme estas se alteravam. Assim, a partir da década de 1970 iniciou-se uma nova etapa do desenvolvimento, primando pela sustentabilidade dos processos produtivos e segurança da população humana.

Nesse contexto, cada ecorregião buscará por soluções específicas de seus problemas, levando em conta os dados ecológicos da mesma forma que os culturais, necessidades imediatas e as de longo prazo, sendo que o sucesso estará condicionado ao conhecimento do meio e a vontade de atingir o equilíbrio durável entre o homem e a natureza. O fato é que, um esquema focado somente nas relações existentes dentro do sistema econômico, seria reducionista e limitado, dado fato de que o capital natural interage com a economia, fornecendo insumos e sendo receptor de dejetos/resíduos

resultantes dos processos de produção e consumo, dentro de um sistema de trocas mútuas.

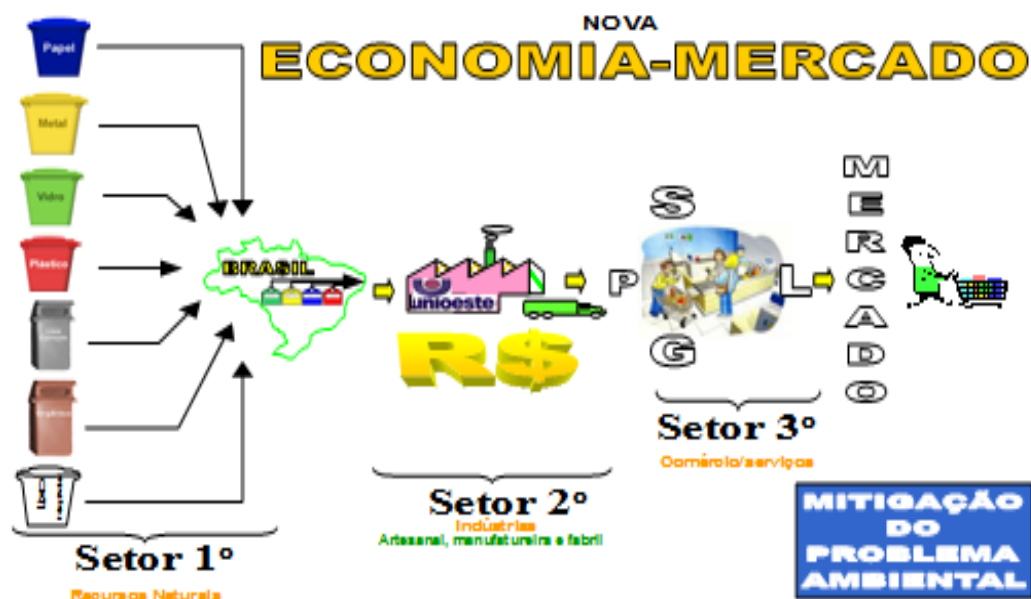
Para tanto, os resultados apresentados na esquematização da Figura 41, visa modificar o atual ciclo produtivo de extração/consumo de recursos naturais, transformação em produtos e descarte de resíduos oriundos dos processos produtivos tradicionais. Assim, os resíduos dos mais variados tipos (papel, metal, vidro, plástico, lixo comum e orgânico) seriam, nesse novo modelo econômico, as matérias primas a serem enviadas para a industrialização, ou seja, estes resíduos serão os recursos renováveis e não-renováveis a serem utilizados no primeiro setor, tal como são utilizados os recursos naturais nos processos produtivos, atualmente.

Durante o processo, os resíduos, devidamente tratados, seriam enviados ao segundo setor da economia, a industrialização, visando a agregação de valor. Após a industrialização esse resíduo, agora em forma de produto, é encaminhado para o terceiro setor, de serviços e comércio, o qual será reinserido na economia de mercado como um novo produto, com características sustentáveis, transformando a mitigação do problema ambiental em um novo modelo de negócios, por meio de um ciclo produtivo, no qual os RSU, ao final desse processo e, utilização por parte do mercado consumidor, retorna ao ciclo, para sua reindustrialização e reutilização na economia.

Assim, os RSU entrariam nesse novo sistema econômico, como substitutos dos recursos naturais renováveis e não-renováveis, atualmente extraídos do meio natural e industrializados, demonstrando o potencial econômico existente a partir da comercialização dos RSU, após o tratamento e processamento dos mesmos, adequando-os para o mercado.

Considerando essa mesma lógica aplicada para os Sistemas Integrados de Gerenciamento de Resíduos nas Microrregiões do Oeste do Paraná, evidenciar-se-ia então, a destinação para os aterros sanitários consorciados de apenas 65 ton./dia de rejeitos, das quais, 23,52 ton./dia seriam destinados ao Consórcio intermunicipal da Microrregião de Cascavel; 20,53 ton./dia ao consórcio da Microrregião de Foz do Iguaçu; e, 20,87 ton./dia seriam destinadas ao consórcio da Microrregião de Toledo. Como consequência desse processo, evidenciar-se-ia a redução de 91,8% do total de resíduos encaminhados aos aterros sanitários da região, considerando que do total de resíduos gerados em 2017 (809 ton./dia).

Figura 41 - Modelo da Nova Economia de Mercado com uso dos RSU como matéria-prima nos processos produtivos dos setores econômicos.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Contudo, não basta apenas identificar os custos relacionados a gestão de resíduos em âmbito municipal, se faz, de suma importância demonstrar o mercado consumidor e o potencial de comercialização dos resíduos, após tratamento e efetivo aproveitamento dos mesmos. Para tanto, para ilustrar o cenário da comercialização dos resíduos, foram realizados levantamentos acerca do valor comercial dos resíduos recicláveis, no Banco de dados da CEMPRE (2018a). A pesquisa resultou na cotação de preços de variados tipos de resíduos, em oito estados da Federação, conforme exposto na Tabela 17. Segundo informações coletadas, o preço de venda dos recicláveis é praticados por cooperativas e programas de coleta seletiva, os quais são cotados mensalmente e, em diferentes municípios, de maneira sazonal.

Conforme exposto, foi possível relacionar o preço por tonelada dos resíduos de papel, papel branco, latas de aço, alumínio, vidro incolor e colorido, plástico rígido, PET, plástico filme e embalagem longa vida. Estes resíduos foram divididos em três subcategorias, sendo estas: resíduos limpo (L), prensado (P) e prensado e limpo (PL). Contudo destaca-se que, nesse levantamento de preços não houve cotação para comercialização dos resíduos de vidro colorido.

Como foi possível verificar, a cotação dos preços ocorre de forma heterogênea em âmbito nacional e, quanto mais específica a sua forma de aproveitamento, maior o seu valor agregado. Destaca-se que, em todos os locais cotados, o preço/tonelada do alumínio foi o que apresentou maior valor de comercialização, variando entre R\$2.200,00/tonelada

em Canoas-RS e R\$3.800,00/tonelada, em Itabira-MG. E o menor valor de comercialização/tonelada é tido para os resíduos de vidro incolor R\$45,00, em Porto Alegre-RS; embalagem longa vida R\$100,00, em Guarapari-ES; papel branco R\$120,00, em São José dos Campos-SP; e, papelão R\$180,00, em Mesquita-RJ.

Em relação aos preços de comercialização por tipo de resíduo, verificou-se que, o papel tem preço de venda médio/tonelada de R\$354,67; o papel branco de R\$483,67; latas de aço R\$192,14; o alumínio R\$3.180,00; vidro incolor R\$132,50; plástico rígido R\$10.017,00; PET R\$1.292,67; plástico filme R\$1.042,00 e embalagem longa vida R\$228,00.

Com base nessas informações, estimou-se a receita bruta total obtida a partir da comercialização dos resíduos cotados e apresentados na Tabela 16. Para tanto, utilizou-se nas estimativas os preços/tonelada auferidos na comercialização de resíduos do município de Londrina, pois considerou-se essa a realidade de preços dos municípios do Paraná. Assim, a venda das 67,6 toneladas de recicláveis gerados na microrregião de Cascavel geraria uma receita total de R\$257.338,5. Segregadamente, estimou-se a obtenção de uma receita de R\$27.240,77 com a comercialização de resíduos de plástico; R\$779,11 de resíduos de vidro; R\$11.662,08 de resíduos de papel/papelão; R\$9.914,17 da comercialização de resíduos de metal; R\$1.292,67 de resíduos de PET e R\$228,00 pela comercialização de resíduos das embalagens longa vida.

A comercialização de todos os tipos de resíduos recicláveis oriundos da microrregião de Foz do Iguaçu geraria uma receita bruta total de R\$51.665,57. Em termos segregados, a comercialização de plástico geraria cerca de R\$23.778,72; a de vidro R\$680,09; a de papel/papelão R\$ 10.179,94 e a de metal R\$8.654,17. Na microrregião de Toledo, a receita bruta total auferida seria de R\$52.525,56, da qual, a comercialização de resíduos de papel/papelão geraria uma receita bruta de R\$24.174,53; de vidro R\$691,41, a de papel/papelão cerca de R\$10.349,39 e a de metal R\$8.798,22.

Ressalta-se ainda que, os valores apresentados da comercialização dos resíduos recicláveis correspondem a venda mensal dos mesmos, os quais podem sofrer variações ao longo dos meses, dada a sazonalidade da cotação dos preços e locais de comercialização. Não obstante, destaca-se, que somente a venda dos resíduos recicláveis, conforme os preços cotados, nos primeiros meses de 2018, possibilitariam o investimento de 5% do total dos custos estimados para implantação dos SIGR em cada microrregião analisada.

Tabela 16 - Cotação dos Preços de comercialização dos Resíduos Recicláveis no Brasil (R\$/tonelada)

Localidade	Papelão	Papel Branco	Latas de Aço	Alumínio	Vidro Incolor	Vidro Colorido	Plástico Rígido	PET	Plástico Filme	Longa Vida
Itabira-MG	480PL	680PL	220PL	3800P	215L	-	1455P	1780P	1700	380PL
Belo Horizonte-MG	430PL	630PL	300L	3400P	70L	-	1400P	1700P	1500P	200PL
Lavras-MG	410PL	450PL	150PL	2700P	180P	-	1400P	1400P	1150P	200PL
Canoas-RS	230P	400PL	120P	2200	70	-	300	1360P	700P	120P
Porto Alegre-RS	320PL	550PL	160PL	2700P	45L	-	900PL	1400P	800P	200P
São Paulo-SP	580PL	600PL	280L	3500P	150	-	600L	1400P	800	250P
Guarulhos-SP	210PL	480L	350L	3000P	130L	-	1000L	1400P	1450	250PL
Guarujá-SP	400PL	250L	240L	2900L	80	-	700L	900PL	1250P	270PL
São José dos Campos-SP	350PL	120		2900P	190PL	-	1650P	1400P	480PL	250PL
Mesquita-RJ	180L	500L	200L	3700P	300L	-	1000P	800PL	1000P	150PL
Rio de Janeiro-RJ	270PL	300P	170L	3500P		-	1200P	1400P	1300P	200P
Florianópolis-SC	480	480	140	3500	80	-	1550	1600	850	260
Guarapari-ES	270PL	170L	140L	2800L		-	500PL	800PL	500PL	100P
Aracaju-SE	250PL	550PL	100L	3500	-	-	600L	700L	1000P	250PL
Londrina-PR	460	420	120	3600	80	-	1000	1350	1150	340

Fonte: Compromisso Empresarial para Reciclagem, CEMPRE, 2018a.

Outra fonte de recursos no mercado de aproveitamento de resíduos é a comercialização dos produtos oriundos dos sistemas de captação e queima do biogás em aterros sanitários. Este produto, permite a sua utilização como combustível para geração de energia elétrica ou outros fins energéticos, geração de créditos de carbono em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e venda da energia gerada, essenciais para a viabilidade econômica desses projetos.

Segundo ABRELPE (2013), de forma ideal, o usuário final do Gás de Aterros (LFG) deveria ter uma demanda constante e adequada de combustível e estar localizado próximo ao local do aterro, de preferência, num raio de 10 km. O LFG é normalmente transportado até o usuário final através de um gasoduto. Assim, o principal fator para determinar a comercialidade do LFG de baixo rendimento como combustível para aquecimento é a distância até o usuário final e, portanto, os custos associados ao transporte do combustível.

Em relação as aplicações, o LFG bruto pode ser usado no aquecimento de estufas e fornecer combustível suplementar para aquecimento de uma grande operação industrial (como um forno de cimento, fábrica de asfalto ou indústria química). Dada a vasta gama de potenciais usuários finais do LFG como combustível para aquecimento, cada aterro candidato deve ser avaliado individualmente para que se determine a comercialidade e a viabilidade econômica do mesmo.

A combustão direta do LFG é, de longe, a opção de reuso mais fácil e mais barata. O uso direto do LFG para substituir ou complementar o carvão, petróleo, propano e o gás natural já foi comprovado com sucesso. Para o usuário final, o risco é pequeno em termos de qualidade, utilização e continuidade do fornecimento. O período de recuperação do investimento pode ser de poucos meses, mas é extremamente dependente do preço negociado pago pelo combustível substituído. Os descontos normalmente variam entre 10 e 20%, influenciados pela distância do gasoduto e pela quantidade, qualidade e variações permitidas no gás. A situação ideal seria um usuário final, situado dentro de um raio de 3 km do aterro, que aceitasse todo o gás gerado e de maneira contínua (ABRELPE, 2013).

Segundo estudo, em relação ao mercado do aproveitamento energético dos resíduos, por meio da utilização de mecanismos de desenvolvimento limpo no Brasil, dentre os quais citam-se os projetos de captura e queima e biogás em aterros, tem-se um total reportado de 23 projetos, o que representa cerca de 50% dos projetos MDL do país. A maior parte destes projetos está situada na região Sudeste, com 15 projetos (65% do total). Em segundo lugar está a região Sul, com 4 projetos (18%); em terceiro está a região Nordeste com 3 projetos

(16%) e, a região Norte, com um único projeto (4%). Não existem projetos registrados na região Centro-Oeste.

Embora o cenário para aplicação de metas e mecanismos de MDL pareça, em parte, desfavorável, principalmente aos pequenos municípios, destaca-se a existência de programas de incentivo a geração de energia renovável no Brasil. Segundo estudos da ABRELPE (2013), um marco importante surgiu com a Lei Federal N°10.438/02 e o Decreto Federal N°v4.541 que, respectivamente, criaram e regulamentaram em 2004, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA), cujos objetivos eram a diversificação da matriz energética brasileira, o aumento da segurança no abastecimento de eletricidade e a valorização das características e potenciais energéticos de cada região do Brasil. Uma das consequências do PROINFA, foi a redução de emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento de uma quantidade significativa de projetos de MDL.

Em 2007, surge o Plano Nacional sobre Mudança do Clima criado para identificar, planejar e coordenar ações de mitigação de GEE e de adaptação da sociedade aos impactos oriundos das alterações climáticas. Com a aprovação da Política Nacional Sobre Mudança do Clima em 2010, criou-se o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) para apoiar financeiramente projetos e estudos com foco na adaptação e na mitigação às mudanças climáticas, surgindo assim neste contexto a possibilidade adicional de financiamento oferecido pelo BNDES para projetos de energias renováveis.

Ainda de acordo com ABRELPE, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) revisou as tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, eliminando as tarifas até então aplicadas para determinadas fontes, resultado da Audiência Pública nº 011/2004, que visava obter subsídios e estabelecer os procedimentos para a redução das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição.

Essa revisão assegurou o direito a 100% de redução, das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, incidindo na produção e no consumo da energia comercializada pelos empreendimentos hidrelétricos com potência igual ou inferior a 1.000 kW (caracterizados como pequena central hidrelétrica), e àqueles com base em fontes solar, eólica, biomassa ou cogeração, cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja menor ou igual a 30.000 kW. No caso da isenção das tarifas para biomassa, também é necessário utilizar como insumo energético, no mínimo, 50% de biomassa composta de resíduos sólidos urbanos e/ou de biogás de aterro sanitário, ou biodigestores de resíduos vegetais ou animais, assim como lodos de estações de tratamento de esgoto. A partir desse

cenário, foi possível perceber uma significativa melhora no aproveitamento do biogás de aterro, tornando-se cada vez mais viável a instalação de projetos mitigadores de emissões de GEE e de projetos energéticos no setor.

No entanto, cabe salientar que, apesar do cenário exposto, de proposição de modelos de gestão, aproveitamento de resíduos por meio da reciclagem, aproveitamento energético e sua aplicação prática e com resultados concisos, por meio da formação e implantação de consórcios de gerenciamento integrado de resíduos, verifica-se que, esses tipos de empreendimentos intermunicipais ainda não se consolidaram no Estado do Paraná e, no Brasil.

Ainda se configura de maneira incipiente e com poucas informações sobre o número de consórcios de resíduos sólidos efetivamente estabelecidos no país, onde estão localizados e qual o objetivo específico de tais consórcios, dificultando assim a obtenção de maiores informações acerca do potencial de aproveitamento dos resíduos em escalas industriais e comércio específico criado a partir da sua implementação.

Dentre as causas desse cenário de gestão de RSU deficitária nos países periféricos, destaca-se três fatores: a) pouca importância que as administrações públicas dão à problemática socioeconômica e ambiental proveniente dos resíduos; b) o poder político e econômico das corporações que contaminam o meio ambiente quase que indiscriminadamente; e, c) a cultura social de pouco interesse com as questões ambientais. A estes três fatores se soma a fragilidade das municipalidades em fazer cumprir as normativas ambientais, que não raro são brandas e pouco eficientes.

Na contramão desse processo e visando atender as prerrogativas da PNRS/2010, na Mesorregião Oeste do Paraná, segundo informações da Imprensa (Bem Paraná, 2017), reuniões vem sendo realizadas por meio de convênio firmado entre a Associação dos Municípios do Oeste do Paraná (AMOP) e o Governo do Estado do Paraná, para a implantação de um consórcio intermunicipal de gerenciamento de resíduos na região.

No entanto, os resultados apresentados neste trabalho, embora, não tenham sido realizados os cálculos de viabilidade econômico-financeira de maneira completa dos empreendimentos sugeridos, tem-se que, dada a atual situação de gestão e recursos financeiros nos municípios do Oeste do Paraná, ocasionam, nesse momento, a inviabilidade de implantação de um único consórcio de gerenciamento de resíduos na região. Não obstante, destaca-se que, o cenário apresentado pela imprensa diz respeito a fase inicial do projeto, ou seja, estudos mais profundos e que devem levar em conta, inclusive as informações aqui prestadas como base para avaliação e adequação dos projetos para a correta implantação,

manutenção e sustentabilidade dos mesmos ainda serão realizados e adequados conforme prerrogativas da PNRS e demais órgãos e legislações ambientais vigentes, bem como à realidade dos municípios da região.

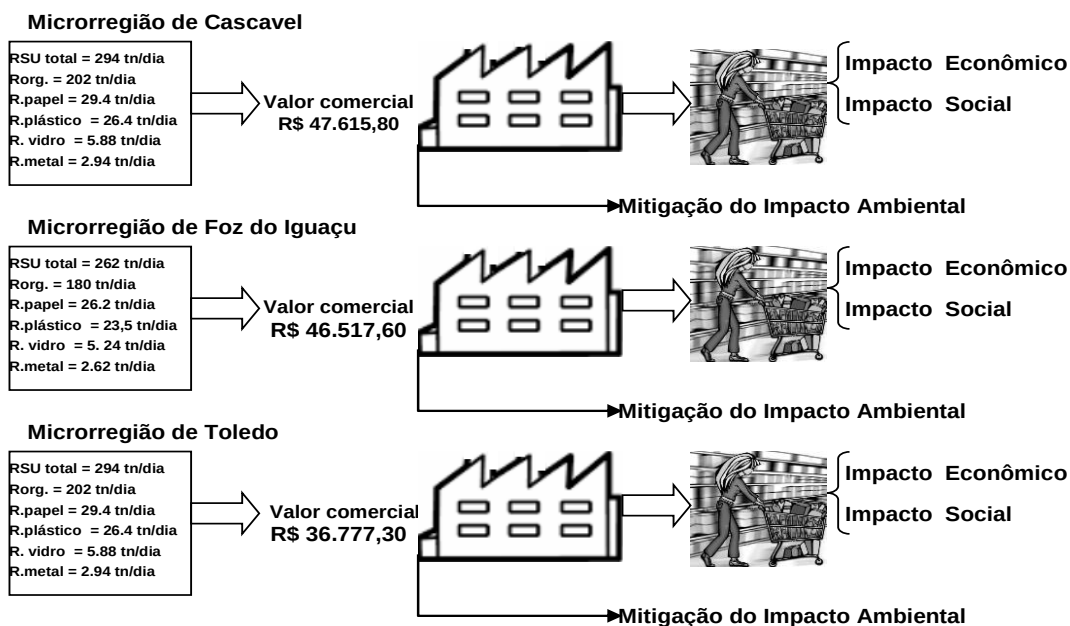
Destaca-se ainda que, conforme utilizado neste estudo, segundo BNDES (2014), para a potencial viabilidade técnica nos consórcios de gerenciamento de resíduos, a distância entre os municípios como fator preponderante e decisivo. Nesse contexto, a solução deveria levar em consideração a proposição de consórcios em níveis microrregionais, pois a formação de projetos que contemplem um raio de cobertura de 100 km para cada aterro, tem-se, de acordo com a literatura, soluções associativas tendem a apresentar viabilidade econômica, conforme exposto nas estimativa de custos apresentadas nos três cenários microrregionais do Oeste do Paraná.

Assim, com base nos resultados apresentados, pode-se demonstrar a viabilidade de um sistema de aplicação versátil que propicia a transformação dos resíduos em produtos de valor agregado, que, implementados na situação real, poderá dispensar a necessidade dos aterros sanitários convencionais. Tal cenário pode ser verificado no resultado apresentado na Figura 42. Conforme exposto, cada microrregião auferirá uma renda pela comercialização dos RSU separados e industrializados, os quais podem ser reinseridos na economia como matérias-primas/produtos de valor agregado, os quais permitiram ganhos/impactos econômicos e sociais positivos e, conseqüentemente, a melhora e/ou mitigação dos impactos ambientais até então existentes.

Com base nos resultados, evidenciou-se que o custo para a implantação e operação do SIGR da microrregião de Cascavel-PR, com capacidade de processamento diário de 294 ton./dia, é de R\$14.914 milhões. Contudo, somando-se apenas o montante diário de geração de RSU recicláveis, ter-se-ia, uma receita de R\$1.428.474,00/mês. Fato este que torna este tipo de empreendimento mais superavitário e viável para a região estimada. Mormente, tal cenário se configura de maneira similar para a Microrregião de Foz do Iguaçu que, contabilizaria uma receita mensal de R\$1.395.528,00 e, de R\$ 1.103.319,00 para a Microrregião de Toledo, nas quais, os custos para implantação e operação de SIGR com capacidade de 262 ton./dia e 255,5 ton./dia, custariam, respectivamente, R\$12.987 milhões e R\$13.130 milhões.

Ou seja, em qualquer cenário prospectado, onde tem-se o aproveitamento dos RSU, por meio de processos de industrialização, denota-se ganhos na cadeia produtiva e potencial de geração de emprego e renda na região em análise.

Figura 42 - Impacto Econômico, Social e Ambiental com a comercialização e industrialização dos RSU nas Microrregiões de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo.



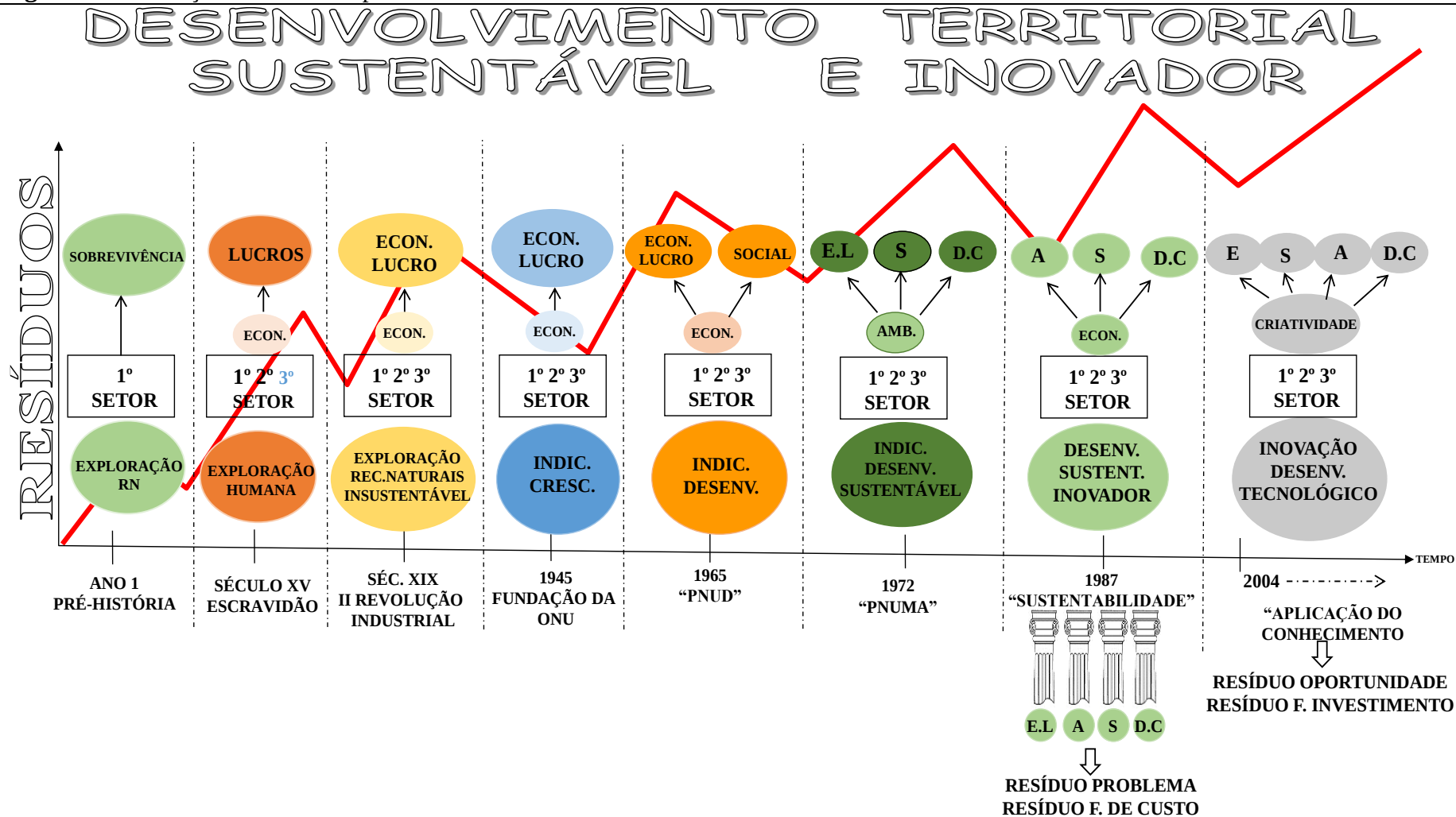
Fonte: Resultados da pesquisa, 2017.

No entanto, tal cenário só será possível a partir da separação destes resíduos na fonte geradora e na mudança de paradigmas, ao perceber-se a potencialidade de ganho econômico por meio da industrialização destes resíduos. Pois, a coleta, o transporte, o processamento diferenciado e a comercialização dos produtos de valor agregado tanto do resíduo orgânico quanto dos recicláveis contribuem com a geração de emprego, renda e, principalmente, para um ambiente sustentável.

Diante do exposto, destaca-se a modificação do conceito de sustentabilidade até então vigente, que é calcado na gestão dos problemas/impactos ambientais gerados pelos resíduos. Para tanto, se apresenta na figura 43, os resultados obtidos a partir do atual cenário teórico, técnico e prático dos conceitos e aplicações na gestão ambiental.

Conforme demonstrado, desde os primórdios da formação do planeta e ocupação pela vida animal e humana, tem-se a geração de resíduos. Contudo, este era composto essencialmente por matéria orgânica. Ao longo do processo de evolução histórica e tecnológica da humanidade, as transformações ocasionaram, quando não tratados corretamente, importantes impactos ao meio ambiente, dada o aumento do potencial de geração de resíduos e tipo de resíduo gerado.

Figura 43 - Evolução teórica e temporal da teoria do Desenvolvimento Sustentável e Inovador



Fonte: Elaboração da autora, 2017.

Destaca-se, que até o ano de 2004 o termo sustentabilidade era baseado na determinação do RSU como fator de custo para as economias, no qual, preponderava a gestão ambiental como objetivo central da gestão. A partir disso, e com a aplicação do conhecimento, em áreas específicas, pode-se potencializar a capacidade de aproveitamento dos RSUs, transformando-os de fatores problema e de custo em uma fonte importante de investimento e oportunidade de negócios sustentáveis. Permeando todo esse processo, tem-se a inovação dos processos produtivos e evolutivos das teorias elencadas, uma vez que, ao longo da história e das manifestações exercidas a partir da necessidade e demanda por parte da população, evidenciado ao longo dos anos, determinam os rumos a serem seguidos, bem como os cenários econômicos vigentes. Nesse cenário passa-se de um conceito de desenvolvimento reducionista, focado apenas nas características econômicas e sociais para um conceito mais amplo, abarcando além destas as variáveis condicionantes ambientais e de diversidade cultural.

Tal modificação, deve-se, em sua maior parte a criação da Lei de Inovação, Lei Federal Nº 10.973/2004, a qual permitiu a criação e implantação de medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. Como resultado, evidencia-se a concepção de um ambiente propício para o desenvolvimento territorial sustentável e inovador, com capacidade de criação de meios e mecanismos de modificações ao sistema produtivo tradicional, a partir da possibilidade de introdução de novas matérias primas aos processos, baseados no aproveitamento, principalmente dos resíduos (PLANALTO, 2004).

Nesse novo sistema, os RSU funcionam um fator de investimento, uma vez que fazem parte de um sistema econômico alternativo, capaz de incentivar um perfil de desenvolvimento territorial sustentável e inovador, no qual, tem-se, inicialmente a geração de ganhos econômicos e sociais a partir da industrialização e comercialização dos resíduos orgânicos e recicláveis. Nesse novo cenário, há a mitigação dos impactos ambientais, de maneira secundária, pois prevalece nesse modelo, primeiramente o potencial econômico, que assegura a viabilidade de todo o processo e implantação de um sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.

5. CONCLUSÕES

A presente tese objetivou propor um modelo de gestão de RSU diferenciado nas etapas de coleta, transporte, tratamento e aproveitamento de resíduos, capaz de atender as prerrogativas legais em âmbito econômico, social e ambiental, e, que possibilite a implantação de um sistema econômico gerador de riqueza, emprego e renda num ambiente sustentável nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná.

Para atender aos objetivos propostos, a metodologia contemplou a elaboração e execução de seis etapas que, estão relacionadas aos objetivos específicos deste estudo. O primeiro objetivo específico contemplou a caracterização das fontes geradoras de RSU na mesorregião Oeste do Paraná, por meio da construção do Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável (IDRS). Para tanto, utilizou-se como ferramenta de análise e extração dos indicadores parciais, a Análise Fatorial.

Os resultados obtidos nessa etapa que envolveu 36 variáveis selecionadas e agregadas em seis fatores, demonstraram que, apesar do Oeste Paranaense oferecer referências bastante significativas quanto à possibilidade de avanços, do ponto de vista econômico, social e ambiental, na gestão dos RSU expõe o grau de desafio ainda presente para elevar o patamar da qualidade de vida da maioria de seus municípios.

Assim, identificou-se que nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná há uma disparidade característica da forma de ocupação local, dado o desenvolvimento recente do Estado, baseado na intensa modernização da base produtiva e da sua concentração em alguns pólos regionais, que evidenciaram as disparidades tanto entre regiões como internamente as mesmas.

Corroborando com a análise, a partir do cálculo do IDRS identificou-se que, dos 50 municípios estudados, seis apresentaram IDRS superior a 0.181, sendo classificados como em estágio avançado de desenvolvimento sustentável. Ou seja, apenas 12% do total de municípios analisados, apresentam uma dinâmica suficiente da sua base produtiva com avanços econômicos, sociais e ambientais.

Do restante, dezoito municípios apresentaram IDRS entre 0.10 e 0.18, sendo assim classificados como em estágio de transição de desenvolvimento; ou seja, 36% do total analisado, apresentou uma estrutura econômica, social e ambiental em evolução, tornando sua dinâmica de sustentabilidade menor que a dos municípios classificados em estágio avançado de desenvolvimento. E, ainda 26 municípios foram classificados como em estágio retardatário, ou seja, 52% dos municípios da região apresentaram IDRS abaixo

de 0.099, demonstrando que eles encontram dificuldades em atrair e reter recursos, o que dificulta seu processo de desenvolvimento socioeconômico e sustentável.

Apesar da mesorregião Oeste destacar-se com uma expressiva dinâmica econômica, que demonstra ser capaz de contrabalancear as fortes tendências de concentração de renda e população do Estado do Paraná, viu-se que tais condições são visíveis, sobretudo, na capacidade de crescimento econômico e de atração populacional, que, embora concentrado nos municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo, conta com o suporte de uma expressiva rede de cidades, fortalecida pela tendência de conformação de dois eixos mais dinâmicos e de importante aglomeração urbana em área de fronteira internacional.

O segundo objetivo específico contemplou a estimativa e caracterização do potencial de geração dos RSU nos municípios do território do Oeste do Paraná, durante os anos de 1980 a 2030. No período, verificou-se há na região uma expectativa de aumento na capacidade de produção total diária de resíduos, na ordem de 41%, ou seja, o potencial de geração de RSU passará de um montante diário de 595,6 ton./dia, em 1980, para 841,5 ton./dia, em 2030. Ademais, identificou-se que a composição gravimétrica dos resíduos gerados nos municípios do Oeste do Paraná é composta por 69% de resíduos orgânicos, 10% de resíduos de papel/papelão, 9% de resíduos plásticos, 2% de resíduos de vidro e 1% de resíduos de metal.

Assim, além dos impactos econômicos, sociais e ambientais, evidenciados a partir das modificações geradas pelos deslocamentos populacionais na região, tem-se disparidades nos estratos municipais no que diz respeito a capacidade de geração de resíduos. Então, durante o período analisado, dos 50 municípios que compõem o território do Oeste do Paraná, a geração de resíduos foi mais significativa em apenas dez municípios (5% do total), sendo estes: Cascavel (225,8 ton./dia); em Foz do Iguaçu (149 ton./dia); Toledo (100,8 ton./dia); Marechal Cândido Rondon (35,6 ton./dia); Medianeira (30 ton./dia); Palotina (20 ton./dia); Assis Chateaubriand (19 ton./dia); Santa Helena (17,8 ton./dia); São Miguel do Iguaçu (17 ton./dia); e, Santa Terezinha do Itaipu (15,7 ton./dia).

Tal cenário reflete a capacidade de atração e manutenção de capital humano, financeiro e tecnológico nesses municípios, dada sua capacidade econômica e meios para prestação de serviços à demanda local. Em relação aos demais municípios da região, evidenciou-se que, em 80% dos municípios do Oeste paranaense a geração de resíduos é inferior a 15 ton./dia, o que se reflete como um fator limitante na gestão de RSU, uma

vez que, para a criação/implantação de empreendimentos (indústrias) para aproveitamento de resíduos em cada um dos municípios do Oeste do Paraná, uma vez que não há geração suficiente de resíduos que possibilite ganhos de escala e justifiquem a implantação de uma indústria de reciclagem/aproveitamento dos mesmos a nível municipal.

Para a proposição de um modelo que seja adequado a realidade dos municípios analisados na Mesorregião Oeste do Paraná, se fez pertinente examinar a conjuntura institucional acerca da gestão dos resíduos sólidos, nos municípios investigados, mediante a avaliação da execução/implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei Federal Nº 12.305/2010), a datar da sua promulgação, em agosto de 2010. Mediante a análise dos dados inferiu-se que, apenas 42% dos municípios analisados destinam os RSUs à aterros sanitários; 15% à aterros controlados; 5,5% à lixões; e, 36% não informaram a forma de destinação adotada.

No entanto, há que se olhar com cuidado a forma de destinação de RSU aos aterros sanitários, por ser a região composta de diversos municípios de pequeno porte, nos quais, em muitos casos, a atividade nos aterros sanitários pode ser comprometida dada a limitação de recursos financeiros, técnicos, operacionais e ineficiência dos gestores municipais.

Assim, ao analisar o montante de recursos disponíveis especificamente para a gestão de resíduos, identificou-se que, 63% dos municípios analisados no Oeste Paranaense não conseguem arcar com todos os custos de gestão e gerenciamento dos RSU, somente cobrando um valor para a limpeza urbana e coleta de lixo, seja por meio de um tributo específico ou incluso em taxas já existentes (IPTU, conta de água ou energia elétrica). Nesse contexto, os maiores déficits no gerenciamento de resíduos da área foram identificados nos municípios de Cascavel (R\$22.808.123,82), Foz do Iguaçu (R\$21.268.393,00) e Toledo (R\$1.803.502,65).

Assim, os resultados obtidos demonstraram que a incapacidade da gestão dos RSUs na região ocorre de modo relevante nos municípios considerados pólos de desenvolvimento e atração econômica local. Tal resultado pode ser reflexo da baixa taxa de arrecadação do IPTU, inadimplência dos residentes e/ou formas de tributação ineficientes, dado que o cadastro de informações dos mesmos estão desatualizadas sobre o tamanho do imóvel, localização, nome do proprietário, uso do imóvel, padrão de

construção e outras informações acerca da característica do imóvel, bem como a existência de avaliações imobiliárias regressivas e realizadas com baixo nível técnico.

A partir disso, identificou-se que a falta de recursos para o gerenciamento de resíduos no Oeste do Paraná está mais ligada a forma de arrecadação e destinação de recursos do que necessariamente ao tamanho (porte) do município, bem como a falta de capacidade técnica, econômico-financeira e estrutural para atender a legislação ambiental vigente acerca dos modelos de gestão e gerenciamento de resíduos praticados.

Não obstante, embora os municípios da Mesorregião estejam em relativo acordo com as prerrogativas de disposição dos RSUs, poucas são as evidências de que, os que assinalam a destinação final nesse tipo de aterro, conseguiram manter as especificidades desta forma de tratamento, atendendo, no longo prazo, as prerrogativas da PNRS, uma vez que os custos estimados são altos e a forma de arrecadação de recursos não oferece o montante necessário para a manutenção das estruturas físicas, técnicas e de pessoal necessárias nos municípios analisados.

Visando apresentar os métodos e processos de tratamento e aproveitamento adequado dos RSU, realizou-se também, no quarto objetivo específico, um estudo prospectivo acerca dos métodos, processos e tecnologias aplicadas no Brasil e internacionalmente nos serviços de coleta, transporte, tratamento e aproveitamento dos RSU. Os resultados da análise demonstraram que as soluções implantadas nos municípios do Oeste do Paraná foram realizadas visando a implantação de modelos de gestão individuais, ou seja, foram executadas em cada um dos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, representando altos custos e ineficiência na execução das medidas adotadas, o que compromete todo o sistema de gerenciamento da região, haja visto que, após seis anos de implantação das exigências legais impostas pela PNRS, aproximadamente, 58% dos municípios do Oeste do Paraná ainda não conseguiram se adequar a legislação vigente.

E, com base nos resultados apresentados, pode-se afirmar que, nos municípios do Oeste Paranaense os altos custos de gerenciamento dos sistemas de gestão, inviabilizam a correta manutenção dos serviços e até mesmo o atendimento da prerrogativas de gestão presentes na PNRS/2010. Nesse cenário, a implantação de um consórcio intermunicipal, cujo objetivo é a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, se configura como uma possível solução conjunta e uma alternativa à implantação de um aterro sanitário para cada município.

Assim, para alcançar o maior objetivo desta tese, estimou-se os custos de implantação de uma unidade de tratamento integrado de resíduos sólidos, com capacidade de atendimento do potencial de geração de resíduos orgânicos, recicláveis e rejeitos, gerados nos 50 municípios da Mesorregião e os custos para implantação do sistema de gerenciamento, por meio da formação de consórcios entre municípios próximos, os quais seriam instalados nas três sedes microrregionais da região (Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo), conforme proposto no quinto objetivo específico.

Então, com base nos resultados obtidos viu-se que, a solução individualizada nos municípios do Oeste do Paraná apenas se transformam em fontes de problemas econômico-financeiros para as gestões municipais, bem como na inviável possibilidade de atendimento de todas as determinações vigentes na PNRS/2010. Tal cenário também se verifica quando se tem a intenção de implantar apenas um consórcio intermunicipal de gerenciamento de resíduos capaz de atender aos 50 municípios da região, pois seria necessário um investimento total de R\$936,28 milhões de reais, considerando o montante de resíduos gerados na região, até 2030.

Com isso, a solução viável, econômico, social e ambientalmente adequada a gestão de resíduos nos municípios do Oeste do Paraná é a implantação de três consórcios intermunicipais localizados nas microrregiões analisadas. Assim, os custos estimados para a implantação e operação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos (SIGR) na Microrregião de Cascavel necessitaria de um investimento inicial de R\$14.914 milhões; na Microrregião de Foz do Iguaçu seria de R\$12.987 milhões; e na Microrregião de Toledo, o custo para implantação do SIGR seria na ordem de R\$13,130 milhões, o que totalizaria um montante de R\$41,031 milhões, o que representaria 4,38% do valor total estimado para a implantação de um único consorcio na Mesorregião Oeste do Paraná.

Destaca-se ainda que, para a gestão eficiente dos resíduos, implantação do consórcio intermunicipal de RSUs e adoção da respectiva rota tecnológica, os municípios deveriam praticar, de forma individualizada, uma separação eficiente, na fonte, dos resíduos orgânicos, recicláveis e rejeitos, por meio da implantação de um sistema de coleta seletiva eficaz, otimizando assim, a capacidade de tratamento, aproveitamento e destinação final dos resíduos recolhidos.

Logo, cria-se uma melhora substancial na capacidade de aproveitamento dos resíduos, pois, os resíduos recicláveis, devidamente livres dos orgânicos, viabilizam os processos de triagem, num ambiente menos insalubre, e principalmente, potencializam o reaproveitamento mais eficiente dos mesmos com possibilidade de maior agregação de

valor à comercialização. Sendo que os resíduos orgânicos, por sua vez, podem ser encaminhados para unidades de compostagem e assim, serem aproveitados como biofertilizantes ou composto adubo, os quais podem ser comercializados ou aproveitado pela administração local, tornando-se mais uma fonte de renda aos munícios da região.

Dessa forma, a superação do desafio acerca da separação dos RSU orgânicos, seria alcançada por meio da atribuição de um valor econômico a este tipo de resíduo, isto é, pelo fato dos mesmos serem a matéria-prima do processo de industrialização no qual prevalece a expectativa de retorno econômico, seria possível a compensação econômica por quantidade separada e coletada na fonte. Prevalecendo desta forma o incentivo financeiro acima da consciência ambiental e/ou imposição da Lei.

Como resultado desse tipo de processamento de resíduos, ter-se-ia a produção de biogás e dos seus derivados (energia elétrica, energia térmica, biofertilizantes e créditos de carbono), todos com seus mercados garantidos e com expectativas de retornos econômicos atrativos. De modo que, os resíduos recicláveis e rejeitos secos, mesmo misturados, seriam coletados e transportados para os centros de triagem. Assim, os recicláveis, por estarem livres dos orgânicos, viabilizariam os processos de triagem, num ambiente menos insalubre, e principalmente, o reaproveitamento mais eficiente. Por fim, os rejeitos seguiriam para um aterro sanitário diferente do convencional.

Portanto, a partir da sistematização do novo modelo de gestão dos RSU, no qual os RSU são devidamente separados e reaproveitados, ter-se-ia a implantação de um novo sistema de economia de mercado, no qual os RSU passariam a configurar-se como fontes de matérias-primas para os processos produtivos nos três setores produtivos (primário, secundário e terciário) e demonstrar que o problema da geração de resíduos pode ser transformado em um modelo de negócio sustentável.

Logo, nesse modelo, cada ecorregião buscará por soluções específicas de seus problemas, pois, os resíduos dos mais variados tipos (papel, metal, vidro, plástico, lixo comum e orgânico) seriam, nesse novo modelo econômico, as matérias primas a serem enviadas para a industrialização, ou seja, estes resíduos serão os recursos renováveis e não-renováveis utilizados no primeiro e segundo setor, tal como são utilizados os recursos naturais nos processos produtivos, atualmente.

Como resultado, ter-se-ia um sistema de aplicação versátil, com a transformação dos resíduos em produtos de valor agregado, que, implementados na situação real, poderá dispensar a necessidade dos aterros sanitários convencionais. E, por outro lado, a coleta diferenciada, o transporte diferenciado, o processamento diferenciado e a

comercialização dos produtos de valor agregado tanto do resíduo orgânico quanto dos recicláveis contribuiriam com a geração de emprego, renda e, principalmente, para um ambiente sustentável. Nesse campo, ter-se-ia a construção de um sistema econômico alternativo, com capacidade de geração de riqueza, aliado a gestão eficiente de RSU, oportunizando novas formas de geração de emprego e renda, pois os resíduos deixariam de ser uma fonte de problema para uma nova oportunidade de negócios, otimizando a economia de recursos naturais extraídos como matérias primas dos processos tradicionais de produção.

Tais resultados visam modificar a visão do atual ciclo produtivo de extração/consumo de recursos naturais, transformação em produtos e descarte de resíduos oriundos dos processos produtivos tradicionais. Nesse contexto, passou-se de um conceito de desenvolvimento reducionista, focado apenas nas características econômicas e sociais para um conceito mais amplo, abarcando além destas as variáveis ambientais e de diversidade cultural. Então, como resultado, evidencia-se a concepção de um ambiente propício para o desenvolvimento territorial sustentável e inovador, com capacidade de criação de meios e mecanismos de modificações ao sistema produtivo tradicional, a partir da possibilidade de introdução de novas matérias-primas aos processos, baseados no aproveitamento, principalmente dos resíduos.

No entanto, essa modificação não ocorrerá somente pela consciência ambiental da população e nem mesmo a partir da aplicação do rigor da Lei. Tal cenário só será modificado quando de fato, for apresentado a sociedade os mecanismos e a fonte de ganho econômico por meio da industrialização dos resíduos. Assim, os impactos dessa nova percepção estarão ligados as características econômicas, sociais e ambientais na região, que, ao longo do tempo, será capaz de alcançar melhoras nos índices de qualidade de vida da população, uma vez que, com gastos mais eficientes na gestão de RSU permitirá a gestão municipal direcionar os recursos oriundos desses novos processos e elevação de renda autônoma dos municípios a outras ações locais.

Para tanto, se faz necessária a implantação de um política ambiental local mais incisiva e fiscalizada por entidades autônomas, uma vez que estudos anteriores identificaram a omissão por parte dos avaliadores desses planos de gerenciamento de resíduos, caso não estejam corretos e a aplicabilidade de acordo com a legislação, de uma punição específica para aquelas que não realizarem ou implementarem corretamente os PGRS. Tais avaliadores deveriam cobrar das prefeituras a aplicação correta do conceito de

plano de gerenciamento e questionar as etapas de diagnóstico, perspectivas de atuação das ações e como realizá-las, impedindo a aprovação de planos superficiais.

Mas, há que se apontar que, houveram limitações para realização do presente trabalho, pois os resultados foram ocasionalmente restringidos devido a modelagem de cálculo das estimativas de investimentos adotada que apresentou, de modo geral, dois desafios: (i) o desenvolvimento da lógica com a qual as variáveis se inter-relacionam de modo a obter os resultados; e (ii) a existência de dados que possam definir as condições de cálculo. No caso, do presente estudo, observou-se dificuldades em obter base de dados atualizada e sistematizada com valores nominais dos custos de implementação de aterros sanitários de diferentes escalas, dada a falta de respostas quanto a esses quesitos nos questionários enviados, bem como, a não totalidade de resposta esperado para o universo de análise.

Assim, destaca-se ainda, a necessidade de mais estudos no âmbito do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Conforme evidenciado, a partir da elaboração e aplicação dos questionários nos municípios, percebeu-se, em muitos casos a inaptidão para a devolução das respostas, uma vez que muitos dos governantes entenderam tal pesquisa como um objeto de investigação e punição para aqueles que não conseguem atender as prerrogativas existentes na Lei Federal Nº 12.305/2010. Com isso, tem-se uma limitação na obtenção de dados e informações, inclusive verídicas da realidade municipal analisada. Para tanto, aos próximos estudos correlatos ao tema, sugere-se um exame mais detalhado de cada esfera municipal analisada acerca das informações prestadas sobre a forma de destinação de RSU e custos do gerenciamento, por exemplo, permitindo assim, a elaboração de resultados mais claros e base de dados completa para a estimação dos custos e capacidade de gestão de resíduos nos municípios.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004*: classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: http://www.ccs.ufrj.br/images/biosseguranca/CLASSIFICACAO_DE_RESIDUOS_SO_LIDOS_NBR_10004_ABNT.pdf>. Acesso em: 13 Maio 2016.

Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Fundação Getúlio Vargas - ABETRE/FGV. Estudos sobre os impactos econômicos e financeiros da implantação e operação de aterros sanitários. Disponível em: <http://www.abetre.org.br/estudos-e-publicacoes/publicacoes/publicacoes-abetre/FGV%20-%20Aterros%20Sanitarios%20-%20Estudo.pdf>. Acesso em Fevereiro de 2018.

Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio - ABRALATAS. A reciclagem no Brasil em números. Brasília-DF, 2017. Disponível em: <<http://www.abralatas.org.br/a-reciclagem-do-brasil-em-numeros/>>. Acesso em: Novembro 2017.

ABRAMOVAY, R. O mito do imaterial: economia verde não é o mesmo que crescimento verde. In: ABRAMOVAY, R. (Org.) **Muito além da economia verde**. São Paulo, SP: Abril, 2012. p. 77-128.

ABRAMOVAY, R.; SPERANZA, J. S.; PETITGAND, C. **Lixo zero**: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera. São Paulo-SP: Planeta sustentável : Instituto, 2013.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. Resíduos Sólidos: aproveitamento energético, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.ABRELPE.org.br/_download/informativo_recuperacao_energetica.pdf>. Acesso em: Dezembro 2016.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. Atlas Brasileiro de Emissões de GEE e Potencial Energético na Destinação de Resíduos Sólidos, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.ABRELPE.org.br/arquivos/atlas_portugues_2013.pdf>. Acesso em: Maio 2016.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais-ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.ABRELPE.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: Outubro 2016.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. Estimativas de custo para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos urbanos, São Paulo, 2015a. Disponível em: <http://www.ABRELPE.org.br/arquivos/pub_estudofinal_2015.pdf>. Acesso em: Março 2017.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais-ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, São Paulo, 2016. Disponível em: http://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/comunicacao/junho_2018/panoramaanexos2016.pdf. Acesso em: Março 2017.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais-ABRELPE. Estimativas dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil, São Paulo, 2015^a. p. 48.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE e PLASTIVIDA. Recuperação Energética de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://www.ABRELPE.org.br/_download/informativo_recuperacao_energetica.pdf. Acesso em: Setembro de 2017.

AGENDA 2030. Transformando nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Nações Unidas**, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: Abril 2017.

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados**, 1995. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>. Acesso em: Novembro 2016.

AGUILERA KLINK, F.; ALCÁNTARA, V. **De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica**. Barcelona: Icaria: Fuhem, 1994. 408 p.

AMAZONAS, M. D. C. Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. **O que é a Economia Ecológica**, 2001. Disponível em: <http://ecoeco.org.br/economia-ecologica>. Acesso em: 20 Novembro 2016.

AMAZONAS, M. D. C. *Valor e meio ambiente: elementos para uma abordagem evolucionista*. 2001. 267 p. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, SP.

AMBIENTAL. **Formas de Tratamento e Destinação dos Resíduos Sólidos**, 2016. Disponível em: <http://www.ambiental.sc/saiba-mais/formas-de-tratamento-e-destinacao-dos-residuos-solidos/>. Acesso em: Outubro 2016.

ANAP. Agência Nacional de Aparistas de Papel. **Relatório Anual 2013-2014**. Disponível em: http://www.anap.org.br/anap/wp-content/uploads/2016/04/Relatorio_Anual_2013_2014.pdf. Acesso em: Setembro de 2017.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. *Leituras de Economia Política*, Campinas, SP, Ago.-dez. 2008. p. 1-31.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”. **Texto para Discussão. IE/UNICAMP**, Campinas, SP, Maio 2009. 1-24. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1789&tp=a.>. Acesso em: 20 setembro 2016.

AZQUETA, D. **Introducción a la economía ambiental**. 2ª. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., 2007.

BABBIE, E. *Métodos de Pesquisas de Survey*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001, 519 p.

BANCO CENTRAL. **Calculadora do cidadão**. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>. Acesso em: Fevereiro de 2018.

BALSADI, O. V. Mudanças no meio rural e desafios para o desenvolvimento sustentável. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, SP, v. 15, n. 1, p. 155-165, Jan./Mar. 2001.

BAQUERO, M. *A pesquisa quantitativa nas Ciências Sociais*. Porto Alegre-RS: UFRGS, 2009.

BARAN, P. A. *A economia política do desenvolvimento*. (Coleção Os Economistas). Tradução de S. Ferreira da Cunha. 2ª. São Paulo-SP: Abril Cultural, 1984.

BAUMGÄRTNER, S. Entropy. **International Society for Ecological Economics**, 2003. Disponível em: <<http://isecoeco.org/pdf/entropy.pdf>>. Acesso em: Outubro 2016.

BGS. Equipamento para biogás. Biodigestores ao redor do Mundo, Curitiba, PR, 2013. Disponível em: <<http://bgsequipamentos.com.br/blog/biodigestores-ao-redor-do-mundo/>>. Acesso em: 28 Abril 2017.

BIANCO, T. S. D. *Sustentabilidade e desenvolvimento regional : uma análise do potencial econômico dos resíduos sólidos urbanos no Oeste do Paraná – 1970 - 2020*. 2014. 156 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo-PR.

BIANCO, T. S. D.; LIMA, J. F. D.; MOREJON, C. F. M. O Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável na Região Sul do Brasil. **REDES - Revista de Desenvolvimento Regional OnLine**, Santa Cruz do Sul - RS, V. 21, n. 2, maio/ago 2016. 8-28.

Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES. Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, União Européia e Japão, Jaboatão dos Guararapes-PE, p. 187. 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico do manejo dos resíduos**, 2009. Disponível em: <www.snis.gov.br>. Acesso em: Agosto 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: Outubro 2016.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Estudos Econômicos. **O modelo Harrod-Domar e a substitutibilidade de fatores**, 1975. Disponível em:

<http://gvpesquisa.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/bresser_-_modeloharrod-domar.pdf>. Acesso em: Novembro 2016.

BRUZACA, R. D.; SOUSA, M. T. C. Da sustentação do mercado à sustentabilidade ambiental: teorias, políticas e práticas na realidade da Amazônia brasileira. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, MG, Janeiro/Junho 2013. p. 133-165. Disponível em: <http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/da_sustentacao_do_mercado_a_sustentabilidade_ambiental.pdf>. Acesso em: Novembro 2016.

CÁNEPA, E. M. Economia da poluição. In: MAY, P. H. (Org.) **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 79-98.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES**, 2016. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: Janeiro/Dezembro 2016.

CASTRO, M. C. Dinâmica populacional, saúde e desenvolvimento sustentável. In: OJIMA, R.; BARBIERI, A. F.; CARMO, R. L. (Orgs.) **População e sustentabilidade na era das mudanças ambientais globais: contribuições para uma agenda brasileira**. Belo Horizonte, MG: ABEP, 2012. p. 320.

CATAPRETA, C. A. A. **Comportamento de um aterro sanitário experimental avaliação da influência do projeto, construção e operação**. 2008. 337 p. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.) Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Belo Horizonte- MG.

CAVALCANTI, C. Política de governo para o desenvolvimento sustentável: uma introdução ao tema e a esta obra coletiva. In: CAVALCANTI, C. (Org.) **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. São Paulo, SP: Cortez Editora, 1997. p. 436.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, São Paulo, SP, v. 24, n. 68, p. 53-67, 2010.

CECHIN, A.; VEIGA, J. E. D. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, P. H. (Org.) **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2010. p. 33-48.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRES. Review. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://cempre.org.br/download.php?arq=b18xOTVhNmJvOHExNHhkazZsMW42bzFzdTFxMGxhLnBkZg==>>. Acesso em: Outubro 2016.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRES. Fichas Técnicas - Plásticos. São Paulo, 2017a. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/4/plasticos>>. Acesso em: Setembro 2017.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRES. Fichas Técnicas - Vidro, São Paulo, 2017b. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em: Setembro 2017.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE. Fichas Técnicas- Latas de Aço, São Paulo, 2017c. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/1/latas-de-aco>>. Acesso em: Setembro 2017.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE. Fichas Técnicas- Papel Ondulado. São Paulo, 2017d. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/3/papel-ondulado>>. Acesso em: Setembro 2017.

Compromisso Empresarial para Reciclagem -CEMPRE. **O alto potencial do biogás como fonte de energia e combustível**, São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://cempre.org.br/informa-mais/id/63/o-alto-potencial-do-biogas-como-fonte-de-energia-e-combustivel>>. Acesso em: Janeiro 2018.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE. **Composto urbano - o mercado para reciclagem**, São Paulo, 2018a. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/10/composto-urbano>>. Acesso em: Janeiro 2018.

CETES AMBIENTAL. Especializada em Transporte de Resíduos Perigosos. **Coprocessamento de resíduos sólidos urbanos**, 2018. Disponível em: <<http://www.cetesambiental.com.br/coprocessamento-residuos-solidos-urbanos>>. Acesso em: Janeiro 2018.

COMMON, M.; STAGL, S. **Introducción a la Economía Ecológica**. Barcelona: Editora Reverté, 2008. 562 p.

COP15. Panorama Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Copenhagem, 2017. Disponível em: <http://www.cop15.gov.br/pt-BR/index7ed9.html?page=panorama/mecanismo-de-desenvolvimento-limpo>. Acesso em: Fevereiro 2017.

CORONEL, D. A.; SILVA, M. A. D. Ética e Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.7., n3, 2009. Disponível em: <<http://ageconsearch.tind.io/bitstream/94836/2/Artigo%201.pdf>>. Acesso em: Abril de 2017.

DA MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/ronaldo_seroa_da_motta/publication/266333538_manual_para_valoracao_economica_de_recursos_ambientais/links/54bcf60b0cf253b50e2d8850/manual-para-valoracao-economica-de-recursos-ambientais.pdf?origin=publication_detail. Acesso em Novembro de 2017.

DALY, H. Introdução à economia de estado-estável. In: DALY, H. (Org.) **Economia do século XXI**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1984. Cap. I, p. 12-45.

DALY, H. E. On Economics as a Life Science. **Journal of Political Economy**, v. 76, n. 3, p. 392-406, May - Jun. 1968. Disponível em: <<http://tbauler.pbworks.com/w/file/48548074/daly-economics%2520as%2520a%2520life-science.pdf>>. Acesso em: Outubro 2016.

DATOSMACRO. **República Checa - Índice de Desarrollo Humano - IDH**, 2017. Disponível em: <<http://www.datosmacro.com/idh/republica-checa>>. Acesso em: 26 Janeiro 2017.

DEEPASK. O mundo e as cidades através de gráficos e mapas. Coleta de lixo: veja custo dos serviços de coleta de resíduo domiciliar e público por cidade do Brasil, São Paulo, SP, 2017. Disponível em: <<http://www.deepask.com/goes?page=Coleta-de-lixo:-Veja-custo-dos-servicos-de-coleta-de-residuo-domiciliar-e-publico-por-cidade-do-Brasil>>. Acesso em: Outubro 2017.

ECOECO. Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. O que é a Economia Ecológica. Minas Gerais, MG, 2017. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br/sobre/a-ecoeco>>. Acesso em: Agosto 2017.

ECYCLE. Biodigestão de resíduos é opção para grandes quantidades de lixo orgânico. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/1338-biodigestao-e-uma-opcao-para-o-lixo-organico-rural-e-urbano.html>>. Acesso em: Novembro 2017.

EKKOGREEN. Tudo Sobre Sustentabilidade. Usina de reciclagem de vidro é instalada em Toledo. Disponível em: <<https://ekkogreen.com.br/reciclagem/usina-de-reciclagem-de-vidro-e-instalada-em-toledo/>>. Acesso em: Novembro 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Growth within: A Circular Economy vision for a competitive Europe*. Volume 1. Cowes: 2015 98p.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Toward the Circular Economy: Economic and Business rationale for an accelerated transition*. Volume 1. Cowes: 2013 98p.

ELY, A. **Economia do Meio Ambiente**: uma apreciação introdutória interdisciplinar da poluição, ecologia e qualidade ambiental. 2ª. Porto Alegre- RS: Fundação de Economia e Estatística (FEE), 1986.

EMBAIXADA DO JAPÃO. Especial Japão: Um País Ecológico. Disponível em: <<http://www.br.emb-japan.go.jp/files/000164250.pdf>>. Acesso em: 26 Janeiro 2017.

ENGEBIO E FEAM. **Estado da arte do tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos com geração de energia elétrica**. Engebio; Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte-MG, p. 294. 2010.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2018%20-%20%20Invent%C3%A1rio%20Energ%C3%A9tico%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2018%20-%20%20Invent%C3%A1rio%20Energ%C3%A9tico%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos[1].pdf). Acesso em: Setembro de 2017.

ENRÍQUEZ, M. A. Economia dos Recursos Naturais. In: MAY, P. H. (Org.) **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 49-78.

FÁVERO, L. P. Belfiore, P. Silva, F. L. Chan, B. L. **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro - RJ: Elsevier-CAMPUS, 2009

FEAM- Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos: guia de orientação para governos municipais de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2012. 163 p.

FERNANDEZ, B. P. M. Ecodesenvolvimento, Desenvolvimento Sustentável e Economia Ecológica: em que sentido representam alternativas ao paradigma de desenvolvimento tradicional? **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba-PR, n. 23, p. 109-120, Janeiro/Junho. 2011.

FERRERA DE LIMA, J.; ALVES, L. R.; EBERHARDT, P. H. C.; DEL BIANCO, T. S. Mensurar as Desigualdades Regionais no Brasil: Proposta Metodológica. In: V Seminário Internacional de Desenvolvimento Regional, 2011, Santa Cruz do Sul. Anais...V Seminário Internacional de Desenvolvimento Regional, SIDR. Santa Cruz do Sul: UNISC, vol. 01, p. 180-195, 2011.

FERRERA DE LIMA, J.; HERSEN, A.; KLEIN, C. F. Desenvolvimento Humano Municipal no Oeste do Paraná: o que mostram os indicadores? **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté - SP, v. 121, p. 157-173, Jan-abril 2016.

FEDERACAO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ - FIEP. **Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná**. Observatórios Sistema Fiep. Curitiba-PR, p. 73. 2016.

FUNASA. **Boletim Informativo**, 2011. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/blt_san_rural.pdf>. Acesso em: 20 Outubro 2015.

FURTADO, C. **Teoria e política do desenvolvimento econômico**. 2ª. São Paulo - SP: Editora Nacional, v. 24, 1967.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. 5ª. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra S.A, 1981.

FURTADO, C. **Introdução ao Desenvolvimento: Enfoque histórico-estrutural**. 3ª. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra S.A, v. 1, 2000.

GALANTE, V.A.; FERRERA DE LIMA, J.; ALVEZ, L.R. A Usina de Itaipu Binacional e a Conservação dos Recursos Naturais do Oeste Paranaense. **Anais do Encontro Paranaense de Economia - ECOPAR-PR**, 2011. Disponível em: <www.ecopar.net.br/artigos.php>. Acesso em: 2016.

GEORGESCU-ROEGEN, N. The Entropy Law and Economic Process in Retrospect. **Eastern Economic Journal**, January-March 1986. Disponível em: <http://college.holycross.edu/eej/Volume12/V12N1P3_25.pdf>. Acesso em: 3 Outubro 2016.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de Pesquisa. **Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e SEAD/UFRGS**, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 24 Outubro 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. São Paulo, SP: Atlas, 2002. 176 p.

GONÇALVES, A. **Potencial dos RSU como matéria - prima para novos produtos: Valorização de Resíduos Sólidos Urbanos**. Agropolo. Campinas - SP, p. 41. 2016.

GRAU, J; TERRAZA, H.; VELOSA, D. M; RIHM, A; STURZENEGGER, G. Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean. **Inter-American Development Bank**, Agosto 2015. Disponível em: <<https://publications.iadb.org/handle/11319/7177>>. Acesso em: 01 Fevereiro 2017.

GUALDA, N. L. O Índice de Desenvolvimento Regional como fator de identificação de polos de crescimento regionais; uma tentativa de identificação para a economia paranaense. In: Anais ... II Encontro de Economia Paranaense, 2003. Maringá: TAC - Multimídia, p. 566-583, 2003.

GUALDA, N. L. P.. IDR – Proposta Metodológica. Texto para Discussão. Programa de Mestrado em Economia - PME. Universidade Estadual de Maringá, 1995.

GVCES. Resíduos e pós-consumo. **Centro de Estudos em Sustentabilidade**, 2013. Disponível em: <<http://br.123dok.com//document/7q0x75gq-residuos-e-pos-consumo.html>>. Acesso em: 16 Março 2017.

HACHMANN, F. **Análise do Desenvolvimento Sustentável na Mesorregião Oeste do Paraná: uma aplicação do barômetro da sustentabilidade**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, PR. 2015.

Hair Jr., Anderson, R.E.; Tatham, R. L.; Black. W.C. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman, 2005. 600 p.

HARRIS, J. M. Sustainability and Sustainable Development. **International Society for Ecological Economics**, 2003. Disponível em: <<http://isecoeco.org/pdf/susdev.pdf>>. Acesso em: 20 Outubro 2016.

HIRSCHMAN, A. O. **La estrategia del desarrollo económico**. 2ª. México: Fondo de Cultura Económica, 1981.

HOFFMANN, R. *Componentes Principais e análise fatorial*. 90. Piracicaba-SP: Serie Didática, 1994.

HOGAN, D. J. Migração, Ambiente e Saúde nas cidades brasileiras. In: HOGAN, D. J.; VIEIRA, P. F. (Orgs.) **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável**. 2ª. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1995.

IAP. Relatório da situação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado do Paraná - 2017. **Instituto Ambiental do Paraná**, 2017. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Diagnostico_Disposicao_Final_de_RSU_2017.pdf>. Acesso em: Novembro 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/introducao.pdf>. Acesso em: 20 Setembro 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico 2010: Resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_gerais_amostra/resultados_gerais_amostra_tab_uf_microdados.shtm>. Acesso em: Novembro 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil: 2015. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254_.pdf>. Acesso em: Fevereiro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2016. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-detalle-de-midia.html?view=mediaibge&catid=2103&id=1321>>. Acesso em: Agosto 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios**, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>>. Acesso em: Abril 2017.

ICLEI. Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais. **Tratamento e Destinação dos Resíduos sólidos**. 2013. Disponível em: <http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page_id=356>. Acesso em: Outubro 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense. **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**, Curitiba, 2003. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_oeste.pdf>. Acesso em: Julho de 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Leituras Regionais: Mesorregião Geográfica Centro-Sul Paranaense. Curitiba, 2004. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_centro_sul.pdf>. Acesso em: Novembro 2014.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM-Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_demografica_social/IDHM_Parana_%201991_2000_2010.pdf>. Acesso em: Fevereiro 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Índice Ipardes De Desempenho Municipal - IPDM. Curitiba, 2012. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/ipdm/nota_metodologica_IPDM.pdf>. Acesso em: Fevereiro 2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Perfil da Região Geográfica Oeste Paranaense. Curitiba, 2016. Disponível em:

<http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=706&btOk=ok>. Acesso em: Julho de 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Base de Dados do Estado, Curitiba, 2017. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em: Março 2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. Projeção da População dos Municípios do Paraná, por sexo e grupos de idades, para o período 2017 - 2040. Curitiba, 2017a. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/ipardes/pdf/nota_tecnica_populacao_projetada.pdf>. Acesso em: Outubro 2017.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília-DF. 2012.

IPEA. **Situação Social das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclável e Reutilizável**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Brasília-DF, p. 76. 2013.

IPEA. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília - DF, p. 208. 2014. (978-85-7811-201-1).

ISAE. Instituto Superior de Administração e Economia. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Curitiba, 2016. Disponível em: <<http://www.isaebrasil.com.br/institucional/ods/>>. Acesso em: Abril 2017.

ISWA. International Solid Waste Association - Waste Atlas. **Waste Management for Everyone**, 2017. Disponível em: <2016 <http://www.atlas.d-waste.com/>>. Acesso em: Janeiro 2016.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v25n71/10>>. Acesso em: Julho 2016.

JR., A. P.; AGUIAR, A. D. O. E. Resíduos Sólidos: características e gerenciamento. In: JR., A. P. (Org.) **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 2ª. Barueri-SP: Manole, v. Coleção Ambiental, 2005. Cap. 8, p. 842.

KUTTNER. **Tecnologias para tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos**, 2011. Disponível em: <http://www.kuttner.com.br/Files/Filer/Downloads/pt/kuttner_cat_pt_tratamento_de_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: Outubro 2016.

KUZNETS, S. **Crescimento econômico moderno: ritmo, estrutura e difusão**. Tradução de Benedicto de Carvalho. 2ª. São Paulo-SP: Abril Cultural, 1983. (Coleção Os Economistas).

LAPIG. Modos de Classificação. **Introdução ao Quantun Gis**, 2017. Disponível em: <https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/cursos_online/qgis/modos_de_classificacao.html>. Acesso em: Agosto 2017.

LIMA, D. G. G. A.; LUCENA, L. F. L.; FIRMO, A. L.; MARIANO, M. Waste management policies in brazil: an analysis under european and usa laws. **ResearchGate**, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266664641_WASTE_MANAGEMENT_POLICIES_IN_BRAZIL_AN_ANALYSIS_UNDER_EUROPEAN_AND_USA_LAWS>. Acesso em: Outubro 2016.

LIMA, J. F. D. Região Oeste do Paraná: Para onde vais? In: PROGRAMA OESTE EM DESENVOLVIMENTO (Org.) **Boletim de Conjuntura Econômica Regional do Oeste do Paraná**. Foz do Iguaçu-PR: Parque Itaipu, v. 01, 2014. p. 55.

LIMA, J. F. D.; EBERHARDT, P. H. D. C.; BARROS, A. L. H. Os territórios econômicos no Oeste do Paraná: uma análise do seu crescimento no início do século XXI. **Ciências Sociais em Perspectiva**, Cascavel-PR, p. 111-122, 1º Semestre 2011.

LIMA, L. M. Q. **Lixo: Tratamento e Biorremediação**. n. 3. São Paulo - SP: Hemus, 2004. 265 p.

LUSTOSA, M. C. J. **Meio Ambiente, Inovação e Competitividade na indústria brasileira : a cadeia produtiva do petróleo**. 246 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Rio de Janeiro. 2002.

MACHADO, B. G. Portal resíduos sólidos: enviTeSB Ltda. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <http://www.urbam.com.br/sitenovo/servicos/estacao-de-tratamento-de-residuos-solidos/centro-de-triagem.aspx>. Acesso em: Setembro de 2017.

MAMEDE, M. C. D. S. **Avaliação econômica e ambiental do aproveitamento energético de resíduos sólidos no Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas - SP, p. 141. 2013.

MARTINE, G. População, Meio Ambiente e Desenvolvimento: o cenário global e nacional. In: MARTINE, G. (Org.) **População, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 2ª. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1996. p. 207.

MASSUKADO-NAKATANI, M. S. Métodos e técnicas de pesquisa em turismo: Amostragem, 2009. Disponível em: <<http://www.turismo.ufpr.br/drupal5/files/%20Aula%2022%20-%20Amostragem.pdf>>. Acesso em: Novembro 2016.

MESQUITA JÚNIOR, J. M. D. **MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO aplicado a resíduos sólidos: Gestão integrada de resíduos sólidos**. IBAM. Rio de Janeiro, p. 40. 2007.

MILARÉ, É. **Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência e glossário**. 4. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada*. Belo Horizonte - MG: UFMG, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana: Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/CADERNOTECNICOIPTU1.pdf>>. Acesso em: Novembro 2017.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Lixo Um grave problema no mundo moderno**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/8%20-%20mcs_lixo.pdf>. Acesso em: Outubro 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 28 Janeiro 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Manual para implantação de sistema de informação de gestão de Resíduos Sólidos em Consórcios Públicos. Brasília, 2010a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/5_manual_implantao_sistema_informao_gesto_rs_cp_125.pdf>. Acesso em: Fevereiro 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos: Versão Preliminar para consulta pública**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília- DF, 2011.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Agenda de Dirigentes. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 10 Dezembro 2015.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Consórcio é solução na gestão do lixo em pequenos municípios. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/5274-consorcio-e-solucao-na-gestao-do-lixo-em-pequenos-municípios>>. Acesso em: Janeiro 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Coleta Seletiva. Brasília, 2017a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>>. Acesso em: Novembro 2017.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Catadores de Materiais Recicláveis. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis>>. Acesso em: Novembro 2018.

MONTEIRO, J. H. P. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. IBAM. Rio de Janeiro-RJ, p. 200. 2001.

MOREJON, C. F. M. et al. Proposta de Novo Modelo de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. **3º Cleaner Production Initiatives and Challenges for a sustainable World**, 18-20 Maio, São Paulo, 2011. Disponível em:

<http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5b/6/morejon_cfm%20-%20paper%20-%205b6.pdf>. Acesso em: Junho 2016.

MOREJON, C. F. M.; FABRIS, S. C.; LAUFER, A. Desenvolvimento de uma Correlação para Identificação do Potencial de Geração de Resíduos Sólidos, Líquidos e Gasosos da Atividade Doméstica. **Revista Interagir**: pensando a extensão, n. 9, p. 149-158, 2006. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/interagir/article/download/21552/15559>>. Acesso em: 10 Maio 2016.

MOTTA, R. S. D. Política Ambiental. In: IPEA (Org.) **O Brasil no fim do século**: desafios e propostas para ação governamental. Rio de Janeiro: IPEA, 1994. Cap. Parte V, p. 306.

MUELLER, C. C. Os economistas e as inter-relações entre o sistema econômico e o meio ambiente. NEPAMA - Departamento de Economia – UnB, Brasília-DF, 2004. Disponível em: <<http://www.ceemaunb.com/mestrado/arquivos2014/livro.pdf>>. Acesso em: 20 Agosto 2016.

NAÇÕES UNIDAS. Relatório Brundtland: Development and International Economic Co-Operation: Environment. **Ambiente**, 1987. Disponível em: <<https://ambiente.files.wordpress.com/2011/03/brundtland-report-our-common-future.pdf>>. Acesso em: 07 Fevereiro 2017.

NAREDO, J. M. Economía y sostenibilidad. La economía ecológica en perspectiva. **Revista de la Universidad Bolivariana, Polis**, Santiago, Chile, v. 1, n. 2, p. 1-28, 2001. ISSN 0717-6554.

NETA, A. S. D. J. Meio ambiente e gestão dos resíduos sólidos: estudo sobre o consumo sustentável a partir da lei 12.305/2010. **Conteúdo Jurídico**, 2012. Disponível em: <<http://www.conteudojuridico.com.br/monografia-tcc-tese,meio-ambiente-e-gestao-dos-residuos-solidos-estudo-sobre-o-consumo-sustentavel-a-partir-da-lei-123052010,35864.html>>. Acesso em: Maio 2018.

NORTH, D. Teoria da Localização e Crescimento Econômico Regional. In: SCHWARTZMANN, J. (Org.) **Economia regional e urbana**: textos escolhidos. Belo Horizonte: UFMG, 1977. p. 333- 343.

OECD. O Que é o Protocolo De Quioto. 2015. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28947-o-que-e-o-protocolo-de-quioto/?device=desktop>. Acesso em: Novembro de 2017.

OLIVEIRA, C. Desigualdades regionais no Rio Grande do Sul: um enfoque da nova geografia econômica. **Revista Redes**, Santa Cruz do Sul (RS), vol. 10, nº 2, p. 93-116, 2005.

OSER, L.; BLANCHFIELD, W. C. *História do Pensamento Econômico*. 1ª. São Paulo: Atlas S.A, v. 3ª tiragem, 1983.

PEROBELLI, F. S.; NOVY, L. G. G.; OLIVEIRA, A. F.; FERREIRA, M. V. Planejamento regional e potenciais de desenvolvimento dos municípios de Minas Gerais

na região em torno de Juiz de Fora: uma aplicação de análise fatorial. **Nova Economia**, Belo Horizonte - MG, v. 9, p. 121-150, Julho 1999.

PERS. O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná - PERS/PR. **Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA/PR**, Curitiba, 2016. Disponível em: <<http://www.residuossolidos.sema.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1>>. Acesso em: Março 2017.

PHILIPPI JR., A.; AGUIAR, A. D. O. Resíduos Sólidos: características e gerenciamento. In: JR, A. P. (Org.) **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. p. 267-321.

PIACENTI, C. A. *O potencial de desenvolvimento endógeno dos municípios paranaense*. Curitiba-PR: Camões, 2012.

PIERUCCINI, M. A.; TSCHÁ, O. C. P.; IWAKE, S. Criação dos Municípios e Processos Emancipatórios. P. 105-178. In.: **Estratégias de Desenvolvimento Regional: Região Oeste do Paraná**. Organização de Alfredo Fonceca Peris. - Cascavel: Cascavel, 2003. 536 p.

PLANALTO. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm. Acesso em Novembro de 2017.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 10 Abril 2017.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas de Desenvolvimento no Brasil - Faixas de IDHM**, 2013b. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/arquivos/idhm-do-brasil.pdf>>. Acesso em: 10 Julho 2016.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: dos ODM aos ODS, 2015. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/post-2015/>>. Acesso em: 06 Fevereiro 2017.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2011. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza – Síntese para Tomadores de Decisão. Disponível em: <http://www.fapesp.br/rio20/media/Rumo-a-uma-Economia-Verde.pdf>. Acesso em: Novembro de 2017.

PORTAL BRASIL. **Separação incorreta do lixo dificulta reciclagem**, 2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2012/04/separacao-incorreta-do-lixo-dificulta-reciclagem>>. Acesso em: Agosto 2016.

PORTAL DO BIOGÁS. Biodigestor Anaeróbio, 2016. Disponível em: <https://www.portaldobiogas.com/biodigestor-anaerobio/>. Acesso em: Setembro de 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Biodigestor de Resíduos Sólidos orgânicos municipais de Marl na Alemanha. 2013. Disponível em:

<https://portalresiduossolidos.com/biodigestor-de-residuos-solidos-organicos-municipais-de-marl-na-alemanha/>. Acesso em Novembro de 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Usina de compostagem de Salerno na Itália. 2013a. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/usina-de-compostagem-de-salerno-na-italia/>. Acesso em Novembro de 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. A Usina de Compostagem de Bremen na Alemanha. 2013b. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/a-usina-de-compostagem-de-bremen-na-alemanha/>. Acesso em Novembro de 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos em Ypres na Bélgica – Sistema integrado de Biodigestor e Usina de compostagem. 2013c. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-solidos-organicos-em-ypres-na-belgica-sistema-integrado-de-biodigestor-e-usina-de-compostagem/>. Acesso em Novembro de 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Biodigestão Anaeróbia, 2013d. Disponível em: <https://www.portaldobiogas.com/biodigestao-anaerobia/>. Acesso em: Novembro 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Tratamento de Resíduos Sólidos, 2013e. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-solidos/>. Acesso em: Novembro 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Tratamento de lixo com tecnologia de Plasma. 2013f. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/tratamento-de-lixo-com-tecnologia-de-plasma/>. Acesso em: Novembro de 2017.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. A cobrança pela coleta de resíduos. **Portal Resíduos Sólidos**, 2014. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/cobranca-pela-coleta-de-residuos/>. Acesso em: Junho 2017.

PREBISCH, R. O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais. **Revista Brasileira de Economia, FGV**, Rio de Janeiro, RJ, v. 3, n. 3, Setembro 1949. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/2443/1767>. Acesso em: 26 Julho 2016.

Proença, L. **Conceitos Econômicos na construção da Economia Circular**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/conceitos-econ%C3%B4micos-na-constru%C3%A7%C3%A3o-da-economia-circular-luiza-proen%C3%A7a>. Acesso em: Dezembro de 2018.

PROGRAMA OESTE EM DESENVOLVIMENTO. **Boletim de Conjuntura Econômica Regional do Oeste do Paraná**. Fundação Parque Tecnológico Itaipu e Núcleo de Desenvolvimento Regional e do Grupo de Pesquisas em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)/Campus de Toledo. Foz do Iguaçu, p. 55. 2014.

RAIS. Relação Anual de Informações Sociais. **Informações sobre Estabelecimentos RAIS**, Brasília, 2014. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/scripts10/dardoweb.cgi>>. Acesso em: 20 Maio 2016.

RESÍDUOS SÓLIDOS. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná - PERS/PR. Curitiba, 2016. Disponível em: <http://www.residuossolidos.sema.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1>. Acesso em: Novembro de 2017.

REZENDE, M. L.; FERNANDES, L. P. D. S.; SILVA, A. M. R. E. Utilização da análise fatorial para determinar o potencial de crescimento econômico em uma região do sudeste do Brasil. **Revista Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria - RS, v. 19, p. 92-109, 2007. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/depcie/arquivos/artigo/5artigomarcelo.pdf>>.

RIBEIRO, L. C. D. S.; FREITAS, L. F. S.; CARVALHO, J. T. A. ; FILHO, J. D. O. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, Belo Horizonte - MG, Janeiro-abril 2014. p. 191-214. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/neco/v24n1/0103-6351-neco-24-01-0191.pdf>>. Acesso em Janeiro de 2017.

RICCHINI, R. Reciclagem de metal. **Setor Reciclagem**, 2016. Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-metal/reciclagem-de-metal/>>. Acesso em: Novembro de 2017.

RICUPERO, R. A RIO+20 e a Economia Verde. In: OJIMA, R.; BARBIERI, A. F.; CARMO, R. L. (Orgs.) **População e sustentabilidade na era das mudanças ambientais globais**: contribuições para uma agenda brasileira. Belo Horizonte, MG: ABEP, 2012. p. 320.

RIPPEL, R. Migração e Desenvolvimento Econômico no Oeste do Paraná: uma análise de 1950 a 2000. 2005, 261f. Tese (Doutorado em Demografia) - Instituto De Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000378387&fd=y>>. Acesso em: 17 Junho 2016.

RIPPEL, R. **Transição Demográfica**. n.1. Campinas, SP: Unicamp, v. 1, 2005.

RIPPEL, R.; LIMA, J. F. D. Fatores diferenciais e estruturais na localização e crescimento da população rural no oeste do Paraná. **Economia e Tecnologia**, Curitiba-PR, v. 13, n. 04, p. 83-94, Abril/Junho 2008.

RODRIGUES, K. F., FERRERA DE LIMA, J. Índice de desenvolvimento regional sustentável: uma análise das mesorregiões do Estado do Paraná no período de 2002 a 2008. **Revista Geografar**, Curitiba (PR), vol.8, nº1, p.175-202, 2013.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H.; (ORG.) (Orgs.) **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. 2ª. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2010. p. 379.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento Sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. Campinas - SP, Outubro 2011. p. 1-30.

ROPKE, I. Consumption in ecological economics. **Encyclopaedia of Ecological Economics**, 2005. Disponível em: <<http://www.isecoeco.org/>>. Acesso em: 20 Outubro 2016.

ROSTOW, W. W. *Etapas do desenvolvimento econômico (Um Manifesto Não-Comunista)*. 6ª. Rio de Janeiro-RJ: Zahar Editores, 1978.

RUSSO, M. Rota Tecnológica dos Resíduos Biodegradáveis. 1º Seminário projeto BNDES – FADE: Recife, 5 a 7 de setembro de 2011. Disponível em: <http://www.abetre.org.br/estudos-e-publicacoes/publicacoes/publicacoes-abetre/UFPEFADETecnologiasparaRSU2013.pdf>. Acesso em: Novembro 2017.

RUSSO, M. A. T. Tratamento de resíduos sólidos. 2003. 196f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade De Ciências e Tecnologia do Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra,. Lisboa, Portugal.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento**: crescer sem destruir. São Paulo, SP: Vértice, 1986.

SACHS, I. Desenvolvimento Sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas: os casos da Índia e do Brasil. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs.) **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento**: Novos desafios para a pesquisa ambiental. Tradução de Anne Sophie de Pontbriand-Vieira e Christilla de Lausus. São Paulo, SP: Cortez, 1997.

SACHS, I. **Desenvolvimento**: incluyente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro, RJ: Garamond, 2008.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, RJ: Garamond, 2009.

SACHS, I. Prefácio. In: VEIGA, J. E. D. (Org.) **Desenvolvimento Sustentável**: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro, RJ: Garamond, 2010. p. 220.

SANTOYO, A. H. Bases teórico metodológicas para la valoración económica de bienes y servicios ambientales a partir de técnicas de decisión multicriterio. Estudio de caso: Parque Nacional Viñales, Pinar del Río, República de Cuba. 2011. 246p. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas), Universidad de Alicante, España.

SARMENTO, C. Rejeitado aqui, cobiçado lá fora. **O Globo**, 2012. Disponível em: <[http://www.premioABRELPE.org.br/Desleixo_insustentavel_\(3\).pdf](http://www.premioABRELPE.org.br/Desleixo_insustentavel_(3).pdf)>. Acesso em: 26 Janeiro 2017.

SARMIENTO, M. Á. **Desarrollo de un nuevo Método de valoración medioambiental**. Universidade Politécnica de Madrid. Madrid, p. 224. 2003.

SCHNEIDER, I.; FERRERA DE LIMA, J. Os efeitos polarizantes da microrregião de Cascavel e Toledo sobre os municípios do entorno. Anais. (ENABER), Foz do Iguaçu: ABER, 2006- CD-ROM., 2006.

SCHUMPETER, J. A. *Teoria do Desenvolvimento Econômico*: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo-SP: Abril Cultural, 1982.

SCOPUS. SCOPUS-ELSEVIER. **Document Search**, 2018. Disponível em: <<https://www.scopus.com/home.uri>>. Acesso em: Outubro de 2018.

SCOPUS. Document Search. **SCOPUS**, 2017. Disponível em: <<https://www-scopus-com.ez89.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic&zone=TopNavBar&origin=resultsAnalyzer>>. Acesso em: Agosto 2017.

Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná - SEMA. Política de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná. Curitiba, 2015. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=57>>. Acesso em: Outubro 2015.

SELUR; ABLP; PWC. Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo (SELUR); Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública - ABLP; Pwc. **Guia de orientação para adequação dos Municípios à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**.. São Paulo - SP, p. 138. 2012.

SEN, A. **Economía del crecimiento**: selección de Amartya Sen. Tradução de Eduardo L. Suárez. 1ª reimpressão. México: Fondo de Cultura Económica, 1989.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo-SP: Companhia das Letras, 2000.

SENADO FEDERAL. Rumo a 4 milhões de toneladas por ano. **Revista em Discussão**, Brasília-DF, v. 5, n. 22, p. 51-60, Setembro 2014. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/residuos-solidos/materia.html?materia=rumo-a-4-bilhoes-de-toneladas-por-ano.html>. Acesso em: março de 2017.

SENADO FEDERAL. 2014a. Como alguns países tratam seus resíduos. **Revista em Discussão**, Brasília-DF, v. 5, n. 22, p. 51-60, Setembro 2014. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/residuos-solidos/materia.html?materia=como-alguns-paises-tratam-seus-residuos.html>. Acesso em 20 de março de 2017.

SENADO FEDERAL. Aumento da produção de lixo tem custo ambiental. 2014b. **Revista em Discussão**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/mundo-rumo-a-4-bilhoes-de-toneladas-por-ano>. Acesso em: março de 2017.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23°. São Paulo - SP: CORTEZ, 2007.

SILVA, C. L. D. et al. Gestão de resíduos sólidos urbanos em capitais brasileiras alternativas para um modelo de gestão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro-RJ, v. 33, p. 118-132, Setembro 2015. Disponível em: <<http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/33-10.pdf>>. Acesso em: 10 Abril 2017.

SIMÕES, C. C. D. S.; OLIVEIRA, L. A. P. D. O processo demográfico brasileiro. In: ESTATISTICA, I. B. D. G. E. (Org.) **Atlas Nacional Digital do Brasil**. Brasília-DF: [s.n.], 2010. p. 113-122.

SILVA, W. R. **Estudo cinético do processo de digestão anaeróbica de resíduos sólidos vegetais**. 2009. 201p. Tese (Doutorado em Química). Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba-UFPB. João Pessoa-PB.

SILVA, E. L. D.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. Florianópolis-SC: UFSC, 2005.

SIMÕES, R. Métodos de Análise Regional e Urbana: Diagnóstico Aplicado ao Planejamento. Texto para discussão nº 259. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6519931.pdf>. Acesso em: Novembro de 2017.

SINGER, P. *Desenvolvimento e crise*. 3ª. Rio de Janeiro-RJ: Paz e Terra, v. 16, 1982.

SINIR. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Tipos de resíduos**, 2016. Disponível em: <<http://sinir.gov.br/web/guest/tipos-de-residuos>>. Acesso em: 10 Setembro 2016.

SISTN. Quadro de Dados Contábeis Consolidados Municipais: Balanço Orçamentário, Receitas e Despesas Orçamentárias e Despesas por Função. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.contaspublicas.caixa.gov.br/sistncon_internet/index.jsp>. Acesso em: 31 Outubro 2016.

SNIF. Sistema Nacional De Informações Florestais As Florestas Plantadas. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>>. Acesso em: Janeiro 2018.

SNIS. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. **Diagnóstico de manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos, Brasília**, 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2014>>. Acesso em: Fevereiro 2017.

SOUZA, N. D. J. D. **Desenvolvimento Econômico**. 4ª. São Paulo-SP: Atlas, 1999.

STIGLITZ, J. E. Georgescu-Roegen versus Solow: Stiglitz. **Ecological Economics**, p. 269-270, 1997. Disponível em: <<http://www.isecoeco.org/seminal-articles/>>. Acesso em: 20 Novembro 2016.

SUDERHSA. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Consórcios Intermunicipais de Resíduos Sólidos Urbanos., Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=77>>. Acesso em: Janeiro 2018.

TELLES, T. S.; COSTA, G. V. da.; BACCHI, M.D.; LAURENTI, A. C. **Evolução da população rural ocupada nas Grandes Regiões do Brasil entre 2001 e 2009. Interações (Campo Grande)** [online]. 2017, vol.18, n.1, pp.17-26. ISSN 1518-7012. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.20435/1984-042x-2017-v.18-n.1\(02\)](http://dx.doi.org/10.20435/1984-042x-2017-v.18-n.1(02)). Acesso em: Março de 2018.

TISSOT, M. Viabilidade ambiental e econômica da recuperação energética de resíduos por meio de Combustível Derivado De Resíduo - CDR. Revalore/Co-Processamento e Engenharia do Meio Ambiente. Curitiba-PR, p. 37. 2014.

TÔSTO, S. G.; MANGABEIRA, J. A.; PEREIRA, L. C. Valorando a natureza: Economia Ambiental ou Economia Ecológica? **Rural Centro**, 2011. Acesso em: 23<http://ruralcentro.uol.com.br/noticias/valorando-a-natureza-economia-ambiental-ou-economia-ecologica-50104> . Acesso em: março de 2017.

TSA. Tecnologia de Sistemas Ambientais. Importância da produção de CDR e da compostagem. 2017. Disponível em: <<http://www.tsa.eco.br/2017/05/05/cdr/>>. Acesso em: Janeiro 2018.

TSCHÁ, O. D. C. P.; RIPPEL, R.; LIMA, J. F. D. Transformação produtiva, urbanização, industrialização e migração no Oeste do Paraná. Anais... **XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP**, Caxambu-MG, p. 18, 20 a 24 Setembro 2010. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2010/docs_pdf/tema_6/abep2010_2132.pdf>. Acesso em: 19 Julho 2016.

TUROLLA, F. A.; HERCOWITZ, M. Economia e Ecologia. GV-Executivo, 2007. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/34584>>. Acesso em: 25 Março 2017.

UNDP. UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Indicadores Internacionales de Desarrollo Humano**, 2014. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/es/countries>>. Acesso em: 26 Janeiro 2017.

VAN DEN BERGH, C. J. M. Bounded rationality and environmental policy. **Internet Encyclopaedia of Ecological Economics**, 2003. Disponível em: <<http://www.isecoeco.org/>>. Acesso em: 26 Outubro 2016.

VAN DEN BERGH, J. C. J. M. Ecological economics: themes, approaches, and differences with environmental economics. **Regional Environmental Change**, n. 2, p. 13-23, 2001. Disponível em: <https://is.muni.cz/el/1423/jaro2014/HEN624/um/van_den_Bergh_2011_Ecological_and_environmental_economics.pdf>. Acesso em: Outubro 2016.

VEIGA, J. E. D. O que é desenvolvimento Sustentável? **Plataforma Sustentáculos**, São Paulo, Março 2015a. Disponível em: <<http://sustentaculos.pro.br/temas-01.html>>. Acesso em: Setembro 2016.

VEIGA, J. E. D. Desenvolvimento só se for sustentável. **Plataforma Sustentáculos**, 2015b. Disponível em: <<http://sustentaculos.pro.br/temas-07.html>>. Acesso em: Setembro 2016.

VELASQUES, F.; BISPO, E. R.; JUNIOR; SANTOS, J. P.P. dos; CONCEIÇÃO, J. C.; PIRES, M. R. Usinas de triagem, compostagem e tratamento de chorume: uma opção econômica e sustentável. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/04/Usinas-de-triagem-compostagem-e-tratamento-de-chorume->

uma-op%C3%A7%C3%A3o-econ%C3%B4mica-e-sustant%C3%A1vel.pdf. Acesso em: Setembro de 2017.

VIANA, E. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS): ‘faltou cobrança rigorosa de cumprimento das regras’. **EcoDebate**, 2016. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2016/04/11/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs-faltou-cobranca-rigorosa-de-cumprimento-das-regras/>>. Acesso em: 12 Fevereiro 2017.

VITAL, M. H. F.; INGOUVILLE, M.; PINTO, M. A. C. Estimativa de investimentos em aterros sanitários para atendimento de metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos entre 2015 e 2019. **Biblioteca Digital do BNDES**, 2014. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3041/1/Estimativa%20de%20investimentos%20em%20aterros%20sanitarios_P.pdf>. Acesso em: Setembro 2017.

WACHOWICZ, R. C. **Obrageros, mensus e colonos**: história do oeste paranaense. n. 1. Curitiba-Vicentina, 1982.

APÊNDICES

A1: Teste e adequação da AF a amostra utilizada para a criação e aplicação dos resultados ao Indicador de Desenvolvimento Regional Sustentável (IDRS).

Inicialmente verificou-se a existência de *outliers* e se os dados apresentam distribuição viésada. Para tanto, verifica-se a distribuição normal multivariada dos dados, que pode ser testada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov (Tabela A1), pois o tamanho da amostra supera 30 observações. Com base no teste de Kolmogorov-Smirnov, observa-se que todas as variáveis possuem distribuição normal ($p\text{-value} > 0,01$), para um nível de significância de 1%.

Em seguida, a partir da análise da matriz de correlações de Pearson (Tabela A2), pode-se observar que os requisitos iniciais, existência de considerável número de correlações com valores superiores a 0,30 e de normalidade multivariada, foram atendidos, ocorreu em 79% das observações, o que permite dar continuidade à aplicação das técnicas de AF aos dados selecionados.

O terceiro teste consiste na aplicação do teste de esfericidade de Bartlett (Tabela A3). Assim, se a matriz de correlações for igual à matriz identidade (aceita-se hipótese nula), indicando que as inter-relações entre as variáveis são iguais a 0 e, neste caso, deve-se reconsiderar a utilização da AF. Por outro lado, se a hipótese nula for rejeitada, haverá indícios de que existem correlações significativas entre as variáveis originais, e de que a aplicação das técnicas de AF se faz pertinente para o estudo. Para tanto, foi apresentado na Tabela 5, os resultados da estatística KMO e do teste de Esfericidade de Bartlett.

A utilização das 39 variáveis apresentadas como independentes na determinação do potencial de desenvolvimento dos municípios do Oeste do Paraná, resultou em um valor de KMO de 0,810, que indica como adequada a utilização da técnica de análise fatorial para a formação de fatores que expliquem as modificações econômicas, sociais e ambientais existentes no Oeste Paranaense.

Segundo Hair et.al., (2005), esse resultado (0,810) implica que os fatores latentes explicam grande parte da associação entre as variáveis e que os resíduos estão pouco associados entre si. Ou seja, esse resultado indica a adequação do ajuste do modelo de análise fatorial ortogonal aos dados dos municípios do Oeste do Paraná.

Tabela A1: Resultados dos Testes de Normalidade Univariada.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
V01	0,125	50	0,049	0,946	50	0,024
V02	0,352	50	0,000	0,377	50	0,000
V03	0,381	50	0,000	0,368	50	0,000
V04	0,356	50	0,000	0,368	50	0,000
V05	0,242	50	0,000	0,713	50	0,000
V06	0,373	50	0,000	0,341	50	0,000
V07	0,354	50	0,000	0,404	50	0,000
V08	0,329	50	0,000	0,433	50	0,000
V09	0,331	50	0,000	0,423	50	0,000
V10	0,299	50	0,000	0,444	50	0,000
V11	0,368	50	0,000	0,475	50	0,000
V12	0,386	50	0,000	0,346	50	0,000
V13	0,311	50	0,000	0,536	50	0,000
V14	0,413	50	0,000	0,278	50	0,000
V15	0,356	50	0,000	0,368	50	0,000
V16	0,247	50	0,000	0,724	50	0,000
V17	0,079	50	0,200*	0,970	50	0,222
V18	0,108	50	0,200*	0,956	50	0,063
V19	0,094	50	0,200*	0,969	50	0,209
V20	0,058	50	0,200*	0,980	50	0,535
V21	0,123	50	0,057	0,923	50	0,003
V22	0,053	50	0,200*	0,983	50	0,685
V23	0,096	50	0,200*	0,952	50	0,040
V24	0,358	50	0,000	0,435	50	0,000
V25	0,344	50	0,000	0,392	50	0,000
V26	0,325	50	0,000	0,432	50	0,000
V27	0,440	50	0,000	0,296	50	0,000
V28	0,356	50	0,000	0,396	50	0,000
V29	0,340	50	0,000	0,395	50	0,000
V30	0,347	50	0,000	0,383	50	0,000
V31	0,130	50	0,033	0,926	50	0,004
V32	0,138	50	0,018	0,921	50	0,003
V33	0,209	50	0,000	0,804	50	0,000
V34	0,385	50	0,000	0,317	50	0,000
V35	0,404	50	0,000	0,256	50	0,000
V36	0,292	50	0,000	0,623	50	0,000
V37	0,131	50	0,031	0,850	50	0,000
V38	0,319	50	0,000	0,535	50	0,000
V39	0,345	50	0,000	0,392	50	0,000

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabela A2: Matriz de Correlação de Pearson.

Correlação Pearson	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28	V29	V30	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37	V38	V39
V01	1	,096	,111	,086	,298	,186	,132	,118	,117	,145	,273	,099	,149	,063	,088	,071	,310	,563	-,672	,637	-,655	,667	-,096	,116	,107	,108	,058	,097	,091	,093	,304	,273	,190	,097	,045	-,149	,055	,130	,091
V02	,096	1	,861**	,993	,556	,917	,960	,989	,994	,687	,705	,987	,963	,858	,997	,517	-,083	,360	-,285	,379	-,208	,321	,225	,931	,995	,992	,962	,993	,992	,995	,560	,437	,279	,016	,689	,415	,022	,160	,990
V03	,111	,861	1	,911**	,808	,631	,960	,897	,886	,919	,897	,914	,879	,974	,894	,724	,048	,390	-,297	,406	-,252	,392	,148	,967	,818	,881	,930	,912	,914	,906	,488	,382	,070	,059	,937	,647	-,041	-,004	,922
V04	,086	,993	,911	1	,617**	,873	,983	,990	,992	,753	,750	,995	,961	,908	,999	,573	-,069	,361	-,280	,378	-,206	,327	,218	,956	,979	,991	,979	,999	,999	,999	,546	,425	,241	,020	,764	,486	,008	,125	,999
V05	,298	,556	,808	,617	1	,317*	,711	,640	,620	,877	,842	,603	,692	,714	,591	,839	,100	,461	-,421	,494	-,366	,506	,184	,774	,517	,608	,627	,628	,634	,614	,536	,472	,027	,130	,776	,569	-,114	-,074	,640
V06	,186	,917	,631	,873	,317	1	,787**	,886	,898	,385	,511	,858	,863	,607	,888	,283	-,103	,281	-,250	,312	-,173	,265	,182	,761	,946	,890	,826	,876	,869	,878	,523	,405	,364	-,005	,377	,180	,085	,223	,860
V07	,132	,960	,960	,983	,711	,787	1	,972**	,969	,853	,831	,985	,950	,956	,976	,651	-,021	,404	-,311	,419	-,247	,384	,203	,977	,933	,969	,971	,983	,984	,981	,551	,432	,206	,034	,852	,553	-,008	,091	,987
V08	,118	,989	,897	,990	,640	,886	,972	1	,999**	,745	,770	,981	,978	,876	,988	,612	-,032	,407	-,318	,416	-,238	,374	,255	,960	,982	,996	,972	,991	,992	,992	,598	,489	,263	,037	,733	,453	,013	,141	,991
V09	,117	,994	,886	,992	,620	,898	,969	,999	1	,728**	,751	,983	,976	,868	,992	,590	-,044	,400	-,313	,410	-,233	,364	,254	,953	,988	,997	,969	,992	,993	,993	,593	,481	,273	,037	,718	,438	,016	,149	,992
V10	,145	,687	,919	,753	,877	,385	,853	,745	,728	1	,858**	,766	,742	,911	,730	,808	,062	,425	-,311	,418	-,268	,438	,196	,853	,631	,730	,777	,753	,762	,749	,434	,364	-,008	,040	,942	,693	-,071	-,093	,773
V11	,273	,705	,897	,750	,842	,511	,831	,770	,751	,858	1	,760**	,800	,825	,732	,730	,153	,436	-,371	,469	-,332	,501	,077	,888	,663	,734	,779	,765	,761	,749	,543	,442	,109	,064	,828	,567	-,030	,015	,770
V12	,099	,987	,914	,995	,603	,858	,985	,981	,983	,766	,760	1	,947**	,923	,994	,563	-,056	,358	-,278	,374	-,206	,330	,201	,950	,968	,984	,977	,994	,994	,995	,532	,411	,226	-,009	,780	,501	,019	,114	,995
V13	,149	,963	,879	,961	,692	,863	,950	,978	,976	,742	,800	,947	1	,833**	,960	,636	-,049	,424	-,335	,443	-,254	,395	,266	,959	,955	,970	,921	,969	,968	,965	,650	,528	,262	,076	,698	,433	,017	,151	,966
V14	,063	,858	,974	,908	,714	,607	,956	,876	,868	,911	,825	,923	,833	1	,893**	,672	,010	,347	-,249	,353	-,206	,330	,145	,923	,809	,874	,923	,903	,908	,903	,425	,324	,090	,002	,955	,656	-,032	,023	,916
V15	,088	,997	,894	,999	,591	,888	,976	,988	,992	,730	,732	,994	,960	,893	1	,541**	-,082	,352	-,275	,372	-,202	,315	,215	,946	,985	,991	,974	,998	,998	,999	,553	,428	,251	,001	,739	,466	,011	,144	,997
V16	,071	,517	,724	,573	,839	,283	,651	,612	,590	,808	,730	,563	,636	,672	,541	1	,082	,356	-,251	,286	-,124	,355	,355	,700	,487	,600	,577	,573	,591	,571	,443	,450	,081	,192	,751	,588	-,025	-,066	,598
V17	,310	-,083	,048	-,069	,100	-,103	-,021	-,032	-,044	,062	,153	-,056	-,049	,010	-,082	,082	1	,358*	-,416	,332	-,350	,385	-,188	,001	-,093	-,053	-,039	-,076	-,071	-,072	,108	,165	-,035	,263	,074	-,124	,011	-,067	-,062
V18	,563	,360	,390	,361	,461	,281	,404	,407	,400	,425	,436	,358	,424	,347	,352	,356	,358	1	,841**	,894	-,777	,802	,337	,423	,349	,393	,331	,363	,366	,366	,410	,389	,157	,390	,327	-,031	-,016	,135	,368
V19	-,672	-,285	-,297	-,280	-,421	-,250	-,311	-,318	-,313	-,311	-,371	-,278	-,335	-,249	-,275	-,251	-,416	-,841	1	,894**	,858	-,819	-,017	-,322	-,280	-,303	-,243	-,280	-,285	-,285	-,386	-,355	-,173	-,300	-,228	,118	,080	-,147	-,285
V20	,637	,379	,406	,378	,494	,312	,419	,416	,410	,418	,469	,374	,443	,353	,372	,286	,332	,894	-,894	1	,917**	,841	,037	,435	,365	,396	,343	,382	,383	,384	,403	,352	,081	,326	,319	-,081	-,084	,107	,383
V21	-,655	-,208	-,252	-,206	-,366	-,173	-,247	-,238	-,233	-,268	-,332	-,206	-,254	-,206	-,202	-,124	-,350	-,777	,858	-,917	1	,753**	,186	-,259	-,195	-,220	-,186	-,211	-,209	-,212	-,289	-,253	-,054	-,279	-,196	,164	,201	-,101	-,209
V22	,667	,321	,392	,327	,506	,265	,384	,374	,364	,438	,501	,330	,395	,330	,315	,355	,385	,802	-,819	,841	-,753	1	,100	,414	,311	,351	,310	,333	,332	,330	,355	,320	,084	,303	,320	,077	,120	-,006	,334
V23	-,096	,225	,148	,218	,184	,182	,203	,255	,254	,196	,077	,201	,266	,145	,215	,355	-,188	,337	-,017	,037	,186	,100	1	,207	,244	,273	,186	,217	,226	,223	,291	,321	,210	,118	,120	,127	,100	,095	,224
V24	,116	,931	,967	,956	,774	,761	,977	,960	,953	,853	,888	,950	,959	,923	,946	,700	,001	,423	-,322	,435	-,259	,414	,207	1	,903**	,942	,954	,962	,961	,954	,551	,432	,169	,082	,837	,561	-,012	,050	,963
V25	,107	,995	,818	,979	,517	,946	,933	,982	,988	,631	,663	,968	,955	,809	,985	,487	-,093	,349	-,280	,365	-,195	,311	,244	,903	1	,986**	,945	,979	,978	,981	,579	,459	,313	,003	,626	,369	,030	,187	,974
V26	,108	,992	,881	,991	,608	,890	,969	,996	,997	,730	,734	,984	,970	,874	,991	,600	-,053	,393	-,303	,396	-,220	,351	,273	,942	,986	1	,963**	,990	,992	,993	,592	,485	,277	,036	,726	,437	,021	,154	,991
V27	,058	,962	,930	,979	,627	,826	,971	,972	,969	,777	,779	,977	,921	,923	,974	,577	-,039	,331	-,243	,343	-,186	,310	,186	,954	,945	,963	1	,976**	,977	,976	,509	,399	,200	-,075	,802	,549	-,013	,101	,979
V28	,097	,993	,912	,999	,628	,876	,983	,991	,992	,753	,765	,994	,969	,903	,998	,573	-,076	,363	-,280	,382	-,211	,333	,217	,962	,979	,990	,976	1	,999**	,999	,560	,435	,235	,019	,758	,483	,010	,131	,998
V29	,091	,992	,914	,999	,634	,869	,984	,992	,993	,762	,761	,994	,968	,908	,998	,591	-,071	,366	-,285	,383	-,209	,332	,226	,961	,978	,992	,977	,999	1	,1000**	,561	,440	,241	,019	,767	,491	,008	,129	,1000
V30	,093	,995	,906	,999	,614	,878	,981	,992	,993	,749	,749	,995	,965	,903	,999	,571	-,072	,366	-,285	,384	-,212	,330	,223	,954	,981	,993	,976	,999	,1000	1	,558**	,436	,246	,012	,757	,475	,010	,137	,999
V31	,304	,560	,488	,546	,536	,523	,551	,598	,593	,434	,543	,532	,650	,425	,553	,443	,108	,410	-,386	,403	-,289	,355	,291	,551	,579	,592	,509	,560	,561	,558	1	,972**	,500	,036	,364	,171	-,066	,320	,560
V32	,273	,437	,382	,425	,472	,405	,432	,489	,481	,364	,442	,411	,528	,324	,428	,450	,165	,389	-,355	,352	-,253	,320	,321	,432	,459	,485	,399	,435	,440	,436	,972	1	,476**	,056	,292	,132	-,068	,283	,440
V33	,190	,279	,070	,241	,027	,364	,206	,263	,273	-,008	,109	,226	,262	,090	,251	,081	-,035	,157	-,173	,081	-,054	,084	,210	,169	,313	,277	,200	,235	,241	,246	,500	,476	1	,081	,015	,002	-,032	,318	,235
V34	,097	,016	,059	,020	,130	-,005	,034	,037	,037	,040	,064	-,009	,076	,002	,001	,192	,263	,390	-,300	,326	-,279	,303	,118	,082	,003	,036	-,075	,019	,019	,012	,036	,056	,081	1	,036	-,127	,068	-,118	,014
V35	,045	,689	,937	,764	,776	,377	,852	,733	,718	,942	,828	,780	,698	,955	,739	,751	,074	,327	-,228	,319	-,196	,320	,120	,837	,626	,726	,802	,758	,767	,757	,364	,292	,015	,036	1	,709**	-,069	-,032	,780
V36	-,149	,415	,647	,486	,569	,180	,553	,453	,438	,693	,567	,501	,433	,656	,466	,588	-,124	-,031	,118	-,081	,164	,077	,127	,561	,369	,437	,549	,483	,491	,475	,171	,132	,002	-,127	,709	1	,017	-,160	,501
V37	,055	,022	-,041	,008	-,114	,085	-,008																																

Tabela A3: Resultados da Estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de adequação de amostragem do Teste de Esfericidade de Bartlett - Teste 1.

		0,810
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.		
	Qui-quadrado aprox.	5848,054
Teste de esfericidade de Bartlett	df	741
	Significância	0,000

Fonte: Resultados da Pesquisa.

O nível de significância do teste de esfericidade de Bartlett (*p-value* - 0,000), conduz à rejeição da hipótese nula, ou seja já da matriz de correlações ser a matriz identidade, evidenciando, portanto, que há correlações entre as variáveis, ou seja, a aplicação da AF aos dados se faz pertinente.

Como terceira opção para verificar a adequação das técnicas da AF aos dados selecionados, utiliza-se os resultados obtidos nas matrizes de anti-imagem de variâncias-covariâncias e de correlações (Tabela A4). Conforme exposto, as matrizes indicadas, apresentaram valores negativos para as covariâncias e correlações parciais entre as variáveis. Tais valores estimam correlações entre as variáveis que não decorrem dos fatores comuns. Assim, na matriz anti-imagem de correlações, os valores da diagonal principal também representam uma medida de adequação dos dados à análise fatorial, conhecida como MSA (medida de adequação da amostra), para cada uma das variáveis em análise. Caso algum valor esteja abaixo de 0,50, tal fato indica que está variável específica pode não se ajustar à estrutura definida pelas outras variáveis (FÁVERO e BELFIORE, et. al., 2009).

A partir da avaliação da medida de adequação da amostra (MSA) identificou-se a existência de valores de MSA superiores a 0,50 para todas as variáveis, exceto para as variáveis V17, V23, V34, V37 e V38. Entretanto, a decisão de eliminação destas variáveis será tomada após a verificação dos valores de comunalidades e de cargas fatoriais, pois os valores elevados desses indicadores podem representar, a formação de um único fator e, assim, excluí-las nesse momento pode comprometer o ajuste do modelo.

Tabela A4: Matrizes Anti-Imagem variáveis selecionadas para o modelo de Análise Fatorial.

[illegible]

a. Medidas de adequação de amostragem (MSA)

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir do exposto, apresentou-se a matriz dos componentes ou cargas fatoriais (Tabela A5) na qual foram elencadas as cargas (*loadings*) que correlacionam as variáveis com os fatores antes da rotação, ou seja, permite verificar qual fator melhor explica cada uma das variáveis originais (FÁVERO e BELFIORE ET.AL., 2009). Com base na Tabela exposta, pode-se afirmar que, para as variáveis V7, V39, V08, V24, V29, V28, V30, V9, V04, V26, V12, V15, V13 V27, V02, V03, V25, V14, V11, V10, V35, V06, V05, V16 e V31, há predomínio do Fator 1 (Componente 1); para as variáveis V21, V19, V20, V18, V22 e V01, predomina o Fator 2; para a variável V36 há predomínio do Fator 3; para as V23 e V32 há predomínio do Fator 4; para a variável V34 predomina o Fator 5 e, para a variável V37 predomina o fator 6.

Para identificar qual a variável a ser excluída da análise, foi apresentada na Tabela A6 dos anexos, os valores obtidos para as comunalidades, que representa a variância total explicada pelos fatores em cada variável. As comunalidades iniciais são iguais a 1 e, após a extração, variam entre 0 e 1, sendo mais próximas de 0 quando os fatores comuns explicam baixa ou nenhuma variância da variável, e 1, quando toda variância é explicada por todos os fatores. Neste caso, estipulou-se que, deixariam de fazer parte da análise as variáveis que apresentarem valores de comunalidades menores que 0,60. Isto posto, optou-se por excluir as variáveis V17, V33 e V38, por não cumprirem esse pré-requisito.

Por outro lado, arbitrou-se que, as variáveis com cargas fatoriais acima de 0,60, em valor absoluto, seriam de forte associação entre o fator e a variável, as quais estão destacadas em negrito na Tabela A5. Embora a escolha desse percentual seja subjetiva, optou-se por seguir a mesma linha de trabalhos que também adotaram o valor de 0,60 como referência, entre eles Piacenti (2012), Correa e Figueiredo (2006) e Hoffmann (1994).

Após a exclusão das variáveis (Var 17- Taxa de crescimento populacional; Var33 - Proporção de Moradores, de Domicílios Particulares Permanentes Rurais, com Acesso à Rede Geral de Esgoto ou Fossa Séptica (%) e Var 38 - ICMS Ecológico), se fez necessária a aplicação das técnicas de AF no Software SPSS novamente, para identificar as possíveis mudanças nos valores das comunalidades e quanto ao número de variáveis e fatores atualizados.

Tabela A5: Matriz dos componentes^a ou cargas fatoriais das variáveis antes da rotação.

Variável	Componente					
	1	2	3	4	5	6
V07	,989	,092	,024	-,069	,009	-,005
V39	,983	,140	-,102	-,048	,012	-,022
V08	,981	,091	-,147	,005	,017	-,022
V24	,981	,060	,083	-,041	,029	-,021
V29	,981	,139	-,119	-,045	,015	-,025
V28	,979	,139	-,132	-,054	,013	-,019
V30	,977	,140	-,143	-,054	,014	-,024
V09	,977	,098	-,175	,000	,021	-,026
V04	,977	,146	-,131	-,063	,022	-,031
V26	,974	,110	-,173	,014	,030	-,031
V12	,973	,149	-,114	-,089	,014	,001
V15	,970	,153	-,170	-,064	,008	-,022
V13	,969	,042	-,125	,070	,007	-,011
V27	,963	,182	-,052	-,099	-,031	,010
V02	,959	,138	-,236	-,048	,020	-,030
V03	,949	,072	,253	-,100	,000	-,005
V25	,939	,137	-,306	-,011	,011	-,019
V14	,925	,139	,236	-,150	,012	-,008
V11	,846	-,110	,337	-,028	-,085	,128
V10	,839	-,024	,497	-,024	-,003	,021
V35	,821	,093	,486	-,113	,001	-,015
V06	,805	,114	-,542	-,033	,010	,041
V05	,745	-,219	,510	,129	-,090	,041
V16	,682	-,034	,525	,298	,107	-,042
V31	,621	-,228	-,153	,582	-,358	,118
V21	-,316	,852	,045	,271	,144	,094
V19	-,394	,846	,068	,092	,014	,022
V20	,491	-,820	-,052	-,138	,018	-,072
V18	,481	-,771	-,017	,080	,204	-,126
V22	,458	-,766	,068	-,069	,170	,180
V01	,193	-,743	-,091	-,088	-,134	,382
V36	,522	,359	,585	-,001	,017	,164
V23	,242	,040	-,029	,690	,399	-,178
V32	,511	-,251	-,108	,679	-,351	,104
V34	,066	-,396	,051	,101	,548	-,447
V37	-,010	,069	-,147	,070	,648	,695

Método de extração: Análise do Componente principal.

a. 6 componentes extraídos..

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela A6: Matriz de Comunalidades antes da Rotação das cargas fatoriais.

	Inicial	Extração
V01	1,000	,719
V02	1,000	,998
V03	1,000	,981
V04	1,000	,998
V05	1,000	,881
V06	1,000	,945
V07	1,000	,992
V08	1,000	,992
V09	1,000	,994
V10	1,000	,951
V11	1,000	,869
V12	1,000	,990
V13	1,000	,958
V14	1,000	,944
V15	1,000	,998
V16	1,000	,841
V17	1,000	,363
V18	1,000	,884
V19	1,000	,885
V20	1,000	,932
V21	1,000	,918
V22	1,000	,855
V23	1,000	,730
V24	1,000	,976
V25	1,000	,992
V26	1,000	,991
V27	1,000	,973
V28	1,000	,998
V29	1,000	,998
V30	1,000	,998
V31	1,000	,897
V32	1,000	,867
V33	1,000	,551
V34	1,000	,610
V35	1,000	,910
V36	1,000	,748
V37	1,000	,948
V38	1,000	,438
V39	1,000	,999

Método de extração: análise do componente principal.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir da exclusão das variáveis supracitadas, o modelo e as análises passam a contemplar 36 variáveis, que congregam as características econômicas, sociais e ambientais dos municípios da Região. Com isso, verificou-se uma melhora substancial nos indicadores de aplicação da AF: o Teste KMO passou de 0,810 para 0,826 (Tabela 6), e, as matrizes anti-

imagem de variâncias-covariâncias e de correlações (Tabela A7) apresentaram todos os valores da diagonal principal superiores a 0,50, indicando o ajuste desse conjunto de variáveis à estrutura definida pelo modelo.

Tabela A7: Resultados da Estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de adequação de amostragem do Teste de Esfericidade de Bartlett final

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem		0,826
Teste de esfericidade de Bartlett	Qui-quadrado aprox.	5836,642
	df	630
	Sig.	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir da seleção das variáveis que satisfazem as condições para a aplicação das técnicas de Análise Fatorial, de forma mais robusta, foi apresentado no Tabela A8 os autovalores da matriz de correlação amostral, com as respectivas porcentagens de variância total explicada e acumulada. Como não existem critérios para decidir qual o número exato de fatores que devem ser extraídos, optou-se por considerar os seis fatores cujas raízes características foram superiores a 1, não obstante, esses seis fatores permitiram a captação de uma proporção satisfatória da variância total das variáveis, ou seja, eles são capazes de explicar 93,05% da variância dos dados originais.

Tabela A8: *Eigenvalues* e Percentual de Variância Explicada pelos Fatores*.

Fatores	Valores próprios iniciais			Somadas extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	%de variância	% cumulativa	Total	%de variância	% cumulativa	Total	%de variância	% cumulativa
1	22,634	62,872	62,872	22,634	62,872	62,872	17,594	48,873	48,873
2	4,623	12,842	75,714	4,623	12,842	75,714	5,769	16,025	64,898
3	2,352	6,533	82,246	2,352	6,533	82,246	5,467	15,186	80,084
4	1,614	4,484	86,730	1,614	4,484	86,730	2,178	6,051	86,135
5	1,273	3,536	90,266	1,273	3,536	90,266	1,359	3,776	89,911
6	1,005	2,790	93,057	1,005	2,790	93,057	1,133	3,146	93,057

*Método de extração: análise do componente principal.

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Quanto às comunalidades, observou-se que todas as variáveis passaram a apresentar indicadores de forte relação com os fatores retidos, pois todos os valores das comunalidades foram superiores a 0,60. Destaca-se ainda que o menor valor nesta condição foi 0,674, verificado na variável V34, conforme apresentado na coluna Extração, da Tabela A9.

Desse modo, verifica-se uma modificação na estrutura dos componentes, após a rotação dos fatores. O Fator 1 passa a ser composto pelas variáveis, em ordem decrescente de

cargas fatoriais, V25, V02, V15, V30, V4, V28, V06, V09, V29, V26, V12, V39, V08, V27, V13, V7, V24, V14 e V03; no Fator 2 verifica-se a associação das variáveis V10, V36, V35, V05, V16 e V11, o Fator 3 contempla as variáveis V21, V20, V19, V22, V18 e V01; o Fator 4 elenca as variáveis V32 e V31; o fator 5 contempla as variáveis V34 e V23; e o fator 6 corresponde a variável V37. Conforme exposto, a relação entre as variáveis e os seus respectivos fatores estão destacadas em negrito na Tabela A9.

Tabela A9: Matriz de Componente Rotativa e Comunalidades de cada variável por fator.

VARIÁVEL	COMPONENTE						EXTRAÇÃO
	1	2	3	4	5	6	
VAR25	0,971	0,115	0,107	0,162	0,039	0,020	0,769
VAR02	0,968	0,184	0,114	0,117	0,038	0,007	0,998
VAR15	0,956	0,249	0,103	0,102	0,020	-0,004	0,981
VAR30	0,947	0,276	0,114	0,107	0,032	-0,004	0,998
VAR04	0,946	0,286	0,108	0,092	0,036	-0,006	0,888
VAR28	0,944	0,287	0,114	0,107	0,029	-0,002	0,958
VAR06	0,942	-0,148	0,117	0,166	-0,017	0,090	0,993
VAR09	0,941	0,246	0,143	0,159	0,065	0,006	0,994
VAR29	0,940	0,299	0,112	0,111	0,038	-0,005	0,996
VAR26	0,939	0,248	0,128	0,165	0,079	0,010	0,953
VAR12	0,939	0,302	0,111	0,075	0,002	0,009	0,865
VAR39	0,935	0,315	0,112	0,109	0,034	-0,008	0,991
VAR08	0,930	0,274	0,149	0,165	0,064	0,004	0,961
VAR27	0,913	0,356	0,077	0,073	-0,041	-0,017	0,954
VAR13	0,887	0,290	0,179	0,227	0,084	0,009	0,998
VAR07	0,880	0,430	0,158	0,085	0,022	-0,014	0,844
VAR24	0,839	0,477	0,177	0,094	0,063	-0,019	0,890
VAR14	0,767	0,594	0,105	-0,031	-0,010	-0,043	0,885
VAR03	0,754	0,618	0,163	0,028	0,011	-0,048	0,942
VAR10	0,525	0,793	0,203	0,062	0,040	-0,051	0,930
VAR36	0,304	0,782	-0,232	-0,013	-0,080	0,086	0,867
VAR35	0,560	0,775	0,104	-0,040	0,010	-0,079	0,728
VAR05	0,358	0,763	0,334	0,239	0,052	-0,079	0,976
VAR16	0,332	0,761	0,104	0,253	0,282	-0,002	0,995
VAR11	0,561	0,659	0,301	0,145	-0,074	-0,003	0,993
VAR21	-0,109	-0,018	-0,931	0,026	0,042	0,222	0,974
VAR20	0,256	0,094	0,917	0,053	0,118	-0,094	0,998
VAR19	-0,159	-0,046	-0,914	-0,104	-0,085	0,067	0,998
VAR22	0,172	0,225	0,857	0,070	0,104	0,192	0,998
VAR18	0,222	0,129	0,819	0,142	0,365	-0,002	0,941
VAR01	-0,010	-0,005	0,797	0,189	-0,251	0,186	0,931
VAR32	0,292	0,139	0,229	0,876	0,043	-0,063	0,674
VAR31	0,424	0,142	0,256	0,820	-0,009	-0,061	0,933
VAR34	-0,033	0,007	0,338	-0,165	0,728	-0,032	0,771
VAR23	0,150	0,088	-0,132	0,436	0,678	0,176	0,934
VAR37	0,035	-0,046	-0,022	-0,063	0,063	0,960	0,999

Método de extração: Análise do Componente principal. Método de rotação: Varimax com normalização de Kaiser. a. Rotação convergida em 6 iterações.

Fonte: Resultados da Pesquisa.



ANEXOS

PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PARANÁ - PERS

QUESTIONÁRIO PARA OS MUNICÍPIOS PARANAENSES

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU

LIMPEZA PÚBLICA

COLETA DE REGULAR DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS

COLETA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

COLETA DE RECICLÁVEIS

IDENTIFICAÇÃO		
1	Município:	
2	Técnico responsável pelo levantamento:	
3	E-mail do Técnico:	
4	Telefone de contato:	
5	Cargo/Função do Técnico:	
6	Quanto tempo está na Prefeitura?	
7	Em qual Secretaria/Departamento trabalha?	
8	Município realiza licenciamento?	☐ Não ☐ Sim
ADMINISTRATIVO-FINANCEIRO		
9	Órgão(s) público responsável pela gestão de resíduos:	
10	Técnico responsável:	Telefone: E-mail:
11	Possui Plano Municipal de Saneamento:	☐ Não ☐ Sim Ano: Revisão:
12	Possui Plano Municipal de Resíduos Sólidos:	☐ Não ☐ Sim Ano: Revisão:
13	Participa de Consórcio de resíduos:	☐ Não ☐ Sim Nome e contato:
14	Outros municípios do consórcio:	
15	Realiza cobrança de taxa de limpeza urbana/coleta de lixo	☐ Não ☐ Sim
16	Qual a forma de cobrança:	☐ IPTU ☐ Água ☐ Outro:
17	Qual o valor arrecadado com taxas (R\$/ano):	Ano referência:
18	Qual o custo total com gerenciamento de Resíduos no município (R\$/ano):	Incluído gerenciamento de: Ano referência:
LIMPEZA PÚBLICA		
19	Órgão(s) Público responsável:	
20	Entidade(s) Executora do serviço:	Nome:
21	Qual a Natureza Jurídica:	☐ Pública ☐ Privada ☐ Associação ☐ Cooperativa
22	CNPJ:	

23	Serviços executados (varrição, capina, roçagem, limpeza de bocas de lobo e galerias pluviais):	
24	Número de trabalhadores:	
25	Quantidade de resíduos gerados (t/ano):	
26	Destinação dos resíduos:	
27	Custo dos serviços (R\$/ano):	
COLETA REGULAR DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS		
28	Órgão(s) Público responsável:	
29	Entidade(s) Executora do serviço:	Nome:
30	Qual a Natureza Jurídica:	☐ Pública ☐ Privada ☐ Associação ☐ Cooperativa
31	CNPJ:	
32	A coleta é realizada na área rural?	
33	Número de trabalhadores:	
34	Número de caminhões:	
35	Tipo de caminhão:	
36	Percentual da população atendida na área urbana (%):	
37	Percentual da população atendida na área rural (%):	
38	Forma de execução do serviço urbano:	☐ Porta a porta ☐ Outro:
39	Forma de execução do serviço rural:	☐ Porta a porta ☐ Recipiente Estacionário ☐ Outro:
40	Quantidade de resíduos coletados (t/ano):	
41	Destino dado aos resíduos coletados:	
42	Custo dos serviços (R\$/ano):	Ano referência:
COLETA REGULAR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS		
43	Órgão(s) Público responsável:	
44	Entidade(s) Executora do serviço:	Nome:
45	Qual a Natureza Jurídica:	☐ Pública ☐ Privada ☐ Associação ☐ Cooperativa
46	CNPJ:	
47	A coleta é realizada na área rural?	
48	Número de trabalhadores:	
49	Número de caminhões:	
50	Tipo de caminhão:	
51	Percentual da população atendida na área urbana (%):	
52	Percentual da população atendida na área rural (%):	
53	Forma de execução do serviço urbano:	☐ Porta a porta ☐ Outro:
54	Forma de execução do serviço rural:	☐ Porta a porta ☐ Recipiente estacionário ☐ Outro:
55	Quantidade de resíduos coletados (t/ano):	

56	Destino dado aos resíduos coletados:	
57	Custo dos serviços (R\$/ano):	Ano referência:
COLETA REGULAR DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS		
58	Órgão(s) Público responsável:	
59	Entidade(s) Executora do serviço:	Nome:
60	Qual a Natureza Jurídica:	() Pública () Privada () Associação () Cooperativa
61	CNPJ:	
62	A coleta é realizada na área rural?	
63	Número de trabalhadores:	
64	Tipo de veículo utilizado	
65	Quantidade de veículos	
66	Percentual da população atendida na área urbana (%):	
67	Percentual da população atendida na área rural (%):	
68	Forma de execução do serviço urbano:	() Porta a porta () Outro:
69	Forma de execução do serviço rural:	() Porta a porta () Recipiente estacionário () Outro:
70	Quantidade de resíduos coletados (t/ano):	
71	Destino dado aos resíduos coletados:	
72	Custo dos serviços (R\$/ano):	Ano referência:
ESTAÇÃO DE TRANSBORDO		
73	Existem estações de transbordo. Quantas?	
74	Estação é compartilhada com outros municípios?	() Não () Sim Quais:
75	Órgão(s) público responsável:	
76	Prestador(es) do(s) serviço(s):	Nome(s):
77	Natureza jurídica do prestador:	() Privado () Assoc./Coop. () Consórcio () Outro
78	Localização:	Endereço: Coordenadas:
79	CNPJ:	
80	Situação do licenciamento:	() Licenciado () TAC () Não licenciado () Em licenciamento Etapa:
81	Capacidade instalada:	
82	Número de cada licença:	
83	Presença de catadores:	() Não () Sim Quantos:
84	Quantidade total de resíduos transbordados (t/ano):	
85	Distância até destino (km):	

86	Custo dos serviços (R\$/ano):	Ano referência:
UNIDADE DE TRIAGEM		
88	Existem unidades de triagem?	() Não () Sim Quantas?
89	Órgão público responsável pelo acompanhamento das unidades:	
90	Natureza jurídica dos responsáveis pela operação das unidades:	() Adm. Direta () Prestador de Serviço () Associação () Cooperativa () Outro:
91	Nomes dos operadores das unidades:	
92	Descreva os incentivos dados:	
93	Valor mensal:	
94	Número total de trabalhadores de todas as Unidades de Triagem:	
95	Recebidos:	
96	Comercializados:	
97	Rejeitos:	
98	Situação do licenciamento:	() Licenciado () TAC () Não licenciado () Em licenciamento Etapa:
99	Número de cada licença existente:	
100	Forma de execução do serviço:	() Mesa () Esteira () Outro:
101	Para quem é vendido o material triado:	() Aparista/Sucateiro () Indústria () Outro:
102	De que forma o material é comercializado:	() Bruto () Processado:
103	Rendimento médio mensal de triadores (soma de todas as unidades):	
104	Tamanho médio das unidades (m²):	
105	Custo dos serviços (\$/ano):	Ano referência:
106	Recursos obtidos com a venda (R\$/ano):	Ano referência:
107	Destinação final dos rejeitos:	
DISPOSIÇÃO FINAL		
108	Órgão(s) público responsável:	
109	Entidade(s) Executora do serviço:	() Adm. Direta () Prestador de serviço
110	Prestador do serviço:	Nome:
111	Natureza jurídica do prestador:	() Privado () Assoc./Coop. () Consórcio () Outro
112	Número de trabalhadores:	
113	Situação do licenciamento:	() Licenciado () TAC () Não licenciado

		() Em licenciamento Etapa:
114	Número da Licença Ambiental:	
115	Localização:	Endereço: Coordenadas:
116	CNPJ:	
117	Capacidade instalada:	
118	Forma de execução do serviço:	() Aterro Sanitário () Aterro Controlado () Lixão
119	Quantidade de resíduos dispostos (t/ano):	
120	Previsão de encerramento (ano):	
121	Presença de catadores:	() Não () Sim Quantos:
122	Custo do serviço (R\$/ano):	Ano referência:
UNIDADE DE COMPOSTAGEM		
123	Existem unidades de compostagem. Quantas?	
124	Órgão(s) público responsável:	
125	Entidade(s) Executora do serviço:	
126	Qual a Natureza Jurídica:	() Pública () Privada () Associação () Cooperativa
127	Prestador(es) do(s) serviço(s):	Nome:
128	Localização:	Endereço: Coordenadas:
129	CNPJ:	
130	Situação do licenciamento:	() Licenciado () TAC () Não licenciado () Em licenciamento - Etapa:
131	Número das Licenças Ambientais:	
132	Capacidade instalada:	
133	Número de trabalhadores:	
134	Condições da área do piso/pátio de cura:	() Coberto () Impermeabilizado () Não impermeabilizado
135	Registro no Ministério da Agricultura:	() Não () Sim Número do registro:
136	Destino do composto:	() Doação () Venda () Uso próprio () Outro:
137	Forma de execução do serviço:	() Leiras () Pilhas () Outro:
138	Tipo dos resíduos:	() Feiras () Resíduos domésticos brutos () Grandes geradores () Restaurantes () Outros:

139	Quantificação dos resíduos: Entrada (t/ano)	
140	Quantificação dos resíduos: Saída (t/ano)	
141	Percentual de rejeito:	
142	Custo do serviço (R\$/ano):	Ano referência:
143	Recursos obtidos com a venda (R\$/ano):	
CATADORES		
144	Atuação de catadores não organizados:	☐ Ruas ☐ Lixão/Aterro ☐ Transbordo
145	Cadastro de catadores:	☐ Não ☐ Sim Quantos:
146	Programa municipal de assistência ou inclusão social:	☐ Não ☐ Sim Quais:
147	Programa estadual ou federal de assistência ou inclusão social:	☐ Não ☐ Sim Quais:
148	Programa privado/ONGs de assistência ou inclusão social:	☐ Não () Sim Quais:
149	Incentivo ou subsídio à organização de catadores:	☐ Não ☐ Sim Forma:
150	Renda média dos catadores organizados:	

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Del Bianco, Tatiani Sobrinho

Modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos como elemento de desenvolvimento regional sustentável : uma análise dos municípios do Oeste do Paraná / Tatiani Sobrinho Del Bianco; orientador(a), Ricardo Rippel; coorientador(a), Camilo Freddy Mendoza Morejon, 2018. 280 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Graduação em Ciências Econômicas Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, 2018.

1. Desenvolvimento Regional Sustentável. 2. Potencial Econômico do RSU. 3. Modelo de Gestão Integrada de Gerenciamento de Resíduos. 4. Mesorregião Oeste do Paraná.. I. Rippel, Ricardo . II. Mendoza Morejon, Camilo Freddy . III. Título.