



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

**POTENCIAL DE GERAÇÃO, VALORAÇÃO COMERCIAL E PROPOSIÇÃO
DE UM MODELO DE GESTÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NA REGIÃO
OESTE DO PARANÁ**

Mônica Ansilago

Toledo – Paraná – Brasil

2017



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

**POTENCIAL DE GERAÇÃO, VALORAÇÃO COMERCIAL E PROPOSIÇÃO
DE UM MODELO DE GESTÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NA REGIÃO
OESTE DO PARANÁ**

Mônica Ansilago

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/*Campus* Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon

MARÇO/2017

Toledo – PR

Catalogação na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

A619p Ansilago, Mônica
Potencial de geração, valoração comercial e proposição de um
modelo de gestão de materiais recicláveis na região Oeste do Paraná. –
Toledo, PR : [s. n.], 2017.
151 f. : il.(algumas color.), figs., tabs. e quadros

Orientador: Prof. Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade
Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias
e Ciências Exatas.

1. Ciências ambientais - Dissertações 2. Reaproveitamento (Sobras,
refugos, etc.) 3. Indústria de reciclagem 4. Lixo - Eliminação 5.
Resíduos industriais - Reaproveitamento 6. Consórcios - Oeste
Paranaense (PR : Mesorregião) 7. Administração municipal - Oeste
Paranaense (PR : Mesorregião) I . Morejon, Camilo Freddy Mendoza,
orient. II T.

CDD 20. ed. 363.728098162

FOLHA DE APROVAÇÃO

Mônica Ansilago

"Potencial de geração, valorização comercial e proposição de um modelo de gestão de materiais recicláveis na região Oeste do Paraná."

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



Profª. Drª. Angela Laufer Rech
Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira



Prof. Dr. Douglas André Roesler
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 03 de março de 2017.

Local de defesa: Sala 28 – UNIOESTE/campus de Toledo.

À minha mãe Rosineide da Conceição Ansilago e
ao meu Pai Ladi Caetano Ansilago, pelo amor incondicional e
pelos valores e ensinamentos, ao qual terei o prazer de carregar
por toda vida.

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, por estar presente em cada momento da minha vida, iluminando meu caminho e dando forças para seguir sempre em frente.

Aos meus pais, que sempre estiveram e estão presentes, apoiando, incentivando e motivando cada passo do meu caminhar.

Ao programa de pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade de realizar um sonho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon, pela orientação e confiança no desenvolvimento deste trabalho e pelo conhecimento compartilhado.

A todos os professores do Mestrado, pela partilha do conhecimento, estendendo o agradecimento a secretaria do programa.

À minha irmã Michelle Ansilago, por estar presente em minha vida, estendendo o agradecimento as minhas primas Marina Ansilago, Danny Mariani e Drielly Mariani, pelo companheirismo e horas de conversas intermináveis.

A todos meus familiares, pelos momentos de alegria e carinho.

A CAPES, pelo apoio financeiro concedido.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esse sonho fosse realizado.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xvi
LISTA DE QUADROS	xviii
RESUMO.....	xix
ABSTRACT	xxi
CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO.....	23
1.1 OBJETIVOS	25
1.1.1 Objetivo Geral	25
1.1.2 Objetivos Específicos	25
1.2 JUSTIFICATIVA	25
1.3 REVISÃO DA LITERATURA	27
1.3.1 Geração e Impactos dos Resíduos Sólidos.....	27
1.3.2 Resíduos Sólidos: Conceitos e Classificações.....	28
1.3.3 Resíduos Sólidos Recicláveis	31
1.3.4 Tecnologias de aproveitamento de resíduos recicláveis	32
1.3.4.1 Reciclagem do Plástico	32
1.3.4.2 Reciclagem do Vidro	33
1.3.4.3 Reciclagem Enlatados.....	34
1.3.4.4. Reciclagem de Papel/papelão	34
1.3.4.5 Reciclagem Embalagem cartonada.....	35
1.3.4.6 Reciclagem Poliestireno expandido	35
1.3.5 Usinas de Processamento de Resíduos Sólidos Recicláveis.....	35
1.3.6 Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos.....	36
1.3.7 Estado da Arte: Cenário da Evolução de Pesquisas Sobre Resíduos Sólidos Recicláveis	39
CAPITULO 2 - METODOLOGIA.....	69
CAPITULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS REICLÁVEIS.....	72
3.1.1 Quantificação das fontes de geração de materiais recicláveis localizados no primeiro setor da economia.....	73

3.1.2 Quantificação das fontes de geração de resíduos recicláveis localizados no segundo setor da economia	76
3.1.3 Quantificação das fontes de geração de resíduos recicláveis localizados no terceiro setor da economia.....	79
3.1.4 Quantificação das fontes de geração de resíduos recicláveis referentes aos domicílios particulares permanentes	82
3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS E SEU POTENCIAL DE OFERTA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	88
3.2.1 Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – Enlatados.....	88
3.2.2 Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – Poliestireno expandido.	92
3.2.3 Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – PET	96
3.2.4 Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – Polímeros	100
3.2.5 Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – Papelão	104
3.2.6 Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – Embalagem cartonada.	108
3.2.7 Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – Vidro	112
3.3. VALORAÇÃO COMERCIAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS	116
3.4. PROSPECÇÃO DOS MÉTODOS, PROCESSOS E TECNOLOGIAS DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS.....	123
3.4.1. Prospecção de tecnologias de aproveitamento de enlatados	123
3.4.2. Prospecção de tecnologias de aproveitamento de Poliestireno expandido...	124
3.4.3. Prospecção de tecnologias de aproveitamento de PET	125
3.4.4. Prospecção de tecnologias de aproveitamento de polímeros	125
3.4.5. Prospecção de tecnologias de aproveitamento de papelão	126
3.4.6. Prospecção de tecnologias de aproveitamento de embalagem cartonada ...	127
3.4.7. Prospecção de tecnologias de aproveitamento de vidro	128
3.5. PROPOSIÇÃO DE UM NOVO MODELO DE GESTÃO DE RECICLÁVEIS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ	128
3.6. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO PONTO DE VISTA SOCIAL, ECONÔMICO E AMBIENTAL	143
CAPITULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
5. REFERÊNCIAS.....	148

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC – Associação Bragadense de Catadores

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACARESTI – Associação de Catadores de Resíduos Recicláveis de Santa Terezinha do Itaipu.

ASCAROSA – Associação dos Catadores de Recicláveis de Nova Santa Rosa

ASEC – Associação Entrerriense de Catadores

ASSAMA – Associação dos Agentes de Meio Ambiente

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem

EPS - Poliestireno Expandido

IAP- Instituto Ambiental do Paraná

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

SCIELO - Scientific Electronic Library Online

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas e Empresas

SEMA – Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SISNAMA- Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SPELL - Scientific Periodicals Electronic Library

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PET - Politereftalato de Etileno

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PP - Polipropileno

PVC – Policloreto de Vinila

USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos de gestão de resíduos sólidos urbanos.....	37
Figura 2. Atual modelo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Toledo –PR.....	38
Figura 3. Proposta de novo modelo de gestão para resíduos sólidos urbanos	39
Figura 4. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre resíduos recicláveis.....	40
Figura 5. Fontes que mais publicaram sobre resíduos recicláveis	40
Figura 6. Autores com maior número de publicações sobre resíduos recicláveis	41
Figura 7. Instituições com mais publicações sobre resíduos recicláveis	41
Figura 8. Países com mais publicações sobre resíduos recicláveis.	42
Figura 9. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre resíduos recicláveis.....	42
Figura 10. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre resíduos recicláveis por área temática.....	43
Figura 11. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre reciclagem de metais.....	43
Figura 12. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de metais	44
Figura 13. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de metais	44
Figura 14. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de metais.....	45
Figura 15. Países com mais publicações sobre reciclagem de metais.....	45
Figura 16. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de metais.	46
Figura 17. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de metais por área temática.	46
Figura 18. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre poliestireno.	47
Figura 19. Revistas que mais publicaram sobre poliestireno	47
Figura 20. Autores com maior número de publicações sobre poliestireno	48
Figura 21. Instituições com mais publicações sobre poliestireno	48
Figura 22. Países com mais publicações sobre poliestireno.	49
Figura 23. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre poliestireno.....	49
Figura 24. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre poliestireno por área temática.....	50
Figura 25. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre reciclagem de PET	50
Figura 26. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de PET.....	51
Figura 27. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de PET ...	51

Figura 28. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de PET	52
Figura 29. Países com mais publicações sobre reciclagem de PET.	52
Figura 30. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de PET.	53
Figura 31. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de PET por área temática.	53
Figura 32. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre reciclagem de polímeros.....	54
Figura 33. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de polímeros.....	54
Figura 34. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de polímeros.....	55
Figura 35. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de polímeros.....	55
Figura 36. Países com mais publicações sobre reciclagem de polímeros.	56
Figura 37. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de polímeros.	56
Figura 38. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de polímeros por área temática.....	57
Figura 39. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre reciclagem de papelão.....	57
Figura 40. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de papelão	58
Figura 41. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de papelão.....	58
Figura 42. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de papelão	59
Figura 43. Países com mais publicações sobre reciclagem de papelão.	59
Figura 44. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de papelão.	60
Figura 45. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de papelão por área temática.....	60
Figura 46. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre reciclagem de tetrapac.	61
Figura 47. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de tetrapac.....	61
Figura 48. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de tetrapac	62
Figura 49. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de tetrapac	62
Figura 50. Países com mais publicações sobre reciclagem de tetrapac.	63
Figura 51. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de tetrapac.	63
Figura 52. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de tetrapac por área temática.....	64
Figura 53. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre reciclagem de vidro.	64

Figura 54. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de vidro.....	65
Figura 55. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de vidro...	65
Figura 56. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de vidro	66
Figura 57. Países com mais publicações sobre reciclagem de vidro.	66
Figura 58. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de vidro.	67
Figura 59. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de vidro por área temática.....	67
Figura 60. Caracterização geográfica da Mesorregião Oeste do Paraná e suas respectivas microrregiões.....	72
Figura 61. Fontes de geração de resíduos nos setores da economia.	73
Figura 62. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 1.	73
Figura 63. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 2.	74
Figura 64. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 3.	75
Figura 65. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 4.	75
Figura 66. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 5	76
Figura 67. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 1.	76
Figura 68. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 2.	77
Figura 69. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 3.	78
Figura 70. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 4.	78
Figura 71. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 5.	79
Figura 72. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 1.	79
Figura 73. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 2.	80
Figura 74. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 3.	81
Figura 75. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 4.	81
Figura 76. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 5	82

Figura 77. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 1.	82
Figura 78. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 2.	83
Figura 79. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 3.	84
Figura 80. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 4.	84
Figura 81. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 5.	85
Figura 82. Caracterização em termos geográficos dos 50 municípios da Mesorregião Oeste do Paraná e das rodovias de interconexão.....	87
Figura 83. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.	89
Figura 84. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.	89
Figura 85. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.	90
Figura 86. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.	90
Figura 87. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.	91
Figura 88. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.....	92
Figura 89. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.....	93
Figura 90. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.....	94
Figura 91. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.....	94
Figura 92. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.....	95
Figura 93. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.	96
Figura 94. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.	97
Figura 95. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.	97
Figura 96. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.	98
Figura 97. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.	99
Figura 98. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.	100
Figura 99. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.	101

Figura 100. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros (t mês ⁻¹) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.	101
Figura 101. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros (t mês ⁻¹) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.	102
Figura 102. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros (t mês ⁻¹) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.	103
Figura 103. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão (t mês ⁻¹) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.	104
Figura 104. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão (t mês ⁻¹) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.	105
Figura 105. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão (t mês ⁻¹) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.	105
Figura 106. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão (t mês ⁻¹) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.	106
Figura 107. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão (t mês ⁻¹) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.	107
Figura 108. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada (t mês ⁻¹) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.	108
Figura 109. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada (t mês ⁻¹) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.	109
Figura 110. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada (t mês ⁻¹) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.	109
Figura 111. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada (t mês ⁻¹) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.	110
Figura 112. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada (t mês ⁻¹) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.	111
Figura 113. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro (t mês ⁻¹) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.	112
Figura 114. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro (t mês ⁻¹) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.	113
Figura 115. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro (t mês ⁻¹) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.	113
Figura 116. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro (t mês ⁻¹) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.	114
Figura 117. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro (t mês ⁻¹) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.	115
Figura 118. Mapa temático da logística dos municípios da Região Oeste do Paraná	123
Figura 119. Atual Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos	129
Figura 120. Proposição de um modelo de gestão de Resíduos Recicláveis para a Mesorregião Oeste do Paraná	130

Figura 121. Regiões de Gestão e Municípios âncoras do modelo proposto por Jebai (2015)	131
Figura 122. Potencial de geração dos 50 municípios em $t \text{ dia}^{-1}$ e das regiões de gestão de resíduos recicláveis em $t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$	132
Figura 123. Regiões de Gestão e seus respectivos municípios âncoras	133
Figura 124. Potencial de geração dos 50 municípios em $t \text{ dia}^{-1}$ e das regiões de gestão de resíduos recicláveis em $t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$	134
Figura 125. Potencial de geração de resíduos do tipo enlatados na região oeste ($t \text{ dia}^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$).	135
Figura 126. Potencial de geração de resíduos do tipo poliestireno expandido na região oeste ($t \text{ dia}^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$).	136
Figura 127. Potencial de geração de resíduos do tipo PET na região oeste ($t \text{ dia}^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$).	137
Figura 128. Potencial de geração de resíduos do tipo polímeros na região oeste ($t \text{ dia}^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$).	138
Figura 129. Potencial de geração de resíduos do tipo papelão na região oeste ($t \text{ dia}^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$).	139
Figura 130. Potencial de geração de resíduos do tipo embalagem cartonada na região oeste ($t \text{ dia}^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$).	140
Figura 131. Potencial de geração de resíduos do tipo vidro na região oeste ($t \text{ dia}^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$).	141
Figura 132. Análise dos Cenários de Gestão no Modelo Proposto.	142
Figura 133. Análise do Cenário Detalhado de Gestão no Modelo Proposto	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Identificação e código dos símbolos de resinas termoplásticas	32
Tabela 2. Total de estabelecimentos referentes a estabelecimentos localizados nos três setores da economia e total de domicílios.....	86
Tabela 3. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo enlatados em toneladas por dia, mês e ano.	92
Tabela 4. Potencial de geração dos resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido em toneladas por dia, mês e ano.....	96
Tabela 5. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo PET em toneladas por dia, mês e ano.....	99
Tabela 6. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo polímeros em toneladas por dia, mês e ano.	103
Tabela 7. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo papelão em toneladas por dia, mês e ano	107
Tabela 8. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo Embalagem cartonada em toneladas por dia, mês e ano.	111
Tabela 9. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo vidro em toneladas por dia, mês e ano.	115
Tabela 10. Potencial de geração de materiais recicláveis na região Oeste do Paraná em 2015.	116
Tabela 11. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Cafelândia – PR em 2016	117
Tabela 12. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Entre Rios do Oeste – PR em 2016.....	117
Tabela 13. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Medianeira – PR em 2016.	118
Tabela 14. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Nova Santa Rosa – PR em 2016.....	119
Tabela 15. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Pato Bragado – PR em 2016	119
Tabela 16. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Santa Terezinha do Itaipu – PR em 2016.....	120
Tabela 17. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Toledo – PR em 2016.	120
Tabela 18. Valores por tonelada de materiais recicláveis em Nov/dez 2016 (P-prensado, L-limpo)	121
Tabela 19. Comparação de preços dos principais resíduos recicláveis comercializados.....	122
Tabela 20. Processo utilizado para aproveitamento de enlatados e as vantagens e desvantagens associadas.	124

Tabela 21. Processo utilizado para aproveitamento de poliestireno expandido e as vantagens e desvantagens associadas.....	124
Tabela 22. Processo utilizado para aproveitamento de PET e as vantagens e desvantagens associadas.	125
Tabela 23. Processo utilizado para aproveitamento de polímeros e as vantagens e desvantagens associadas.	126
Tabela 24. Processo utilizado para aproveitamento de papelão e as vantagens e desvantagens associadas.	127
Tabela 25. Tecnologia utilizada para aproveitamento de embalagem cartonada e as vantagens e desvantagens associadas.....	127
Tabela 26. Processo utilizado para aproveitamento de vidro e as vantagens e desvantagens associadas.	128
Tabela 27. Potencial de geração de recicláveis nas cinco regiões de gestão	132
Tabela 28. Potencial de geração de recicláveis nas três regiões de gestão.....	135
Tabela 29. Cenário do potencial da valoração econômica de resíduos recicláveis na região Oeste do Paraná.	145

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Caracterização demográfica dos municípios pertencentes à Mesorregião do Oeste do Paraná (2015).....	88
--	----

ANSILAGO, Mônica. Potencial de geração, valoração comercial e proposição de um modelo de gestão de materiais recicláveis na região Oeste do Paraná. 03 de Março de 2017. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus/Toledo. Toledo. 2017.

RESUMO

O crescente processo de urbanização e o avanço tecnológico acarretam num aumento na geração de diversos tipos de resíduos, dentre eles os resíduos recicláveis, que apesar do seu potencial de aproveitamento, acabam tendo, em sua maior parte, uma destinação final inadequada. Neste estudo objetivou-se a identificação do potencial de geração, valoração comercial e proposição de um modelo de gestão de materiais recicláveis para os 50 municípios da região Oeste do Paraná. A metodologia contemplou a caracterização das fontes geradoras, a qualificação e quantificação do potencial de geração de recicláveis, a valoração econômica, a prospecção tecnológica e a proposição de um modelo de gestão de materiais recicláveis. Os resultados apontam a evolução dos últimos dez anos em termos de geração de resíduos recicláveis. Assim, em 2015, na região Oeste do Paraná, a geração total de resíduos do tipo enlatados foi de 57,22 t dia⁻¹, de poliestireno expandido foi 12,92 t dia⁻¹, de PET 18,46 t dia⁻¹, de polímeros 22,16 t dia⁻¹, de papelão 16,61 t dia⁻¹, de embalagem cartonada 14,77 t dia⁻¹ e de vidro 42,46 t dia⁻¹. No caso da valoração comercial dos recicláveis nos municípios estudados, Santa Terezinha do Itaipu apresentou maior potencial de valoração comercial, com valores de R\$1,00/kg de Pet, R\$ 0,50/kg de PVC e R\$ 0,42/kg de Papel Branco, sendo estes valores maiores do que os comparados com os demais municípios. A proposição do modelo de gestão teve como base os consórcios intermunicipais, distribuídos em três regiões de gestão, com municípios âncoras em Guaíra, Cascavel e Foz do Iguaçu, propostos para a implantação de um centro de triagem e processamento de resíduos recicláveis. O centro de gestão da região 1 seria responsável por processar 60,82 t dia⁻¹ (1.824,74 t mês⁻¹ ou 22.201,03 t ano⁻¹) de resíduos recicláveis. O centro de gestão da região 2 seria responsável por processar 57,71 t dia⁻¹ (1.731,26 t mês⁻¹ ou 21.063,61 t ano⁻¹) de resíduos recicláveis. O centro de gestão da região 3 seria responsável por processar 66,05 t

dia⁻¹ (1.981,51 t mês⁻¹ ou 24.108,47 t ano⁻¹) de resíduos recicláveis. Após a implantação, o modelo proposto possibilitaria maior aproveitamento dos resíduos recicláveis, sendo estes transformados em matéria-prima, reinseridos na cadeia produtiva, gerando emprego, renda e diminuindo os impactos negativos ao meio ambiente.

Palavras-chave: resíduos; gerenciamento de resíduos; reciclagem; consórcios intermunicipais.

ANSILAGO, Mônica. Potential for generation, commercial evaluation and proposition of a model management of recyclable materials in the West Region of Paraná. 03 de Março de 2017. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus/Toledo. Toledo. 2017.

ABSTRACT

The growing urbanization process and the technological advance lead to an increase in the generation of various types of waste, including recyclable waste, which despite their potential for use, end up having, for the most part, an inadequate final destination. This study aimed to identify the potential generation, commercial valuation and proposition of a management model of recyclable materials for the 50 municipalities of the western region of Paraná. The methodology included the characterization of generating sources, the qualification and quantification of the potential for the generation of recyclables, economic valuation, technological prospection and the proposal of a management model for recyclable materials. The results show the evolution of the last ten years in terms of the generate of recyclable waste. Thus, in the western region of Paraná, the total generated of canned type residues was 57.22 t day⁻¹, styrene 12.92 t day⁻¹, PET 18.46 t day⁻¹, polymers 22.16 t day⁻¹, paperboard 16.61 t day⁻¹, carton packaging 14.77 t day⁻¹ e glass 42.46 t day⁻¹. In the case of the commercial valuation of recyclables in the municipalities studied, Santa Terezinha do Itaipu had the highest commercial valuation potential, with values of R\$ 1.00/kg Pet, R\$ 0.50/kg PVC and R\$ 0.42/Kg of White Paper, being these values higher than those compared with the other municipalities. The proposal of the management model was based on intermunicipal consortia, distributed in three management regions, with anchored municipalities in Guaíra, Cascavel and Foz do Iguaçu, proposed for the implantation of a center for sorting and processing of recyclable waste. Management of region 1 would be responsible for processing 60.82 t day⁻¹ (1,824.74 t month⁻¹ or 22,201.03 t year⁻¹) of recyclable waste. The management center of region 2 would be responsible for processing 57.71 t day⁻¹ (1,731.26 t month⁻¹ or 21,063.61 t year⁻¹) of recyclable waste. The management center of region 3 would be responsible for processing 66.05 t day⁻¹ (1,981.51 t month⁻¹ or 24,108.47 t year⁻¹) of recyclable waste. After implantation, the proposed model would allow a greater use of recyclable waste,

being transformed into raw material, reinserted in the productive chain, generating employment, income and reducing negative impacts to the environment.

Keywords: waste; waste management; recycling; intermunicipal consortia.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O crescente processo de urbanização e o avanço relacionado às novas tecnologias de produção acarretam em um consumo acelerado de recursos naturais, gerando diversos tipos de resíduos (XAVIER, 2013). O resultado desse processo de urbanização acelerada é a entrada de novos produtos no mercado, gerando uma tendência de consumo muito forte, aumentando assim o consumo de bens e serviços, potencializando o desperdício e a geração de resíduos (GONÇALVES, DIAS, 2009).

O aumento na geração de resíduos, quando não tratados corretamente, gera problemas econômicos, sociais e ambientais. Segundo Xavier (2013) a maioria dos municípios brasileiros ainda não possui um sistema de gerenciamento correto e eficiente de resíduos sólidos domésticos, onde apenas 58,4% dos resíduos sólidos urbanos são destinados adequadamente (ABRELPE, 2014), sendo os resíduos então depositados em lixões, valas, rios, córregos e ruas, acarretando em impactos negativos para a sociedade, para a economia e para o meio ambiente.

Como são várias as consequências advindas da prática de descarte inadequado de resíduos pode-se citar poluição visual, propagação de vetores que causam inúmeras doenças, poluição por odor, entre outros (GONÇALVES, DIAS, 2009). Segundo Alencar (2013) a prática utilizada por muitos municípios consiste em um modelo higienista, considerado de baixo custo econômico, e se baseia apenas em retirar o resíduo do local e transferi-lo para outro, e esta ação se torna responsabilidade exclusiva da prefeitura.

A falta de conhecimento e o desinteresse da população sobre os riscos associados à falta de gerenciamento dos resíduos também se torna um problema, visto assim, que há necessidade da conscientização da população frente aos problemas gerados pela falta de gerenciamento de resíduos, ocasionado uma busca por soluções para a minimização da geração destes problemas (XAVIER, 2013).

A reciclagem de resíduos sólidos é uma medida para a diminuição do uso de recursos naturais e também uma forma de aproveitamento e correto gerenciamento desses resíduos (GONÇALVES, DIAS, 2009). Porém, vários resíduos que poderiam ser destinados para a reciclagem ainda são incorporados ao resíduo domiciliar e acabam sendo destinados a aterros e lixões.

Exemplo de resíduos reciclável que é descartado de forma incorreta são as embalagens que são utilizadas com a finalidade de revestimento, que não entram em contato direto com o produto, e mesmo se tratando de um material limpo com maior valor agregado, ainda é descartado incorretamente, indo para o lixo domiciliar comum (GONÇALVES, DIAS, 2009).

Assim, segundo Campos et al. (2009), a literatura define reciclagem como o aproveitamento de materiais recicláveis provenientes dos resíduos sólidos, através de atividades e processos, visando à produção de novas matérias primas para serem reintroduzidas nos processos de produção.

Um dos entraves para a reciclagem é a baixa valoração econômica do material reciclável. Essa baixa valoração se dá muitas vezes pela distância entre os polos de produção de resíduos, os municípios, e as usinas de aproveitamento de resíduos recicláveis, que geralmente estão instaladas na área industrial das grandes capitais de estados mais desenvolvidos, ocasionando assim que o preço do transporte para o deslocamento destes resíduos se torne muito grande, aumentando o custo e provocando a redução do preço pago (BIANCO, 2014).

Para que ocorra uma valoração do preço pago pelos resíduos recicláveis, nos municípios, é necessária a instalação de usinas de triagem e processamento de recicláveis mais próximos aos locais de geração de resíduos. Além disso, é necessária também a criação de mecanismos para que haja aproveitamento máximo dos resíduos recicláveis, para que a capacidade das usinas de processamento e o aproveitamento de recicláveis sejam mais aproveitados.

A implantação de centros de reciclagem propiciaria a geração de empregos e renda, reduzindo a quantidade de resíduos que são enviados a aterros sanitários, aumentar-se-ia a vida útil dos mesmos, minimizariam tanto os impactos ao meio ambiente quanto a propagação de vetores de determinadas doenças, além de reduzir o consumo de recursos provenientes da natureza (PONTES, CARDOSO, 2006).

Segundo Morejon et al. (2011) os resíduos sólidos domésticos são constituídos de 69% de material orgânico, 23% de materiais recicláveis e 8% de rejeitos. Considerando que os materiais orgânicos podem ser aproveitados como matéria prima para obtenção de biogás e biofertilizante e que, conforme Jebai (2015), o material considerado rejeito também é passível de aproveitamento, então

se conclui que 100% dos resíduos sólidos domésticos são passíveis de aproveitamento.

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELEPE, 2014) foram gerados no de 2014, em torno de 78,6 milhões toneladas de resíduos sólidos urbanos, onde dos resíduos que possuíram serviço de coleta, 58,4% teve como destinação final o aterro sanitário, 24,2% o aterro controlado e 17,4% o lixão.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O estudo visou à caracterização do potencial de geração de materiais recicláveis, a valoração comercial e a proposição de um modelo alternativo de gestão de resíduos sólidos recicláveis na região oeste do Paraná.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- 1) a caracterização das fontes de geração e dos materiais recicláveis, identificando seu poder de oferta na região oeste do Paraná;
- 2) a valoração comercial dos recicláveis;
- 3) a prospecção de métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de recicláveis;
- 4) a proposição de um modelo de gestão de recicláveis; e
- 5) a avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais na região oeste do Paraná.

1.2. JUSTIFICATIVA

Diante do cenário exposto, foi-se necessário a qualificação e a quantificação do potencial de geração de resíduos sólidos urbanos, neste caso dos recicláveis, para que com essas informações fosse possível estimar a capacidade de processamento das usinas de aproveitamento de recicláveis na região Oeste do Paraná. Outro fato importante foi à necessidade do estudo de novos modelos de

gestão de resíduos sólidos recicláveis, nos quais se priorize a separação seletiva dos mesmos.

De modo geral constatou-se também a falta de dados do potencial de geração de resíduos nos municípios brasileiros e a identificação dos valores atribuídos aos resíduos sólidos recicláveis nos diversos municípios. Esses dados são importantes para a proposição de novos modelos de gestão de recicláveis, bem como para o dimensionamento da capacidade de processamento desses materiais e avaliação do mercado fornecedor, consumidor, concorrente e substituto.

Como a região Oeste do Paraná, de uma forma geral, apresentou uma média de 2% de aproveitamento de resíduos sólidos recicláveis, justificou o estudo de novos modelos de gestão, visando o aproveitamento destes resíduos de forma integral.

O desenvolvimento de novos modelos de gestão, com base no potencial e na valoração dos materiais recicláveis, deve contribuir para o desenvolvimento sustentável, influenciando de modo positivo na economia, na sociedade e no meio ambiente.

1.3. REVISÃO DA LITERATURA

1.3.1. Geração e Impactos dos Resíduos Sólidos

A geração de resíduos ocorre de forma correlata com o aumento populacional. Desta forma, a geração gradativa de resíduos ocasiona a intensificação de problemas ambientais e sociais. Os recursos do meio ambiente são facilmente explorados pelos homens, porém muitos destes recursos vêm se tornando escassos e por isso novos modelos para o aproveitamento dos resíduos vêm sendo adotados (KESKISAARI, KÄRKI, 2016).

A reciclagem pode ser considerada como uma alternativa para o aproveitamento dos materiais recicláveis, gerando impactos positivos para o meio ambiente, visto que o volume de resíduos que necessitam de tratamento final diminui. A reciclagem também visa à minimização da utilização de recursos de fontes naturais (SHITZUKA et al., 2009).

Segundo Shitzuka et al. (2009, p. 3):

“O lixo reciclável ou material reciclável é todo material que após ser utilizado pode ser reutilizado para fabricação de novos produtos. São exemplos de *lixo reciclável* os resíduos constituídos de vidro, plástico, papel, papelão, ferro, aço e alumínio.”

Entre os impactos causados no meio ambiente pela falta de um modelo de gestão eficiente de resíduos e o uso indiscriminado das fontes de recursos naturais estão: o aquecimento global, efeito estufa, desaparecimento de algumas espécies animais e de algumas espécies de plantas, poluição visual, etc. (OLIVEIRA et al., 2012).

Ainda segundo o Manual de Educação para o Consumo Sustentável (2005, p.114) os resíduos gerados também podem provocar no meio ambiente quando dispostos de forma inadequada: “contaminação do solo, ar e água; proliferação de vetores transmissores de doenças; entupimento de redes de drenagem urbana; enchentes; degradação do ambiente e depreciação imobiliária; doenças”.

Dentre os modelos de gestão de recicláveis atuais, os catadores de lixo e as cooperativas de reciclagem são os atores principais deste cenário, porém diante do

surgimento de novas tecnologias, métodos e processos de aproveitamento de resíduos recicláveis, essa atividade deve ser suprida pela inserção de maquinários e essas pessoas deverão ser inseridas em novos modelos produtivos. Segundo Shitzuka et al. (2009, p.4): “coleta seletiva é o termo usado para o recolhimento dos materiais que são separados na fonte geradora e posteriormente, reciclados. Materiais recicláveis incluem tipos de papéis, plásticos, metais e vidros”.

1.3.2. Resíduos Sólidos: Conceitos e Classificações

A literatura traz diversos conceitos e legislações que abordam sobre os resíduos sólidos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas traz em sua norma brasileira (NBR) nº 10.004/2004, a definição dos resíduos sólidos como:

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

A Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2015, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e possui a seguinte definição para resíduos sólidos:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.” (BRASIL, 2010, p.2).

Segundo a Lei estadual do Paraná nº 12.493 de 22 de Janeiro de 1999, os resíduos sólidos podem ser entendidos como:

“...qualquer forma de matéria ou substância, nos estados sólido e semissólido, que resulte de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, de varrição e de outras atividades da comunidade, capazes de causar poluição ou contaminação ambiental.” (PARANÁ, 1999, p.1)

A NBR 10.004/2004 traz ainda a classificação dos resíduos sólidos de acordo com a sua potencialidade de risco, pertencendo a: Classe I – Perigosos; Classe II – Não Perigosos; Classe II A – Não Inertes; Classe II B – Inertes. Os resíduos de Classe I apresentam características de periculosidade, que são a inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, apresentando assim risco à saúde pública e ao meio ambiente. Os resíduos da Classe II A são aqueles que apresentam algumas destas propriedades: biodegradabilidade, combustibilidade e/ou solubilidade em água; além disso, eles não pertencem nem a Classe I nem a Classe II B. Os resíduos da Classe II B são aqueles que quando em contato com água à temperatura ambiente não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados de forma representativa para os padrões de potabilidade, exceto o aspecto, cor, dureza, turbidez e sabor.

Conforme critérios de origem os resíduos sólidos a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) classifica os resíduos em 11 tipos: resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes, resíduos de mineração (BRASIL, 2010).

Já ao que se refere à composição dos resíduos sólidos, estes podem ser classificados em três classes distintas, segundo Morejon et al. (2011): Resíduos Orgânicos, Resíduos Recicláveis e Rejeitos.

Os Resíduos Orgânicos são aqueles “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” (SEBRAE, 2012, p.13). Os Resíduos Recicláveis são materiais que possuem potencial de processamento e transformação para seu reaproveitamento ou reciclagem, sendo transformados em matéria prima, sendo a reciclagem definida pela Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, como:

“reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa,” (BRASIL, 2010, p.2).

Os Rejeitos, segundo a Lei nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010 (2010, p. 2) são definidos como: “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”.

Jebai (2015) realizou uma pesquisa de prospecção do potencial de geração de rejeito sólidos na região oeste do Paraná visando o aproveitamento dos mesmos. Estes rejeitos são provenientes dos domicílios, de hospitais e da fiscalização do tráfico ilícito de drogas e podem ser aproveitados através de tecnologias para obtenção de materiais com valor agregado.

Dentre as formas de destinação final dos resíduos sólidos pode-se citar as seguintes (SEMA, 2006): lixão, aterro controlado e aterro sanitário. O lixão, que pode ser considerado como um vazadouro a céu aberto é uma forma de disposição final de resíduos considerada inadequada, ilegal e que acarreta diversos prejuízos para a saúde pública e ao meio ambiente, pois consiste na disposição dos resíduos em lugares impróprios, sem controle, sem tratamento ou técnica. O aterro controlado consiste em um local onde o resíduo é depositado e que diariamente, ao final do dia, recebe uma cobertura de material inerte, mas que não tem controle sobre os problemas gerados pelos resíduos. O aterro sanitário é uma técnica de disposição que busca minimizar os impactos gerados, depositando os resíduos em lugares que possuem controle técnico e operacional, minimizando danos a saúde e ao meio ambiente (IBGE, 2008).

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, no ano de 2014, foram gerados em média de 78,6 milhões toneladas de resíduos sólidos urbanos e o serviço de coleta atingiu 71.260.045 toneladas de resíduos sólidos urbanos. Deste total, apenas 58,4% obteve destinação final adequada e 41,6% teve como destino final aterros controlados ou lixões, ambos considerados incorretos para o manejo dos resíduos (ABRELPE, 2014).

No Estado do Paraná, 46,4% dos municípios dispõem os resíduos sólidos urbanos em aterros controlados que são licenciados pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), 30,3% dos municípios dispõem seus resíduos sólidos urbanos em aterros controlados e 23,3% dos municípios dispõem seus resíduos sólidos urbanos em áreas de lixões (IAP, 2013).

1.3.3. Resíduos Sólidos Recicláveis

Os resíduos sólidos em estudo são os resíduos recicláveis e dentre estes resíduos recicláveis pode-se citar os enlatados, poliestireno expandido, politereftalato de etileno (PET), polímeros, papelão, Embalagem cartonada e vidro (MOREJON, FABRIS, LAUFER, 2006).

Os enlatados possuem em sua constituição o metal, que são materiais com alta durabilidade, resistência mecânica e possui uma conformação mais fácil. Há quatro tipos de latas: de folhas de flandres, constituídas de aço revestido com estanho; cromadas, constituídas de aço revestido com cromo; de aço não revestido; e de alumínio (SEMA, 2006).

O Poliestireno Expandido (EPS) é mais conhecido como isopor, que é uma marca comercial da Knauf Isopor Ltda, sendo este um plástico celular de alta rigidez, formado a partir da polimerização do estireno em água. O estireno é um produto da conversão do benzeno, oriundo do petróleo. O poliestireno expandido é formado por pérolas de três mm de diâmetro, que depois de um processo de expansão são fundidas e moldadas. Possui baixa densidade e grande volume (SEMA, 2006).

O Polietileno tereftalato (PET) é produzido a partir da esterificação do ácido tereftálico e do etileno glicol (SAX, 2010). Possui várias aplicações, entre elas frascos e garrafas, cosméticos, fibras têxteis (sintéticas), refrigerantes, bandejas de microondas, etc. As principais características do PET são: “leveza, transparência, brilho, e suas boas propriedades mecânicas e de barreira do dióxido de carbono (CO₂).” (PINTO-COELHO, 2009, p.70).

Os polímeros são moléculas de alto peso molecular, constituídos pela junção de monômeros através de reações químicas. São divididos em polímeros naturais e sintéticos, sendo exemplos do primeiro algodão, madeira, látex, entre outros, e do segundo os plásticos. Os polímeros mais produzidos no Brasil do ponto de vista comercial são os seguintes: Polietileno tereftalato, polietileno de alta densidade, policloreto de vinila, polietileno de baixa densidade, polipropileno, poliestireno e outras resinas plásticas (PINTO-COELHO, 2009).

O papelão é um tipo de papel, tendo sua composição e gramatura, e é definido por SEMA (2006, p. 24) como “cartão de gramatura e rigidez elevada, fabricados essencialmente com pasta celulósica de alto rendimento (pasta proveniente basicamente do processo mecânico da madeira) ou com fibras recicladas.”

As embalagens cartonadas, conhecidas também como embalagens longa vida e tretrapac, são embalagens cartonadas, ou seja, possuem cartões multicamadas, onde estão presentes o papel (75%) que tem a função de garantir a estrutura, o polietileno (20%) que tem a função de proteger contra a umidade, dar aderência entre as camadas e evitar o contato do alumínio com o produto e alumínio (5%) que tem a função de evitar entrada de ar e luz, evitar a contaminação e preservar as características do produto (SEMA, 2006).

O vidro é um produto inorgânico de fusão por calor, que passou por um processo de resfriamento obtendo a condição de rigidez, tendo geralmente como constituintes a sílica ou óxido de silício (SEMA, 2006) e outros constituintes como óxidos de sódio, cálcio, magnésio, alumínio e potássio (PINTO-COELHO, 2009).

1.3.4. Tecnologias De Aproveitamento De Resíduos Recicláveis

1.3.4.1. Reciclagem do Plástico

A NBR 13.230:2008, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabelece os símbolos das principais resinas termoplásticas (Tabela 1), os quais facilitam o processo de separar as embalagens plásticas manualmente, pois esta simbologia está impressa na superfície das embalagens plásticas.

Tabela 1. Identificação e código dos símbolos de resinas termoplásticas.

Fonte: Adaptado da NBR 13.230:2008.

Símbolo/Número	Código	Identificação
	PET	Polietileno Tereftalato
	PEAD	Polietileno de Alta Densidade
	PVC	Policloreto de Vinila
	PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
	PP	Polipropileno
	PS	Poliestireno
	--	Outros

A matéria plástica que é reciclada possui duas fontes, a matéria plástica pré-consumo e a matéria plástica do pós-consumo. A primeira, pré-consumo, são “as sobras” que são obtidas na indústria, quando o plástico está sendo transformado em bens de consumo e a segunda, pós-consumo, é aquela obtida por meio do descarte doméstico e comercial (PINTO-COELHO, 2009).

O processo de aproveitamento/recuperação do plástico pode ser alcançado por meio de processos de reciclagem química, reciclagem mecânica e reciclagem energética (MANO, PACHECO, BONELLI, 2005, p.137).

A reciclagem química visa recuperar os componentes químicos presentes no material plástico, onde o propósito é “obter os compostos químicos que deram origem aos plásticos – os monômeros - ou compostos químicos e baixo peso molecular- oligômeros” (MANO, PACHECO, BONELLI, 2005, p.137). Dentre os processos da reciclagem química, pode-se citar: Hidrogenação, onde ocorre um tratamento com hidrogênio e calor, ocorrendo a quebra das cadeias poliméricas; Gaseificação, onde se obtém gás de síntese através de aquecimento com ar ou oxigênio; Quimólise, onde com o auxílio de glicol, metanol e água ocorre a ruptura parcial ou total dos plásticos em monômeros; e Pirólise, onde na ausência de oxigênio ocorre a ruptura das moléculas pela ação do calor (PINTO-COELHO, 2009).

A reciclagem mecânica consiste na moagem do plástico para a obtenção de grânulos que podem ser reinseridos na produção de novos materiais. No processo de reciclagem mecânica o material recebido é separado, depois passa por um processo de moagem e lavagem. Após, é realizada a aglutinação do material e por fim ele passa pelo processo de extrusão (PINTO-COELHO, 2009).

A reciclagem energética consiste na obtenção de energia elétrica, na forma de calor, através da incineração do resíduo plástico. Este resíduo passa por um processo de triagem e então é amassado, para ser encaminhado para a fornalha. Este resíduo tem uma redução de 70% a 90% da sua massa, recuperando a energia e sobrando um resíduo inerte estéril (PINTO-COELHO, 2009).

1.3.4.2. Reciclagem do Vidro

As embalagens de vidro tem como vantagem principal serem totalmente recicláveis (JARDIM, et al., 1995). No entanto, há alguns fatores que dificultam a reciclagem do vidro, são elas: impurezas e contaminantes, mistura de cacos com

cores diferentes que dificulta a separação e o custo com o transporte, porém o interesse na reciclagem de vidros continua aumentando (LOPES, AZEVEDO, NETO, 2005).

No processo de reciclagem, o resíduo de vidro passa primeiro por um processo de separação dos componentes presentes, como papéis, plásticos, rótulos, tampas e depois os vidros são separados por cores. Então ocorre o processo de lavagem do vidro para posterior moagem do material. Por fim, o material sofre um processo de refundição, no qual as temperaturas utilizadas são altas, porém são bem menores do que no processo de fundição na fabricação de vidro novo (PINTO-COELHO, 2009). Após este processo, há a obtenção de matéria prima que está apta para entrar em processos de modelagem.

1.3.4.3. Reciclagem enlatados

O interesse na reciclagem de metais é grande, visto que para a fabricação do metal primário, que é obtido através da redução do minério em metal, gera várias despesas, já que há um consumo elevado de energia, além de custos com transporte e instalações, sendo que estes podem ser evitados quando há o aproveitamento da sucata, eliminando então, esta primeira etapa do processamento de metais novos (JARDIM, et al., 1995).

A sucata, que é o metal que já foi utilizado, depois de recolhida e prensada, passa por um processo de fusão, sendo transformada em lingotes e posteriormente destinada a fabricação de chapas de alumínio, que são encaminhadas para as indústrias para a produção de novos produtos (JARDIM, et al., 1995).

1.3.4.4. Reciclagem de Papel/Papelão

O material recebido passa por uma triagem e então é transferido para um equipamento que faz a desagregação do papel em uma solução aquosa. Depois dessa etapa, o material é submetido a um processo de centrifugação, que irá separar todas as impurezas presentes, como poeira, grampos, etc. Depois são adicionados no material aditivos químicos para refinar a massa. Então a umidade é retirada à vácuo e por fim a massa é prensada, e já no seu formato final passa por outro processo de secagem. Para obtenção de chapas de papelão, o material ainda é transferido para o setor de cartonagem (PINTO-COELHO, 2009).

1.3.4.5. Reciclagem Embalagem cartonada

As embalagens cartonadas, também conhecidas como embalagens longa vida, são compostas por algumas camadas, sendo estas de plástico, que visa proteger o contato do produto com as demais camadas, de alumínio que bloqueia a entrada de luz e oxigênio, e de papel, que visa dar sustentação à embalagem (PINTO-COELHO, 2009).

Para a reciclagem destas embalagens, faz-se necessário primeiramente separar os componentes presentes. O material é agitado com água em um equipamento (Hidrapulper) e então as fibras de papel são hidratadas e acabam se separando do alumínio e do plástico, que depois passam por um processo de secagem e são encaminhados para fábricas de processamento destes materiais (PEDROSO, ZWICKER, 2007).

Uma parceria entre as empresas Klabin, Alcoa, Tetrapac e TSL, resultou no projeto Plasma, que consiste em uma tecnologia para separar o alumínio e o plástico, gerando matéria prima para aplicações industriais (PEDROSO, ZWICKER, 2007). Ainda segundo Pedroso e Zwicker (2007), após o material ser separado das fibras de papel, são utilizadas tochas de plasma que vão aquecer o material, até que ele seja separado, sendo que os gases utilizados não são oxidantes, obtendo assim material com elevada pureza.

1.3.4.6. Reciclagem Poliestireno expandido

No processo de reciclagem do poliestireno expandido, o material recebido é separado e então fragmentando em pedaços menores. Em um processo de exposição ao calor e ao atrito, o material é aglutinado, e posteriormente adicionado a extrusora, onde sofre aquecimento para que seja derretido e transformado em filetes, para que depois de seco e resfriado seja picotado e então transformado em grânulos. Após este processo o material já pode ser utilizado na produção de novos produtos (OLIVEIRA, 2013).

1.3.5. Usinas de Processamento de Resíduos Sólidos Recicláveis

Uma usina de reciclagem pode ser definida como uma “Instalação apropriada para separação e recuperação de materiais usados e descartados presentes no lixo e que podem ser transformados e reutilizados” (IBGE, 2014, p. 213). Segundo

Magnaterra e Pimental (2011) há alguns fatores envolvidos na instalação das usinas de processamento, entre eles pode-se citar: O local de instalação das usinas de processamento e transformação, o qual precisa estar perto das fontes geradoras das matérias recicláveis, para minimizar custos com transporte com estes materiais. As usinas de processamento de materiais recicláveis devem estar aptas a atender a necessidade do município sede e dos municípios vizinhos quando necessário.

Alguns aspectos também precisam ser considerados quando há implantação de usinas de processamento de materiais recicláveis, como: “[...] emissão de poeira, segurança e proteção dos operários, nível de ruídos produzidos e impacto visual no meio ambiente são questões a serem resolvidas” (CUNHA, 2007, p.37). Ainda segundo Cunha (2007), alguns procedimentos são adotados para o controle destas variáveis, como utilização de água para o controle da poeira, distanciar a fonte que gera ruídos, plantação de algumas espécies vegetais, como arbustos, etc.

De acordo com a tecnologia de aproveitamento utilizada nas usinas de processamento e transformação, poderá haver resultados positivos para a sociedade, o meio ambiente e para a economia. Dentre estes resultados positivos incluem: Minimização dos impactos ambientais e sanitários; Melhoria da limpeza pública; Geração de empregos; Desenvolvimento da economia local; Maior participação da comunidade local; (LELIS, NETO, 2001).

1.3.6. Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos

O aumento na geração de resíduos requer modelos apropriados para o gerenciamento destes, o que vai desde a coleta, transporte, triagem, até a disposição final ou aproveitamento dos resíduos. Porém, na maioria dos municípios brasileiros, o método que ainda predomina nos modelos de gestão é a disposição dos resíduos sólidos em lixões ou lugares abertos, que não possuem nenhum tipo de tratamento ou forma de aproveitamento, o que acaba gerando consequências negativas para o meio ambiente, para a sociedade e para a economia (MOREJON et al., 2012).

Na figura 1 são representados os atuais modelos de gerenciamento de resíduos sólidos nos municípios brasileiros, onde 63,6% depositam seus resíduos em lixões e 36,4% em aterros. No primeiro, os resíduos são coletados, transportados e depositados em lixões (MOREJON et al., 2012). No segundo

modelo, os resíduos são coletados, transportados e depositados em aterros, porém neste modelo há perda do potencial econômico dos resíduos, visto que não são separados, sendo todos depositados no aterro, o que acaba diminuindo o tempo de vida deste (MOREJON et al., 2012). No terceiro modelo, os resíduos são coletados e transportados de forma convencional, passando por um processo de triagem para separar resíduos recicláveis e o restante é depositado no aterro, porém como os resíduos são coletados juntos, a mistura destes acaba diminuindo a eficiência nos processos de triagem e separação (MOREJON et al., 2012). No quarto modelo é realizado o mesmo processo do modelo anterior, só que após o transporte, os resíduos passam por uma usina de triagem, separando os resíduos para reciclagem, para a compostagem e para o aterro (MOREJON et al., 2012).

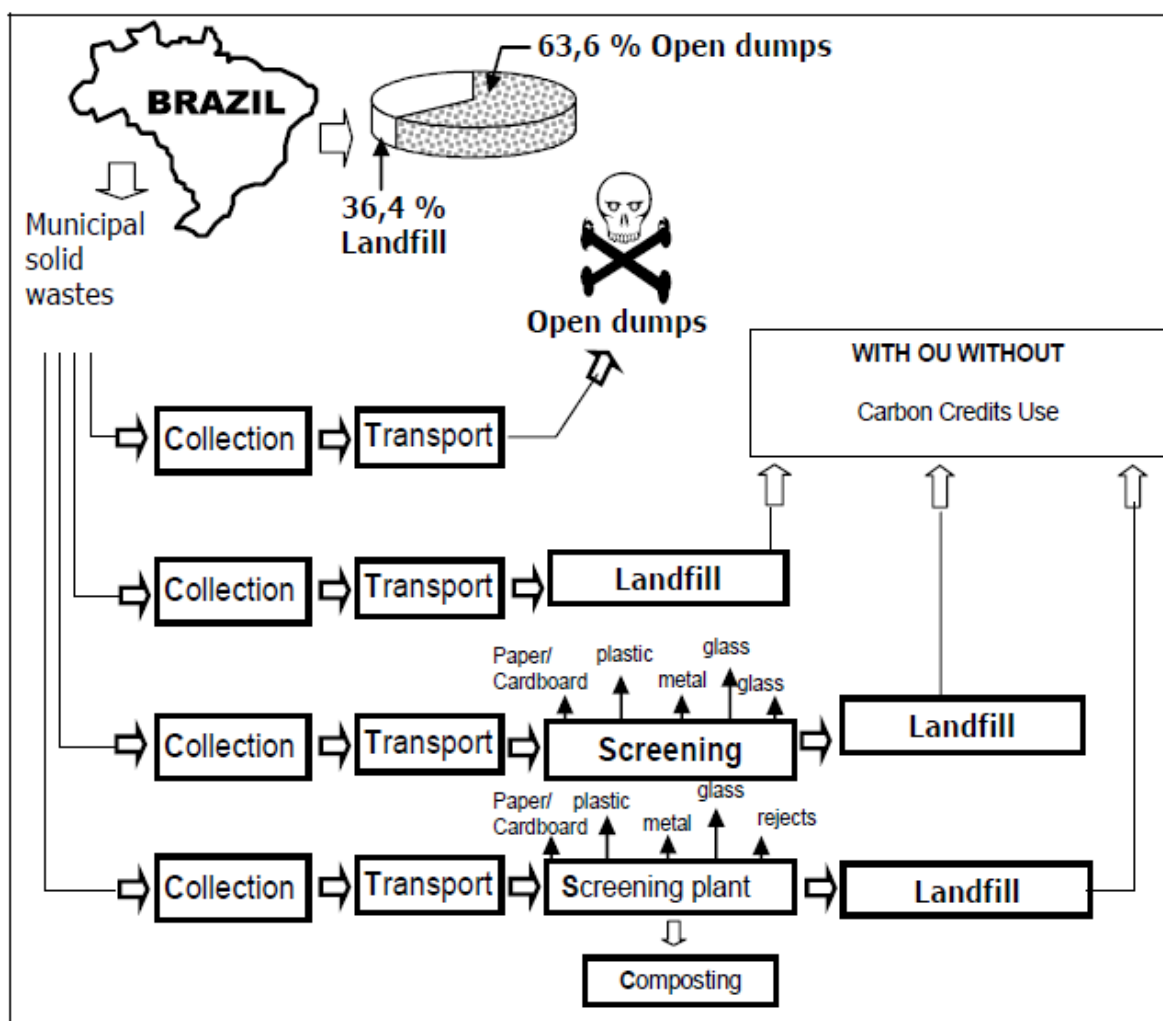


Figura 1. Modelos de gestão de resíduos sólidos urbanos.

FONTE: MOREJON et al. (2012).

Morejon et al. (2012), realizou um estudo de caso no município de Toledo – PR, que demonstrou o atual modelo de gerenciamento de resíduos sólidos deste município, que conta com um aterro sanitário e um centro de triagem de resíduos sólidos recicláveis. Neste estudo, apresentando na figura 2, demonstrou uma geração de resíduos sólidos de $71,3 \text{ t dia}^{-1}$ no município de Toledo, onde apenas 2% destes resíduos possuem coleta seletiva e 98% dos resíduos possuem coleta convencional, sendo depositado no aterro sanitário, o que inclui resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e rejeitos, perdendo assim o potencial econômico destes resíduos, o que acaba não sendo diferente da realidade dos demais municípios brasileiros.

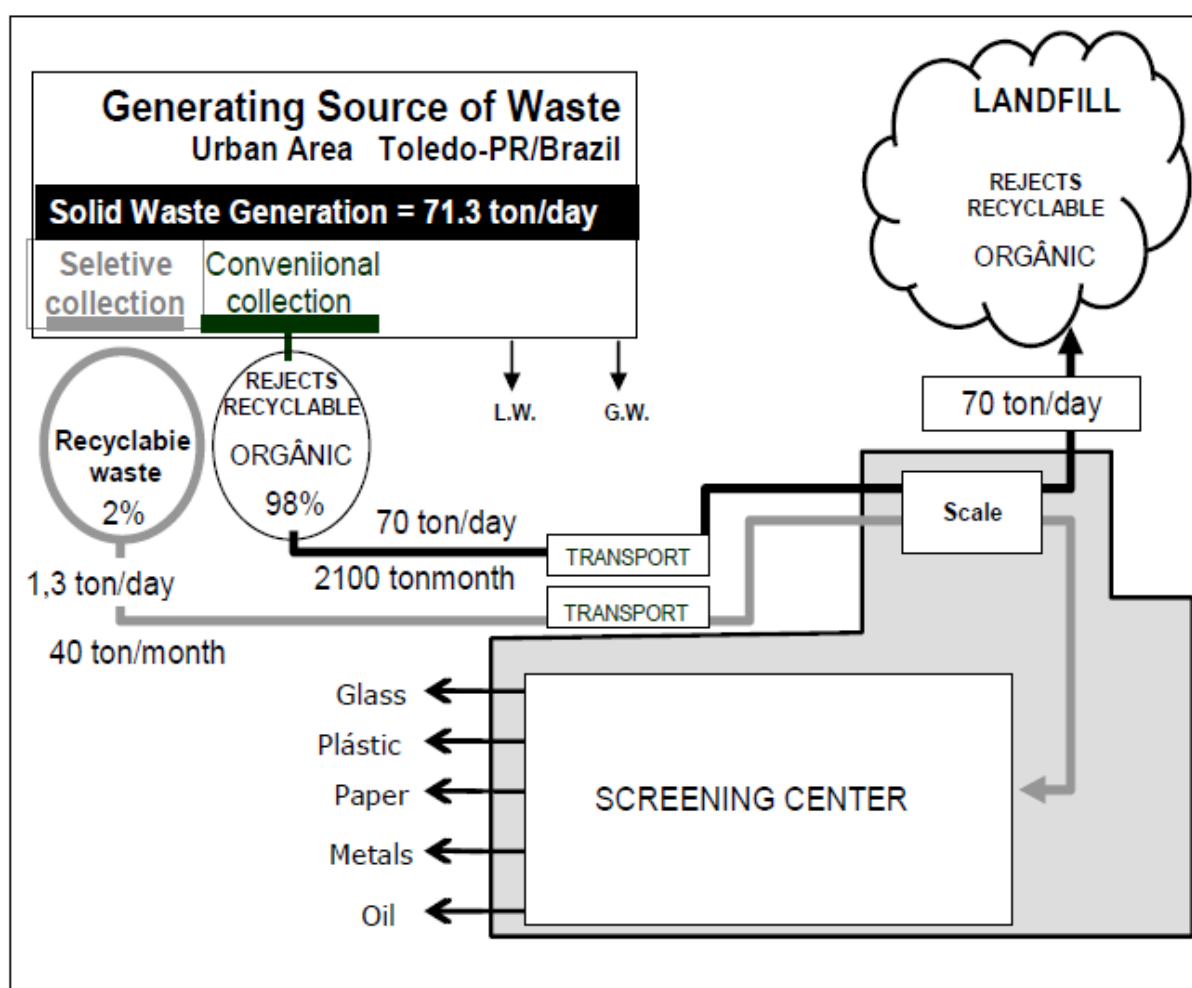


Figura 2. Atual modelo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Toledo –PR.

FONTE: Morejon, et al. (2012).

Na figura 3, é proposto um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos que visa a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos, separados dos demais, para que possam ser aproveitados através de tecnologias para a obtenção de bioenergia e biofertilizantes, e o aproveitamento total dos recicláveis, diminuindo assim a quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário.

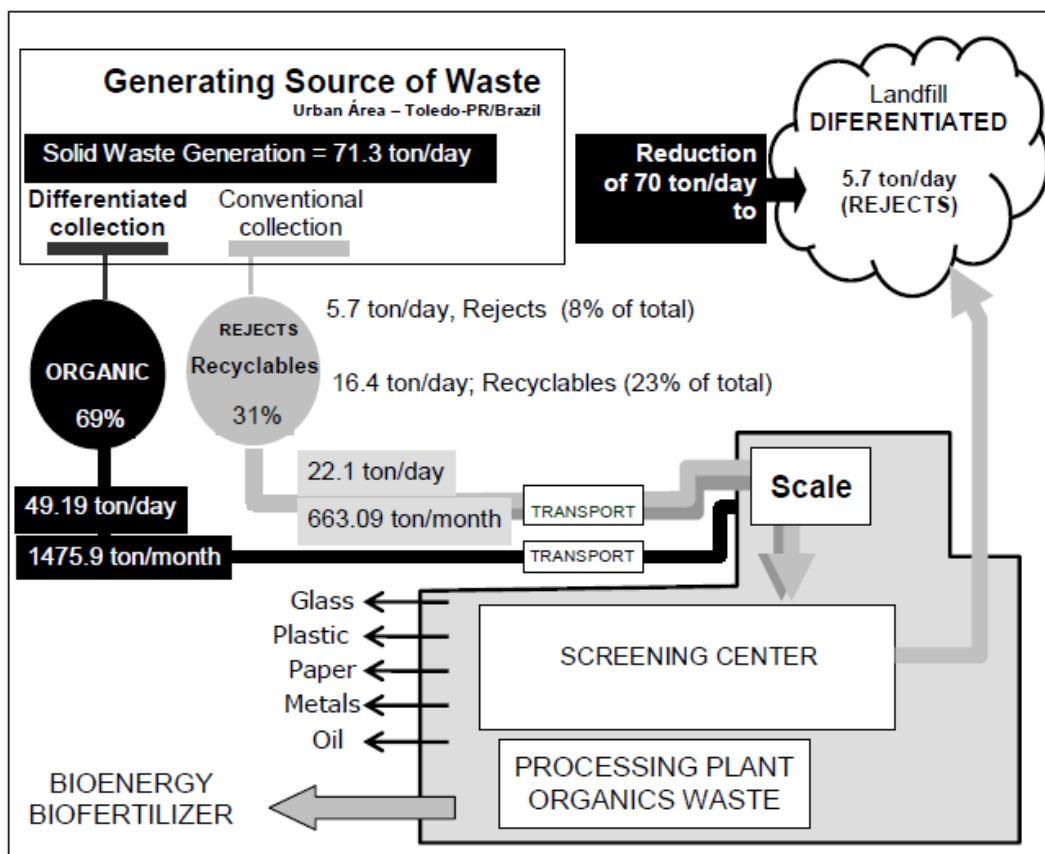


Figura 3. Proposta de novo modelo de gestão para resíduos sólidos urbanos.
FONTE: Morejon, et al. (2012).

1.3.7. Estado da Arte: Cenário da Evolução de Pesquisas Sobre Resíduos Sólidos Recicláveis

Pesquisas sobre os resíduos sólidos recicláveis começaram a evoluir a partir do ano de 1971, segundo o banco de dados SCOPUS, que é uma base de dados bibliográficos que oferece ferramentas de visualização, análise e acompanhamento de pesquisas em diversas áreas. A palavra-chave Recycled Waste apontou a existência de 11.699 documentos. No ano de 2014 foram publicados 927 documentos, representando o ano com maior número de documentos publicados neste tema. Na figura 4 pode ser observada essa evolução das publicações.

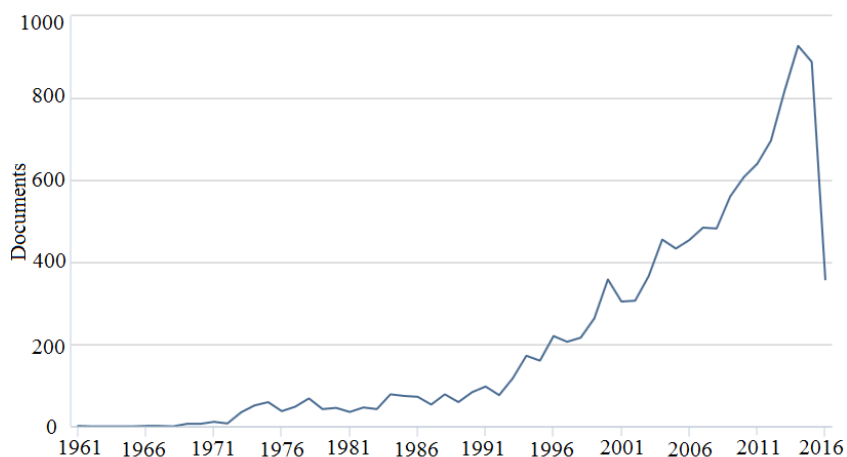


Figura 4. Produção de documentos entre os anos 1961 e 2016 sobre resíduos recicláveis.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 5 são apresentadas as revistas com maior publicação de trabalhos relacionados com o assunto resíduos recicláveis ao longo dos anos, sendo que a Construction And Building Materials e a Waste Management foram as revistas que mais publicaram documentos, sendo que cada uma publicou 247 documentos. O ano de 2013 foi o ano que mais apresentou publicações na área de resíduos recicláveis, e como pode ser visualizado a Advanced Materials Research teve o maior número de publicações neste ano, com um total de 62 documentos.

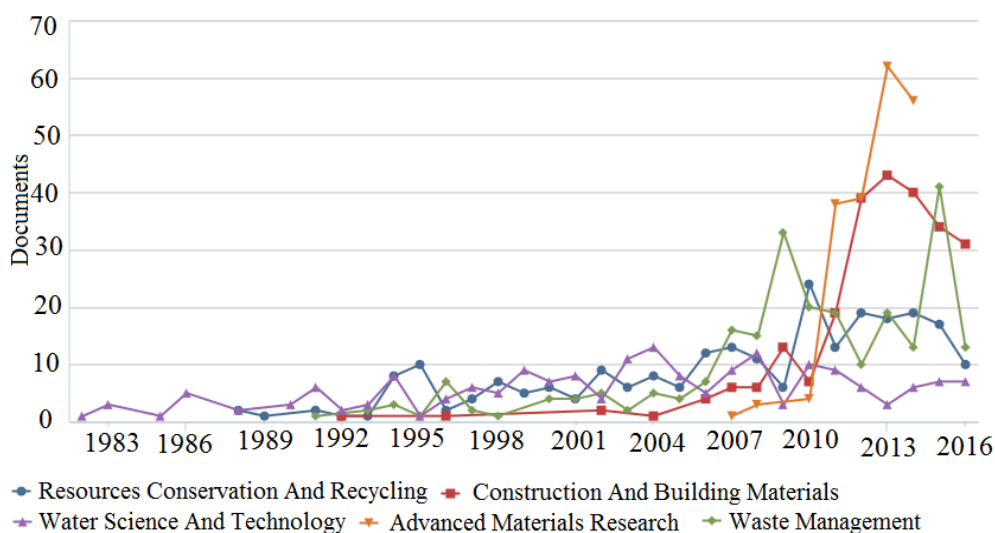


Figura 5. Fontes que mais publicaram sobre resíduos recicláveis.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 6 podem ser visualizados os diferentes autores que publicaram na área de resíduos recicláveis e a quantidade de documentos publicados. Como pode ser visualizado o autor que mais produziu documentos na área de resíduos sólidos recicláveis foi Anon com um total de 152 documentos. De Brito, J. também apresentou produção alta de documentos na área com um número total de 62 publicações.

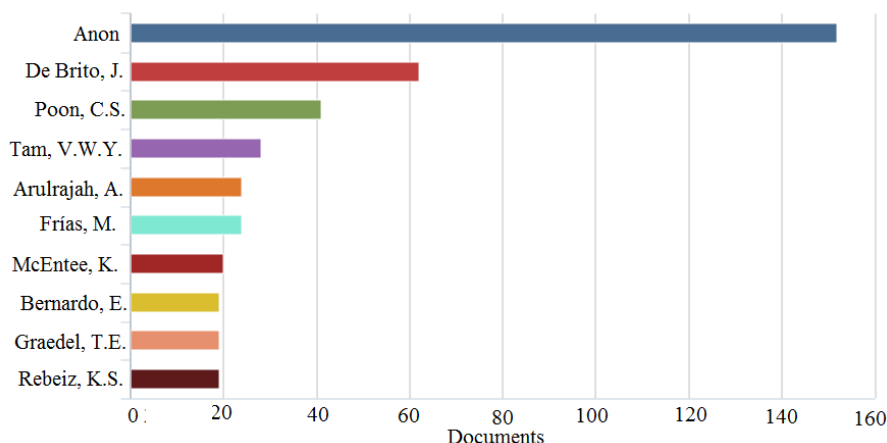


Figura 6. Autores com maior número de publicações sobre resíduos recicláveis.
 FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 7 são apresentadas as instituições que mais apresentaram publicações na área de resíduos sólidos recicláveis. A instituição Hong Kong Polytechnic University apresentou a maior produção de documentos com um número de 64 documentos publicados. A Universidade de São Paulo – USP está entre as instituições que mais tiveram publicações com um número de 51 documentos publicados.

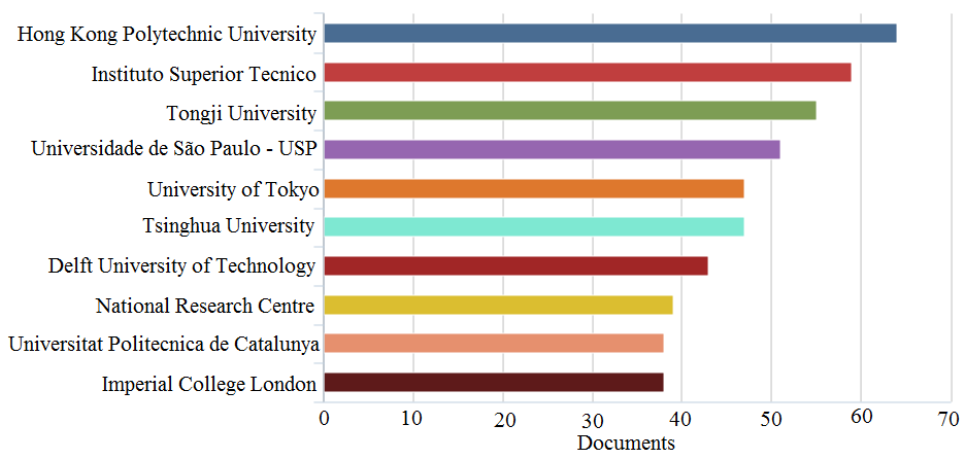


Figura 7. Instituições com mais publicações sobre resíduos recicláveis.
 FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 8 são apresentados os países que mais publicaram sobre resíduos recicláveis. O número de publicações em países que estão indefinidos quanto à origem é de 2.407 documentos. Em seguida estão os Estados Unidos com um número total de 1.856 documentos publicados. O Brasil apresenta 321 documentos publicados sobre resíduos recicláveis.

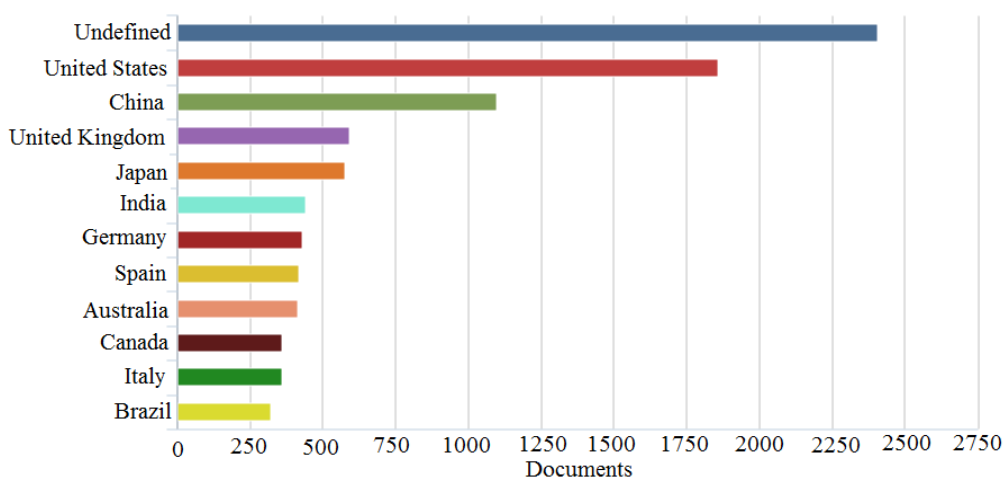


Figura 8. Países com mais publicações sobre resíduos recicláveis.

Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 9 é apresentado um panorama sobre os tipos de documentos produzidos sobre os resíduos sólidos recicláveis. Dentre estes documentos, o tipo que possui maior número de publicações são os artigos com 7.796 publicações, seguido por artigos de conferência com 2.583 publicações, além de revisões, notas, capítulos de livros, livros, entre outros.

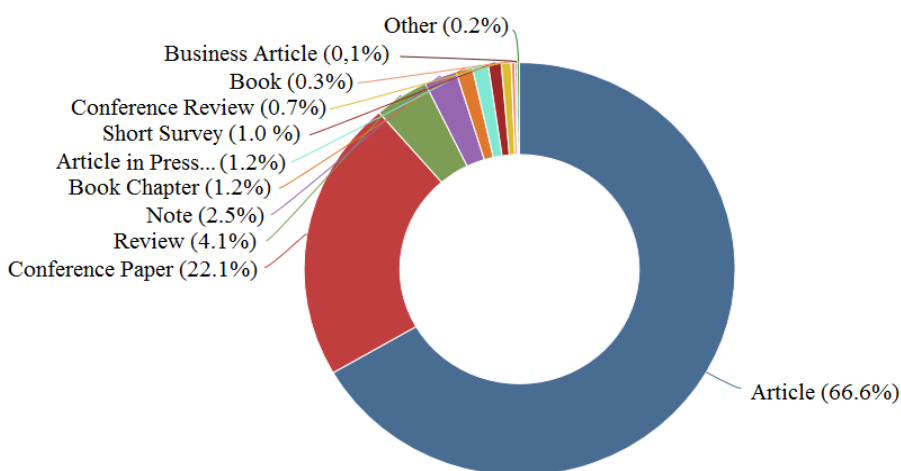


Figura 9. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre resíduos recicláveis.

FONTE: SCOPUS (2016).

A figura 10 apresenta em quais áreas temáticas são publicados documentos sobre resíduos recicláveis. Dentre estas áreas, a que tem o maior número de publicações é a área da engenharia com 4.331 documentos publicados, seguido pela área de ciências ambientais com 2.788 documentos. Na área de ciência dos materiais também há um número expressivo de documentos, com um total de 2.788 documentos.

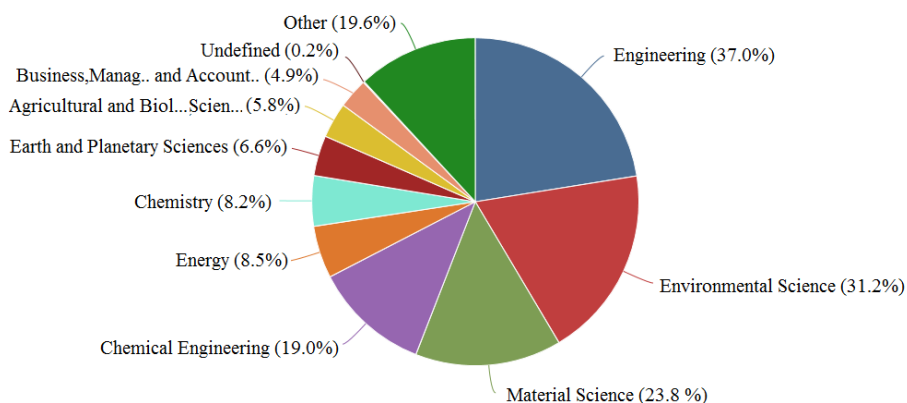


Figura 10. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre resíduos recicláveis por área temática.

FONTE: SCOPUS (2016).

Pesquisas sobre a palavra chave Recycling Metal começaram a evoluir a partir do ano de 1974. O termo reciclagem de metais apontou a existência de 15.251 documentos. No ano de 2015 foram publicados 1.156 documentos, representando o ano com maior número de documentos publicados neste tema. Na figura 11 pode ser observada essa evolução das publicações.

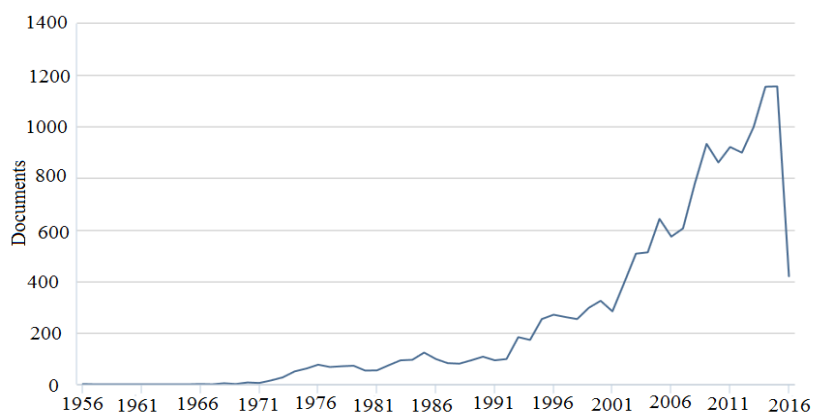


Figura 11. Produção de documentos entre os anos 1956 e 2016 sobre reciclagem de metais.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 12 são apresentadas as revistas com maior publicação de trabalhos relacionados com o assunto reciclagem de metais ao longo dos anos, sendo que a Waste Management publicou 423 documentos, o Journal of Hazardous Materials publicou 380 e a Resources Conservation and Recycling publicou 314 documentos. Os anos de 2007, 2012 e 2015 foram os anos que mais apresentaram publicações na área de reciclagem de metais.

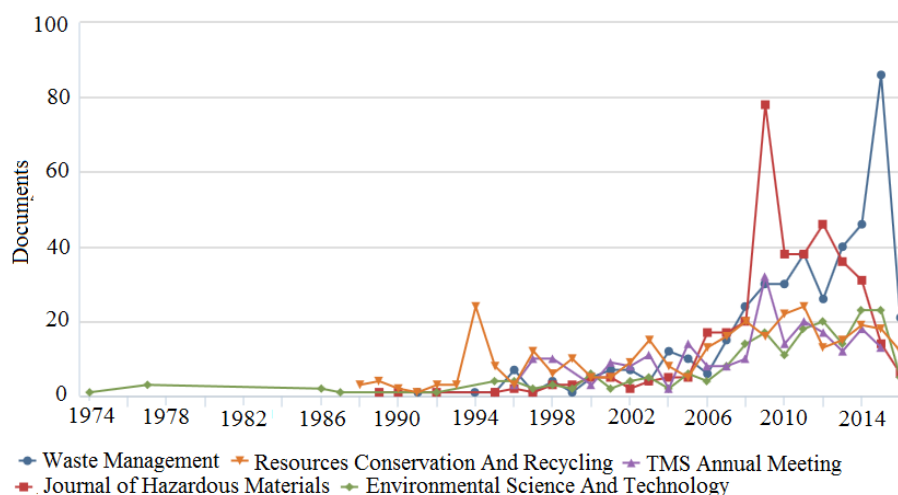


Figura 12. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de metais.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 13 podem ser visualizados os diferentes autores que publicaram na área de reciclagem de metais e a quantidade de documentos publicados. Como pode ser visualizado o autor que mais produziu documentos nesta área foi Anon com um total de 81 documentos, seguido por Friedrich e Taylor com 52 documentos cada e Tenório com um total de 49 publicações.

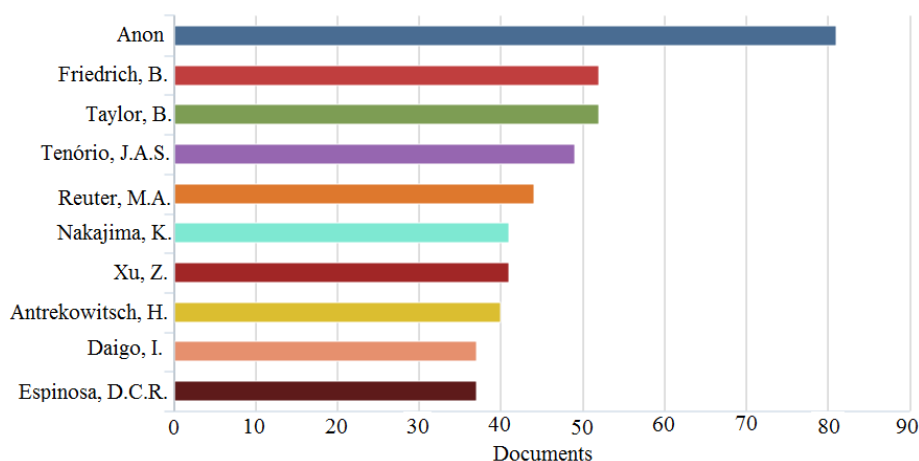


Figura 13. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de metais.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 14 são apresentadas as instituições que mais apresentaram publicações na área de reciclagem de metais. A instituição Tohoku University apresentou a maior publicação com 174 documentos publicados. A University of Tokyo apresentou um total de 154 documentos publicados. A Universidade de São Paulo teve um total de 103 documentos publicados.

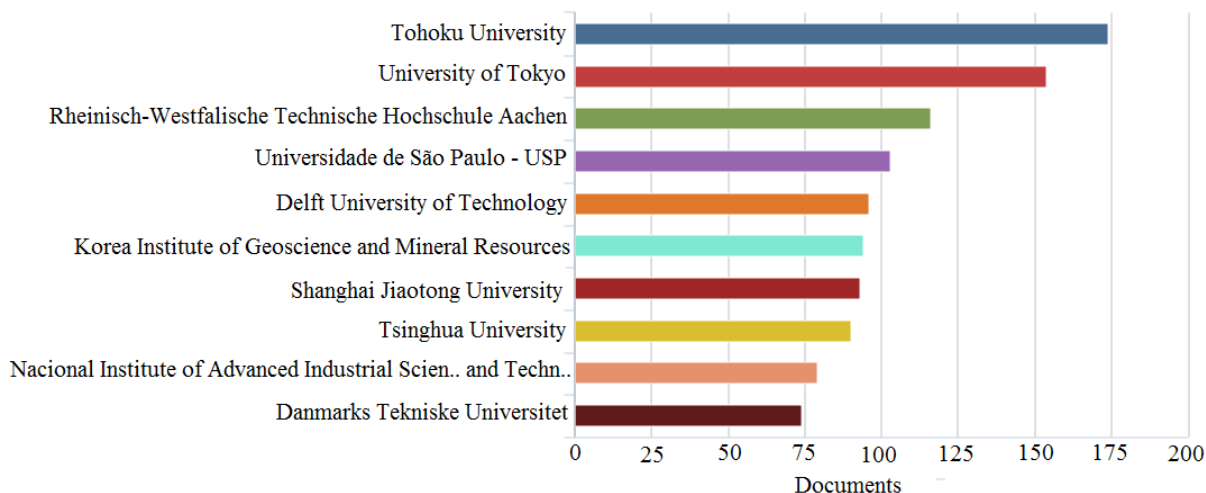


Figura 14. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de metais.
 FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 15 são apresentados os países que mais publicaram sobre reciclagem de metais. Os Estados Unidos apresentaram um total de 2.500 documentos publicados. O número de publicações em países que estão indefinidos quanto à origem é de 2.288 documentos. O Brasil aparece com 382 documentos publicados.

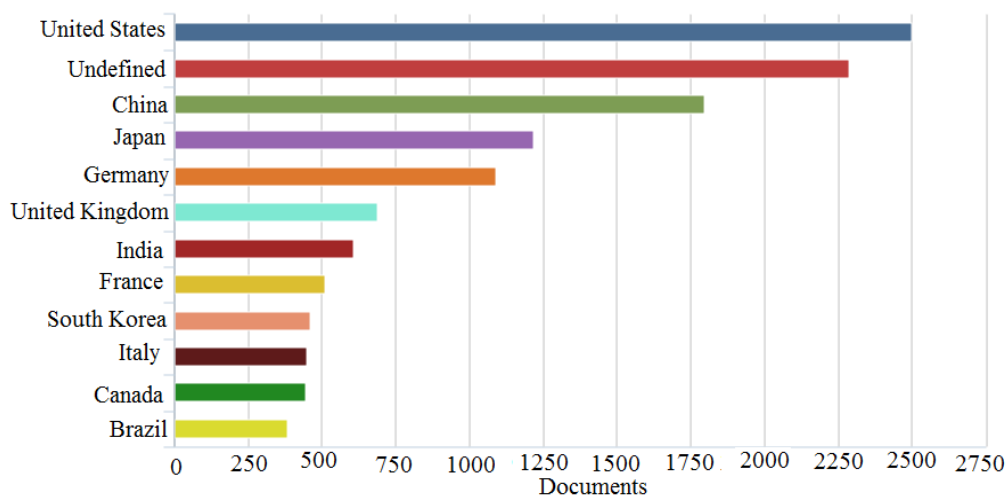


Figura 15. Países com mais publicações sobre reciclagem de metais.
 Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 16 é apresentado um panorama sobre os tipos de documentos produzidos sobre reciclagem de metais. Dentre estes documentos, o tipo que possui maior número de publicações são os artigos com 10.153 publicações, seguido por artigos de conferência com 3.350 publicações e revisões com 946 publicações.

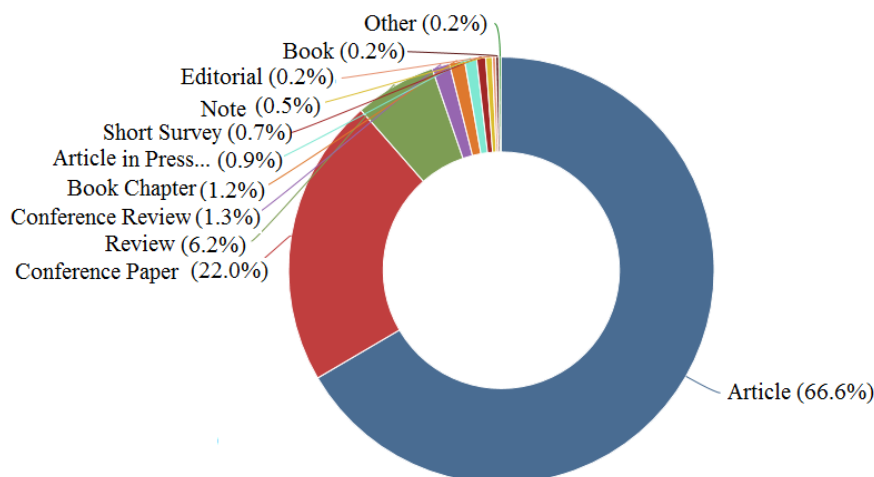


Figura 16. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de metais.

FONTE: SCOPUS (2016).

A figura 17 apresenta em quais áreas temáticas são publicados documentos sobre reciclagem de metais. Dentre estas áreas, a que tem o maior número de publicações é a área das Ciências Ambientais com 5.188 documentos publicados, seguido pela área de engenharia com 4.576 publicações e a área de ciência dos materiais com um total de 4.000 documentos publicados.

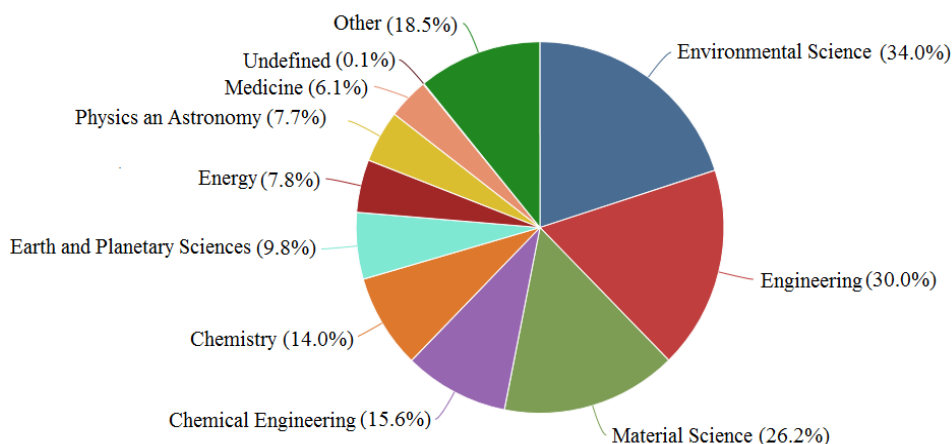


Figura 17. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de metais por área temática.

FONTE: SCOPUS (2016).

Pesquisas sobre a palavra chave Polystyrene Recycling começaram a evoluir a partir do ano de 1991. O termo reciclagem de poliestireno apontou a existência de 1.093 documentos. Nos anos de 2014 e 2015 foram publicados 78 documentos em cada ano, representando os anos com maior número de documentos publicados neste tema. Na figura 18 pode ser observada essa evolução das publicações.

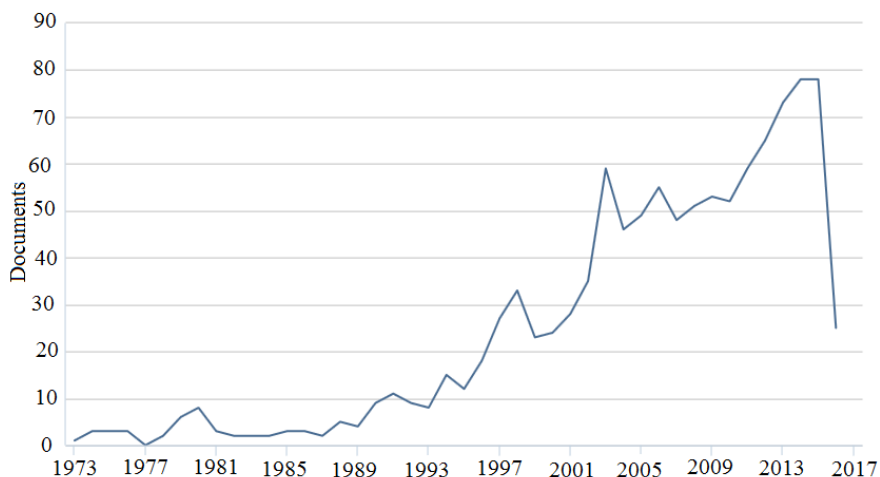


Figura 18. Produção de documentos entre os anos 1973 e 2016 sobre poliestireno. FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 19 são apresentadas as revistas com maior publicação de trabalhos relacionados com o assunto poliestireno ao longo dos anos, sendo que a Journal of Applied Polymer Science publicou 61 documentos, a Waste Management publicou 33 documentos e a Polymer Degradation and Stability publicou 23 documentos.

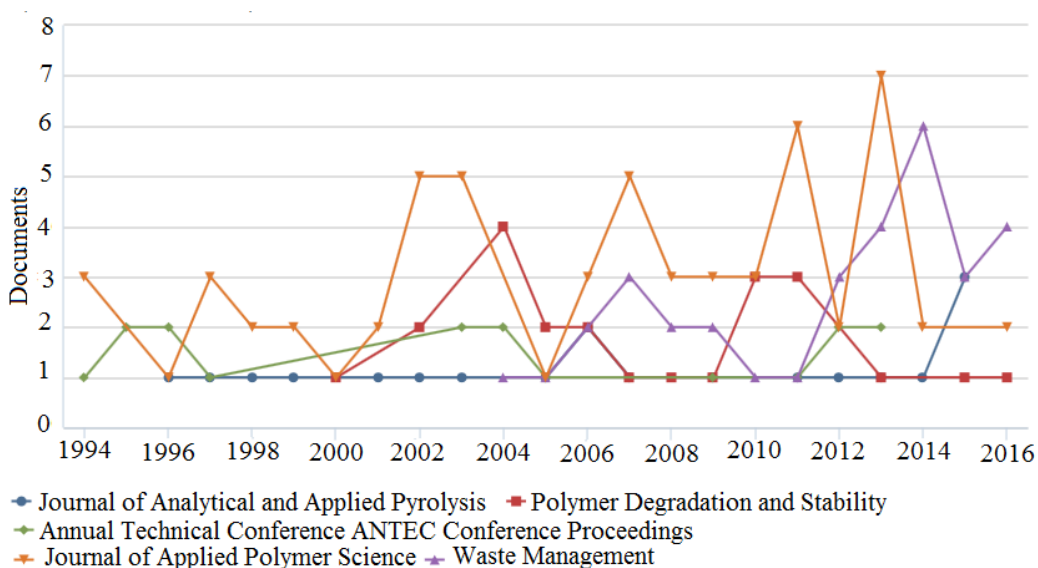


Figura 19. Revistas que mais publicaram sobre poliestireno. FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 20 podem ser visualizados os autores que mais publicaram na área de poliestireno e a quantidade de documentos publicados. Como pode ser visualizado o autor que mais produziu documentos nesta área foi Dascalescu com um total de 14 documentos, seguido por Medles com dez documentos e Miloudi, Pericàs e Williams com um total de nove publicações cada.

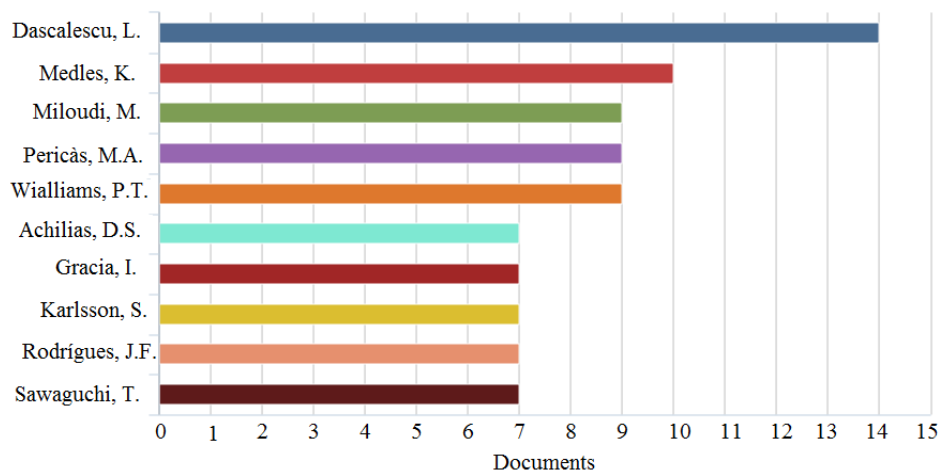


Figura 20. Autores com maior número de publicações sobre poliestireno.
FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 21 são apresentadas as instituições que mais apresentaram publicações na área de poliestireno. A Nihon University apresentou maior publicação com 15 documentos publicados. A The Royal Institute, a Universitat Politècnica de València e a Universite de Poitiers apresentaram um total de 11 documentos publicados cada. A Universidade Federal do Rio de Janeiro teve um total de nove documentos publicados.

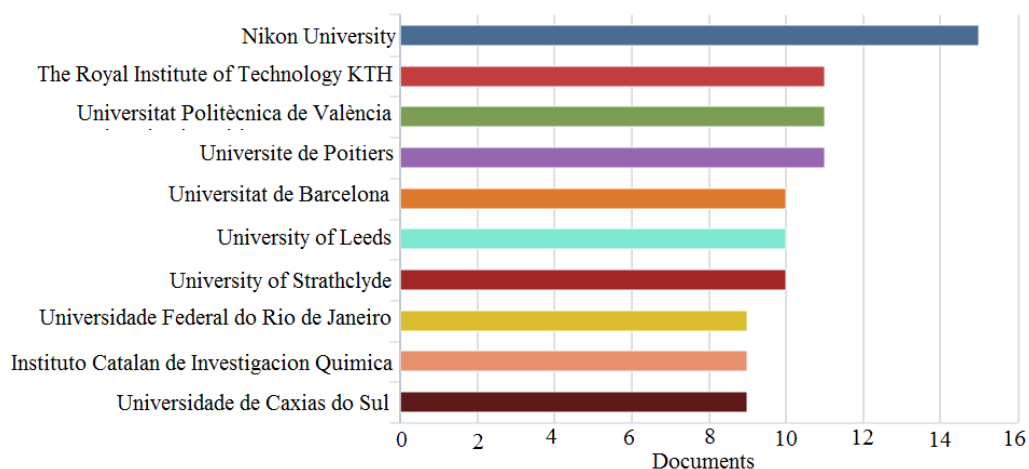


Figura 21. Instituições com mais publicações sobre poliestireno.
FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 22 são apresentados os países que mais publicaram sobre poliestireno. Os Estados Unidos apresentaram um total de 176 documentos publicados, o Japão apresentou um total de 128 documentos e o Brasil aparece com 59 documentos publicados.

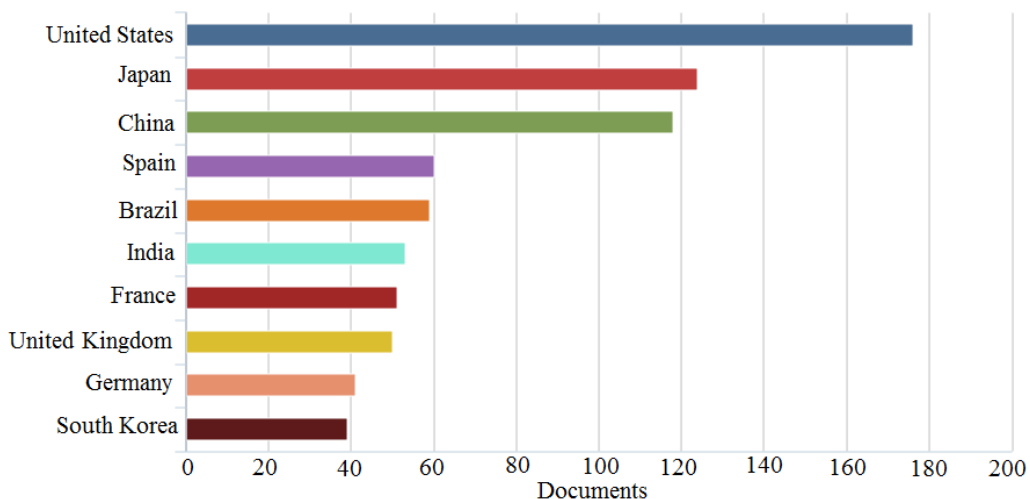


Figura 22. Países com mais publicações sobre poliestireno.

Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 23 é apresentado um panorama sobre os tipos de documentos produzidos sobre poliestireno. Dentre estes documentos, o tipo que possui maior número de publicações são os artigos com 849 publicações, seguido por artigos de conferência com 167 publicações e revisões com 25 publicações.

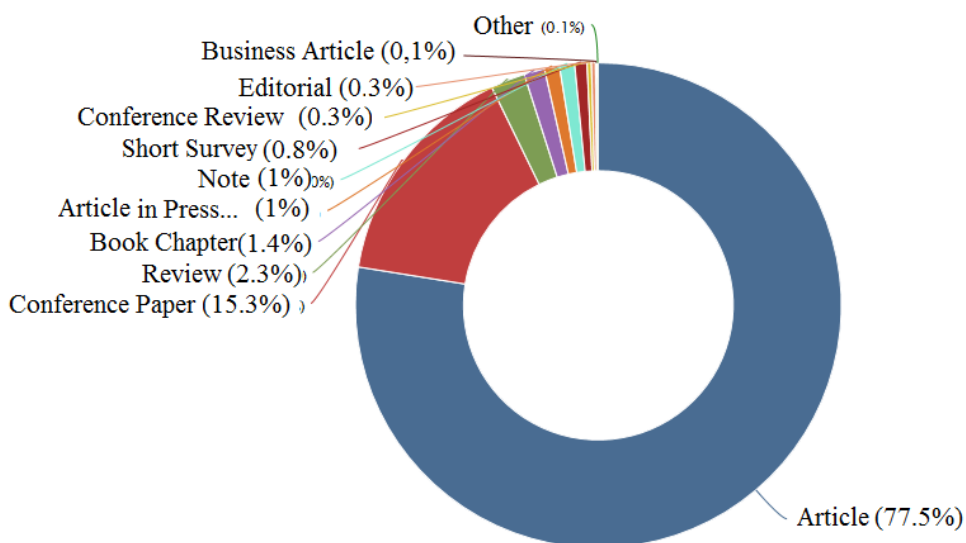


Figura 23. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre poliestireno.

FONTE: SCOPUS (2016).

A figura 24 apresenta em quais áreas temáticas são publicados documentos sobre poliestireno. Dentre estas áreas, a que tem o maior número de publicações é a área das Ciências dos Materiais com 389 documentos publicados, seguido pela área de química com 304 publicações e a área de engenharia com um total de 266 documentos publicados.

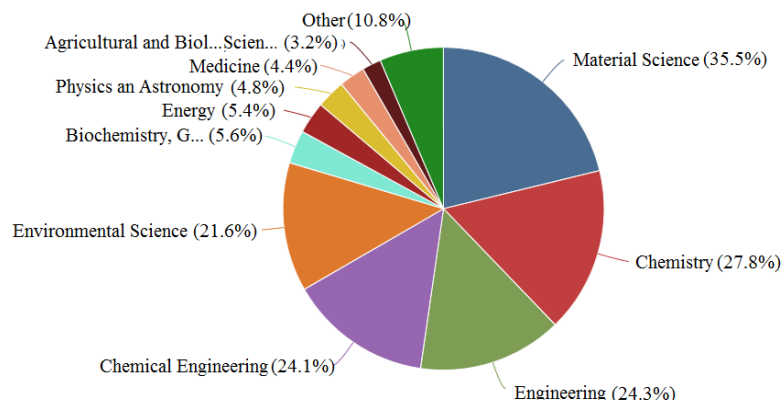


Figura 24. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre poliestireno por área temática.

FONTE: SCOPUS (2016).

Pesquisas sobre reciclagem de PET começaram a evoluir a partir do ano de 1988. A palavra-chave Recycling PET apontou a existência de 1.710 documentos. No ano de 2013 foram publicados 129 documentos, representando o ano com maior número de documentos publicados neste tema. Na figura 25 pode ser observada essa evolução das publicações.

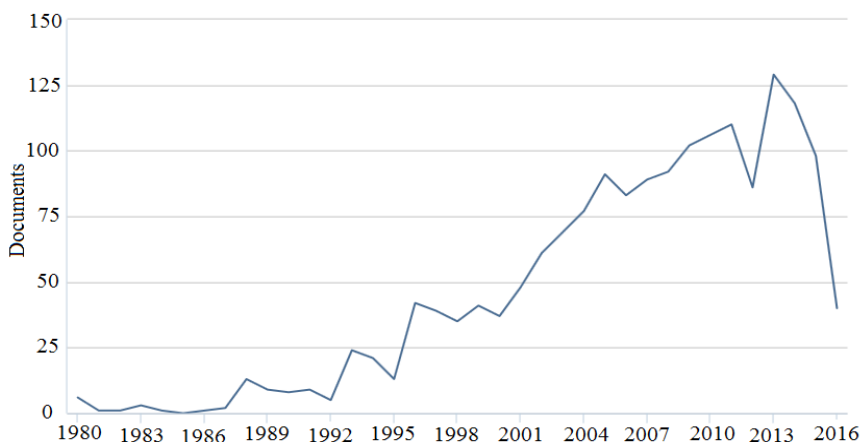


Figura 25. Produção de documentos entre os anos 1980 e 2016 sobre reciclagem de PET.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 26 são apresentadas as revistas com maior publicação de trabalhos relacionados com o assunto reciclagem PET ao longo dos anos, sendo que a Journal of Applied Polymer Science publicou 115 documentos, a Annual Technical Conference publicou 39 documentos.

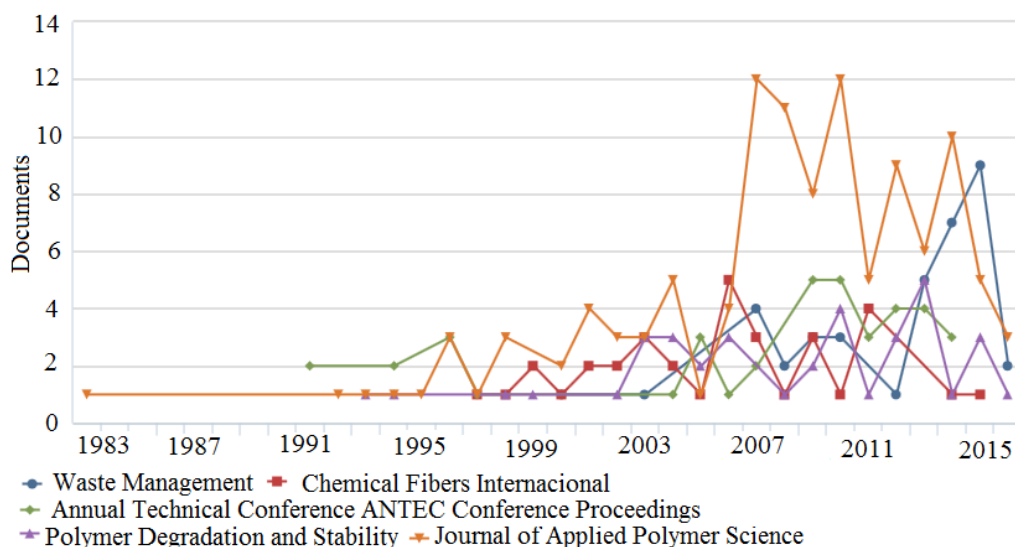


Figura 26. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de PET.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 27 podem ser visualizados os autores que mais publicaram na área de reciclagem de PET e a quantidade de documentos publicados. Como pode ser visualizado o autor que mais produziu documentos nesta área foi Welle com um total de 20 documentos, seguido por Hamada, Lin e Rebeiz com um total de 18 publicações cada.

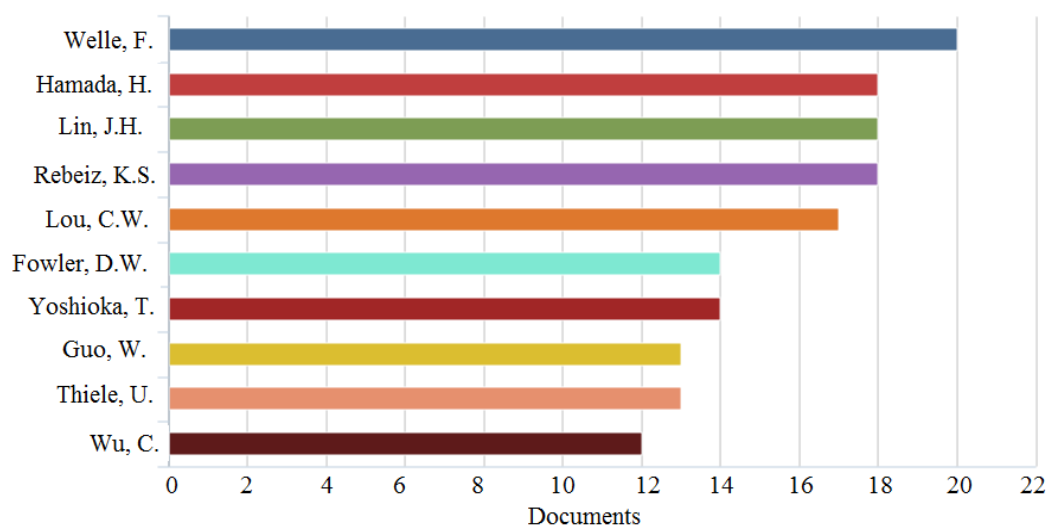


Figura 27. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de PET.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 28 são apresentadas as instituições que mais apresentaram publicações na área de reciclagem do PET. A Kyoto Institute of Technology apresentou maior publicação com 27 documentos publicados. A Universidade de São Carlos apresentou um total de 23 documentos publicados. A Universidade de São Paulo e a Universidade Estadual de Campinas apresentaram um total de 15 documentos publicados cada uma.

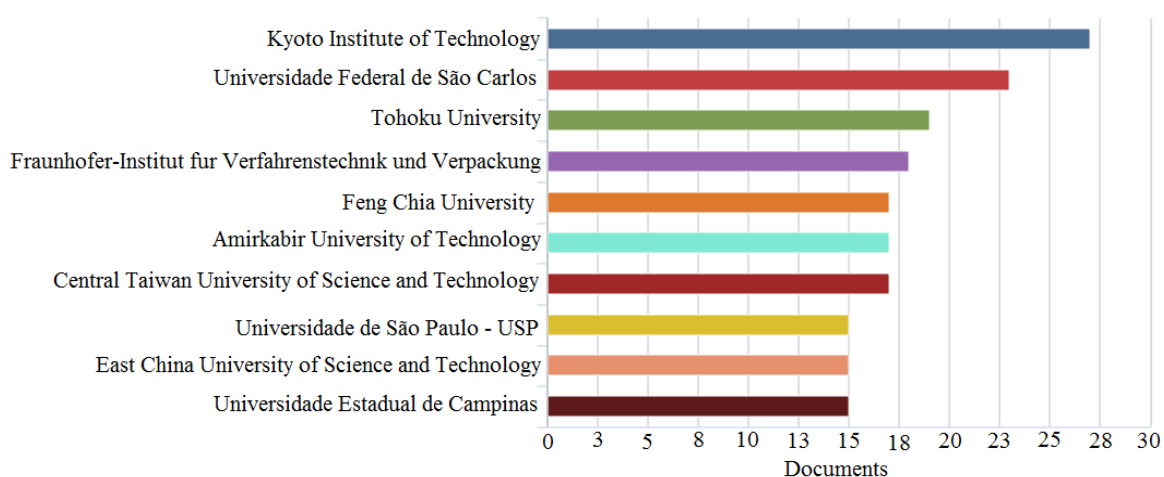


Figura 28. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de PET.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 29 são apresentados os países que mais publicaram sobre reciclagem de PET. Os Estados Unidos apresentaram um total de 218 documentos publicados, o Japão apresentou um total de 159 documentos e o Brasil aparece com 111 documentos publicados.

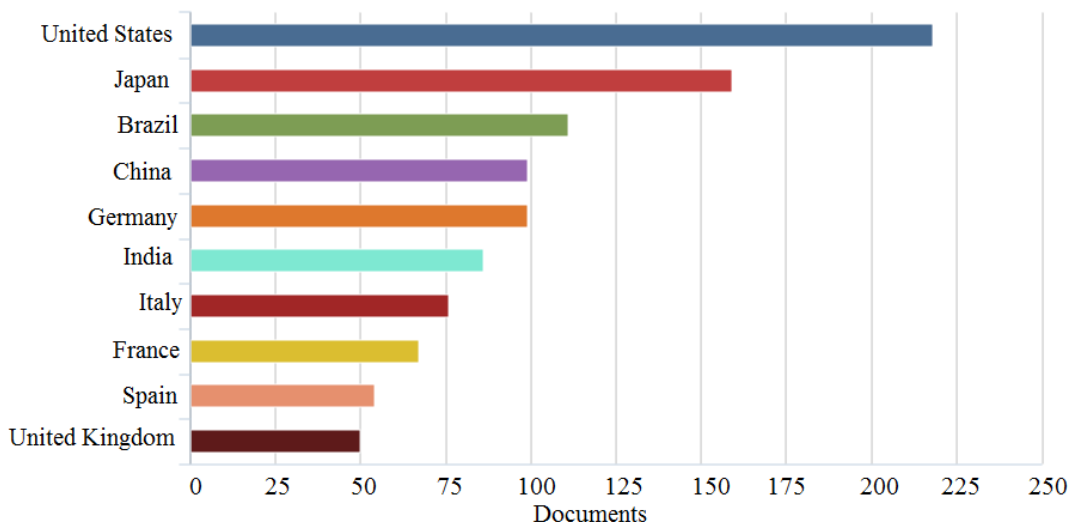


Figura 29. Países com mais publicações sobre reciclagem de PET.

Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 30 é apresentado um panorama sobre os tipos de documentos produzidos sobre reciclagem de PET. Dentre estes documentos, o tipo que possui maior número de publicações são os artigos com 1.232 publicações, seguido por artigos de conferência com 319 publicações e revisões com 66 publicações.

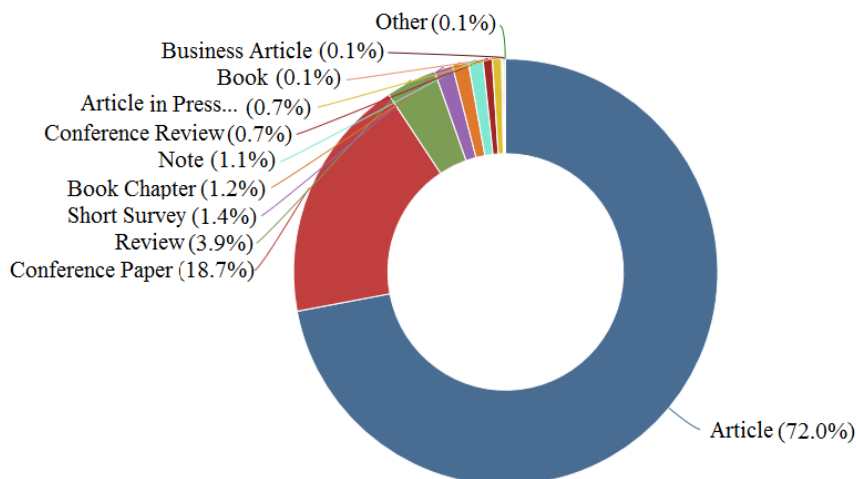


Figura 30. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de PET.

FONTE: SCOPUS (2016).

A figura 31 apresenta em quais áreas temáticas são publicados documentos sobre reciclagem de PET. Dentre estas áreas, a que tem o maior número de publicações é a área das Ciências dos Materiais com 855 documentos publicados, seguido pela área de engenharia com 501 publicações e a área de ciências ambientais com um total de 387 documentos publicados.

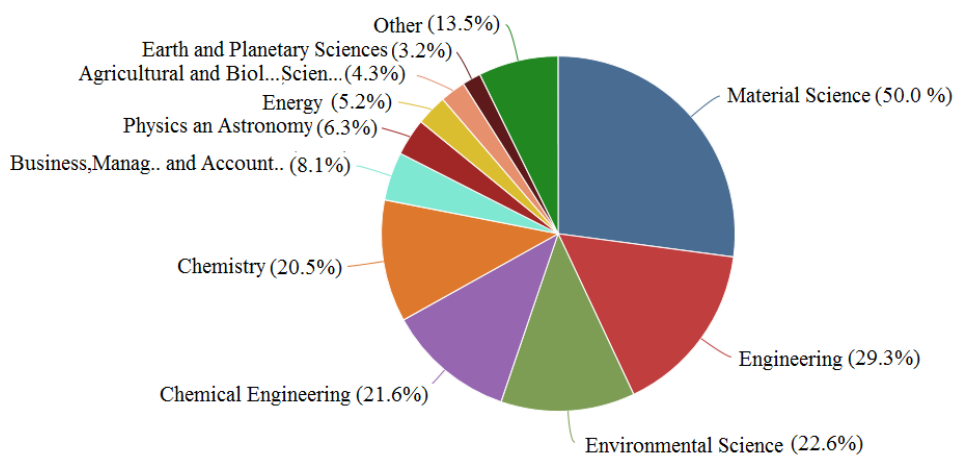


Figura 31. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de PET por área temática.

FONTE: SCOPUS (2016).

Pesquisas sobre polímeros começaram a evoluir a partir do ano de 1974. A palavra-chave Polymers Recycling apontou a existência de 7.061 documentos. No ano de 2014 foram publicados 544 documentos, representando o ano com maior número de documentos publicados neste tema. Na figura 32 pode ser observada essa evolução das publicações.

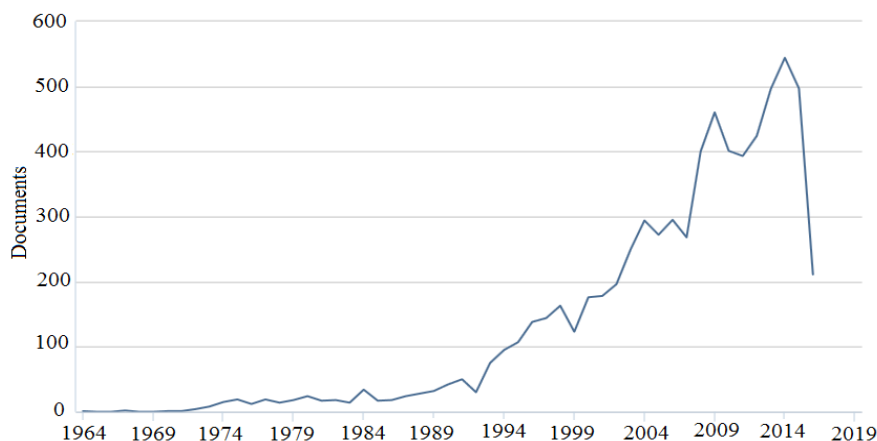


Figura 32. Produção de documentos entre os anos 1964 e 2016 sobre reciclagem de polímeros.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 33 são apresentadas as revistas com maior publicação de trabalhos relacionados com o assunto polímeros ao longo dos anos, sendo que a Journal of Applied Polymer Science publicou 343 documentos, a Polymer Degradation and Stability publicou 117 documentos e a Annual Technical Conference publicou 109 documentos.

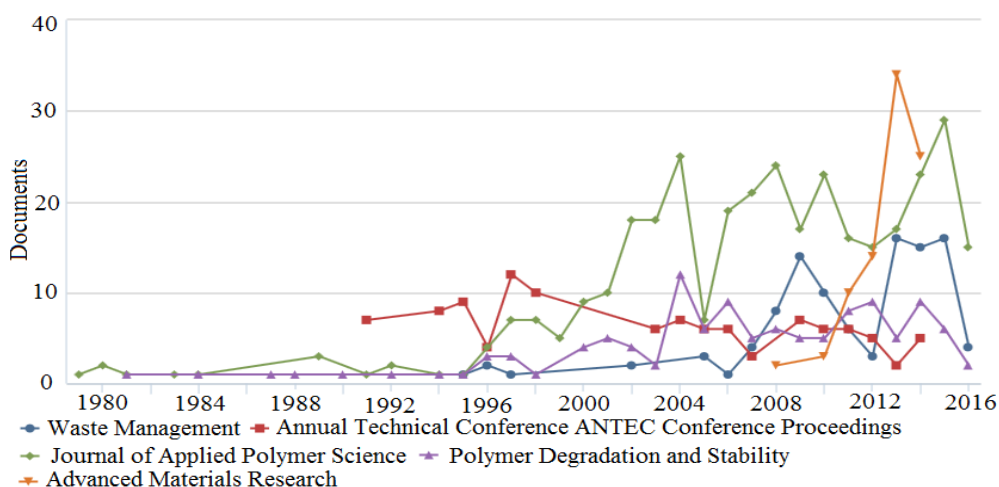


Figura 33. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de polímeros.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 34 podem ser visualizados os autores que mais publicaram na área de reciclagem de polímeros e a quantidade de documentos publicados. Como pode ser visualizado o autor que mais produziu documentos nesta área foi La Mantia com um total de 38 documentos, seguido por Anon com um total de 35 publicações e Matsumura com um total de 34 publicações.

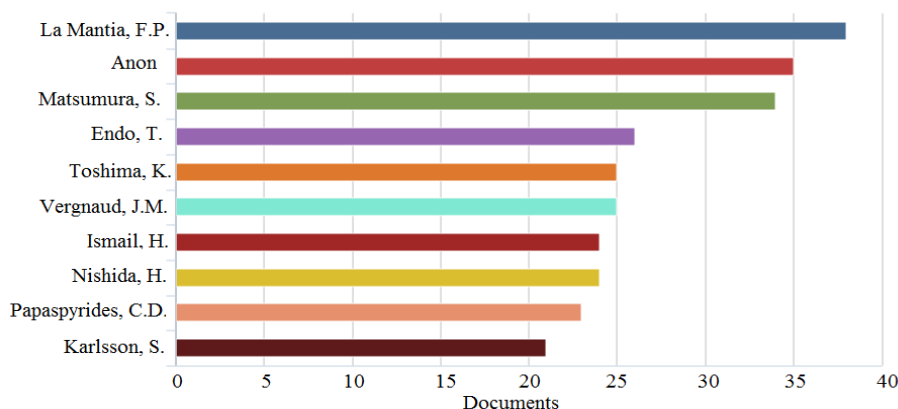


Figura 34. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de polímeros.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 35 são apresentadas as instituições que mais apresentaram publicações na área de reciclagem de polímeros. A Università degli Studi di Palermo apresentou a maior publicação com 48 documentos publicados. A East China University apresentou um total de 43 documentos publicados. A Universidade Federal do Rio de Janeiro apresentou 32 documentos publicados. A Universidade de São Paulo apresentou um total de 31 documentos publicados.

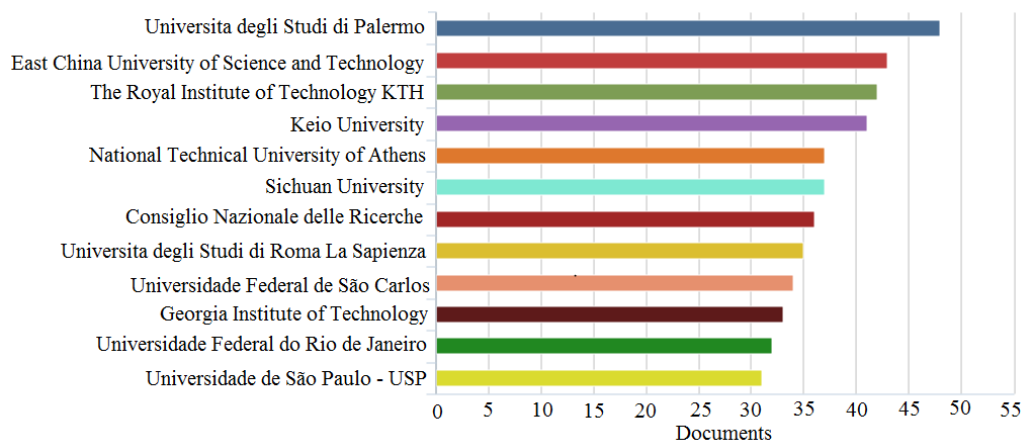


Figura 35. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de polímeros.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 36 são apresentados os países que mais publicaram sobre reciclagem de polímeros. Os Estados Unidos apresentaram um total de 1.227 documentos publicados, a China apresentou um total de 718 documentos e o Brasil aparece com 273 documentos publicados.

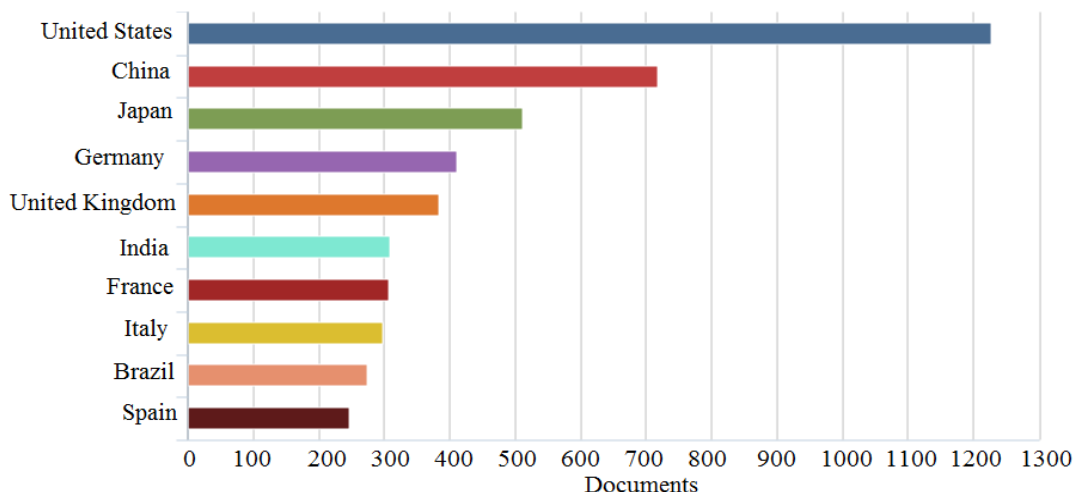


Figura 36. Países com mais publicações sobre reciclagem de polímeros.

Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 37 é apresentado um panorama sobre os tipos de documentos produzidos sobre reciclagem de polímeros. Dentre estes documentos, o tipo que possui maior número de publicações são os artigos com 5.064 publicações, seguido por artigos de conferência com 1.273 publicações e revisões com 322 publicações.

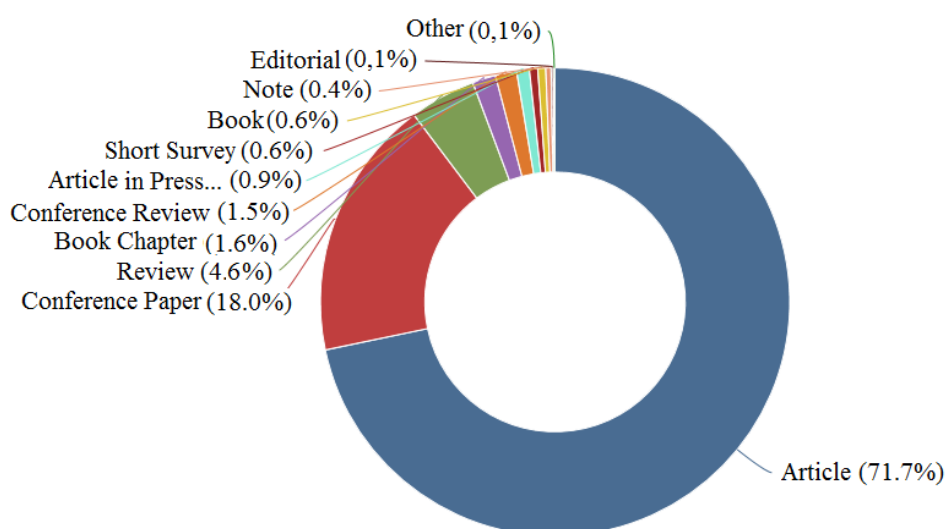


Figura 37. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de polímeros.

FONTE: SCOPUS (2016).

A figura 38 apresenta em quais áreas temáticas são publicados documentos sobre reciclagem de polímeros. Dentre estas áreas, a que tem o maior número de publicações é a área das Ciências dos Materiais com 3.160 documentos publicados, seguido pela área de engenharia com 2.081 publicações e a área de química com um total de 1.808 documentos publicados.

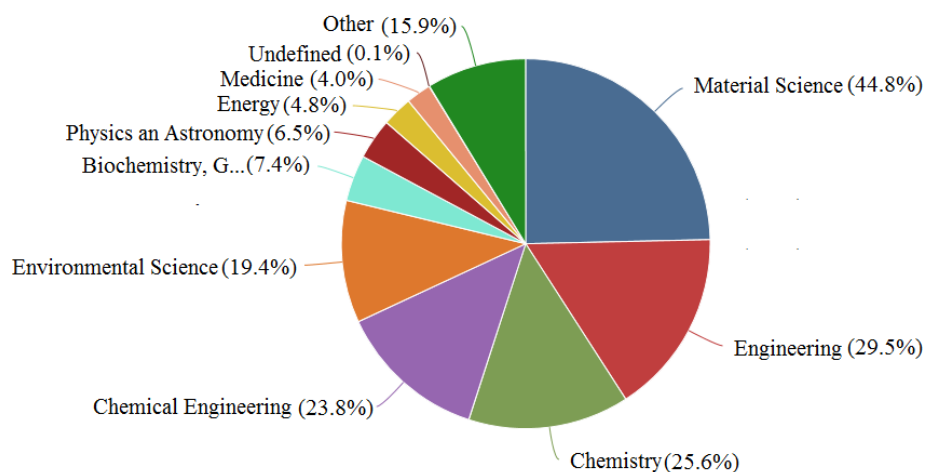


Figura 38. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de polímeros por área temática.

FONTE: SCOPUS (2016).

Pesquisas sobre papelão começaram a evoluir a partir do ano de 1974. A palavra-chave Cardboard Recycling apontou a existência de 412 documentos. No ano de 2005 foram publicados 30 documentos, representando o ano com maior número de documentos publicados neste tema. Na figura 39 pode ser observada essa evolução das publicações.

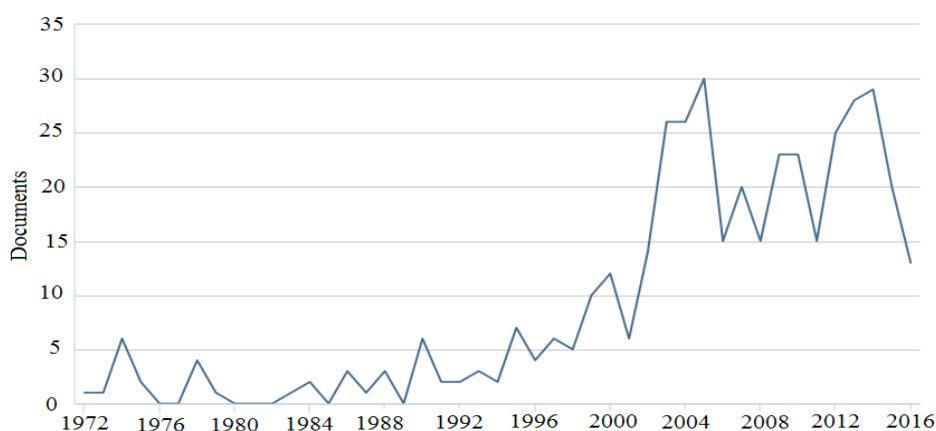


Figura 39. Produção de documentos entre os anos 1972 e 2016 sobre reciclagem de papelão.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 40 são apresentadas as revistas com maior publicação de trabalhos relacionados com o assunto reciclagem de papelão ao longo dos anos, sendo que a Waste Management publicou 24 documentos, a Resources Conservation and Recycling publicou 21 documentos e a Biocycle publicou 12 documentos.

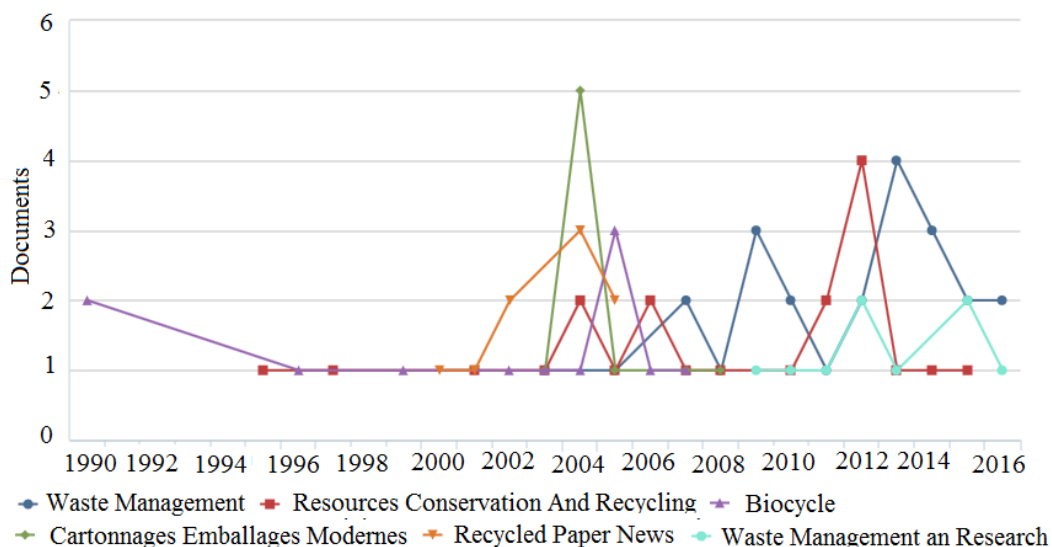


Figura 40. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de papelão.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 41 podem ser visualizados os autores que mais publicaram na área de reciclagem de papelão e a quantidade de documentos publicados. Como pode ser visualizado o autor que mais produziu documentos nesta área foi Anon, com um total de seis documentos, seguido por Bovea e Christensen com um total de cinco publicações cada.

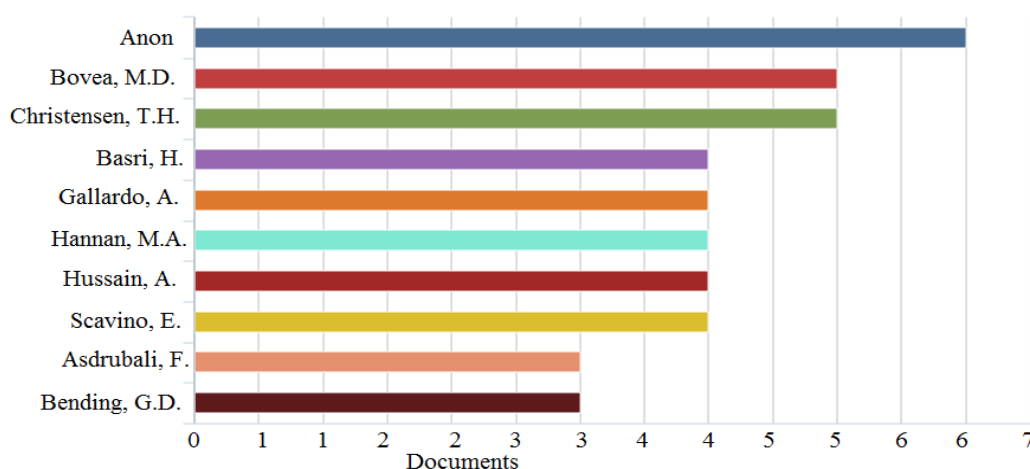


Figura 41. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de papelão.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 42 são apresentadas as instituições que mais apresentaram publicações na área de reciclagem de papelão. A Danmarks Tekniske Universitet apresentou a maior publicação com oito documentos publicados. A Universidad Jaume e a Universidade Estadual Paulista apresentaram um total de cinco documentos publicados cada.

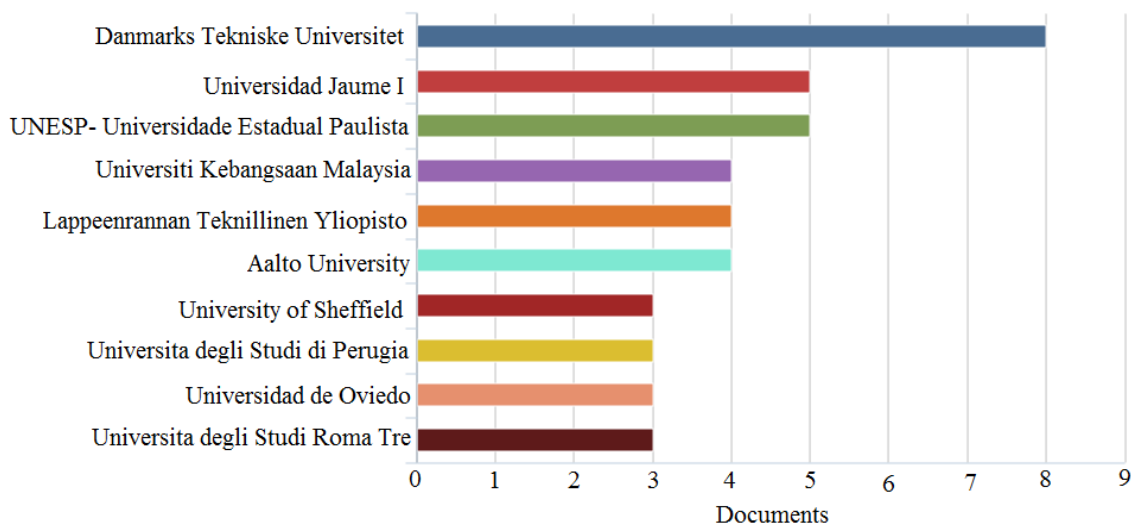


Figura 42. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de papelão.
 FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 43 são apresentados os países que mais publicaram sobre reciclagem de papelão. Os Estados Unidos apresentaram um total de 44 documentos publicados. A Espanha apresentou 24 documentos publicados e o Brasil aparece com 16 documentos publicados.

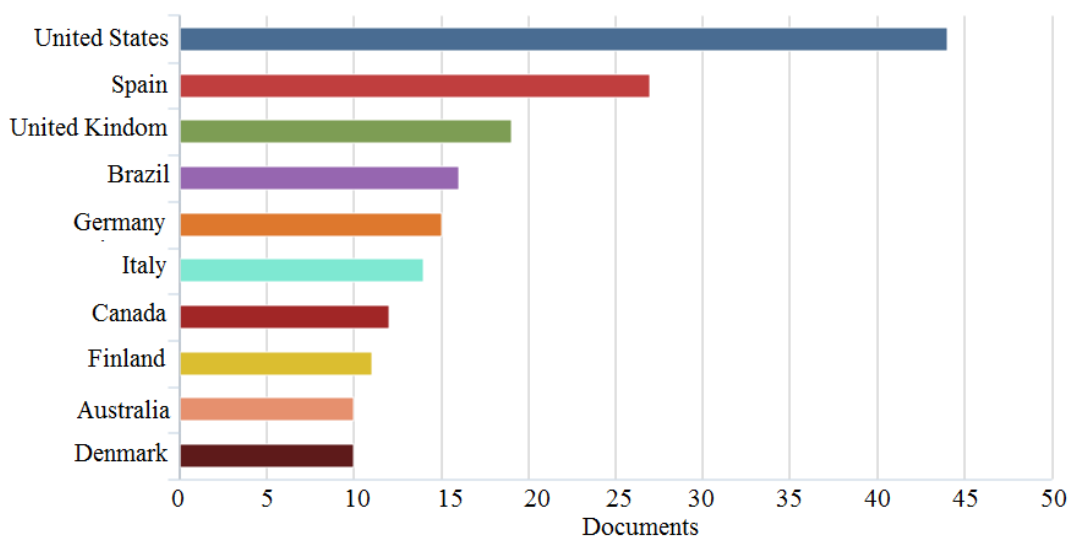


Figura 43. Países com mais publicações sobre reciclagem de papelão.
 Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 44 é apresentado um panorama sobre os tipos de documentos produzidos sobre reciclagem de papelão. Dentre estes documentos, o tipo que possui maior número de publicações são os artigos com 281 publicações, seguido por revisões com 58 publicações e por artigos de conferência com 47.

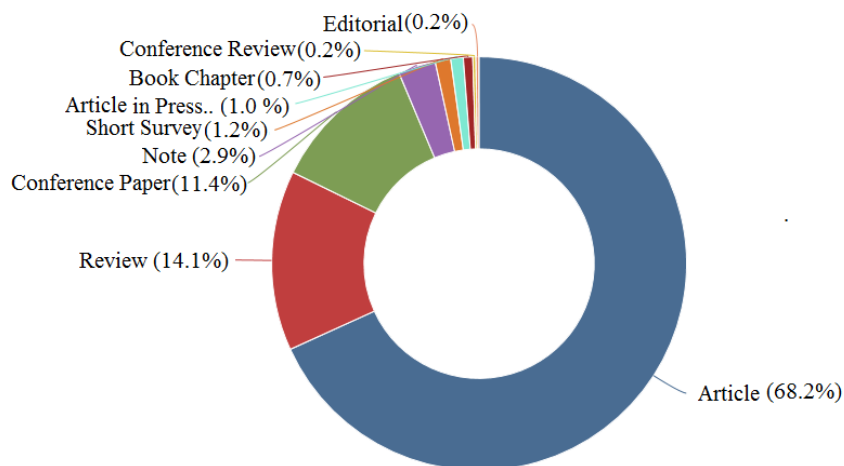


Figura 44. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de papelão.

FONTE: SCOPUS (2016).

A figura 45 apresenta em quais áreas temáticas são publicados documentos sobre reciclagem de papelão. Dentre estas áreas, a que tem o maior número de publicações é a área das Ciências Ambientais com 183 documentos publicados, seguido pela área de engenharia com 95 publicações e a área de engenharia química com um total de 83 documentos publicados.

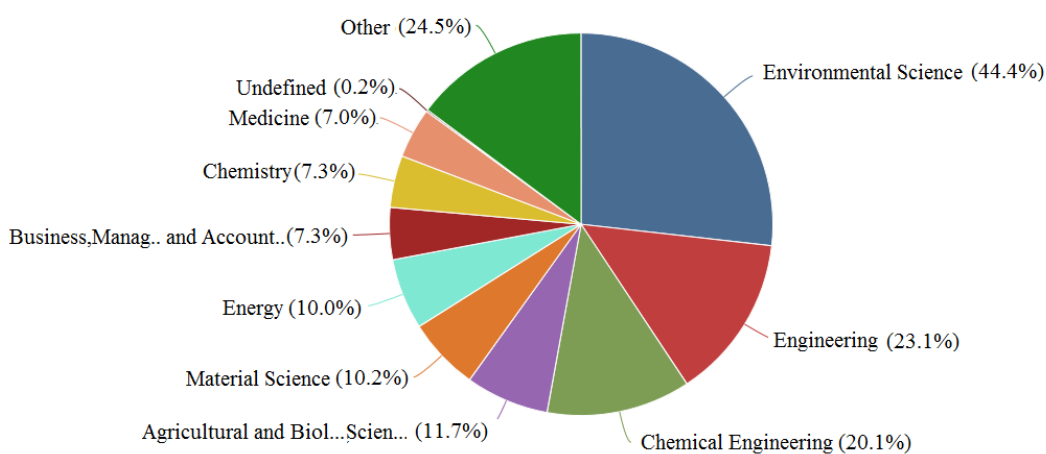


Figura 45. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de papelão por área temática.

Fonte: SCOPUS (2016).

Pesquisas sobre embalagem cartonada começaram a evoluir a partir do ano de 1983. A palavra-chave Recycling Tetra Pak apontou a existência de 232 documentos. No ano de 2009 foram publicados 18 documentos, representando o ano com maior número de documentos publicados neste tema. Na figura 46 pode ser observada essa evolução das publicações.

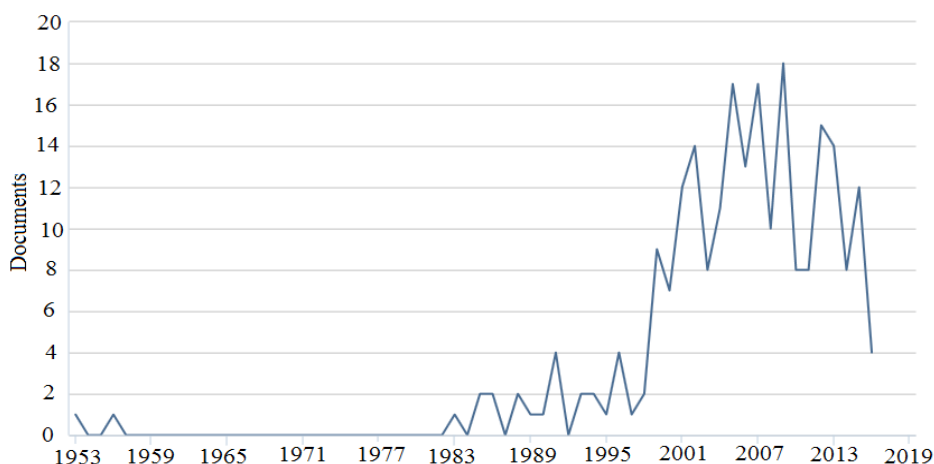


Figura 46. Produção de documentos entre os anos 1953 e 2016 sobre reciclagem de tetrapac.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 47 são apresentadas as revistas com maior publicação de trabalhos relacionados com o assunto reciclagem de tetrapac ao longo dos anos, sendo que a PPI This Week, Packaging News e a Papier Aus Osterreich publicaram nove documentos cada.

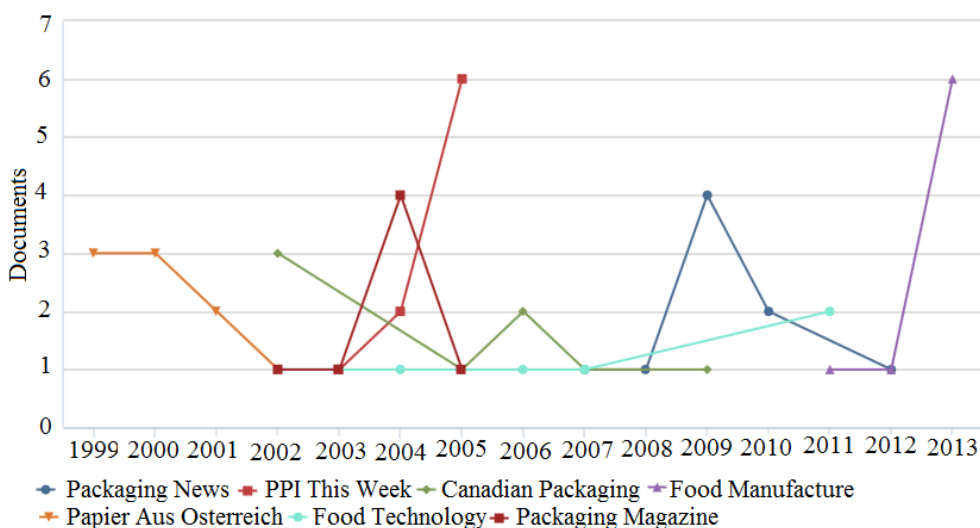


Figura 47. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de tetrapac.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 48 podem ser visualizados os diferentes autores que publicaram na área de reciclagem de tetrapac e a quantidade de documentos publicados. Como pode ser visualizado o autor que mais produziu documentos nesta área foi Hidalgo com um total de seis documentos, seguido por Fantuzzi e Barrera-Díaz com um total de cinco publicações cada.

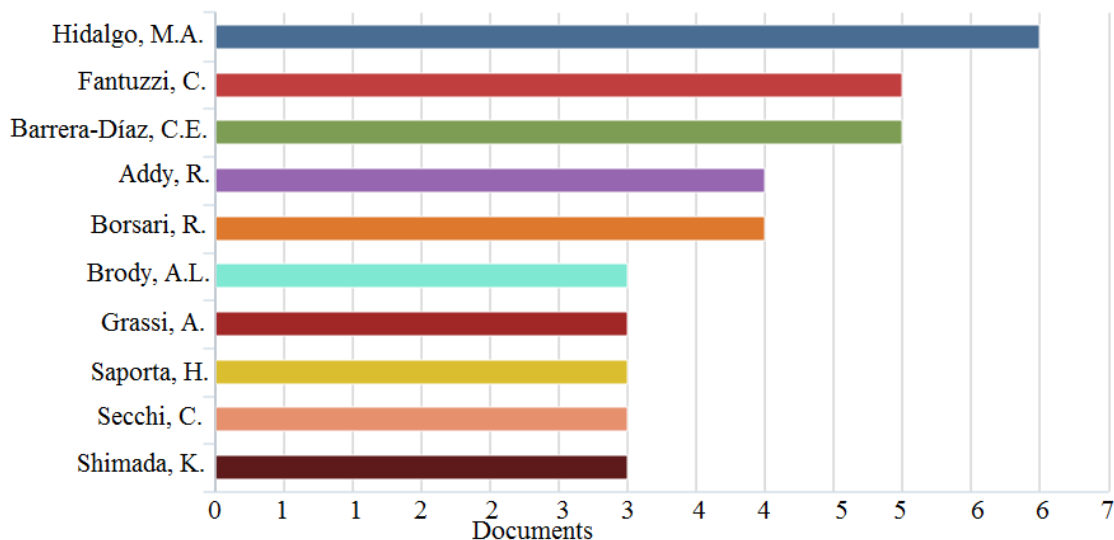


Figura 48. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de tetrapac.
FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 49 são apresentadas as instituições que mais apresentaram publicações na área de reciclagem tetrapac. A Università degli Studi di Modena e Universidad Del Valle apresentaram um total de cinco documentos publicados cada e a Lunds Universitet quatro publicações.

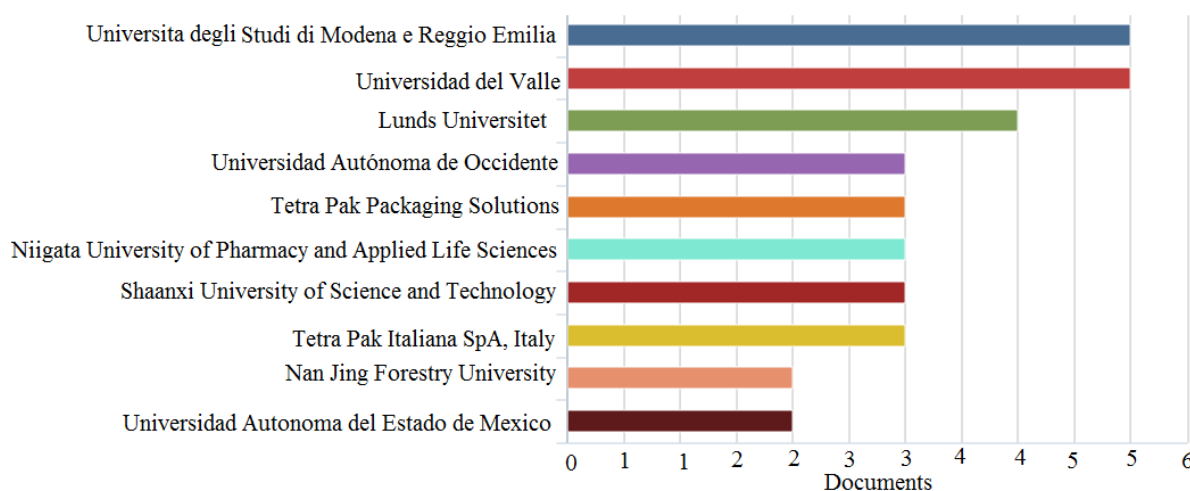


Figura 49. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de tetrapac.
FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 50 são apresentados os países que mais publicaram sobre reciclagem de tetrapac. Os Estados Unidos apresentaram um total de 15 documentos publicados, a China apresentou 12 publicações e o Brasil aparece com nove documentos publicados.

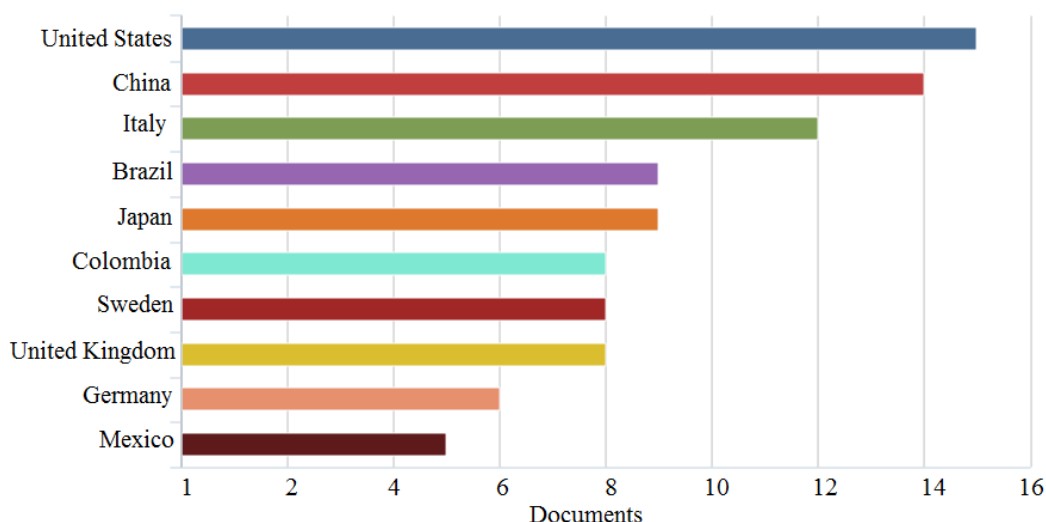


Figura 50. Países com mais publicações sobre reciclagem de tetrapac.

Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 51 é apresentado um panorama sobre os tipos de documentos produzidos sobre reciclagem de tetrapac. Dentre estes documentos, o tipo que possui maior número de publicações são os artigos com 132 publicações, seguido por notas com 40 publicações e por artigos de conferência com 22 publicações.

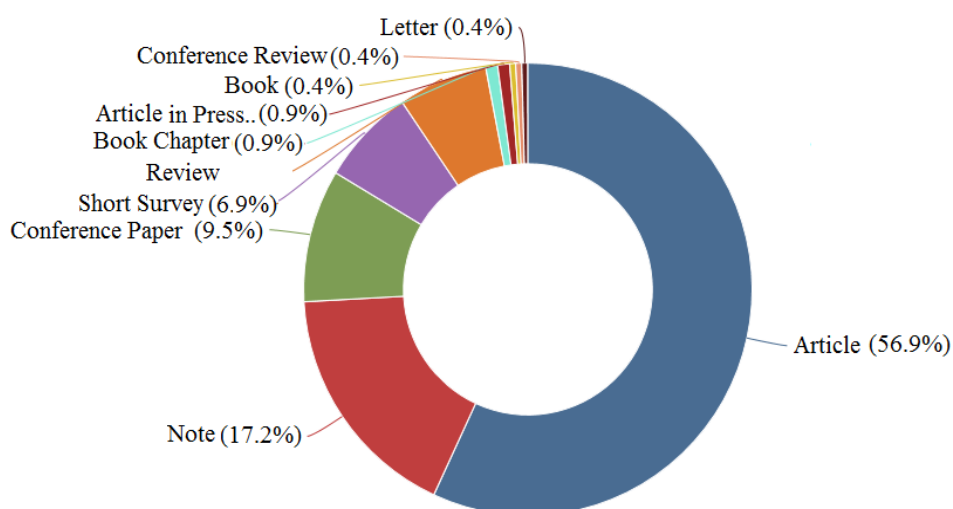


Figura 51. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de tetrapac.

FONTE: SCOPUS (2016).

A figura 52 apresenta em quais áreas temáticas são publicados documentos sobre reciclagem de tetrapac. Dentre estas áreas, a que tem o maior número de publicações é a área da engenharia química com 72 documentos publicados, seguido pela área de ciências dos materiais com 63 publicações e a área de engenharia com um total de 60 documentos publicados.

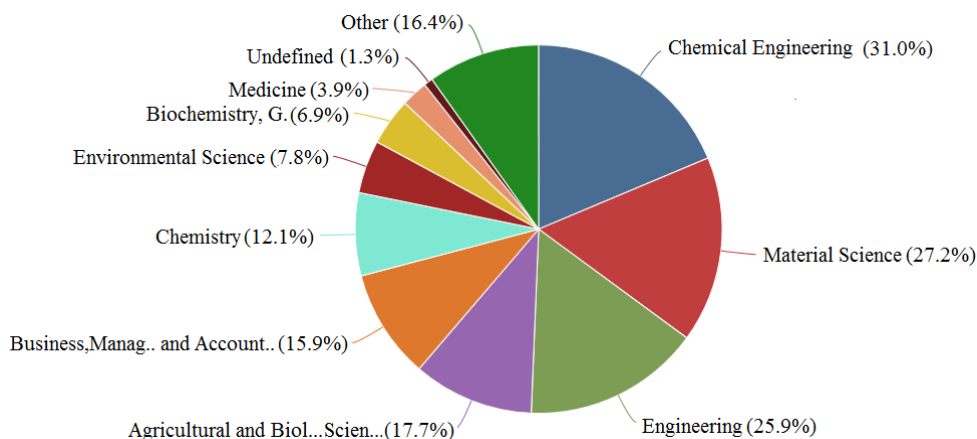


Figura 52. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de tetrapac por área temática.

FONTE: SCOPUS (2016).

Pesquisas sobre vidro começaram a evoluir a partir do ano de 1974. A palavra-chave Glass Recycling apontou a existência de 3.897 documentos. No ano de 2014 foram publicados 294 documentos, representando o ano com maior número de documentos publicados neste tema. Na figura 53 pode ser observada essa evolução das publicações.

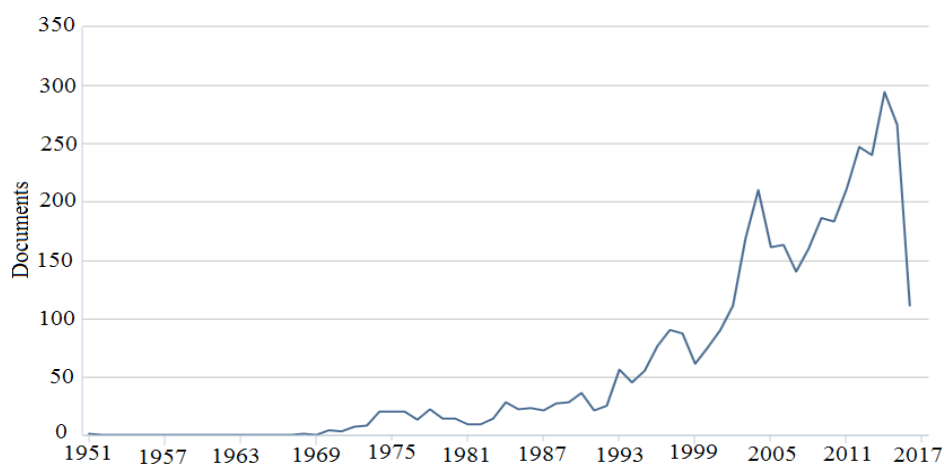


Figura 53. Produção de documentos entre os anos 1951 e 2016 sobre reciclagem de vidro.

FONTE: SCOPUS. (2016).

Na figura 54 são apresentadas as revistas com maior publicação de trabalhos relacionados com o assunto reciclagem de vidro ao longo dos anos, sendo que a Waste Management publicou 120 documentos, a Resources Conservation and Recycling publicou 92 documentos e o Journal of Applied Polymer publicou 53 documentos.

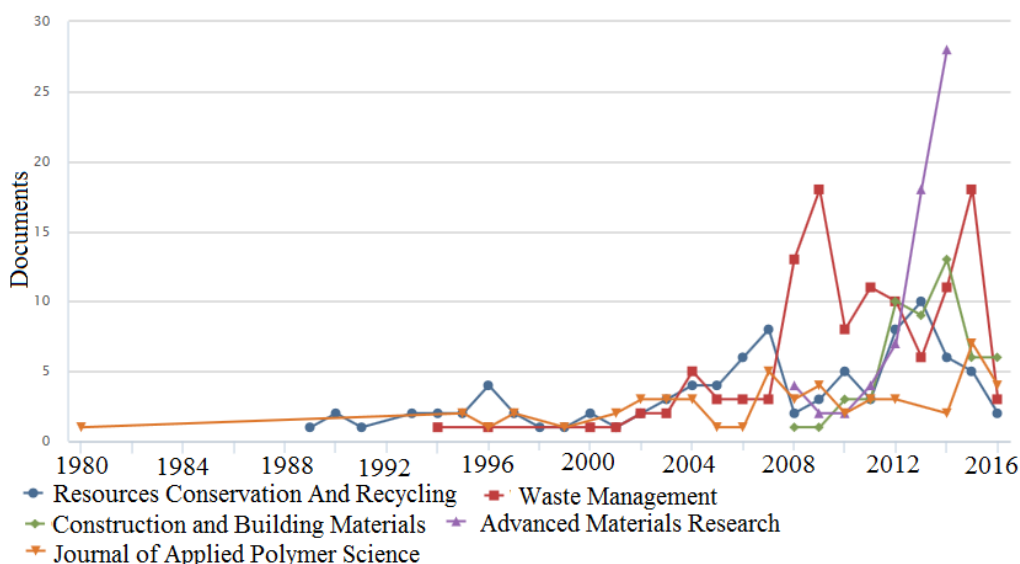


Figura 54. Revistas que mais publicaram sobre reciclagem de vidro.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 55 podem ser visualizados os autores que mais publicaram na área de reciclagem de vidro e a quantidade de documentos publicados. Como pode ser visualizado o autor que mais produziu documentos nesta área foi Anon, com um total de 36 documentos, seguido por Poon com um total de 29 publicações, Barbieri com um total de 27 publicações.

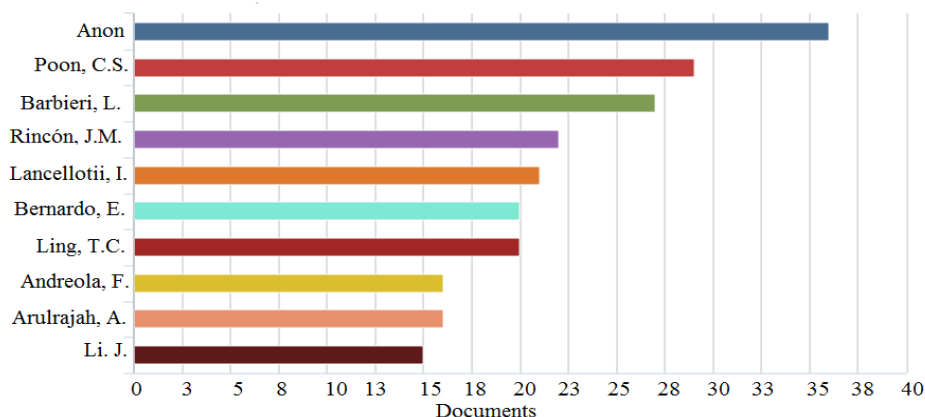


Figura 55. Autores com maior número de publicações sobre reciclagem de vidro.

FONTE: SCOPUS (2016).

Na figura 56 são apresentadas as instituições que mais apresentaram publicações na área de reciclagem de vidro. A Hong Kong Polytechnic apresentou a maior publicação com 36 documentos publicados. Seguem a Università degli Studi di Padova com 35 publicações e a Universidade de São Paulo com um total de 17 documentos publicados.

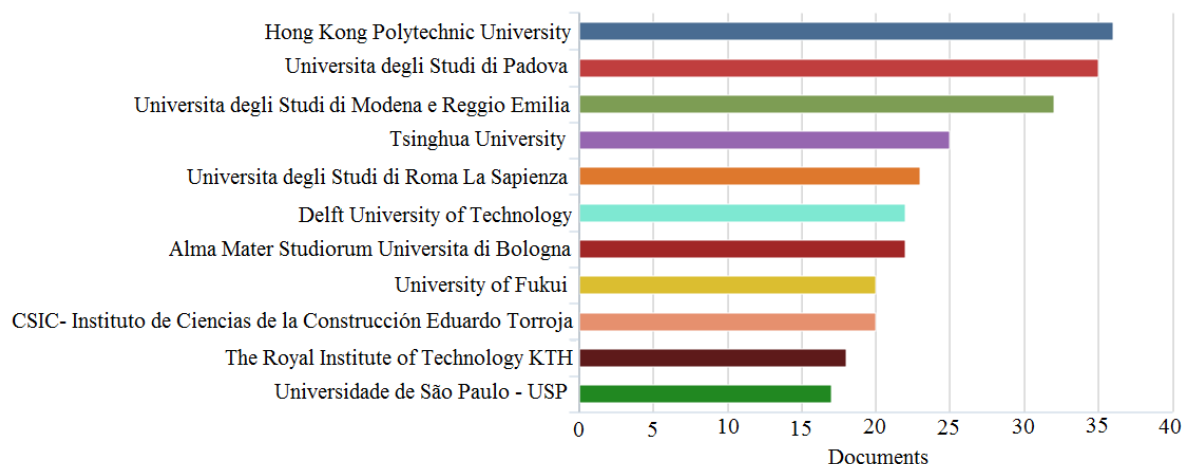


Figura 56. Instituições com mais publicações sobre reciclagem de vidro.

Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 57 são apresentados os países que mais publicaram sobre reciclagem de vidro. Os Estados Unidos apresentaram um total de 716 documentos publicados, seguindo o Reino Unido com 311 publicações e o Brasil com 96 documentos publicados.

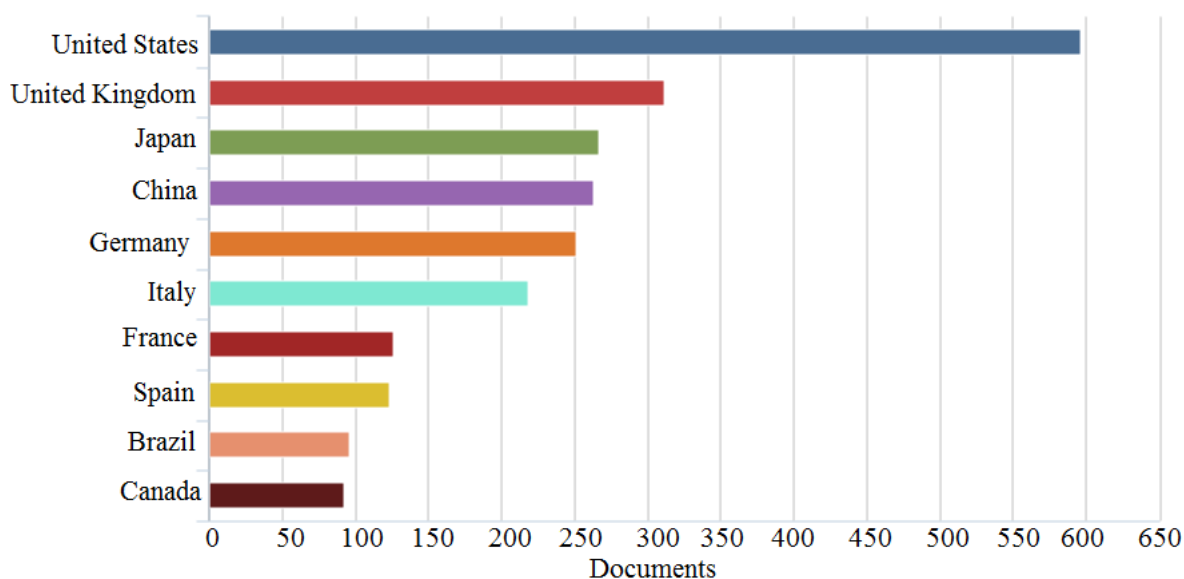


Figura 57. Países com mais publicações sobre reciclagem de vidro.

Fonte: SCOPUS (2016).

Na figura 58 é apresentado um panorama sobre os tipos de documentos produzidos sobre reciclagem de vidro. Dentre estes documentos, o tipo que possui maior número de publicações são os artigos com 2.618 publicações, seguido por artigos de conferência com 794 e por revisões com 203 publicações.

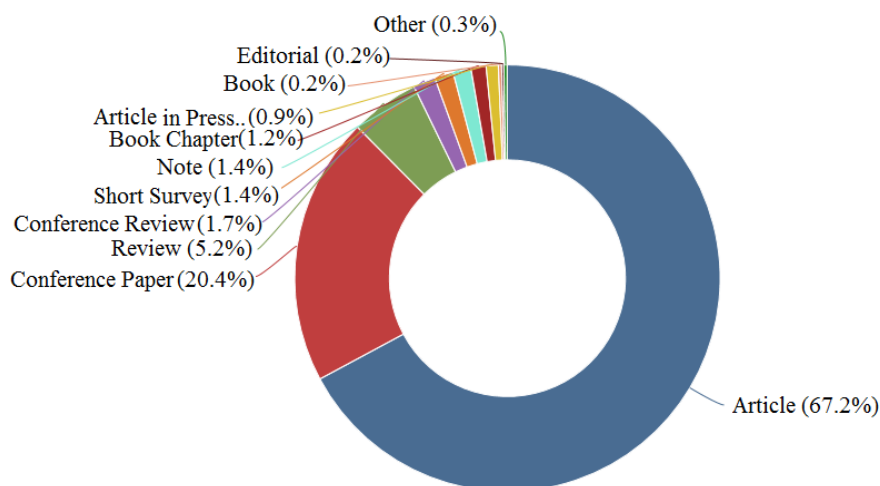


Figura 58. Distribuição percentual dos tipos de documentos publicados sobre reciclagem de vidro.

FONTE: SCOPUS (2016).

A figura 59 apresenta em quais áreas temáticas são publicados documentos sobre reciclagem de vidro. Dentre estas áreas, a que tem o maior número de publicações é a área das ciências dos materiais com 1.372 documentos publicados, seguido pela área de engenharia com 1.338 publicações e a área de ciências ambientais com um total de 1.084 documentos publicados.

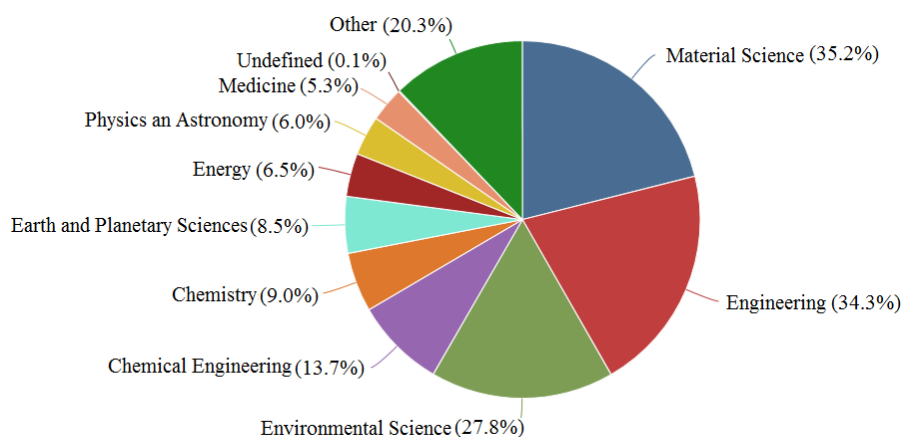


Figura 59. Distribuição percentual dos documentos publicados sobre reciclagem de vidro por área temática.

Fonte: SCOPUS (2016).

O desenvolvimento de pesquisas sobre resíduos sólidos recicláveis apresenta constante evolução nos últimos anos, com publicações em diversas revistas e em diversas áreas do conhecimento, como nas áreas de ciências dos materiais, engenharia, ciências ambientais, engenharia química, química, entre outras. Universidades como a Universidade de São Paulo, a Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade de Caxias do Sul, entre outras, também estão presentes em estudos sobre materiais recicláveis. O cenário de pesquisa sobre reciclagem de metal, polímeros e vidro apresentaram, respectivamente, 15.251, 7.061, 3.897 documentos publicados no ano de 2016. Já o cenário de pesquisa para reciclagem de poliestireno, PET, papelão e embalagem cartonada, apresentou, respectivamente, 1.093, 1.710, 412, 232, documentos publicados na área.

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

A metodologia deste estudo engloba seis etapas: 1) a caracterização das fontes de geração de resíduos recicláveis na região oeste do Paraná; 2) a caracterização dos materiais recicláveis e seu potencial de oferta região oeste do Paraná; 3) a valoração comercial dos recicláveis; 4) a prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de recicláveis; 5) a proposição de um novo modelo de gestão de recicláveis na região oeste do Paraná; e 6) a avaliação dos impactos dos pontos de vista social, econômico e ambiental.

A descrição dos procedimentos realizados em cada etapa é feita a seguir.

Etapa 1 - Caracterização das fontes de geração de resíduos recicláveis na região oeste do Paraná.

Os critérios utilizados para a caracterização das fontes de geração de resíduos foram os estabelecimentos voltados às atividades do primeiro setor, do segundo setor e do terceiro setor da economia, além dos domicílios totais. Esta etapa foi realizada por meio de uma investigação teórica em dados disponibilizados por órgãos oficiais, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) no ano de 2015.

Os municípios foram delimitados geograficamente para a realização deste trabalho em cinco regiões, conforme metodologia apresentada por Jebai (2015). A região 1 compreendeu os municípios de Campo Bonito, Cascavel, Três Barras do Paraná, Catanduvas, Ibema, Guaraniaçu, Diamante do Sul e Braganey. A região 2 compreende os municípios de Iracema do Oeste, Assis Chateaubriand, Jesuítas, Formosa do Oeste, Nova Aurora, Anahy, Corbélia, Cafelândia, Tupãssi. A região 3 compreende os municípios Marechal Cândido Rondon, Diamante d'Oeste, São José das Palmeiras, Entre Rios do Oeste, Pato Bragado, Ouro Verde do Oeste, Toledo, Quatro Pontes, Nova Santa Rosa, Maripá, Palotina, Terra Roxa, Guaíra e Mercedes. A região 4 compreende os municípios de Céu Azul, Matelândia, Ramilândia, Vera Cruz do Oeste, São Pedro do Iguaçu, Santa Tereza do Oeste, Lindoeste, Santa Lúcia, Capitão Leônidas Marques e Boa Vista da Aparecida. A região 5 compreende os municípios de Iguatu, São Miguel do Iguaçu, Foz do Iguaçu, Santa Terezinha do Itaipu, Serranópolis do Iguaçu, Medianeira, Itaipulândia, Missal e Santa Helena.

Esta etapa também engloba a produção de banco de dados sobre as fontes geradoras de resíduos na Mesorregião Oeste do Paraná.

Etapa 2- Caracterização dos materiais recicláveis e seu potencial de oferta na região oeste do Paraná.

Para a caracterização do potencial de oferta dos resíduos recicláveis foi utilizada uma correlação proposta por Morejon, Fabris, Laufer (2006). Nesta correlação, admite-se que a produção de resíduos é correlacionada com o número de habitantes.

Para o cálculo do potencial de resíduos admitiu-se que a cada 115.000 habitantes são produzidos 71,3 t dia⁻¹ (MOREJON et al. 2012). Deste total, 23% representam os resíduos sólidos recicláveis. Destes 23%, há uma distribuição percentual para resíduos recicláveis do tipo embalagem, onde: Enlatados – 31%; Poliestireno expandido – 7%; PET – 10%; Polímeros – 12%; Papelão – 9%; Embalagem cartonada – 8%; e Vidro – 23% (MOREJON, FABRIS, LAUFER, 2006).

Esta etapa também engloba a produção de banco de dados do potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo: enlatados, poliestireno expandido, PET, polímeros, papelão, embalagem cartonada e vidro na Mesorregião Oeste do Paraná.

Etapa 3- Valoração comercial dos resíduos recicláveis.

Nesta etapa, foi realizada uma pesquisa de valoração dos resíduos sólidos recicláveis, através de informações disponibilizadas por prefeituras e pelas associações de reciclagem dos municípios que compõem a Mesorregião Oeste do Paraná. Porém, somente sete municípios disponibilizaram os dados sobre os resíduos comercializados, sendo estes: Cafelândia, Entre Rios do Oeste, Medianeira, Nova Santa Rosa, Pato Bragado, Santa Terezinha do Itaipu e Toledo.

Também foi realizada uma investigação teórica em sites oficiais voltados ao acompanhamento da promoção da reciclagem e gestão integrada de resíduos, verificando a valoração dos resíduos em algumas cidades brasileiras, como disponibilizado no site de Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE): <<http://cempre.org.br/>>.

Etapa 4- Prospecção de métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de recicláveis.

Nesta etapa foi realizada a prospecção dos métodos, processos e tecnologias utilizadas para o aproveitamento de resíduos recicláveis do tipo enlatados, poliestireno expandido, polímero, PET, papelão, embalagem cartonada e vidro. Por meio do levantamento bibliográfico, foi realizada uma análise das vantagens e desvantagens associadas a cada método, processo e tecnologia utilizados no aproveitamento dos recicláveis.

Etapa 5- Proposição de um modelo de gestão de recicláveis na região oeste do Paraná.

Com base no trabalho de Morejon et al. (2012), onde foi apresentando o atual modelo de gestão utilizado na maioria dos municípios brasileiros e quais os seus respectivos problemas, a proposição deste modelo foi baseada na coleta diferenciada dos resíduos orgânicos, para que não haja comprometimento do potencial de aproveitamento dos resíduos recicláveis.

A partir disso, foi proposto um modelo de gestão para os resíduos recicláveis para os 50 municípios da Mesorregião Oeste do Paraná, com base em consórcios intermunicipais, propondo a instalação de usinas de triagem e de processamento para recicláveis, visando a obtenção de matéria-prima para ser reinserida na cadeia produtiva.

Etapa 6- Avaliação dos impactos dos pontos de vista social, econômico e ambiental.

Nesta etapa, foram apresentados os impactos sociais, econômicos e ambientais advindos do aproveitamento dos resíduos sólidos recicláveis frente aos novos modelos de gestão, que eventualmente resultarão no aproveitamento e transformação dos materiais recicláveis em produtos de valor agregado proposto na etapa cinco do estudo.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS

Na figura 60 é apresentada a caracterização geográfica da Mesorregião Oeste do Paraná e suas respectivas microrregiões, destacando sua localização no estado do Paraná e a localização do Paraná no Brasil. A região Oeste do Paraná é composta por três microrregiões, sendo estas: microrregião de Cascavel, composta por 18 municípios; microrregião de Foz do Iguaçu, composta por 11 municípios; e microrregião de Toledo, composta por 21 municípios.

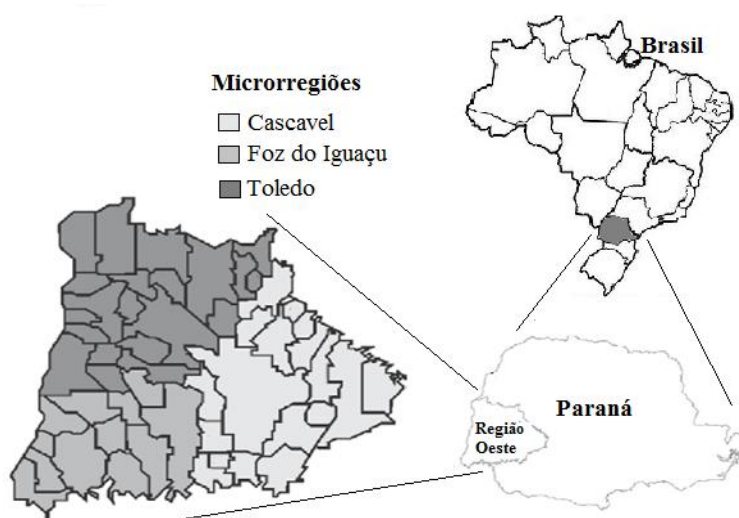


Figura 60. Caracterização geográfica da Mesorregião Oeste do Paraná e suas respectivas microrregiões.

Na figura 61 são apresentados os elementos que constituem o primeiro, segundo e terceiro setores da economia. O primeiro setor é composto pelas atividades referentes à agricultura, pecuária e extrativismo, o segundo setor é composto pelas atividades referentes a indústria e a construção civil e o terceiro setor é composto pelas atividades referentes a prestação de serviços e comércio. Como se pode observar, nos três setores da economia há elementos principais de entrada, elementos secundários de entrada e elementos principais de saída. Assim, os três setores da economia e também os domicílios, são responsáveis pela geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, pois toda atividade se constitui em fonte de geração de resíduos.

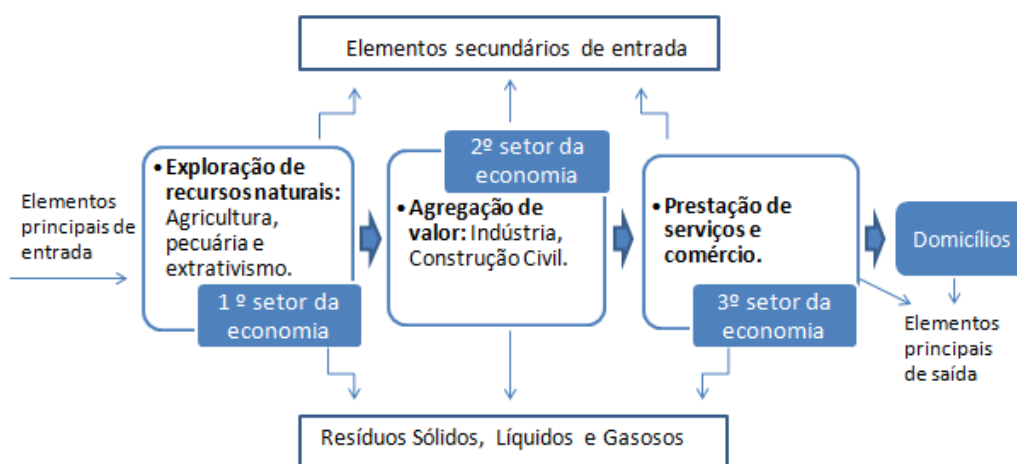


Figura 61. Fontes de geração de resíduos nos setores da economia.

A seguir, são apresentados os resultados referentes a caracterização das fontes de geração de resíduos no primeiro, segundo e terceiro setor da economia e nos domicílios, englobando os 50 municípios que compõem a região Oeste do Paraná, agrupando as cinco regiões, conforme citado na metodologia.

3.1.1. Quantificação das fontes de geração de materiais recicláveis localizados no primeiro setor da economia

Na figura 62 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia na região 1 em 2016.

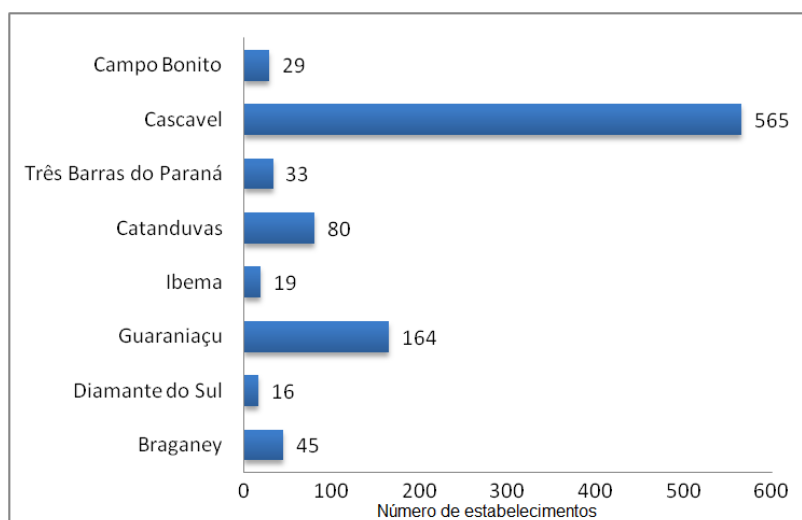


Figura 62. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 1.

Na figura 62 o município que apresenta maior número de estabelecimentos é Cascavel com um total de 565, sendo o maior número de estabelecimentos referentes à agropecuária da Mesorregião Oeste. O município com menor número é Diamante do Sul com um total de 16 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 951 estabelecimentos.

Na figura 63 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia, na região 2 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é Assis Chateaubriand, com um total de 214, e o município que apresenta menor número é Iracema do Oeste, com um total de nove estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 729 estabelecimentos.

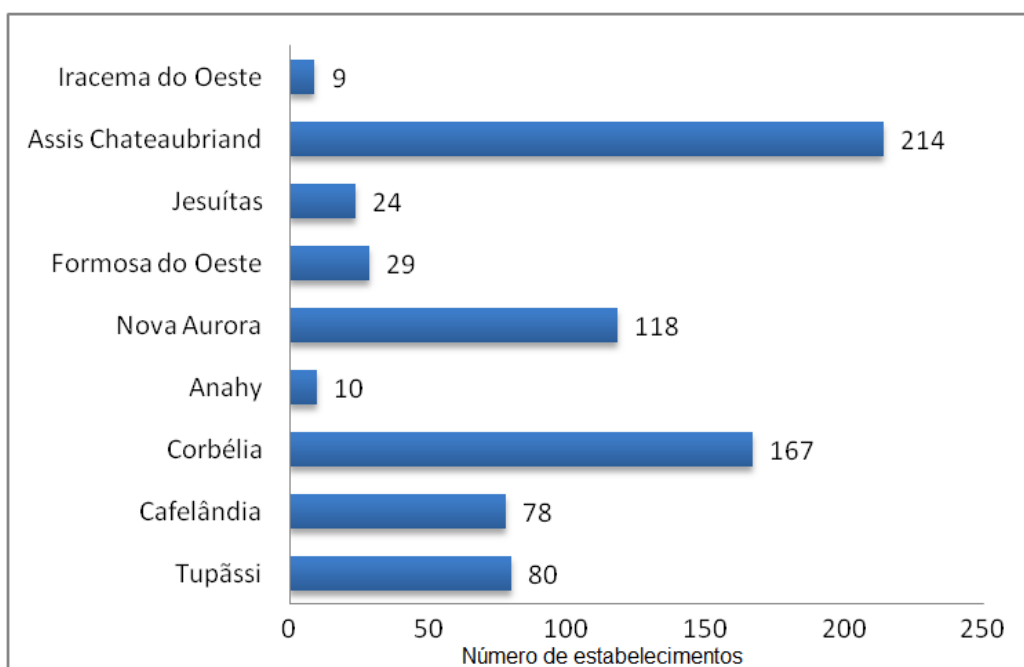


Figura 63. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 2.

Na figura 64 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia na região 3 em 2016. A cidade que apresenta maior número de estabelecimentos é Toledo, com um número total de 357. Já o município que apresenta menor número é Mercedes, com um número total de 25 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 1.241 estabelecimentos.

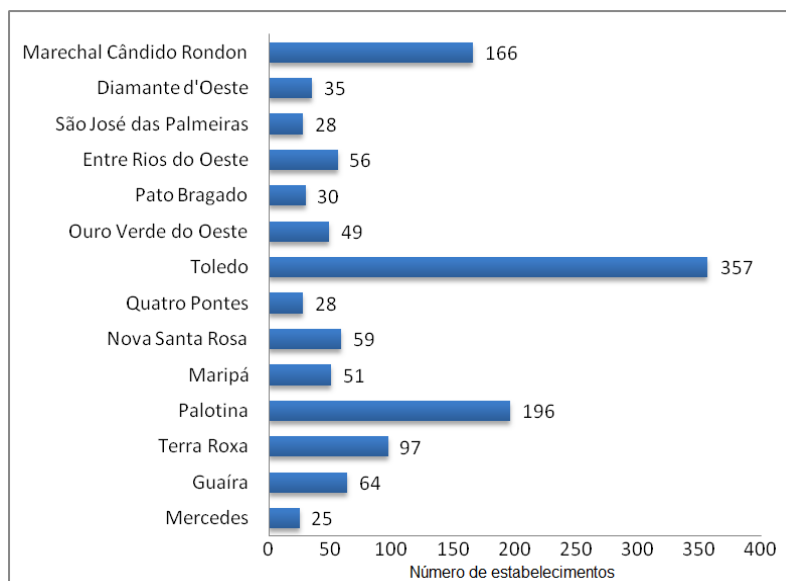


Figura 64. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 3.

Na figura 65 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia na região 4 em 2016. A cidade que apresenta maior número de estabelecimentos é Matelândia com um total de 75 estabelecimentos. Já a cidade que apresenta o menor número de estabelecimentos é Santa Lúcia com um total de oito estabelecimentos, sendo o menor número para o primeiro setor da economia na região Oeste do Paraná. Esta região apresenta um total de 440 estabelecimentos.

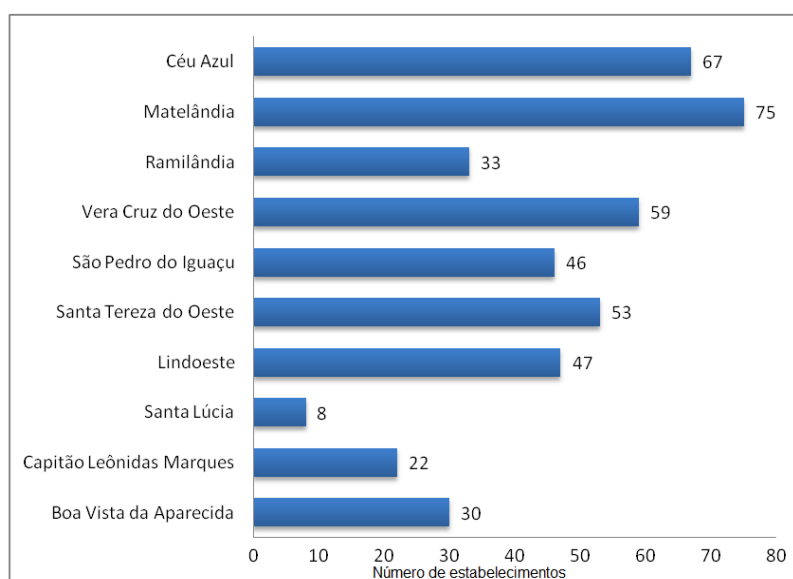


Figura 65. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 4.

Na figura 66 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes à agropecuária na região 5 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é São Miguel do Iguaçu, com um total de 160 estabelecimentos. Já o município que apresenta menor número é Iguatu, com um total de 11 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 603 estabelecimentos.

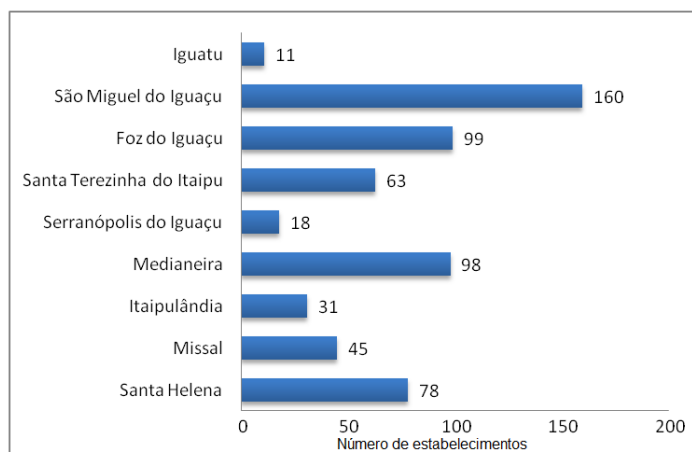


Figura 66. Número de estabelecimentos referentes ao primeiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 5.

3.1.2. Quantificação das fontes de geração de resíduos recicláveis localizados no segundo setor da economia

Na figura 67 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes à ao segundo setor da economia na região 1 em 2016.

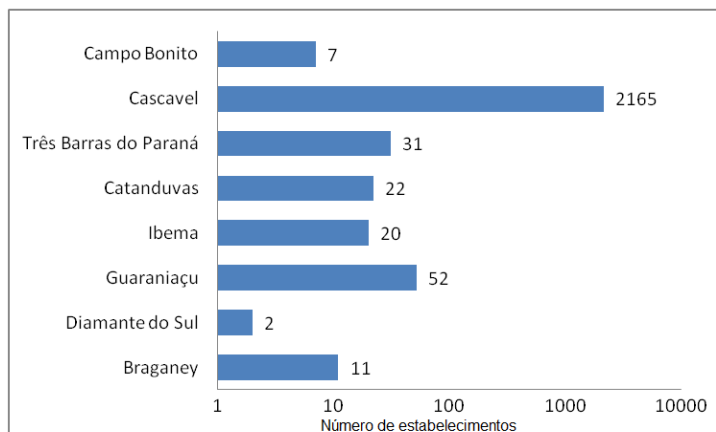


Figura 67. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 1.

Na figura 67 o município que apresenta maior número de estabelecimentos é Cascavel, com um número de 2.165 estabelecimentos. O município de Diamante do Sul apresenta o menor valor, com um número de 2 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 2.130 estabelecimentos.

Na figura 68 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia na região 2 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é Assis Chateaubriand, com um número total de 138 estabelecimentos. O município que apresenta o menor número de estabelecimentos é Iracema do Oeste, com um número total de seis estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 412 estabelecimentos.

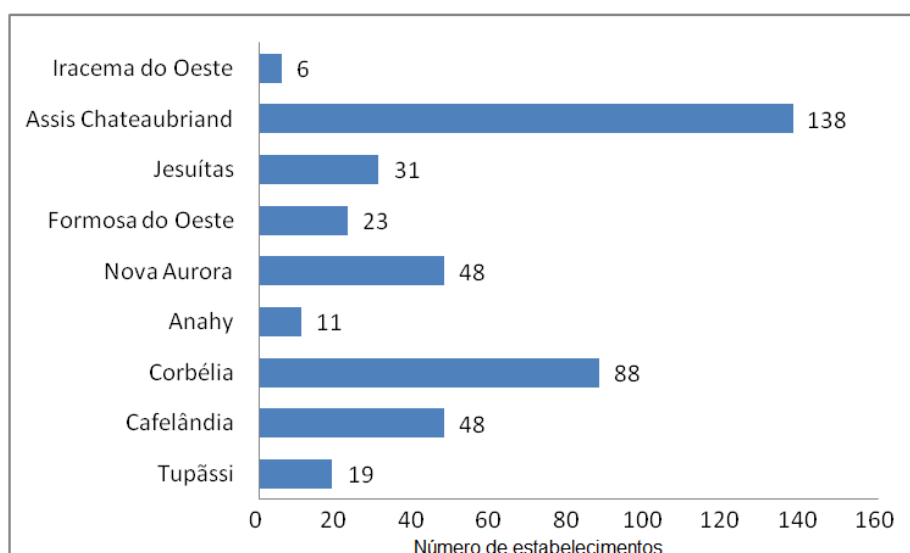


Figura 68. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 2.

Na figura 69 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia na região 3 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é Toledo, com um número total de 1.145 estabelecimentos. Os municípios que apresentam menor número são Diamante d'Oeste e São José das Palmeiras, com um número total de oito estabelecimentos cada. Esta região apresenta um total de 2.369 estabelecimentos.

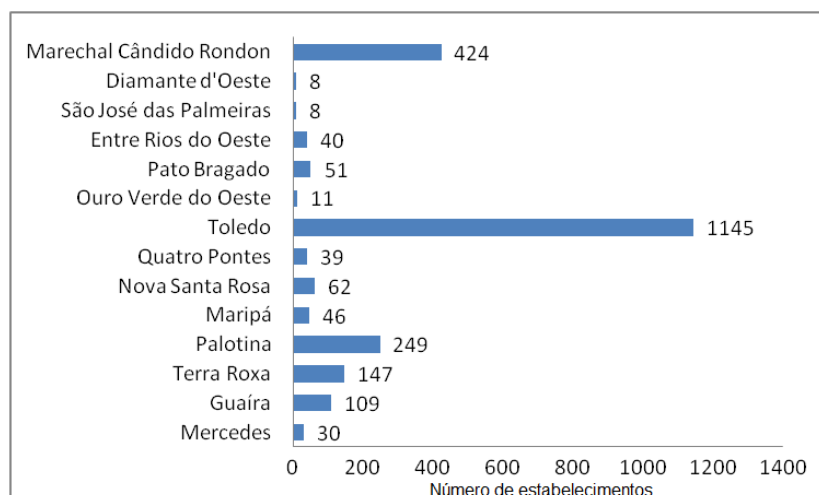


Figura 69. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 3.

Na figura 70 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia na região 4 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é Céu Azul, com um número total de 95 estabelecimentos. O município que apresenta menor número de estabelecimentos é São Pedro do Iguaçu, com um número total de oito estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 454 estabelecimentos.

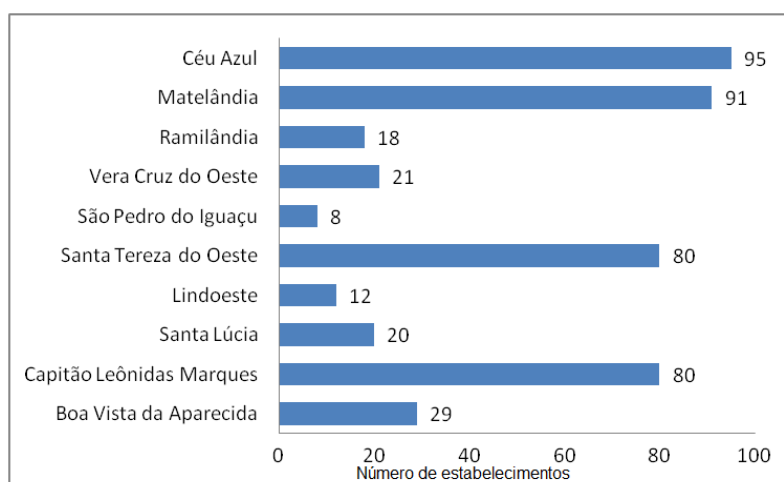


Figura 70. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 4.

Na figura 71 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao segundo setor

da economia na região 5 em 2016. O município com maior número de estabelecimentos é Foz do Iguaçu, com um número total de 847 estabelecimentos. O município com menor número de estabelecimentos é Iguatu, com um número total de três estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 2.027 estabelecimentos.

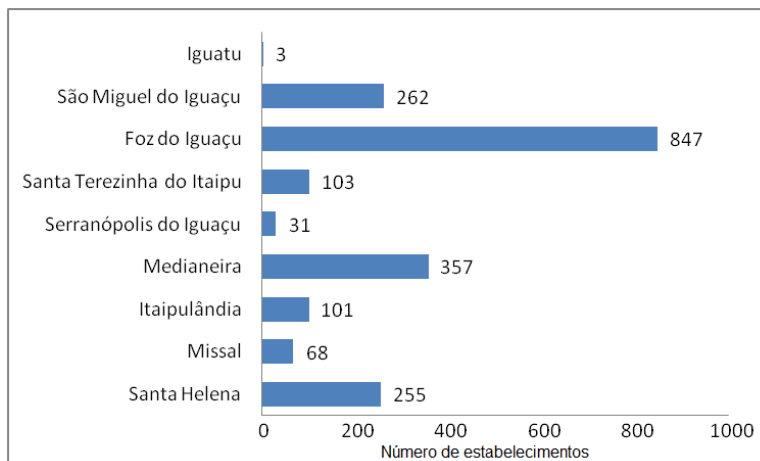


Figura 71. Número de estabelecimentos referentes ao segundo setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 5.

3.1.3. Quantificação das fontes de geração de resíduos recicláveis localizados no terceiro setor da economia.

Na figura 72 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia na região 1 em 2016.

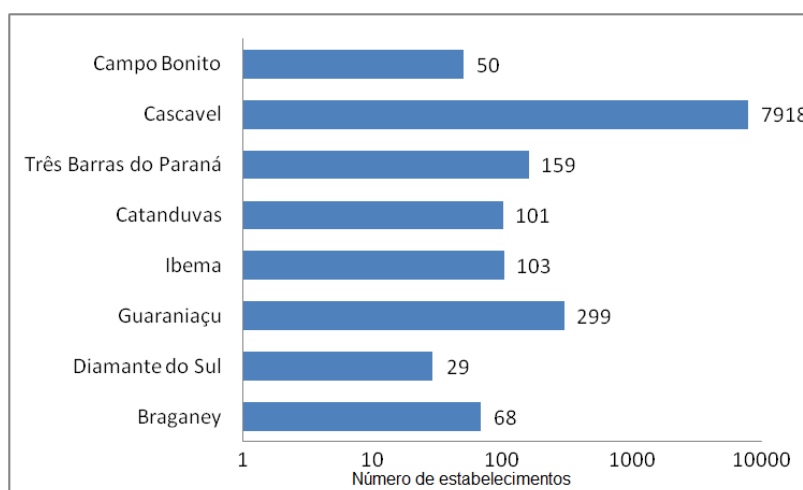


Figura 72. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 1.

Na figura 72 o município que apresenta maior número de estabelecimentos é Cascavel, com um número total de 7.918 estabelecimentos, sendo o maior número na região Oeste do Paraná. O município que apresenta o menor número de estabelecimentos é Diamante do Sul, com um número total de 29 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 8.727 estabelecimentos.

Na figura 73 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia na região 2 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é Assis Chateaubriand, com um número total de 685 estabelecimentos. O município que apresenta o menor número de estabelecimentos é Iracema do Oeste, com um número total de 30 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 2.034 estabelecimentos.

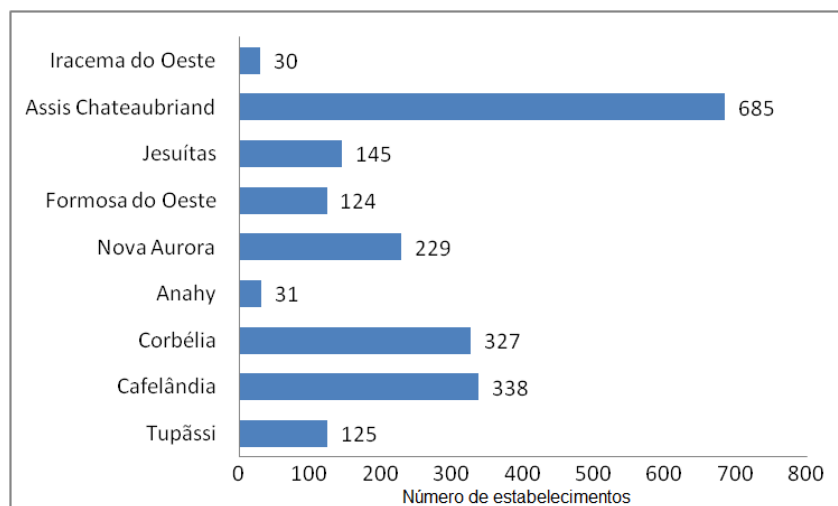


Figura 73. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 2.

Na figura 74 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia na região 3 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é Toledo, com um número total de 3.167 estabelecimentos. O município que apresenta o menor número de estabelecimentos é São José das Palmeiras, com um número total de 48 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 7.234 estabelecimentos.

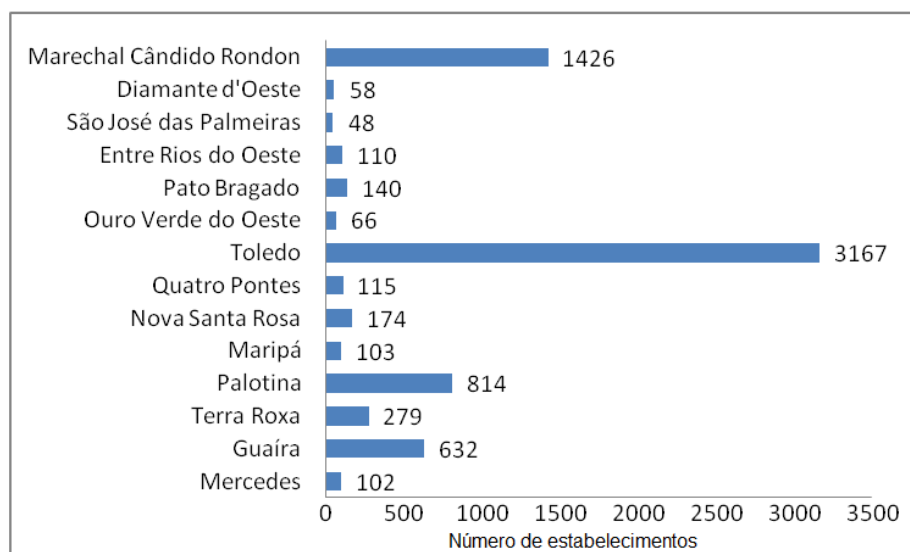


Figura 74. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 3.

Na figura 75 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia na região 4 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é Matelândia, com um número total de 329 estabelecimentos. O município que apresenta o menor número de estabelecimentos é Ramilândia, com um número total de 29 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 1.492 estabelecimentos.

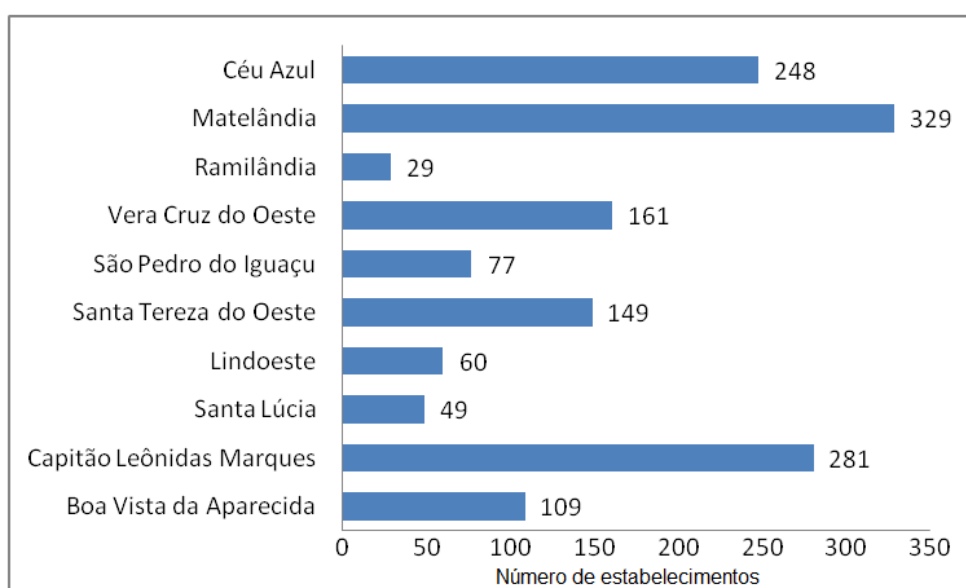


Figura 75. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 4.

Na figura 76 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia na região 5 em 2016. O município que apresenta maior número de estabelecimentos é Foz do Iguaçu, com um número total de 6.104 estabelecimentos. O município que apresenta o menor número de estabelecimentos é Iguatu, com um número total de 29 estabelecimentos. Esta região apresenta um total de 9.197 estabelecimentos.

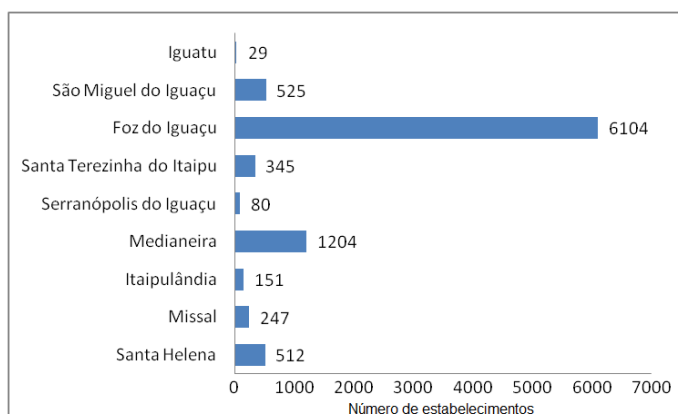


Figura 76. Número de estabelecimentos referentes ao terceiro setor da economia com potencial de geração de resíduos recicláveis na região 5.

3.1.4. Quantificação das fontes de geração de resíduos recicláveis referentes aos domicílios particulares permanentes.

Na Figura 77 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos domicílios particulares permanentes na região 1 em 2016.

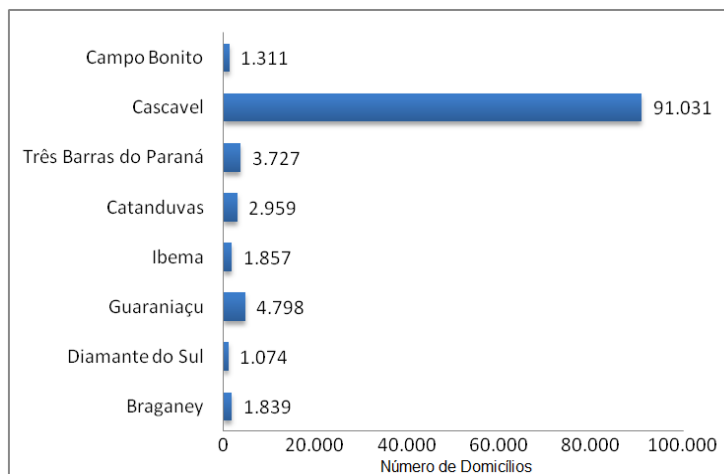


Figura 77. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 1.

Segundo o IBGE (2011, p. 5) caracteriza-se como domicílios particulares permanentes “o domicílio que foi construído a fim de servir exclusivamente para habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas.” Na figura 77 o município que apresenta maior número de domicílios particulares permanentes é Cascavel, com um número total de 91.031 domicílios, sendo o maior número na região Oeste do Paraná. O município com menor número de domicílios é Diamante do Sul, com um número total de 1.074 domicílios. Esta região apresenta um total de 108.596 domicílios.

Na Figura 78 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos domicílios particulares permanentes na região 2 em 2016. O município que apresenta maior número de domicílios particulares permanentes é Assis Chateaubriand, com um número total de 11.160 domicílios. O município com menor número de domicílios é Iracema do Oeste, com um número total de 852 domicílios. Esta região apresenta um total de 34.867 domicílios.

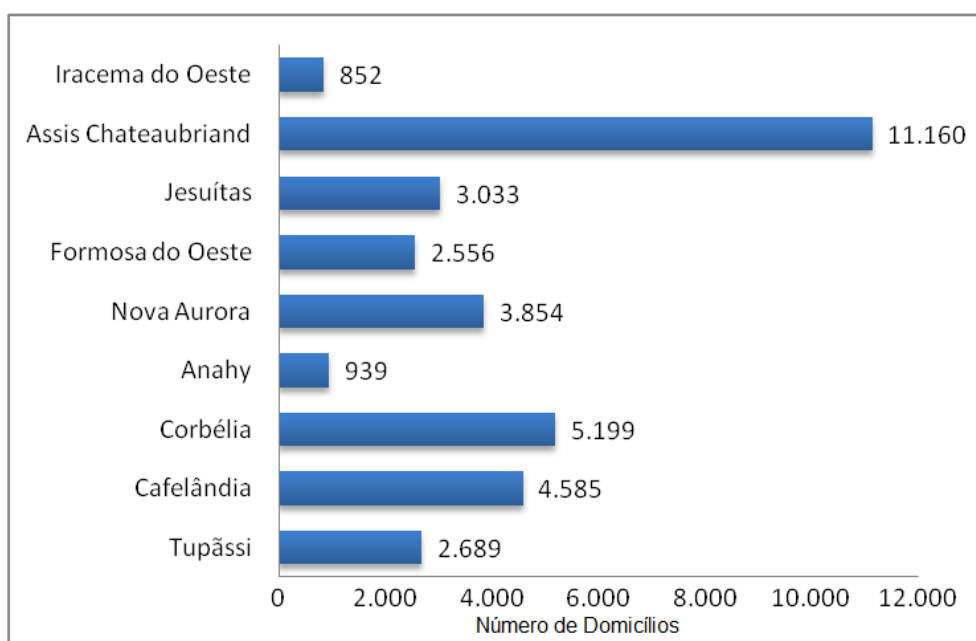


Figura 78. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 2.

Na Figura 79 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos domicílios particulares permanentes na região 3 em 2016. O município que apresenta maior número de domicílios particulares permanentes é Toledo, com um número total de 38.996 domicílios. O município com menor número de domicílios é Quatro Pontes, com um número total de 1.248 domicílios. Esta região apresenta um total de 93.881 domicílios.

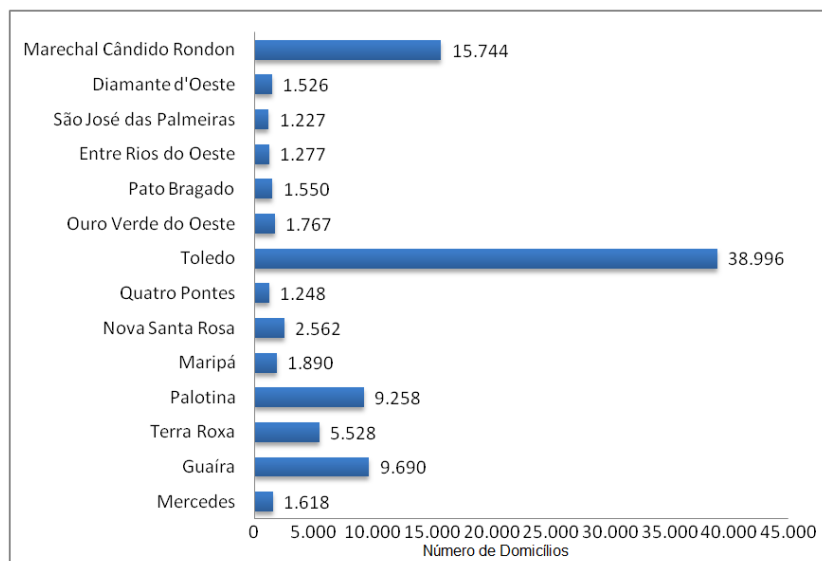


Figura 79. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 3.

Na Figura 80 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos domicílios particulares permanentes na região 4 em 2016. O município que apresenta maior número de domicílios particulares permanentes é Matelândia, com um número total de 4.947 domicílios. O município com menor número de domicílios é Ramilândia, com um número total de 1.230 domicílios. Esta região apresenta um total de 28.194 domicílios.

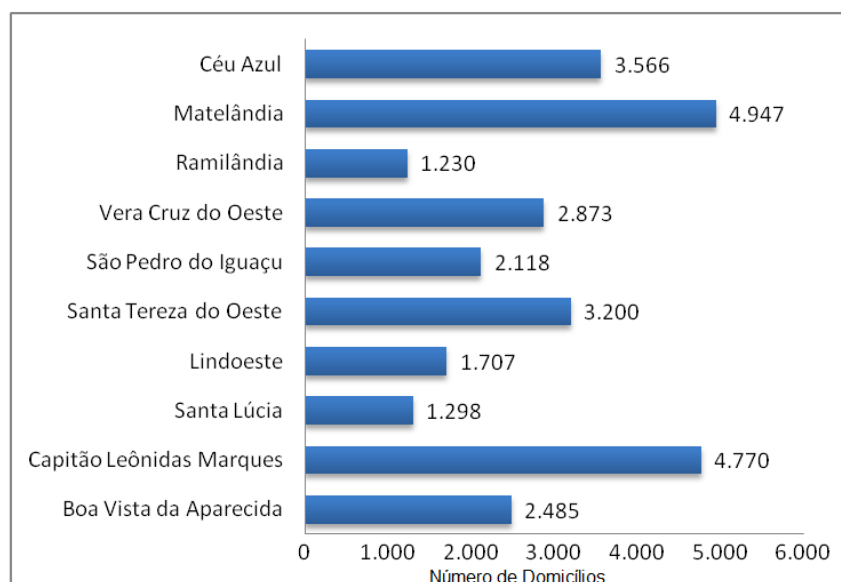


Figura 80. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 4.

Na Figura 81 são apresentadas as fontes de geração de resíduos recicláveis de acordo com a caracterização dos domicílios particulares permanentes na região 5

em 2016. O município que apresenta maior número de domicílios particulares permanentes é Foz do Iguaçu, com um número total de 79.162 domicílios. O município com menor número de domicílios é Iguatu, com um número total de 729 domicílios, sendo o menor número na região Oeste do Paraná. Esta região apresenta um total de 9.197 domicílios.

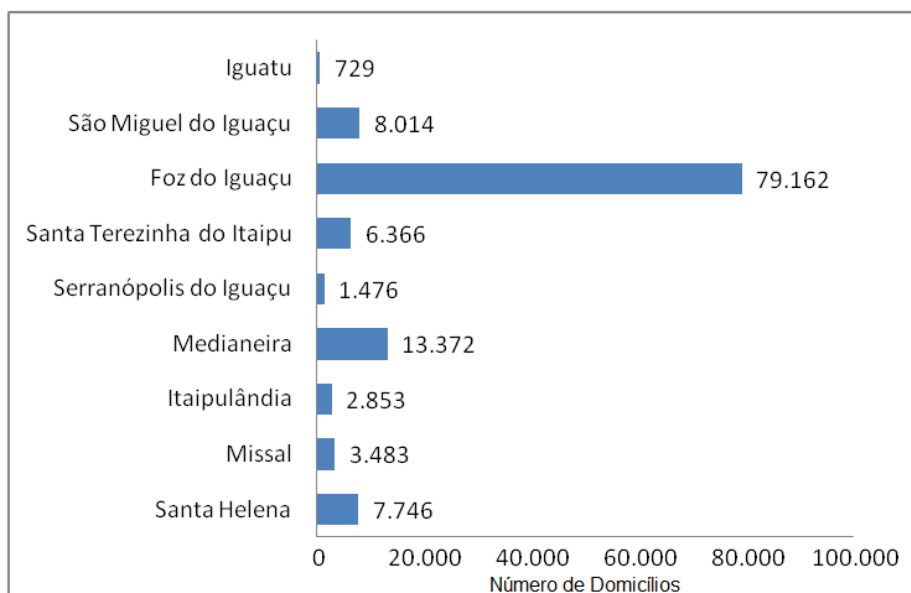


Figura 81. Número de Domicílios Particulares Permanentes na região 5.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da pesquisa relacionado com as fontes de geração de resíduos na região oeste do Paraná. Nessa tabela as respectivas fontes são contituídas pelas atividades econômicas distribuídas nos setores da economia, bem como os domicílios da região oeste do Paraná. O total de estabelecimentos referente ao primeiro, segundo e terceiro setor da economia na região Oeste do Paraná é de, respectivamente, 3.964, 7.572 e 28.684. O número de domicílios presentes na região Oeste do Paraná é de 388.739. O total de estabelecimentos referentes aos três setores da economia e de domicílios é de 428.959. O setor que apresenta maior número de estabelecimentos é o terceiro setor, referente ao comércio e prestação de serviços, apesar da região oeste ser considerada uma região mais voltada ao setor do agronegócio.

Tabela 2. Total de estabelecimentos referentes a estabelecimentos localizados nos três setores da economia e total de domicílios.

Regiões	1º setor	2º setor	3º setor	Total	Domicílios	Total
Região 1	951	2310	8727	11.988	108.596	120.584
Região 2	729	412	2034	3.175	34.867	38.042
Região 3	1.241	2369	7234	10.844	93.881	104.725
Região 4	440	454	1492	2.386	28.194	30.580
Região 5	603	2027	9197	11.827	123.201	135.028
TOTAL	3.964	7.572	28.684	40220	388.739	428.959

Na Figura 82 se apresenta o mapa rodoviário da região Oeste do Paraná. As rodovias federais representadas na figura são: BR 163, BR 467, BR 369, BR 277 e a BR 272, sendo duplicados os trechos de Foz do Iguaçu a Medianeira, Santa Tereza do Oeste a Cascavel e Cascavel a Toledo. As demais rodovias apresentadas no mapa são rodovias estaduais. O raio de distância na região Oeste é de aproximadamente 115 km. O trecho entre Marechal Cândido Rondon e Quatro Pontes tem uma distância de 8,18 km, sendo umas das menores distâncias entre municípios. Já o trecho entre Cascavel e Toledo tem uma distância de 46.75 km. A apresentação da logística mostra a dinâmica de ligação rodoviária entre municípios, e é necessária para a formulação do modelo de gestão que será apresentado posteriormente, que foi realizado por meio da logística dos municípios da região Oeste.

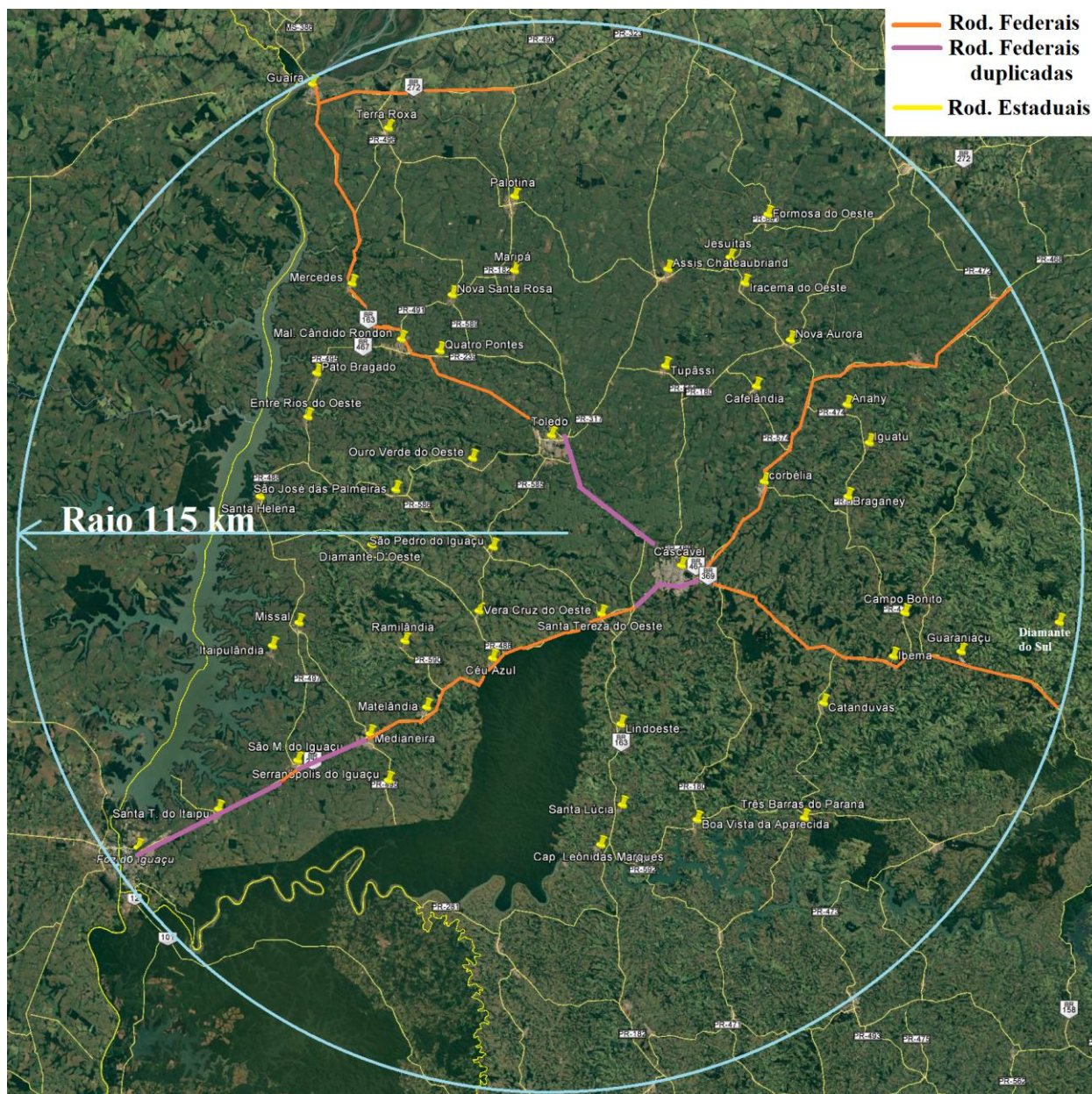


Figura 82. Caracterização em termos geográficos dos 50 municípios da Mesorregião Oeste do Paraná e das rodovias de interconexão.

Fonte: Adaptado do Google Earth (2016).

No quadro 1 é apresentada a caracterização demográfica dos 50 municípios da região Oeste do Paraná no ano de 2015. O município com maior população é Cascavel, com 312.778 e o município com menor numero de habitantes é Iguatu, com 2.302 habitantes. A caracterização demográfica é necessária pois os municípios são fontes de geração de resíduos e assim podem ser apresentados os potencias de geração de resíduos recicláveis.

Quadro 1. Caracterização demográfica dos municípios pertencentes à Mesorregião do Oeste do Paraná (2015).

MESORREGIÃO GEOGRÁFICA OESTE PARANAENSE/ n° habitantes					
Anahy	2.915	Guaraniaçu	13.998	Pato Bragado	5.304
Assis Chateaubriand	34.027	Ibema	6.352	Quatro Pontes	3.998
Boa Vista da Aparecida	7.968	Iguatu	2.302	Ramilândia	4.385
Braganey	5.742	Iracema do Oeste	2.512	Santa Helena	25.415
Cafelândia	16.611	Itaipulândia	10.236	Santa Lúcia	3.976
Campo Bonito	4.259	Jesuítas	8.964	Santa Tereza do Oeste	10.509
Capitão Leônidas	15.724	Lindoeste	5.187	Santa Terezinha de	22.570
Cascavel	312.778	Marechal Cândido	50.808	São José das Palmeiras	3.847
Catanduvas	10.459	Maripá	5.793	São Miguel do Iguaçu	27.197
Céu Azul	11.649	Matelândia	17.340	São Pedro do Iguaçu	6.388
Corbélia	17.076	Medianeira	44.885	Serranópolis do Iguaçu	4.652
Diamante D'Oeste	5.259	Mercedes	5.398	Terra Roxa	17.517
Diamante do Sul	3.568	Missal	10.847	Toledo	132.07
Entre Rios do Oeste	4.306	Nova Aurora	11.537	Três Barras do Paraná	12.227
Formosa do Oeste	7.296	Nova Santa Rosa	8.092	Tupãssi	8.261
Foz do Iguaçu	263.78	Ouro Verde do Oeste	5.976	Vera Cruz do Oeste	8.998
Guaira	32.591	Palotina	30.859		

Fonte: Dados IBGE (2015).

3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS E SEU POTENCIAL DE OFERTA NA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ

Neste item é apresentada a caracterização do potencial de geração de resíduos recicláveis (enlatados, poliestireno expandido, PET, polímeros, papelão, embalagem cartonada e vidro) na região Oeste do Paraná. O potencial de geração de resíduos recicláveis foi realizado agrupando as cinco regiões como citadas na metodologia deste estudo.

3.2.1. Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – Enlatados

Na figura 83 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo enlatados para o período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 1. O município de Cascavel apresenta o maior potencial de geração de Enlatados em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Diamante do Sul apresenta o menor potencial de geração de Enlatados em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O

potencial de geração de resíduos do tipo enlatados nesta região foi de 489,87 t mês⁻¹ no ano de 2015.

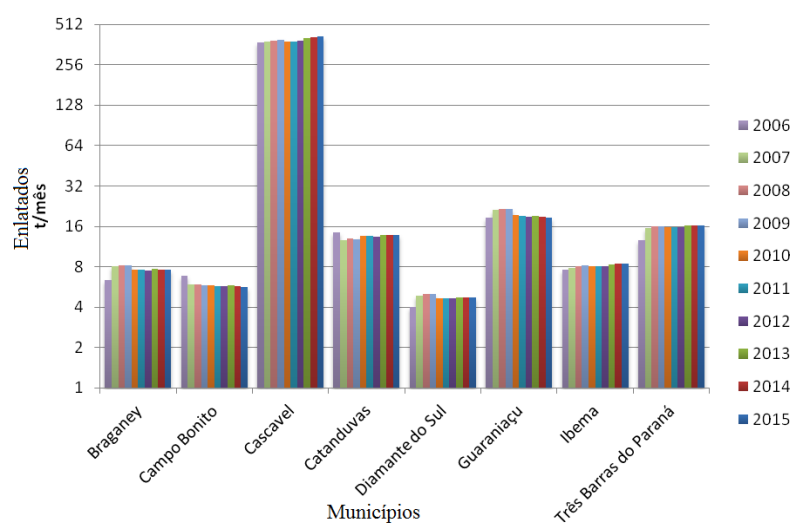


Figura 83. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados (t mês⁻¹) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 84 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo enlatados no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 2. O município de Assis Chateaubriand apresentou o maior potencial de geração de Enlatados em t mês⁻¹. O município de Iracema do Oeste apresentou o menor potencial de geração de Enlatados em t mês⁻¹ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo enlatados nesta região foi de 144,82 t mês⁻¹ no ano de 2015.

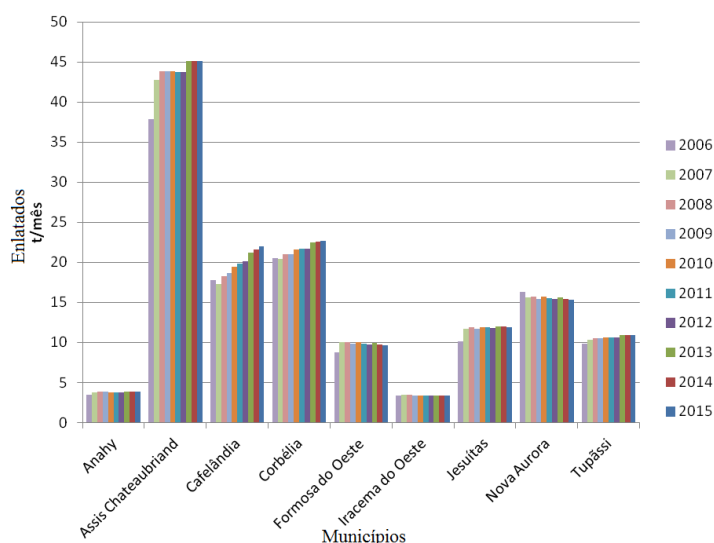


Figura 84. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados (t mês⁻¹) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 85 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo enlatados no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 3. O município de Toledo apresentou o maior potencial de geração de Enlatados em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de São José das Palmeiras apresentou o menor potencial de geração de Enlatados em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo enlatados nesta região foi de 413,54 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

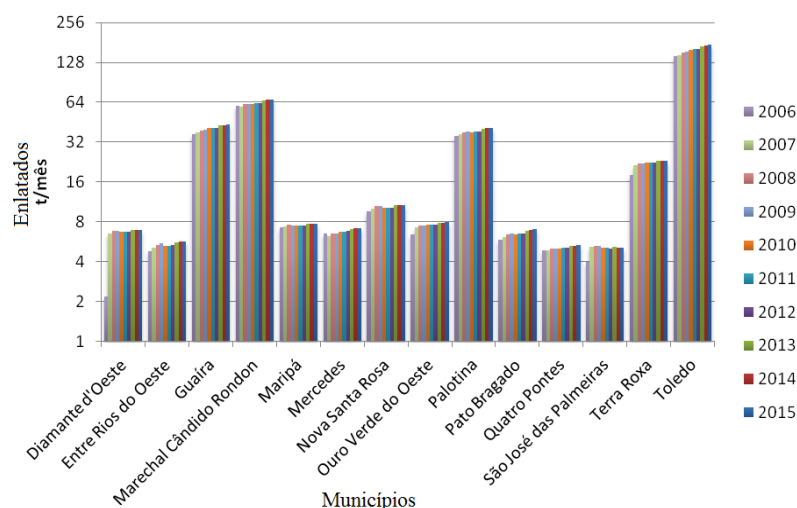


Figura 85. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 86 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo enlatados no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 4.

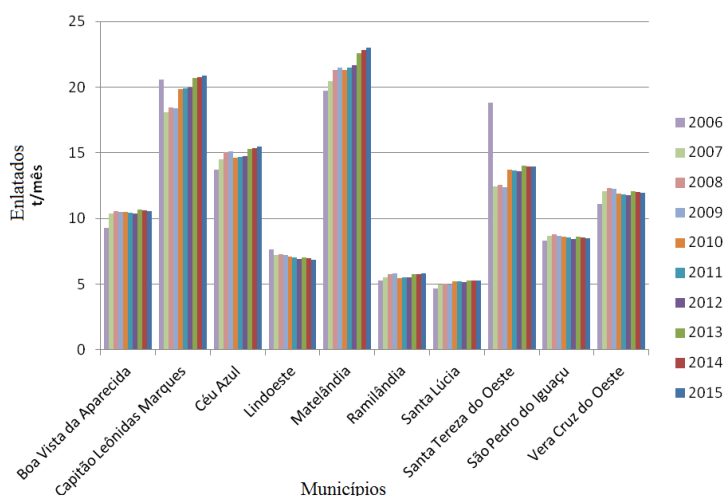


Figura 86. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 86 O município de Matelândia apresentou o maior potencial de geração de Enlatados em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Santa Lúcia apresentou o menor potencial de geração de Enlatados em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo enlatados nesta região foi de 122,17 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

Na figura 87 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo enlatados no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 5. O município de Foz do Iguaçu apresentou o maior potencial de geração de Enlatados em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Iguatu apresentou o menor potencial de geração de Enlatados em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo enlatados nesta região foi de 546,23 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

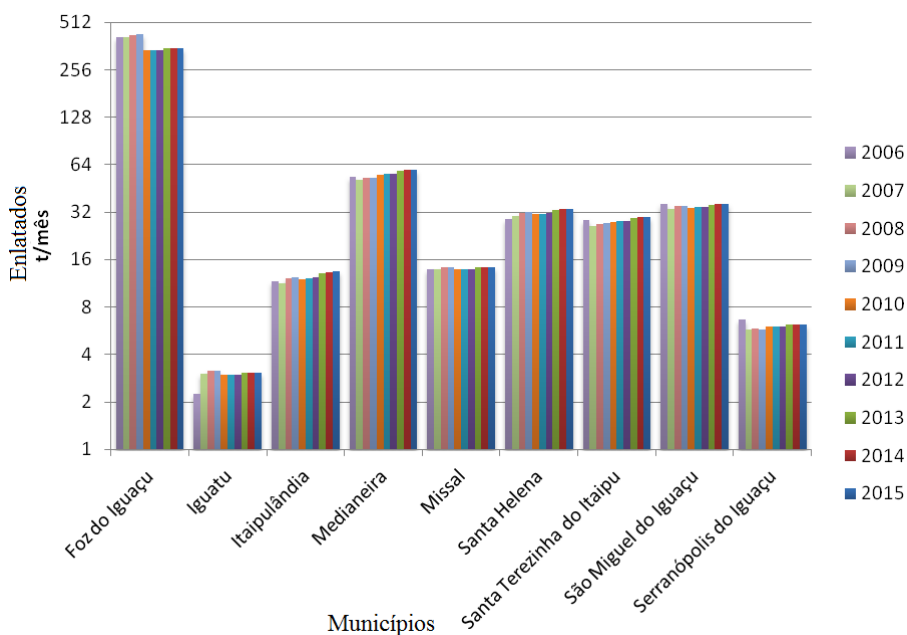


Figura 87. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.

Na tabela 3 é apresentado o resultado do potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados nas cinco regiões, em toneladas por dia por mês e por ano do potencial, correspondente a região oeste do Paraná para o ano de 2015. A região 5 apresenta maior potencial de geração de resíduos, com um total de 546,23 $t\text{ mês}^{-1}$ e a região 4 apresenta menor potencial de geração, com um total de 122,17 $t\text{ mês}^{-1}$. O total de resíduos do tipo enlatados foi de 1.716,63 $t\text{ mês}^{-1}$ na região Oeste do Paraná.

Tabela 3. Quantidade total do potencial de geração de materiais recicláveis do tipo enlatados em toneladas por dia, mês e ano.

Regiões	Enlatados		
	t/dia	t/mês	t/ano
Região 1	16,33	489,87	5960,06
Região 2	4,83	144,82	1761,95
Região 3	13,78	413,54	5031,36
Região 4	4,07	122,17	1486,44
Região 5	18,21	546,23	6645,86
Total	57,22	1.716,63	20.885,67

3.2.2. Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – Poliestireno expandido

Na figura 88 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo poliestireno expandido no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 1. O município de Cascavel apresentou o maior potencial de geração de poliestireno expandido em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Diamante do Sul apresentou o menor potencial de geração de poliestireno expandido em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo poliestireno expandido nesta região foi de $110,62\text{ t mês}^{-1}$ no ano de 2015.

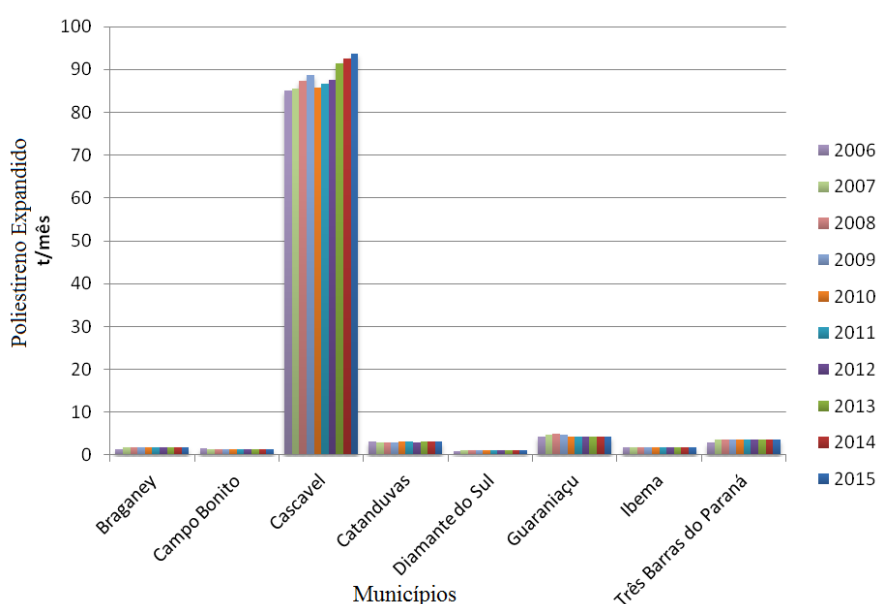


Figura 88. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 89 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo poliestireno expandido no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 2. O município de Assis Chateaubriand apresentou o maior potencial de geração de poliestireno expandido em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Iracema do Oeste apresentou o menor potencial de geração de poliestireno expandido em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo poliestireno expandido nesta região foi de $32,70 t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

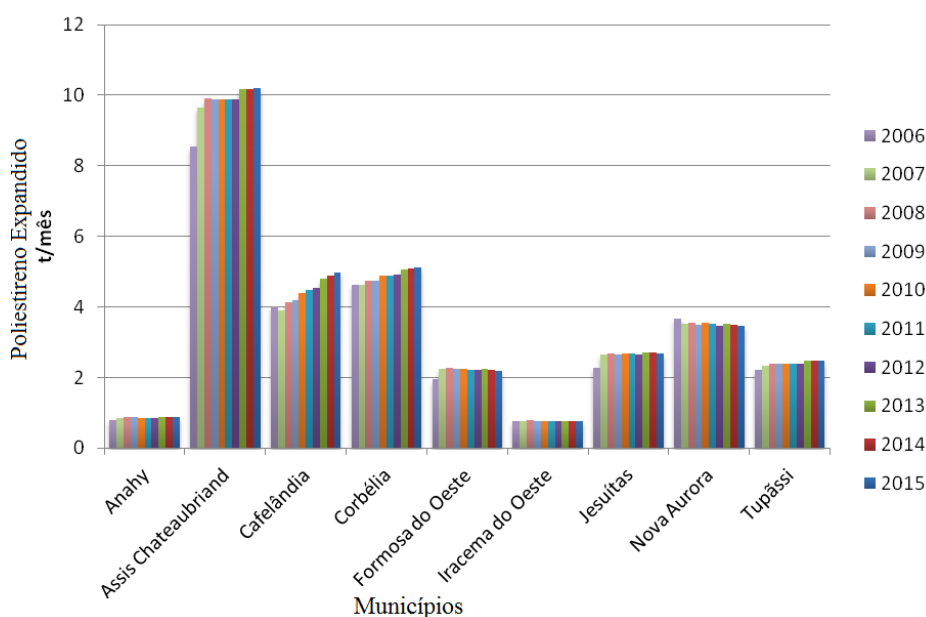


Figura 89. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 90 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo poliestireno expandido no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 3. O município de Toledo apresentou o maior potencial de geração de poliestireno expandido em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de São José das Palmeiras apresentou o menor potencial de geração de poliestireno expandido em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo poliestireno expandido nesta região foi de $93,38 t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

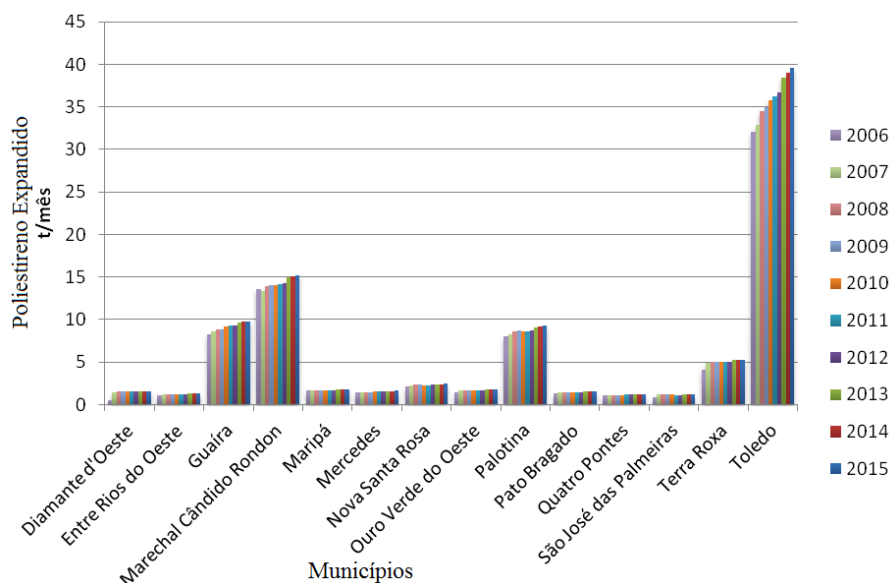


Figura 90. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 91 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo poliestireno expandido no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 4. O município de Matelândia apresentou o maior potencial de geração de poliestireno expandido em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Santa Lúcia apresentou o menor potencial de geração de poliestireno expandido em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo poliestireno expandido nesta região foi de 27,59 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

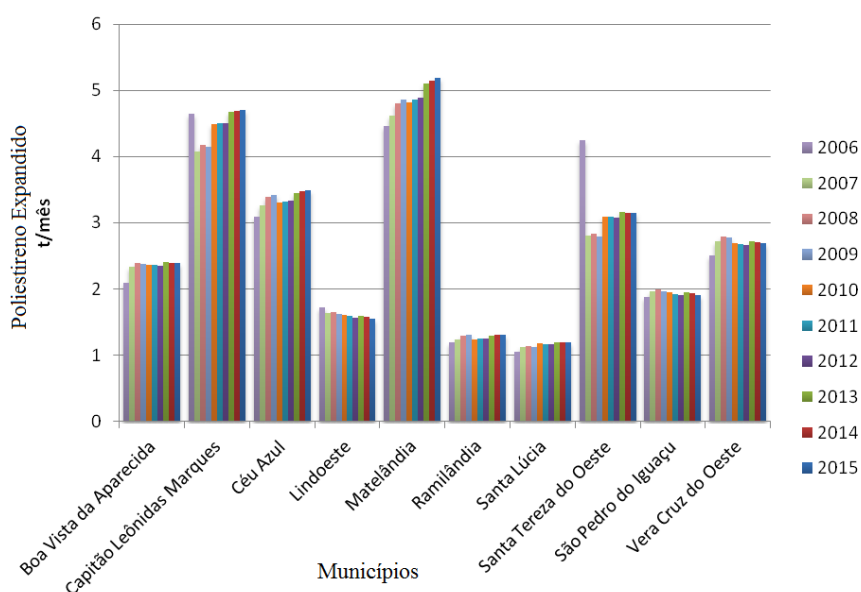


Figura 91. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 92 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo poliestireno expandido no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 5. O município de Foz do Iguaçu apresentou o maior potencial de geração de poliestireno expandido em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Iguatu apresentou o menor potencial de geração de poliestireno expandido em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo poliestireno expandido nesta região foi de $123,34 t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

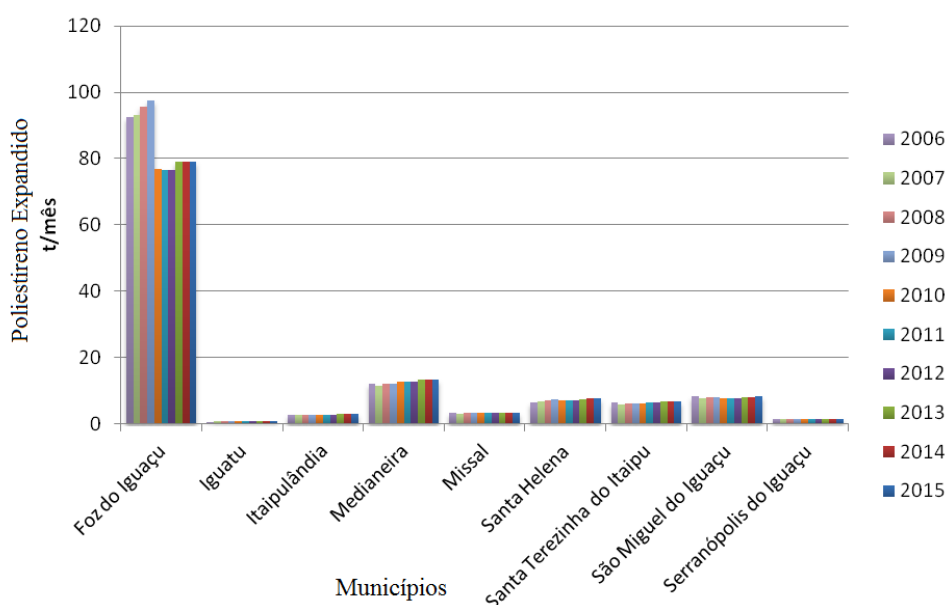


Figura 92. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.

Na tabela 4 é apresentado o resultado do potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido nas cinco regiões, em toneladas por dia por mês e por ano do potencial, correspondente a região oeste do Paraná para o ano de 2015. A região 5 apresentou o maior potencial de geração, com um total de $123,34 t \text{ mês}^{-1}$ e a região 4 apresenta menor potencial de geração, com um total de $27,59 t \text{ mês}^{-1}$. O total de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido foi de $387,63 t \text{ mês}^{-1}$ na região Oeste do Paraná.

Tabela 4. Potencial de geração dos resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido em toneladas por dia, mês e ano.

<i>Regiões</i>	<i>Poliestireno expandido</i>		
	<i>t/dia</i>	<i>t/mês</i>	<i>t/ano</i>
Região 1	3,69	110,62	1345,82
Região 2	1,09	32,70	397,86
Região 3	3,11	93,38	1136,11
Região 4	0,92	27,59	335,65
Região 5	4,11	123,34	1500,68
Total	12,92	387,63	4.716,12

3.2.3. Potencial de Geração de resíduos sólidos recicláveis – PET

Na figura 93 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo PET no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 1. O município de Cascavel apresentou o maior potencial de geração de PET em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Diamante do Sul apresentou o menor potencial de geração de PET em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo PET nesta região foi de 553,75 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

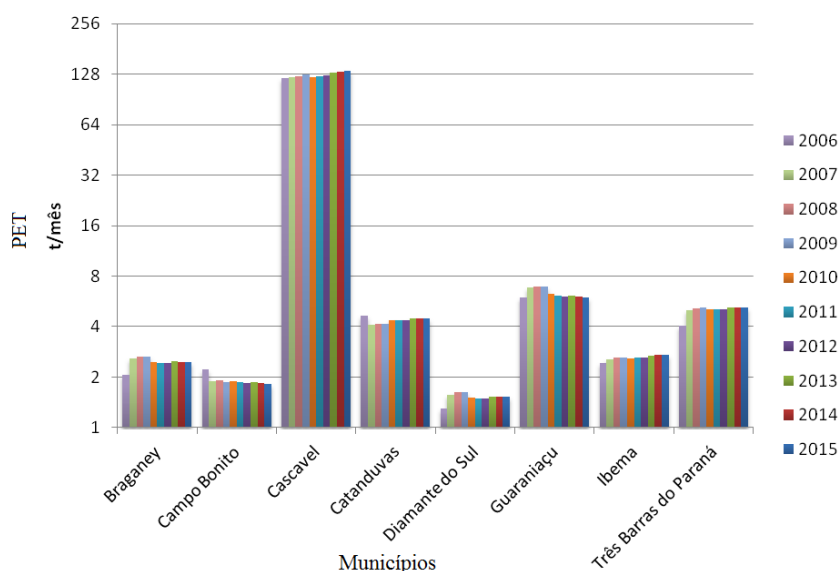


Figura 93. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 94 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo PET no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente

à região 2. O município de Assis Chateaubriand apresentou o maior potencial de geração de PET em t mês^{-1} . O município de Iracema do Oeste apresentou o menor potencial de geração de PET em t mês^{-1} nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo PET nesta região foi de $46,72 \text{ t mês}^{-1}$ no ano de 2015.

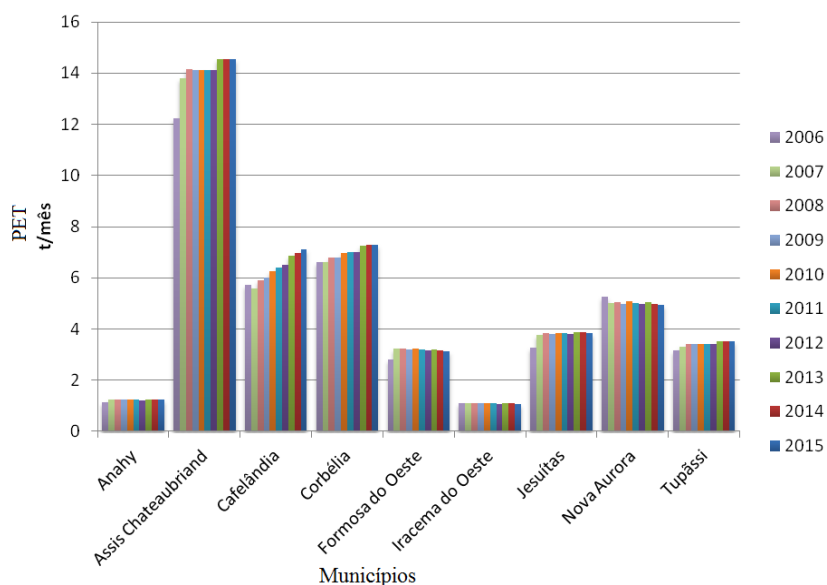


Figura 94. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET (t mês^{-1}) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 95 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo PET no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 3.

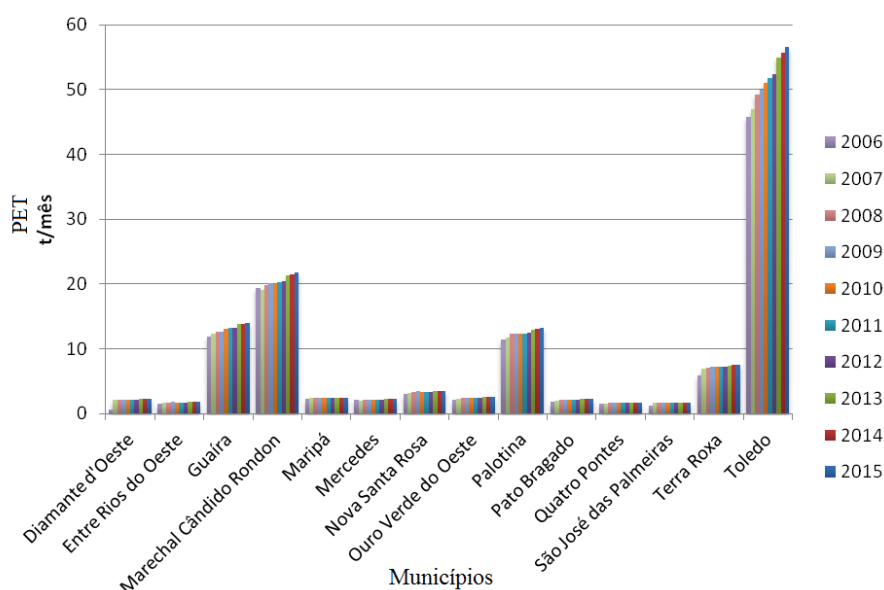


Figura 95. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET (t mês^{-1}) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 95 o município de Toledo apresentou o maior potencial de geração de PET em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de São José das Palmeiras apresentou o menor potencial de geração de PET em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo PET nesta região foi de 133,40 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

Na figura 96 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo PET no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 4. O município de Matelândia apresentou o maior potencial de geração de PET em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Santa Lúcia apresentou o menor potencial de geração de PET em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo PET nesta região foi de 39,41 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

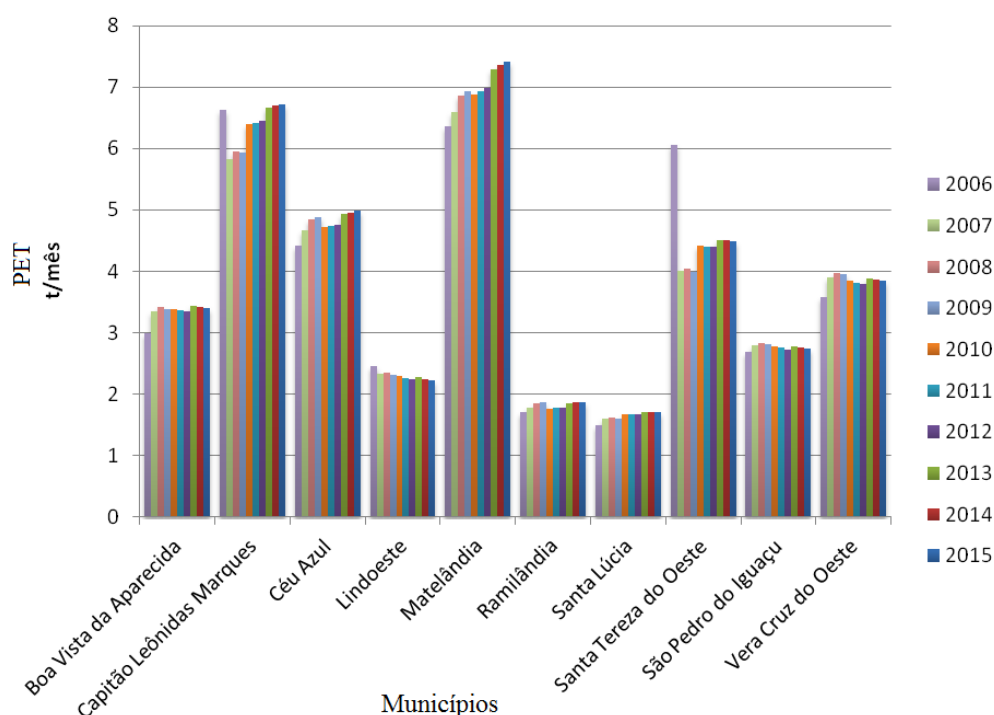


Figura 96. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 97 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo PET no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 5. O município de Foz do Iguaçu apresentou o maior potencial de geração de PET em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Iguatu apresentou o menor potencial de geração de PET em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo PET nesta região foi de 176,20 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

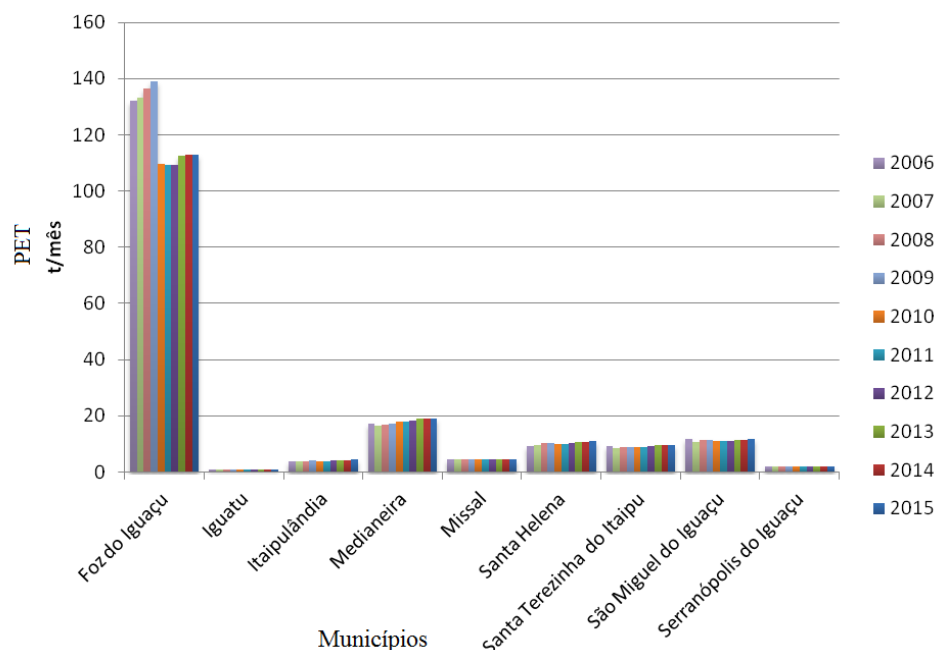


Figura 97. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.

Na tabela 5 é apresentado o resultado do potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo PET nas cinco regiões, em toneladas por dia por mês e por ano do potencial, correspondente a região oeste do Paraná para o ano de 2015. A região 5 apresentou o maior potencial de geração, com um total de $176,20 t \text{ mês}^{-1}$ e a região 4 apresentou menor potencial de geração, com um total de $39,41 t \text{ mês}^{-1}$. O total de resíduos recicláveis do tipo PET foi de $553,75 t \text{ mês}^{-1}$ na região Oeste do Paraná.

Tabela 5. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo PET em toneladas por dia, mês e ano.

Regiões	PET		
	t/dia	t/mês	t/ano
Região 1	5,27	158,02	1922,60
Região 2	1,56	46,72	568,37
Região 3	4,45	133,40	1623,02
Região 4	1,31	39,41	479,50
Região 5	5,87	176,20	2143,83
Total	18,46	553,75	6737,32

3.2.4. Potencial de Geração de Resíduos Sólidos Recicláveis - Polímeros

Na figura 98 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo polímeros no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 1. O município de Cascavel apresentou o maior potencial de geração de polímeros em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Diamante do Sul apresentou o menor potencial de geração de polímeros em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo polímeros nesta região foi de 189,63 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

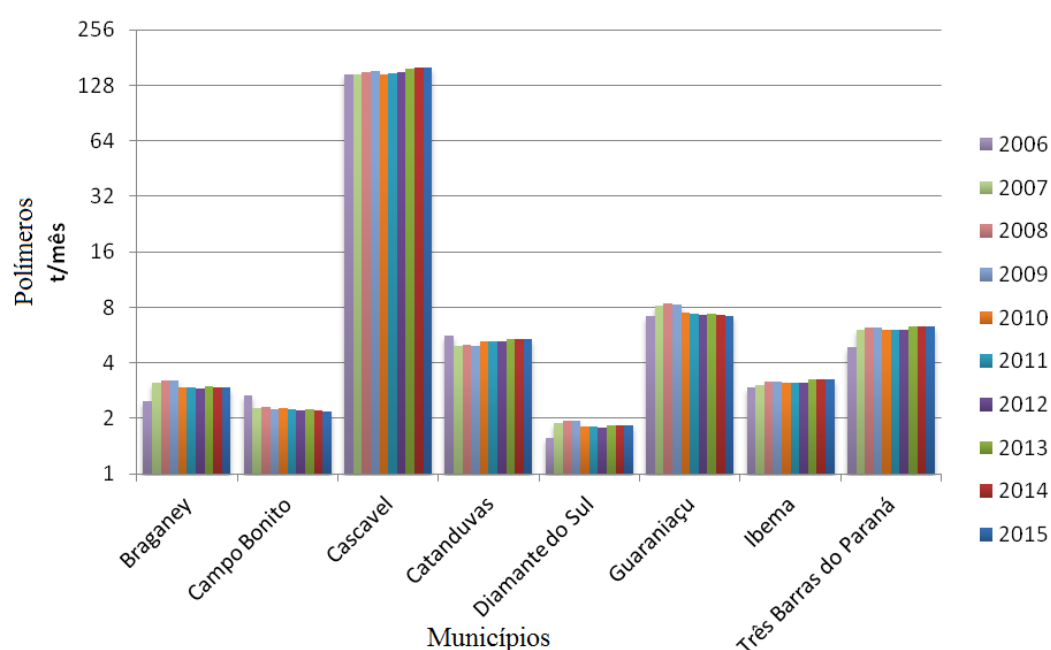


Figura 98. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 99 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo polímeros no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 2. O município de Assis Chateaubriand apresentou o maior potencial de geração de polímeros em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Iracema do Oeste apresentou o menor potencial de geração de polímeros em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo polímeros nesta região foi de 56,06 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

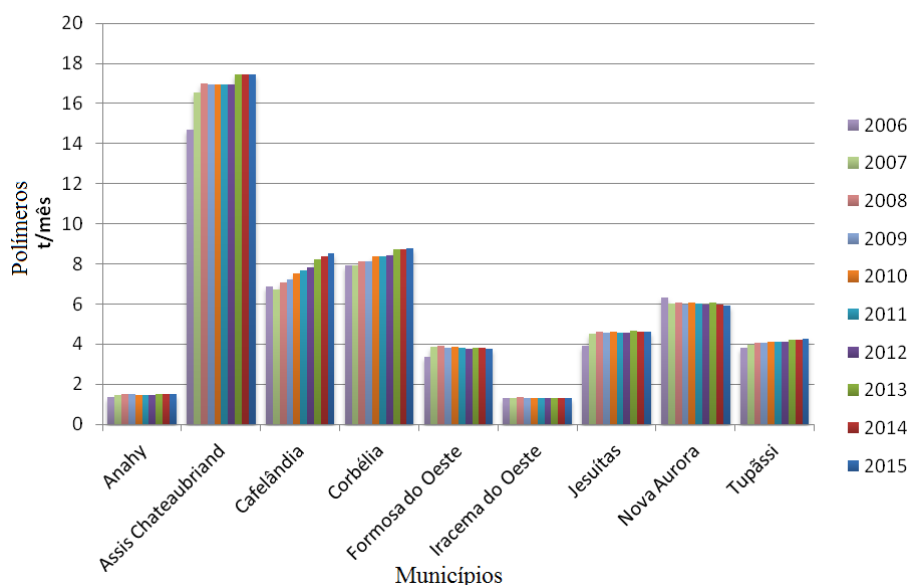


Figura 99. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 100 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo polímeros no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 3. O município de Toledo apresentou o maior potencial de geração de polímeros em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de São José das Palmeiras apresentou o menor potencial de geração de polímeros em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo polímeros nesta região foi de 160,08 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

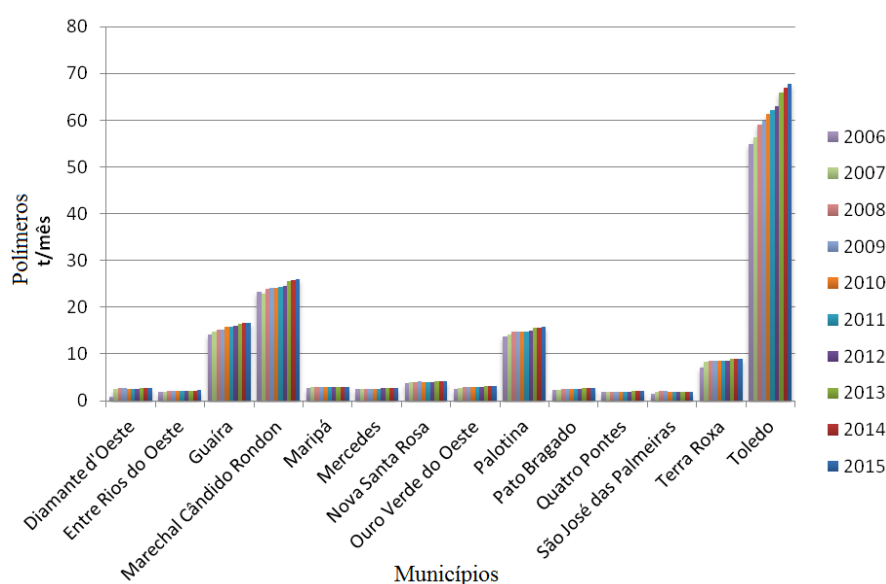


Figura 100. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 101 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo polímeros no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 4. O município de Matelândia apresentou o maior potencial de geração de polímeros em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Santa Lúcia apresentou o menor potencial de geração de polímeros em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo polímeros nesta região foi de 47,29 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

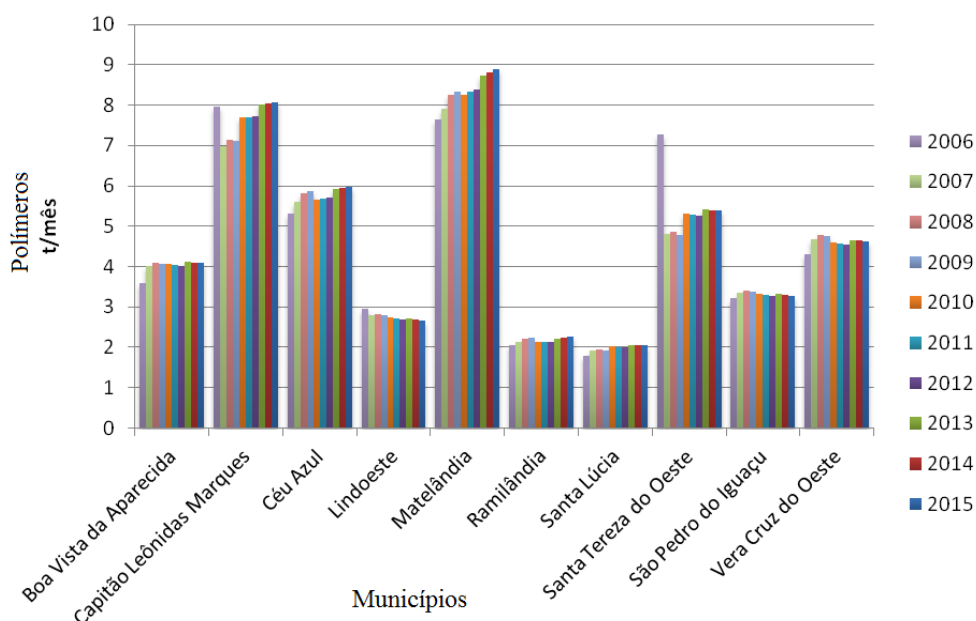


Figura 101. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 102 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo polímeros no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 5. O município de Foz do Iguaçu apresentou o maior potencial de geração de polímeros em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Iguatu apresentou o menor potencial de geração de polímeros em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo polímeros nesta região foi de 211,45 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

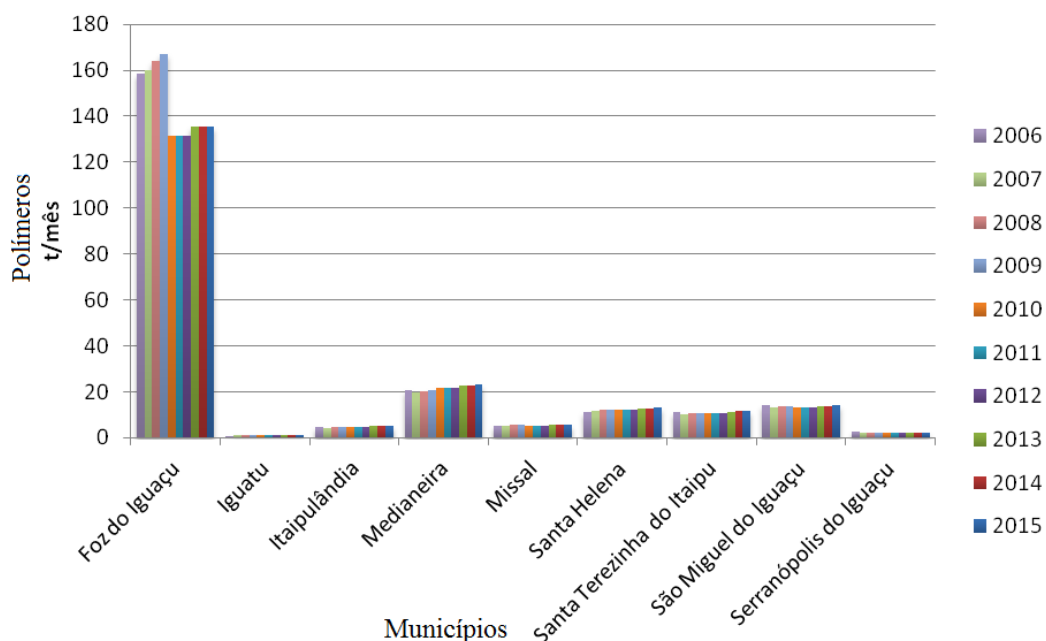


Figura 102. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.

Na tabela 6 é apresentado o resultado do potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo polímeros nas cinco regiões, em toneladas por dia por mês e por ano do potencial, correspondente a região oeste do Paraná para o ano de 2015. A região 5 apresentou o maior potencial de geração, com um total de $211,45\text{ t mês}^{-1}$ e a região 4 apresenta menor potencial de geração, com um total de $47,29\text{ t mês}^{-1}$. O total de resíduos recicláveis do tipo polímeros foi de $664,51\text{ t mês}^{-1}$ na região Oeste do Paraná.

Tabela 6. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo polímeros em toneladas por dia, mês e ano.

Regiões	Polímeros		
	t/dia	t/mês	t/ano
Região 1	6,32	189,63	2307,12
Região 2	1,87	56,06	682,04
Região 3	5,34	160,08	1947,62
Região 4	1,58	47,29	575,40
Região 5	7,05	211,45	2572,59
Total	22,16	664,51	8.084,77

3.2.5. Potencial de Geração de Resíduos Sólidos Recicláveis – Papelão

Na figura 103 é apresentado o potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 1. O município de Cascavel apresentou o maior potencial de geração de papelão em t mês^{-1} . O município de Diamante do Sul apresentou o menor potencial de geração de papelão em t mês^{-1} nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo papelão nesta região foi de 142, 22 t mês^{-1} no ano de 2015.

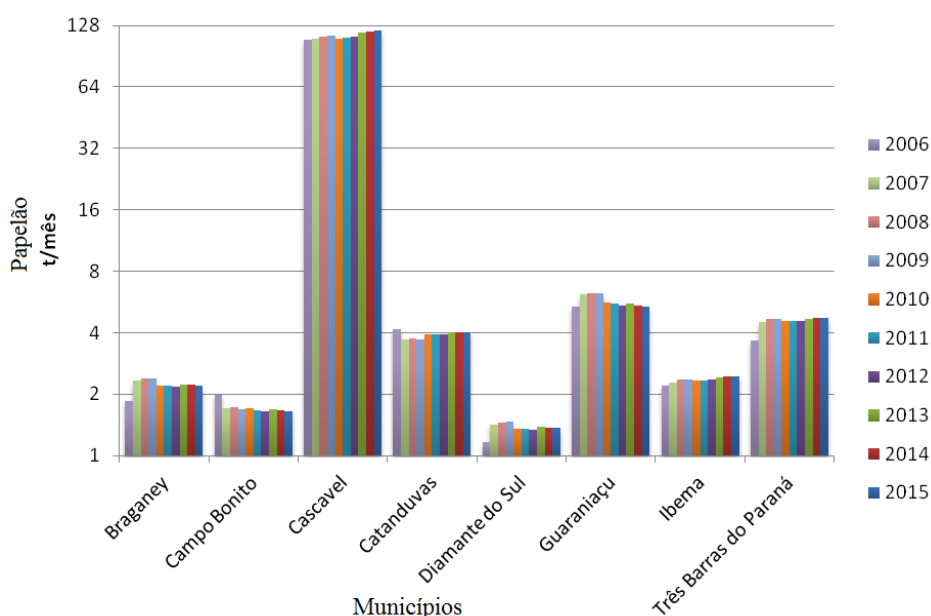


Figura 103. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão (t mês^{-1}) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 104 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo papelão no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 2. O município de Assis Chateaubriand apresentou o maior potencial de geração de papelão em t mês^{-1} . O município de Iracema do Oeste apresentou o menor potencial de geração de papelão em t mês^{-1} nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo papelão nesta região foi de 42,04 t mês^{-1} no ano de 2015.

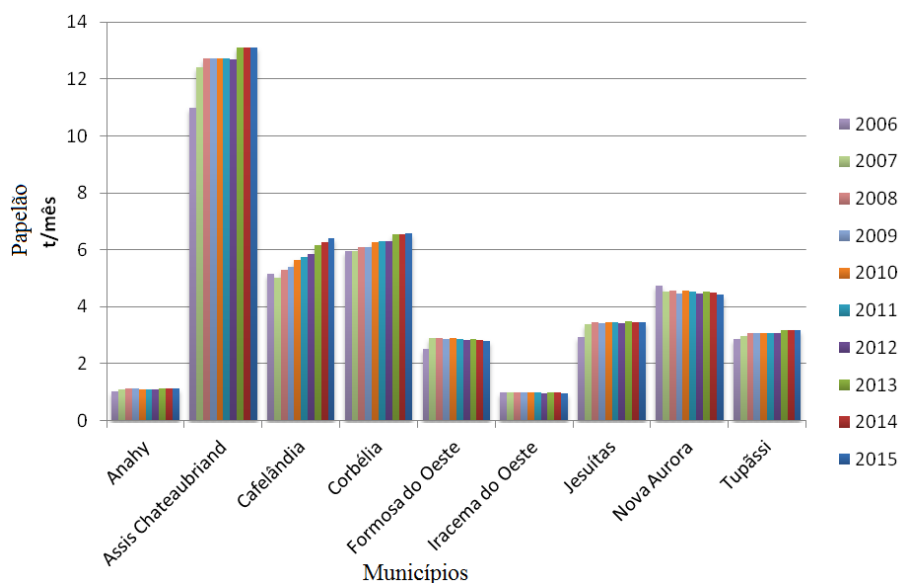


Figura 104. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 105 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo papelão no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 3. O município de Toledo apresentou o maior potencial de geração de papelão em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de São José das Palmeiras apresentou o menor potencial de geração de papelão em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo papelão nesta região foi de 120,06 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

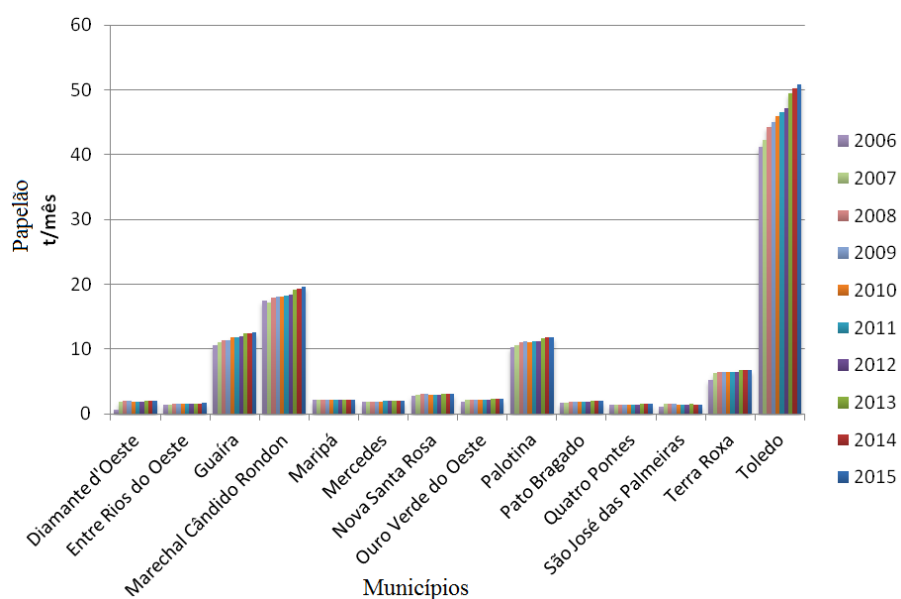


Figura 105. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 106 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo papelão no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 4. O município de Matelândia apresentou o maior potencial de geração de papelão em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Santa Lúcia apresentou o menor potencial de geração de papelão em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo papelão nesta região foi de $35,47\text{ t mês}^{-1}$ no ano de 2015.

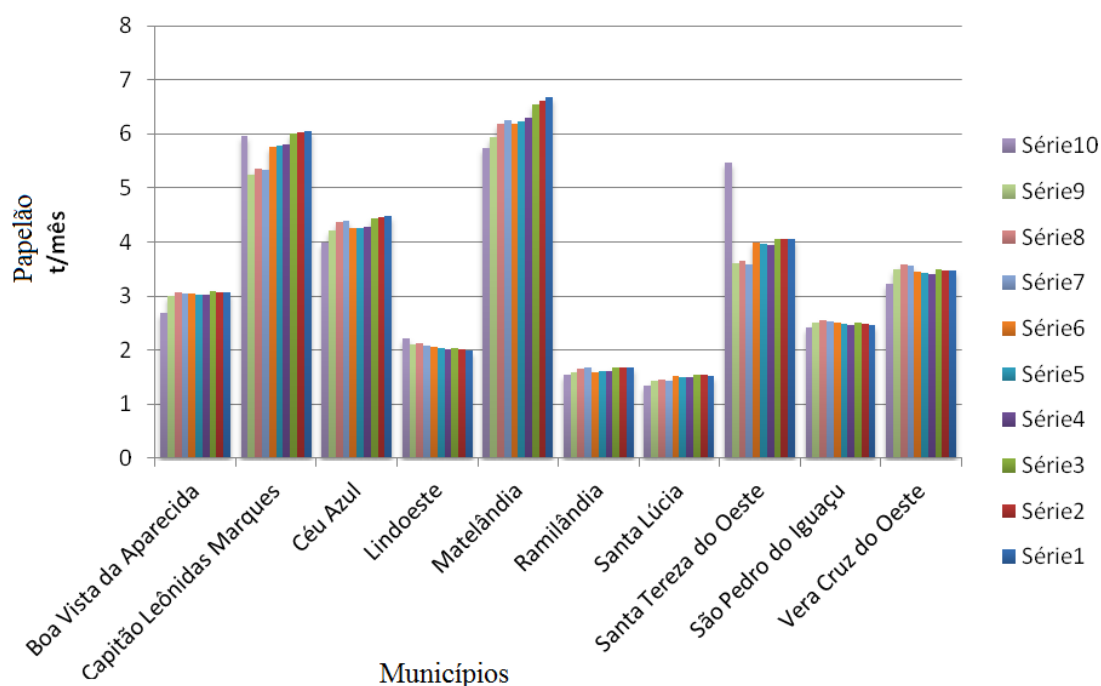


Figura 106. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 107 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo papelão no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 5. O município de Foz do Iguaçu apresentou o maior potencial de geração de papelão em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Iguatu apresentou o menor potencial de geração de papelão em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo papelão nesta região foi de $158,58\text{ t mês}^{-1}$ no ano de 2015.

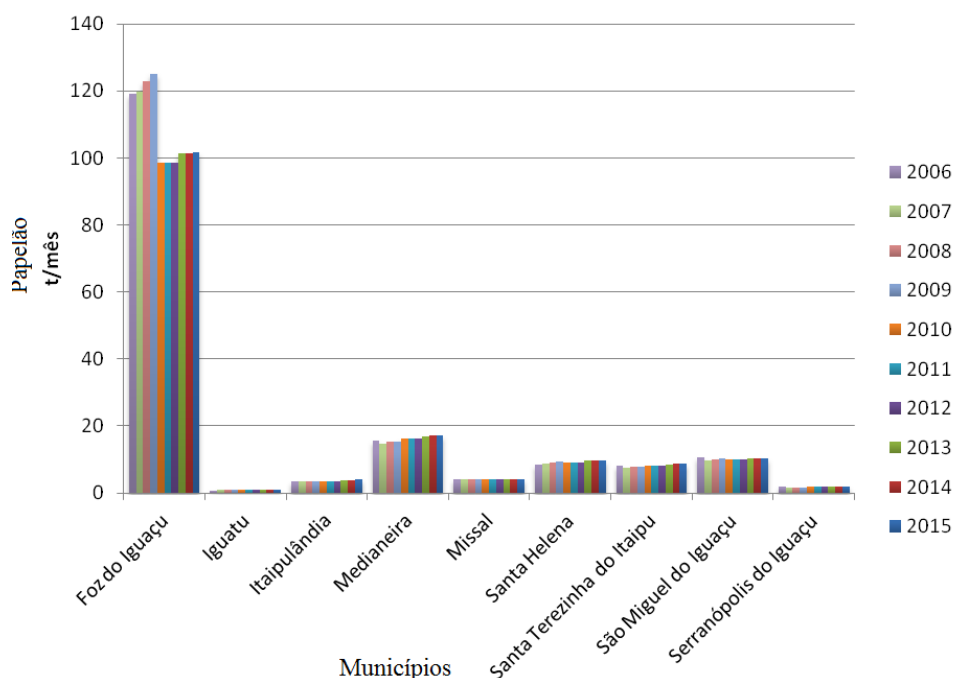


Figura 107. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.

Na tabela 7 é apresentado o resultado do potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo papelão nas cinco regiões, em toneladas por dia por mês e por ano do potencial, correspondente a região oeste do Paraná para o ano de 2015. A região 5 apresentou o maior potencial de geração, com um total de $158,58\text{ t mês}^{-1}$ e a região 4 apresenta menor potencial de geração, com um total de $35,47\text{ t mês}^{-1}$. O total de resíduos recicláveis do tipo papelão foi de $498,37\text{ t mês}^{-1}$ na região Oeste do Paraná.

Tabela 7. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo papelão em toneladas por dia, mês e ano.

Regiões	Papelão		
	t/dia	t/mês	t/ano
Região 1	4,74	142,22	1730,34
Região 2	1,40	42,04	511,53
Região 3	4,00	120,06	1460,72
Região 4	1,18	35,47	431,55
Região 5	5,29	158,58	1929,44
Total	16,61	498,37	6.063,58

3.2.6. Potencial de Geração de Resíduos Sólidos Recicláveis – Embalagem cartonada

Na figura 108 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo embalagem cartonada no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 1. O município de Cascavel apresentou o maior potencial de geração de embalagem cartonada em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Diamante do Sul apresentou o menor potencial de geração de embalagem cartonada em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo embalagem cartonada nesta região foi de $126,42\text{ t mês}^{-1}$ no ano de 2015.

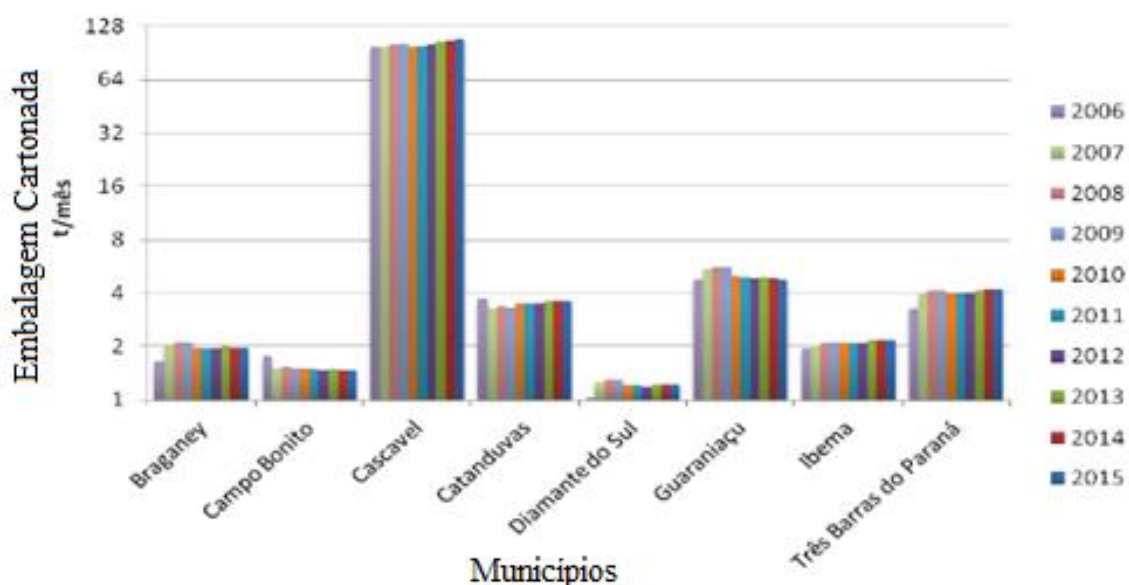


Figura 108. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 109 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo embalagem cartonada no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 2. O município de Assis Chateaubriand apresentou o maior potencial de geração de embalagem cartonada em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Iracema do Oeste apresentou o menor potencial de geração de embalagem cartonada em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo embalagem cartonada nesta região foi de $37,37\text{ t mês}^{-1}$ no ano de 2015.

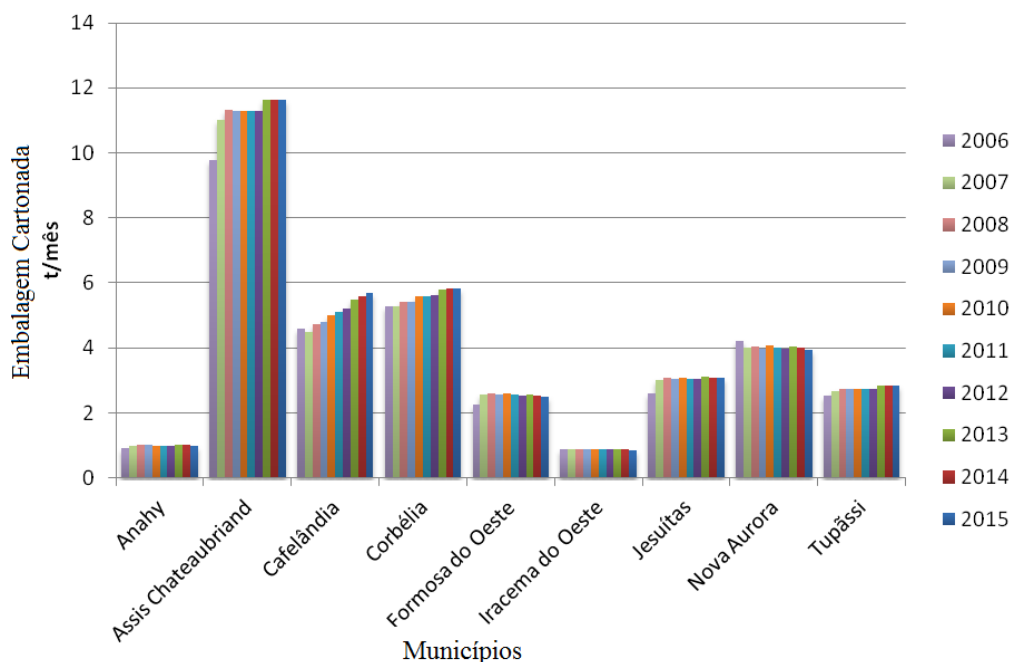


Figura 109. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 110 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo embalagem cartonada no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 3.

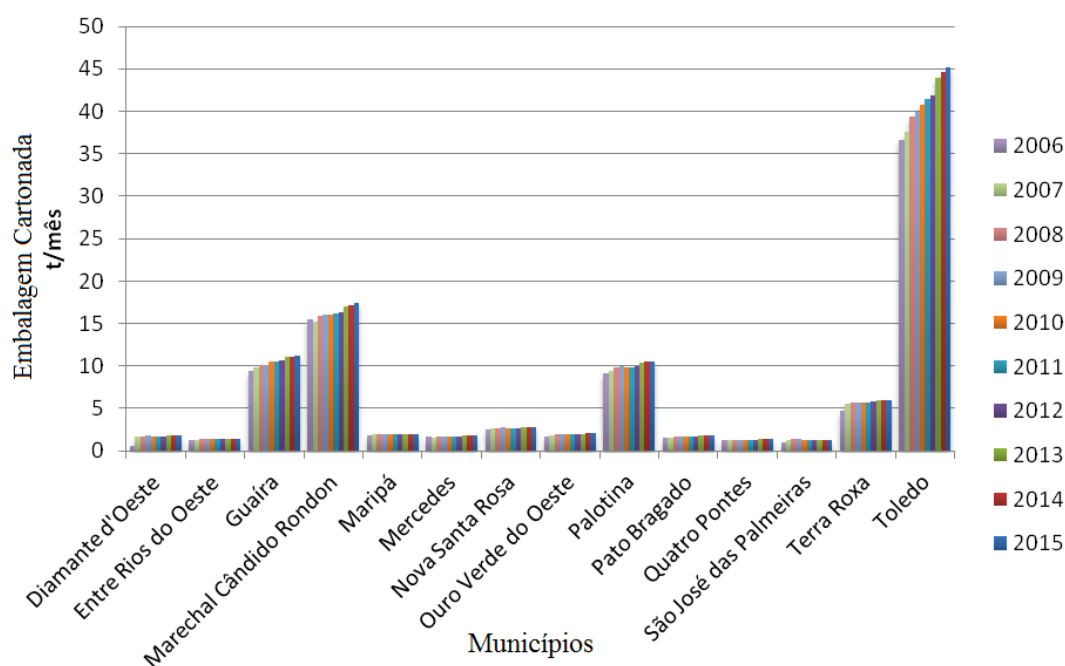


Figura 110. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 110 município de Toledo apresentou o maior potencial de geração de embalagem cartonada em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de São José das Palmeiras apresentou o menor potencial de geração de embalagem cartonada em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo embalagem cartonada nesta região foi de 106,72 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

Na figura 111 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo embalagem cartonada no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 4. O município de Matelândia apresentou o maior potencial de geração de embalagem cartonada em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Santa Lúcia apresentou o menor potencial de geração de embalagem cartonada em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo embalagem cartonada nesta região foi de 31,53 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

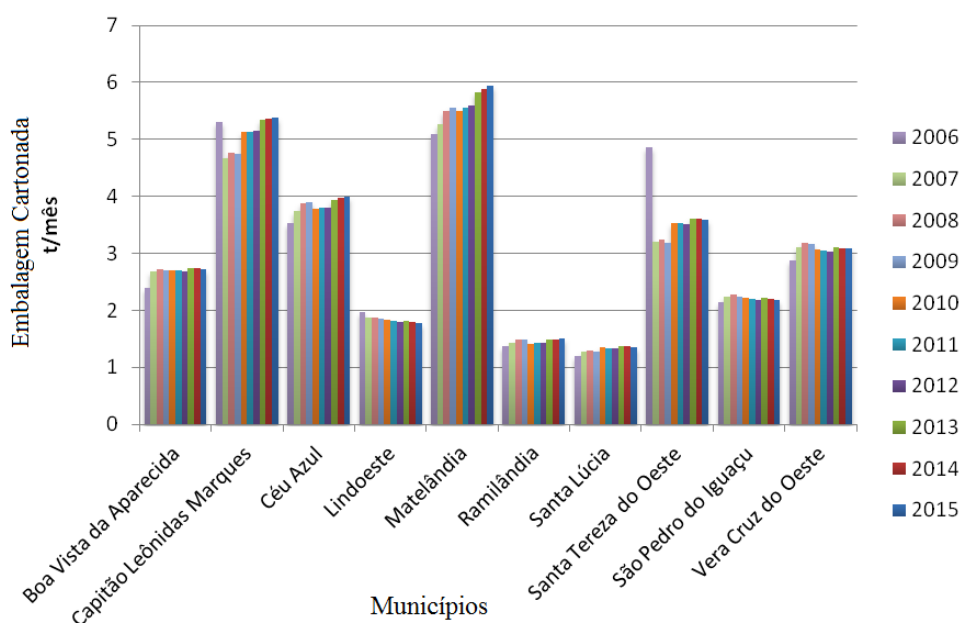


Figura 111. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 112 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo embalagem cartonada no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 5. O município de Foz do Iguaçu apresentou o maior potencial de geração de embalagem cartonada em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Iguatu apresentou o menor potencial de geração de embalagem cartonada em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo embalagem cartonada nesta região foi de 140,96 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

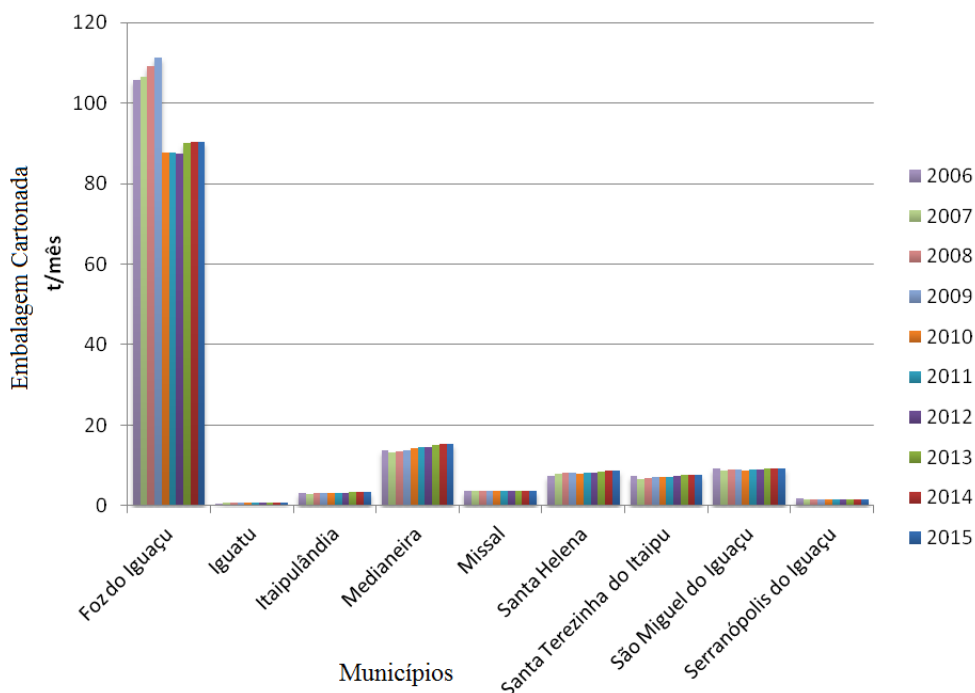


Figura 112. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.

Na tabela 8 é apresentado o resultado do potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada nas cinco regiões, em toneladas por dia por mês e por ano do potencial, correspondente a região oeste do Paraná para o ano de 2015. A região 5 apresentou o maior potencial de geração, com um total de $140,96\text{ t mês}^{-1}$ e a região 4 apresenta menor potencial de geração, com um total de $31,53\text{ t mês}^{-1}$. O total de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada foi de 443 t mês^{-1} na região Oeste do Paraná.

Tabela 8. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo embalagem cartonada em toneladas por dia, mês e ano.

Regiões	Embalagem cartonada		
	t/dia	t/mês	t/ano
Região 1	4,21	126,42	1538,08
Região 2	1,25	37,37	454,70
Região 3	3,56	106,72	1298,41
Região 4	1,05	31,53	383,60
Região 5	4,70	140,96	1715,06
Total	14,77	443	5.389,85

3.2.7. Potencial de Geração de Resíduos Sólidos Recicláveis – Vidro

Na figura 113 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo vidro no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 1. O município de Cascavel apresentou o maior potencial de geração de vidro em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Diamante do Sul apresentou o menor potencial de geração de vidro em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo vidro nesta região foi de $363,45\text{ t mês}^{-1}$ no ano de 2015.

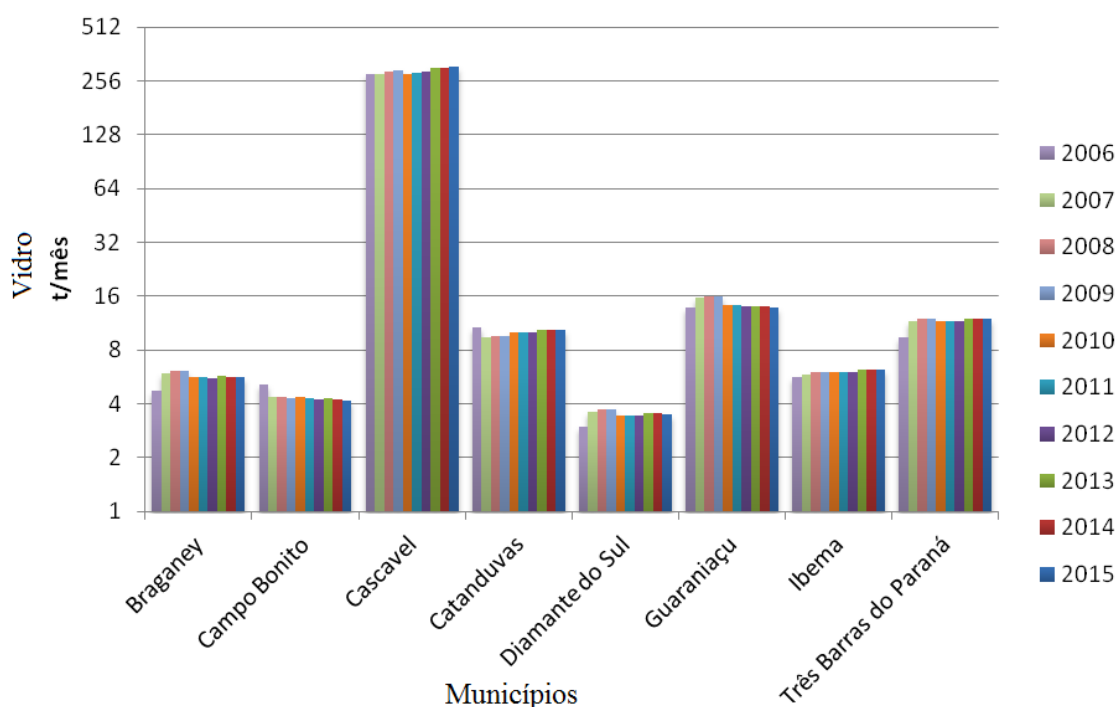


Figura 113. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 1 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 114 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo vidro no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 2. O município de Assis Chateaubriand apresentou o maior potencial de geração de vidro em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de Iracema do Oeste apresentou o menor potencial de geração de vidro em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo vidro nesta região foi de $107,45\text{ t mês}^{-1}$ no ano de 2015.

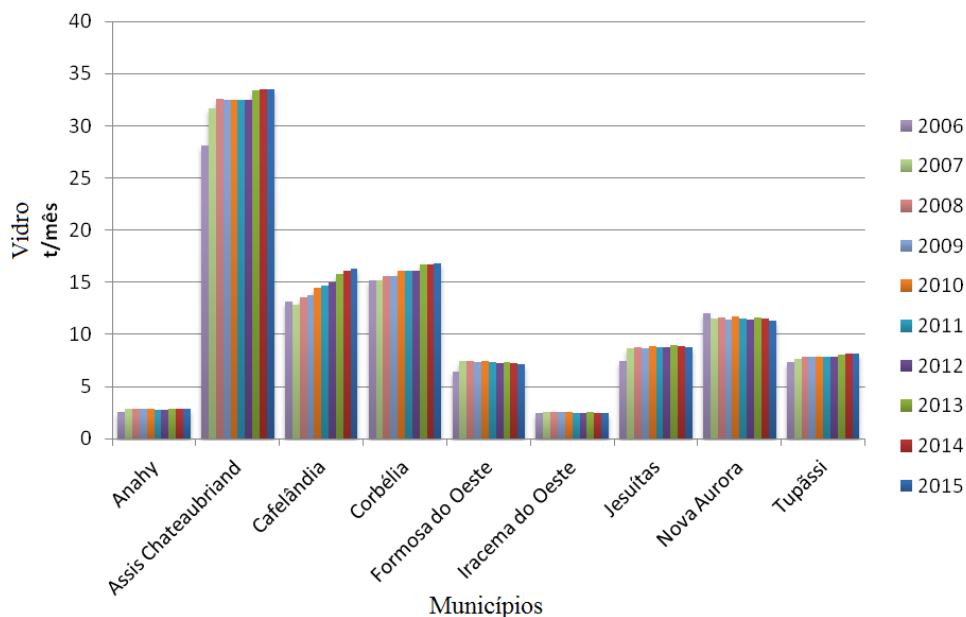


Figura 114. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 2 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 115 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo vidro no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 3. O município de Toledo apresentou o maior potencial de geração de vidro em $t\text{ mês}^{-1}$. O município de São José das Palmeiras apresentou o menor potencial de geração de vidro em $t\text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo vidro nesta região foi de 306,82 $t\text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

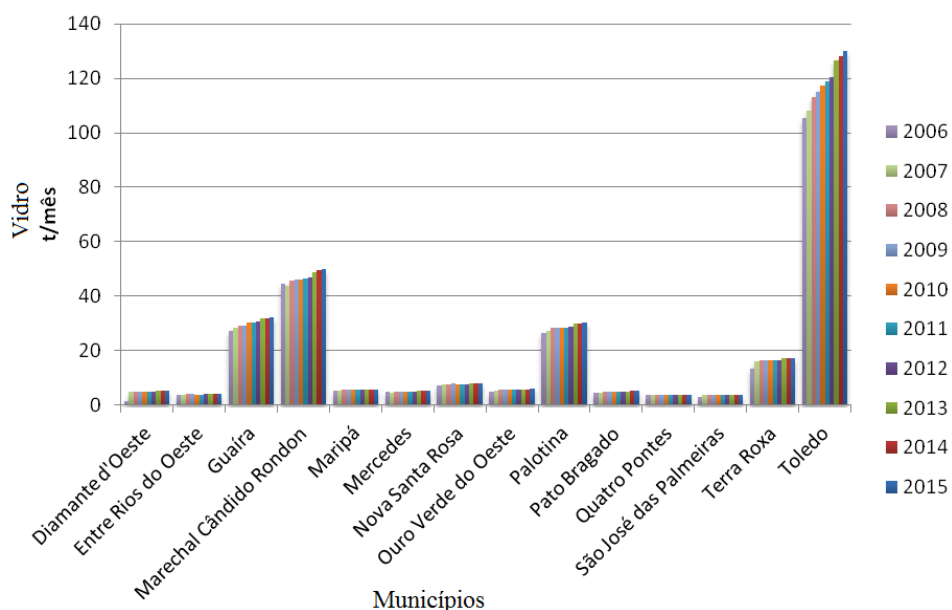


Figura 115. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 3 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 116 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo vidro no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 4. O município de Matelândia apresentou o maior potencial de geração de vidro em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Santa Lúcia apresentou o menor potencial de geração de vidro em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo vidro nesta região foi de 90,64 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

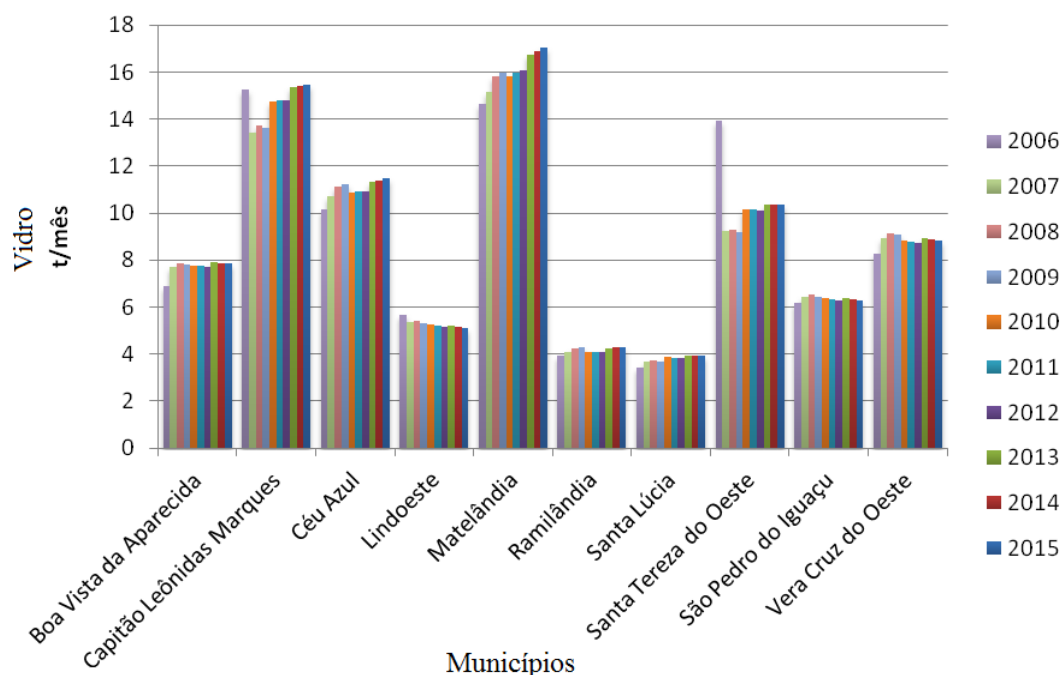


Figura 116. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro ($t \text{ mês}^{-1}$) na região 4 nos anos de 2006 a 2015.

Na figura 117 é apresentado o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis do tipo vidro no período de 2006 a 2015 para cada município pertencente à região 5. O município de Foz do Iguaçu apresentou o maior potencial de geração de vidro em $t \text{ mês}^{-1}$. O município de Iguatu apresentou o menor potencial de geração de vidro em $t \text{ mês}^{-1}$ nos anos de 2006 a 2015. O potencial de geração de resíduos do tipo vidro nesta região foi de 405,27 $t \text{ mês}^{-1}$ no ano de 2015.

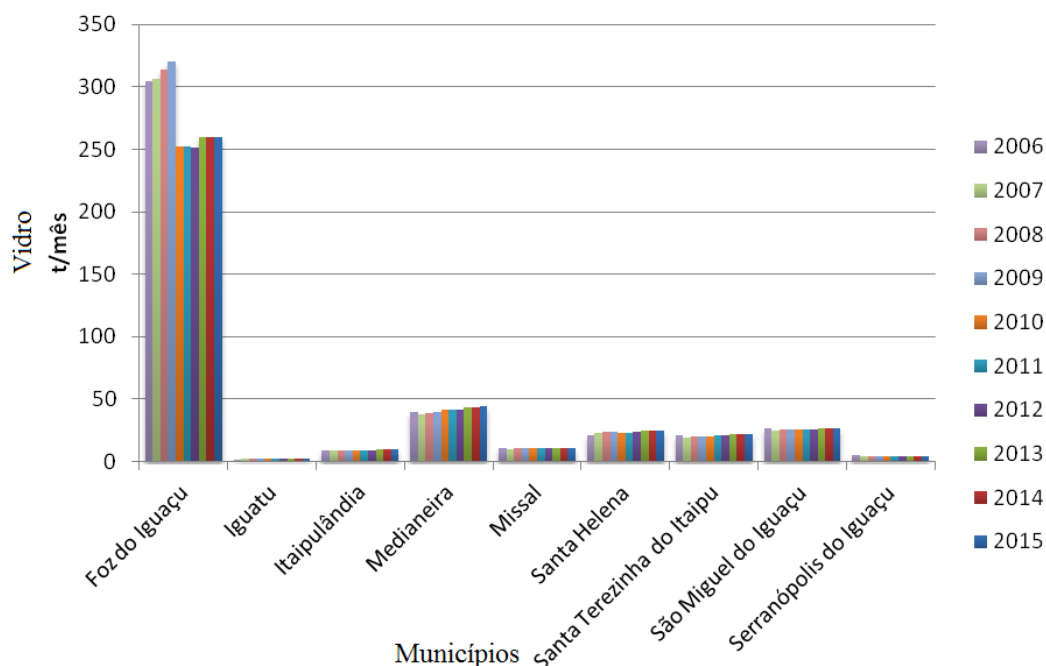


Figura 117. Potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro ($t\text{ mês}^{-1}$) na região 5 nos anos de 2006 a 2015.

Na tabela 9 é apresentado o resultado do potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo vidro nas cinco regiões, em toneladas por dia por mês e por ano do potencial, correspondente a região oeste do Paraná para o ano de 2015. . A região 5 apresentou o maior potencial de geração, com um total de $405,27\text{ t mês}^{-1}$ e a região 4 apresenta menor potencial de geração, com um total de $90,64\text{ t mês}^{-1}$. O total de resíduos recicláveis do tipo vidro foi de $1.273,63\text{ t mês}^{-1}$ na região Oeste do Paraná.

Tabela 9. Potencial de geração de materiais recicláveis do tipo vidro em toneladas por dia, mês e ano.

Regiões	Vidro		
	t/dia	t/mês	t/ano
Região 1	12,12	363,45	4421,98
Região 2	3,58	107,45	1307,25
Região 3	10,23	306,82	3732,94
Região 4	3,02	90,64	1102,84
Região 5	13,51	405,27	4930,80
Total	42,46	1.273,63	15.495,81

Na tabela 10 é apresentado o resultado do potencial de geração de resíduos recicláveis na região Oeste do Paraná para o ano de 2015. O resíduo reciclável com maior potencial de geração foi os enlatados, com um total de 1.716,63 t mês⁻¹ e o resíduo que apresentou menor potencial foi o Poliestireno expandido, com um total de 387,63 t mês⁻¹. O potencial total de resíduos recicláveis é de 5.537,52 t mês⁻¹. Considerando que apenas 2% dos resíduos recicláveis são aproveitados no atual modelo de gestão, apenas 110,75 t mês⁻¹ dos 5.537,52 t mês⁻¹ foram aproveitados possivelmente neste cenário, evidenciando uma perda de ganhos econômicos, sociais e ambientais.

Tabela 10. Potencial de geração de materiais recicláveis na região Oeste do Paraná em 2015.

Resíduos	t/dia	t/mês	t/ano
Enlatados	57,22	1.716,63	20.885,67
Poliestireno expandido	12,92	387,63	4.716,12
PET	18,46	553,75	6737,32
Polímeros	22,16	664,51	8.084,77
Papelão	16,61	498,37	6.063,58
Embalagem cartonada	14,77	443	5.389,85
Vidro	42,46	1.273,63	15.495,81
Total	184,60	5.537,52	67.373,12

3.3. VALORAÇÃO COMERCIAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS REICLÁVEIS

Neste item são apresentados os resultados da valoração comercial dos resíduos recicláveis nos municípios de Cafelândia, Entre Rios do Oeste, Medianeira, Nova Santa Rosa, Pato Bragado, Santa Terezinha do Itaipu e Toledo. Também é apresentada uma comparação de preços nacionais com os locais.

Na tabela 11 são apresentados os valores por kg dos materiais recicláveis prensados e comercializados na cidade de Cafelândia – PR. Os valores foram fornecidos pela Prefeitura Municipal de Cafelândia. A tabela mostra o preço pago por kg de cada material reciclável. O cobre, metal e chaparia de alumínio são os

recicláveis com maior valoração comercial, R\$ 11,00, R\$ 5,00 e R\$ 3,00, respectivamente. Já o estralador PP apresenta menor valoração comercial, de R\$ 0,05.

Tabela 11. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Cafelândia – PR em 2016.

<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>	<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>
PET	R\$ 0,90	Copinho OS	R\$ 0,30
Garrafinha colorida	R\$ 1,10	PP estralador	R\$ 0,05
Margarina PP	R\$ 0,70	Papelão Ond (caixinha)	R\$ 0,12
Balde Bacia/PP	R\$ 0,50	Papelão Ond (normal)	R\$ 0,32
Polipropileno	R\$ 0,50	Alumínio/Panela	R\$ 4,00
PVC	R\$ 0,40	Alumínio Bloco	R\$ 2,00
Tetrapac	R\$ 0,10	Metal	R\$ 5,00
Sacaria rafia	R\$ 0,10	Alumínio/Latinha	R\$ 3,30
Papel branco	R\$ 0,25	Cobre	R\$ 11,00
Papel misto	R\$ 0,12	Alumínio - Inox	R\$ 2,00
Cristal Plástico	R\$ 1,00	Alumínio - Chaparia	R\$ 3,00
Sacolinha	R\$ 0,50	Sucata - Ferro misto	R\$ 0,08
PET Oleo	R\$ 0,40		

Na tabela 12 são apresentados os valores por kg referentes aos materiais recicláveis prensados e comercializados na cidade de Entre Rios do Oeste – PR. Os valores forma disponibilizados pela Associação Entrerriense de Catadores (ASEC). As garrafas de vidro são vendidas por unidade e não por kg.

Tabela 12. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Entre Rios do Oeste – PR em 2016.

<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>	<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>
Garrafas	R\$ 1,10	Papel branco	R\$ 0,25
PET cristal	R\$ 0,90	Aparas Tetrapac	R\$ 0,10
Embalagens cristal	R\$ 1,00	Papel de cimento	R\$ 0,18
Polipropileno	R\$ 0,45	Papelão ondulado	R\$ 0,32
Sacolinha colorida	R\$ 0,45	Garrafa Jamel/unidade	R\$ 0,35
Rafia de bolsa e bag	R\$ 0,15	Garrafa Barreiro/unidade	R\$ 0,30
Papel misto	R\$ 0,15	Alumínio	R\$ 3,20

A tabela 12 apresenta o preço pago por kg de cada material reciclável. O alumínio é o reciclável com maior valoração comercial, R\$ 3,20. Já as aparas de embalagem cartonada apresenta menor valoração comercial, de R\$ 0,10.

Na tabela 13 são apresentados os valores por kg referentes aos materiais recicláveis prensados e comercializados na cidade de Medianeira – PR. Os valores foram disponibilizados pela Associação dos Agentes de Meio Ambiente (ASSAMA). A tabela mostra o preço pago por kg de cada material reciclável. O alumínio grosso batido é o reciclável com maior valoração comercial, R\$ 4,00. Já o vidro moído apresenta menor valoração comercial, de R\$ 0,04.

Tabela 13. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Medianeira – PR em 2016.

<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>	<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>
Alumínio/latinhas	R\$ 3,00	Polipropileno	R\$ 0,40
Alumínio grosso batido	R\$ 4,00	PEAD	R\$ 1,20
Vidro moído	R\$ 0,04	Papel branco	R\$ 0,38
PET	R\$ 1,00	Papel misto	R\$ 0,19
Bronze	R\$ 2,50	Balde e bacia	R\$ 0,50
Papelão	R\$ 0,40	Ráfia de bolsa e bag	R\$ 0,20
Tetrapac	R\$ 0,25	Papel de cimento	R\$ 0,25
Sacolinhas diversas	R\$ 0,60	Pote de margarina	R\$ 0,40
Sacolinhas cristal	R\$ 1,20	Garrafa de óleo	R\$ 0,45
Isopor	R\$ 0,35		

Na tabela 14 são apresentados os valores por kg referentes aos materiais recicláveis prensados e comercializados na cidade de Nova Santa Rosa – PR. Os valores foram disponibilizados pela Associação dos Catadores de Recicláveis de Nova Santa Rosa (ASCAROSA). A tabela mostra o preço pago por kg de cada material reciclável. O cobre e o metal são os recicláveis com maior valoração comercial, R\$ 13,00 e R\$ 8,00, respectivamente. Já o filme plástico apresenta menor valoração comercial, de R\$ 0,10.

Tabela 14. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Nova Santa Rosa – PR em 2016.

<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>	<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>
Papelão	R\$ 0,45	Sacolinha Cristal	R\$ 1,10
Filme	R\$ 0,10	PEAD	R\$ 1,20
Tetrapac	R\$ 0,15	Copinho	R\$ 0,40
Latinha	R\$ 3,30	PET óleo	R\$ 0,40
Metal	R\$ 8,00	Alumínio/Bloco	R\$ 2,50
PET	R\$ 1,00	Cobre	R\$ 13,00
Polipropileno	R\$ 0,50	Alumínio	R\$ 4,00
Sacolinha	R\$ 0,40	Papel de Cimento	R\$ 0,20

Na tabela 15 são apresentados os valores por kg referentes aos materiais recicláveis prensados e comercializados na cidade de Pato Bragado – PR. Os valores foram disponibilizados pela Associação Bragadense de Catadores (ABC). A tabela mostra o preço pago por kg de cada material reciclável. O cobre e o metal são os recicláveis com maior valoração comercial, R\$ 12,00 e R\$ 6,00, respectivamente. Já o jornal misto apresenta menor valoração comercial, de R\$ 0,12.

Tabela 15. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Pato Bragado – PR em 2016.

<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>	<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>
Papelão	R\$ 0,42	Sacolinha	R\$ 0,45
Papel Branco	R\$ 0,40	Sacolinha Cristal	R\$ 1,00
Tetrapac	R\$ 0,15	PEAD	R\$ 0,45
Alumínio	R\$ 3,30	Garrafa de óleo	R\$ 0,45
Metal	R\$ 6,00	Jornal Misto	R\$ 0,12
PET	R\$ 1,00	PVC	R\$ 0,45
Garrafas	R\$ 1,20	Cobre	R\$ 12,00

Na tabela 16 são apresentados os valores por kg dos materiais recicláveis prensados e comercializados na cidade de Santa Terezinha do Itaipu – PR. Os valores foram fornecidos pela Associação de Catadores de Resíduos Recicláveis (ACARESTI). A tabela mostra o preço pago por kg de cada material reciclável. O cobre limpo, sucata de celular e placas de informática são os recicláveis com maior valoração comercial, R\$ 14,00, R\$ 14,00 e R\$ 12,00 respectivamente. Já o vidro moído apresenta menor valoração comercial, de R\$ 0,04.

Tabela 16. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Santa Terezinha do Itaipu – PR em 2016.

<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>	<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>
Papel misto	R\$ 0,18	Papel de cimento	R\$ 0,25
Papel branco	R\$ 0,42	Isopor	R\$ 0,25
Papelão	R\$ 0,42	Alumínio /painéis	R\$ 4,50
Tetrapac	R\$ 0,20	Alumínio batido	R\$ 2,80
Sucata de ferro	R\$ 0,12	Alumínio perfil	R\$ 4,00
Vidro moído	R\$ 0,04	Alumínio/latinha	R\$ 3,20
PET	R\$ 1,00	Metal	R\$ 8,50
Sacolinhas	R\$ 0,50	Cobre limpo	R\$ 14,00
Plástico cristal	R\$ 1,15	Cobre sujo	R\$ 3,00
Plástico PEAD	R\$ 1,20	Baterias	R\$ 2,30
PVC	R\$ 0,50	Radiador	R\$ 6,00
Caixaria plástica	R\$ 2,00	Placas de informática	R\$ 12,00
Polipropileno	R\$ 0,40	Motor elétrico	R\$ 0,70
Copinho descartável	R\$ 0,50	Sucata de celular	R\$ 14,00
Rafia de sacarias	R\$ 0,18		

Na tabela 17 são apresentados os valores por kg dos materiais recicláveis prensados e comercializados na cidade de Toledo – PR. Os valores foram fornecidos pela Associação de Catadores de Toledo. A tabela mostra o preço pago por kg de cada material reciclável. PET cristal é o reciclável com maior valorização comercial, R\$ 0,90. Já o vidro apresenta menor valorização comercial, de R\$ 0,04.

Tabela 17. Valores por kg de materiais recicláveis comercializados em Toledo – PR em 2016.

<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>	<i>Material Reciclável</i>	<i>Preço/kg</i>
Papelão	R\$ 0,30	PVC	R\$ 0,40
Papel Branco	R\$ 0,30	Sacolinha	R\$ 0,40
Tetrapac	R\$ 0,11	Bacias	R\$ 0,40
Aparas PP	R\$ 0,15	PET óleo	R\$ 0,40
Garrafas	R\$ 0,90	Vidro	R\$ 0,04
PET cristal	R\$ 0,90	Ferro Misto	R\$ 0,06

Na tabela 18 são apresentados os resultados inerentes a valoração comercial dos resíduos recicláveis dos meses de novembro e dezembro (2016) em um panorama nacional, comparando com a valoração comercial dos resíduos recicláveis do município de Santa Terezinha do Itaipu - PR, que apresentou uma maior valoração que os demais municípios da região oeste do Paraná. Os círculos presentes demonstram quais são os preços mais elevados na comparação entre os municípios. Itabira-MG é o município que apresentou maior valoração comercial de todos os resíduos, seguido por Belo Horizonte – MG e Guarulhos/SP.

Tabela 18. Valores por kg de materiais recicláveis em Nov/dez 2016 (P- prensado, L-limpo).

Cidades	Papelão	Papel Branco	Latas de aço	Latas Alumínio	Vidro	Plástico rígido	PET	Plástico Filme	Tetrapac	Óleo Vegetal
Porto Alegre/RS	R\$ 0,32 PL	R\$ 0,55 PL	R\$ 0,16 PL	R\$ 2,70 PL	R\$ 0,045 L	R\$ 0,90 PL	R\$ 1,40 PL	R\$ 0,80 P	R\$ 0,20 P	-
Canoas/RS	R\$ 0,23 P	R\$ 0,40 P	R\$ 0,12 P	R\$ 2,20	R\$ 0,07	R\$ 0,30	R\$ 1,36 PL	R\$ 0,70 P	R\$ 0,12 P	R\$ 0,25 Litro
Guarulhos/SP	R\$ 0,21 PL	R\$ 0,48 L	R\$ 0,35 L	R\$ 3,00 PL	R\$ 0,13 L	R\$ 1,00 L	R\$ 1,40 PL	R\$ 1,45	R\$ 0,25 PL	R\$ 0,70 Litro
Guarujá/SP	R\$ 0,40 PL	R\$ 0,25 L	R\$ 0,24 L	R\$ 2,90 L	R\$ 0,08	R\$ 0,70 L	R\$ 0,90 PL	R\$ 1,25 PL	R\$ 0,27 PL	R\$ 0,50 Litro
São J. dos Campos/SP	R\$ 0,35 PL	R\$ 0,12	-	R\$ 2,90 PL	R\$ 0,18 PL	R\$ 1,65 PL	R\$ 1,40 PL	R\$ 0,48 PL	R\$ 0,25 PL	-
São Paulo/SP	R\$ 0,58 PL	R\$ 0,60 PL	R\$ 0,28 L	R\$ 3,50 PL	R\$ 0,15	R\$ 0,60 L	R\$ 1,40 PL	R\$ 0,80	R\$ 0,25 PL	0,65 Litro
Belo Horizonte/MG	R\$ 0,68 PL	R\$ 0,60 P	R\$ 0,30	R\$ 3,30 P	R\$ 0,07	R\$ 1,40 P	R\$ 1,90 P	R\$ 1,40 P	R\$ 0,20 P	-
Itabira/MG	R\$ 0,71 PL	R\$ 0,90 PL	R\$ 0,30 PL	R\$ 3,80 PL	R\$ 0,22 PL	R\$ 1,65 L	R\$ 2,00 PL	R\$ 1,70 PL	R\$ 0,45 PL	R\$ 0,39 Litro
Lavras/MG	R\$ 0,41 PL	R\$ 0,45 PL	R\$ 0,15 L	R\$ 0,27 PL	R\$ 0,19	R\$ 1,40	R\$ 1,40	R\$ 1,20	R\$ 0,20	R\$ 0,60 Litro
Guarapari/ES	R\$ 0,27 PL	R\$ 0,17 L	R\$ 0,14 L	R\$ 2,80 L	-	R\$ 0,50 PL	R\$ 0,80 PL	R\$ 0,50 PL	R\$ 0,10 P	-
Aracaju/SE	R\$ 0,25 PL	R\$ 0,55 PL	R\$ 0,10 L	R\$ 3,50	-	R\$ 0,60 L	R\$ 0,70 L	R\$ 1,00 PL	R\$ 0,25 PL	-
Rio de Janeiro/RJ	R\$ 0,25 PL	R\$ 0,58 L	R\$ 0,17 L	R\$ 2,30 L	R\$ 0,15 L	R\$ 0,50 PL	R\$ 1,40 PL	R\$ 0,60 PL	R\$ 0,21 PL	R\$ 0,90 Litro
Mesquita/RJ	R\$ 0,29 L	R\$ 0,65 L	R\$ 0,26 L	R\$ 2,70 PL	R\$ 0,06	R\$ 1,00 P	R\$ 1,45 P	R\$ 0,80 PL	R\$ 0,16 P	-
Florianópolis/SC	R\$ 0,48	R\$ 0,48	R\$ 0,14	R\$ 3,50	R\$ 0,08	R\$ 1,55	R\$ 1,60	R\$ 0,85	R\$ 0,26	-
Londrina/PR	R\$ 0,46	R\$ 0,42	R\$ 0,12	R\$ 3,68	R\$ 0,08	R\$ 1,00	R\$ 1,35	R\$ 1,15	R\$ 0,34	-
Santa T. do Itaipu/PR	R\$ 0,42	R\$ 0,42	-	R\$ 3,20	R\$ 0,04	-	R\$ 1,00	-	R\$ 0,20	-

Fonte: Adaptado de CEMPRES (2016).

Na Tabela 19 é apresentada uma comparação dos preços dos resíduos recicláveis comercializados na maioria dos municípios. Os círculos presentes na tabela demonstram quais são os preços mais elevados na comparação entre os municípios. Nesta comparação, pode-se visualizar que os municípios de Santa Terezinha do Itaipu e Medianeira comercializam os resíduos recicláveis por preços mais elevados e possuem mais variedade do que os outros municípios. Os

municípios de Toledo e Entre Rios do Oeste possuem menor variedade de resíduos e um preço um pouco inferior aos demais municípios.

Tabela 19. Comparação de preços dos principais resíduos recicláveis comercializados.

Material Reciclável	Toledo	Cafelândia	Nova Santa Rosa	Pato Bragado	Entre Rios do Oeste	Santa T. do Itaipu	Medianeira
Papelão	R\$ 0,30	R\$ 0,32	R\$ 0,45	R\$ 0,42	R\$ 0,32	R\$ 0,42	R\$ 0,40
Papel Branco	R\$ 0,30	R\$ 0,25	-	R\$ 0,40	R\$ 0,25	R\$ 0,42	R\$ 0,38
Embalagem cartonada	R\$ 0,11	R\$ 0,10	R\$ 0,15	R\$ 0,15	R\$ 0,10	R\$ 0,20	R\$ 0,25
PP	-	R\$ 0,50	R\$ 0,50	-	R\$ 0,45	R\$ 0,40	R\$ 0,40
PET cristal	R\$ 0,90	R\$ 0,90	R\$ 1,00	R\$ 1,00	R\$ 0,90	R\$ 1,00	R\$ 1,00
PVC	R\$ 0,40	R\$ 0,40	-	R\$ 0,45	-	R\$ 0,50	-
Sacolinha	R\$ 0,40	R\$ 0,50	R\$ 0,40	R\$ 0,45	R\$ 0,45	R\$ 0,50	R\$ 0,60
Vidro	R\$ 0,04	-	-	-	-	R\$ 0,04	R\$ 0,04

A figura 118 apresenta a localização dos sete municípios caracterizados. Os municípios que apresentaram maior variedade de recicláveis comercializados foram Santa Terezinha do Itaipu, Cafelândia e Medianeira. Os municípios de Santa Terezinha do Itaipu e Medianeira apresentaram valores de recicláveis acima dos outros municípios, o motivo desse fato pode ser a proximidade do município de Foz do Iguaçu. Já os municípios de Toledo e Pato Bragado apresentaram uma menor média no preço pago pelos recicláveis, que pode ser atribuído, provavelmente, a organização dos municípios em relação à gestão dos resíduos recicláveis. Dos 50 municípios apenas 14% apresentaram resultados de valoração comercial dos resíduos recicláveis.

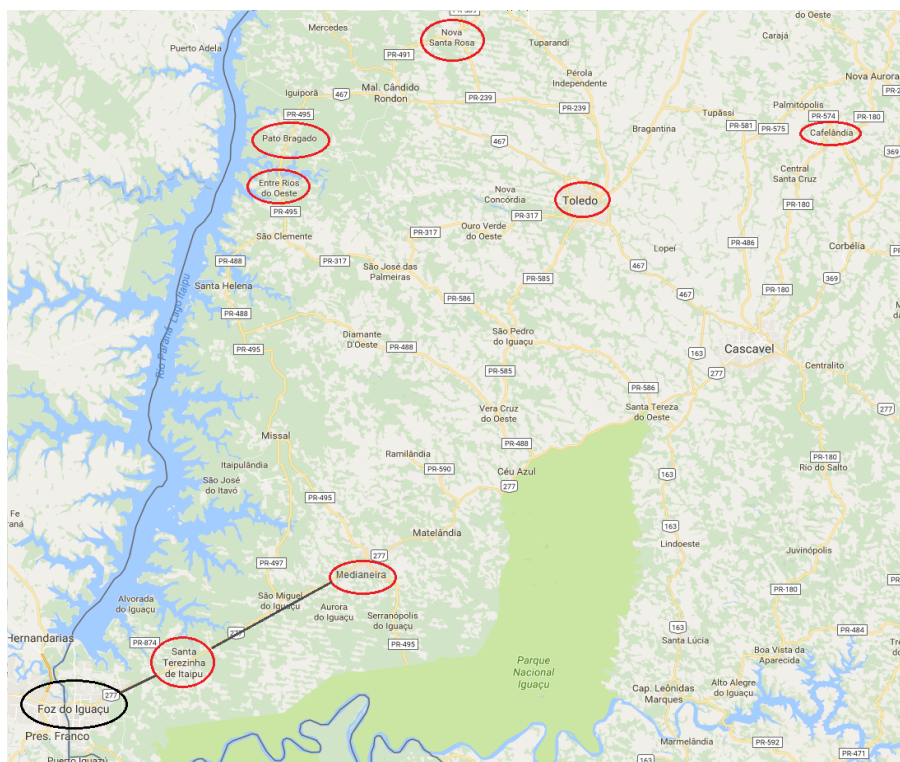


Figura 118. Mapa temático da logística dos municípios da Região Oeste do Paraná.
 FONTE: Adaptado Google Maps (2016).

3.4. PROSPECÇÃO DOS MÉTODOS, PROCESSOS E TECNOLOGIAS DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS.

Neste item é apresentada a síntese do resultado da prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de resíduos sólidos recicláveis do tipo enlatados, poliestireno expandido, PET, polímeros, papelão, embalagem cartonada e vidro.

3.4.1. Prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de enlatados.

Na tabela 20 é apresentado o processo para o aproveitamento dos resíduos recicláveis do tipo enlatados. A tecnologia utilizada é a fusão, que apresenta como principal vantagem poder reaproveitar o metal infinitas vezes, com menor custo de produção do que o material original, sendo um dos materiais recicláveis mais reaproveitados e com maior valorização comercial. A desvantagem consiste no fato de contaminantes diminuírem a qualidade final do produto.

Tabela 20. Processo utilizado para aproveitamento de enlatados e as vantagens e desvantagens associadas.

Aproveitamento de Enlatados		
Fusão	Vantagens	- Pode ser reaproveitado infinitas vezes; - Custo menor na produção; - A cada kg de alumínio reciclado, são poupados 5 kg de bauxita; - Diminui a disposição do resíduo no meio ambiente;
	Desvantagens	- Presenças de impurezas diminuem a qualidade do produto final;

3.4.2. Prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de poliestireno expandido.

Na tabela 21 é apresentado o processo para aproveitamento do resíduo reciclável do tipo poliestireno expandido. A principal vantagem consiste no aproveitamento integral do poliestireno expandido, com menor custo de produção, reduzindo assim o consumo de recursos naturais. A desvantagem consiste no fato de o poliestireno expandido reciclado não poder ser utilizado novamente em embalagens destinadas a alimentos. Outra desvantagem é o espaço elevado que o material ocupa no transporte e disposição, o que pode torná-lo inviável economicamente em alguns casos.

Tabela 21. Processo utilizado para aproveitamento de poliestireno expandido e as vantagens e desvantagens associadas.

Aproveitamento de Isopor		
Exposição ao calor e atrito	Vantagens	- O isopor é reaproveitado integralmente; - Custo menor na produção; - Diminui a utilização de recursos naturais; - Diminui a disposição do resíduo no meio ambiente;
	Desvantagens	- Não pode ser reaproveitado para embalar alimentos; - Dificuldade no transporte e disposição, pois ocupa um espaço muito grande;

3.4.3. Prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de PET.

Na tabela 22 é apresentado o processo para aproveitamento do resíduo reciclável do tipo PET. A principal vantagem na reciclagem mecânica do PET é o menor custo que na produção original, sendo o PET totalmente reaproveitável. A desvantagem consiste que para a produção de novas garrafas PET é necessário o uso da monocamada. A presença de impurezas também diminui a qualidade final do produto. A reutilização do PET apresenta como principal vantagem ser acessível a população, com um custo mínimo de energia. Já a desvantagem consiste no fato de matéria orgânica, óleo, etc. dificultarem a reutilização.

Tabela 22. Processo utilizado para aproveitamento de PET e as vantagens e desvantagens associadas.

Aproveitamento de PET		
Reciclagem Mecânica	Vantagens	- Totalmente reaproveitável; - Menor gasto de energia do que na produção original; - Diminui a disposição do resíduo no meio ambiente;
	Desvantagens	- Impurezas presentes no resíduo diminuem a qualidade do produto final. - Para reinserir na produção de garrafas PET é necessária monocamada;
Reutilização	Vantagens	- Consumo mínimo de energia; - Acessível a população; - Diminui a disposição do resíduo no meio ambiente;
	Desvantagens	- Contaminação com matéria orgânica, óleo, entre outros, dificultam a reutilização;

3.4.4. Prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de polímeros.

Na tabela 23 é apresentado o processo para aproveitamento do resíduo reciclável do tipo polímeros. Na reciclagem mecânica, a principal vantagem é o menor custo que este processo apresenta em mão de obra e implantação de usinas.

A desvantagem consiste em que alguns polímeros só possuem alguns ciclos de vida, sendo necessário utilizá-los em outras aplicações. A reciclagem química possui como vantagem separar componentes químicos de resíduos que possui uma mistura diversa de componentes. A desvantagem se dá pelo fato de necessitar de uma grande quantidade de resíduos e de espaço para instalação da usina. A reciclagem mecânica é a mais recomendada para a reciclagem de polímeros, visto seu menor custo e aplicação.

Tabela 23. Processo utilizado para aproveitamento de polímeros e as vantagens e desvantagens associadas.

Aproveitamento de Polímeros		
Reciclagem Mecânica	Vantagens	- Menor custo de mão de obra; - Menor custo na implantação de usinas; - Diminui a disposição do resíduo no meio ambiente;
	Desvantagens	- Alguns polímeros possuem um curto ciclo de vida, precisando ser utilizados em outras aplicações;
Reciclagem Química	Vantagens	- Separa os componentes presentes em materiais com diversas misturas;
	Desvantagens	- Requer grande quantidade de resíduos; - A planta da usina requer um amplo espaço;
Reciclagem Energética	Vantagens	- Redução do volume de resíduos; - Ganho na venda da energia gerada;
	Desvantagens	- Emissão de poluentes;

3.4.5. Prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de papelão.

Na tabela 24 é apresentado o processo para aproveitamento do resíduo reciclável do tipo papelão. A principal vantagem da reciclagem do papelão é a diminuição da extração de recursos naturais, diminuindo gastos com matéria prima, com água e com energia. Porém a desvantagem consiste no fato de que o material perde a qualidade em cada ciclo de reciclagem, precisando ser direcionado para outras aplicações.

Tabela 24. Processo utilizado para aproveitamento de papelão e as vantagens e desvantagens associadas.

Aproveitamento de papelão		
Reciclagem Papelão	Vantagens	- Diminui a extração de recursos naturais; - Redução de custos com matéria-prima, energia e água; - Diminui a disposição do resíduo no meio ambiente;
	Desvantagens	- Perde a qualidade em cada ciclo, sendo aplicado para diferentes funções;

3.4.6. Prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de embalagem cartonada.

Na tabela 25 é apresentada a tecnologia utilizada para aproveitamento do resíduo reciclável do tipo embalagem cartonada. A tecnologia utilizada é a de plasma, que tem como vantagem a alta eficiência energética, a recuperação dos componentes presentes no material e ser um processo limpo, com baixa emissão de gases. A desvantagem consiste no fato que o plástico recuperado não é aplicado na função original, porém ele é direcionado para outras aplicações.

Tabela 25. Tecnologia utilizada para aproveitamento de embalagem cartonada e as vantagens e desvantagens associadas.

Aproveitamento de tetrapac		
Tecnologia de Plasma	Vantagens	- Alta eficiência energética; - Recuperação de materiais; - Processo limpo; - Diminui a disposição do resíduo no meio ambiente;
	Desvantagens	- O plástico recuperado é encaminhado para uma utilização diferente do original;

3.4.7. Prospecção dos métodos, processos e tecnologias de aproveitamento de vidro.

Na tabela 26 é apresentado o processo para aproveitamento do resíduo reciclável do tipo vidro. A vantagem deste processo consiste no fato que o vidro reciclado tem menor ponto de fusão do que no processo de fusão do vidro original. Consequentemente, há uma redução no custo de energia. Como na produção de vidro original é utilizada areia, calcário, entre outros recursos, também há redução do consumo destes materiais no processo de reciclagem. A desvantagem deste processo consiste no fato de que impurezas presentes no material prejudicam a qualidade final do produto.

Tabela 26. Processo utilizado para aproveitamento de vidro e as vantagens e desvantagens associadas.

Aproveitamento de vidro		
Fusão	Vantagens	- O ponto de fusão do vidro reciclado é menor que na produção do vidro original; - Menor custo com energia, água, areia, calcário, etc. - Pode ser reaproveitado infinitamente; - Diminui a disposição do resíduo no meio ambiente;
	Desvantagens	- Impurezas presentes podem prejudicar a qualidade;

3.5. PROPOSIÇÃO DE UM NOVO MODELO DE GESTÃO DE RECICLÁVEIS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ.

A figura 119 apresenta o atual modelo de gestão aplicado na maioria dos municípios. Os resíduos, em sua maior parte, são destinados a aterros sanitários, através de uma coleta não diferencial, onde até os resíduos recicláveis, muitas vezes são coletados e transportados junto a resíduos orgânicos e rejeitos, não passando por um processo de triagem, acabando sendo depositados em conjunto em aterros sanitários, perdendo então seu potencial de reciclagem.

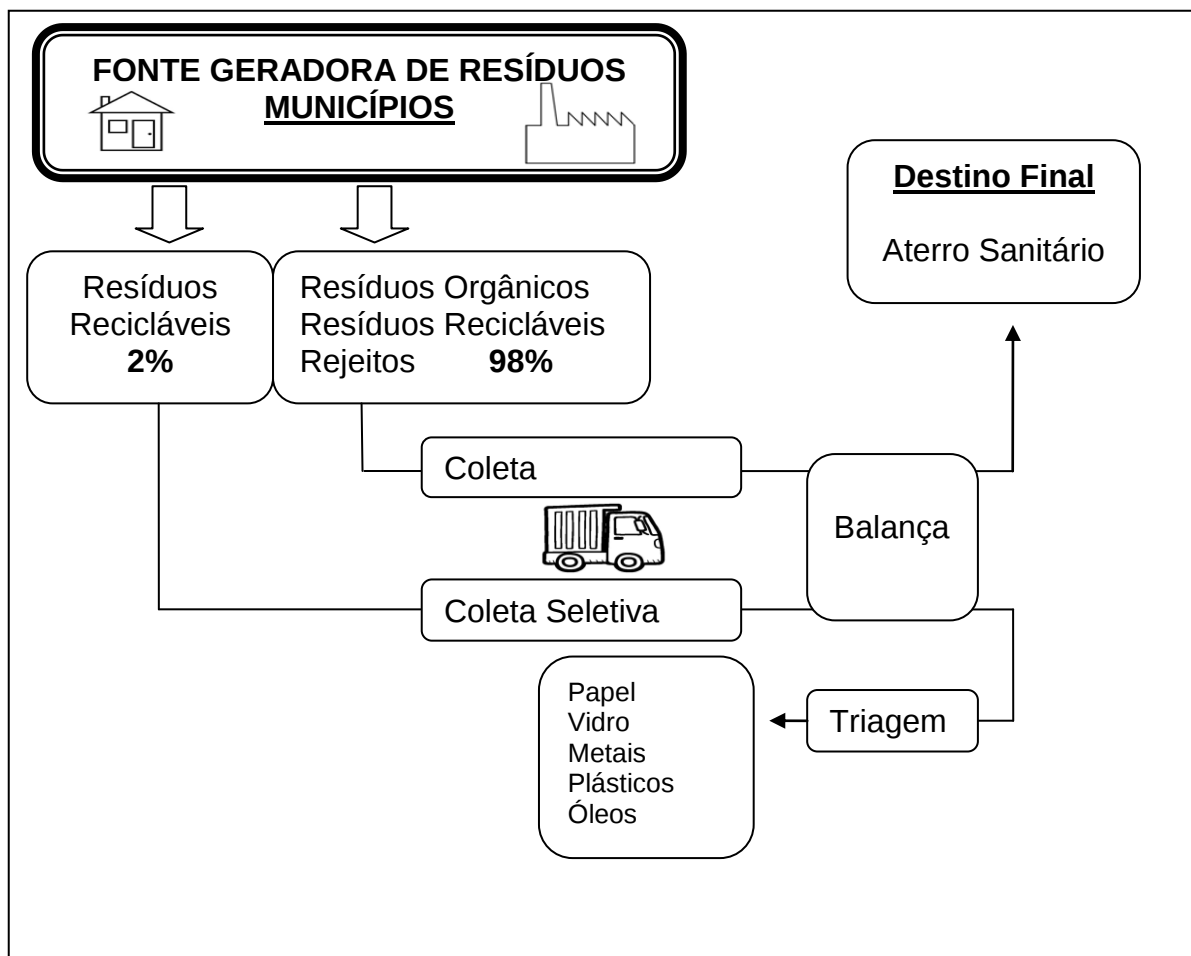


Figura 119. Atual Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos.

FONTE: Adaptado de Morejon et al. (2011).

Apesar dos aterros sanitários serem amplamente utilizados por se tratar de uma forma controlada de destinação final dos resíduos, ainda apresentam a curto e em longo prazo problemas ambientais, sociais e econômicos. Visando amenizar o volume de resíduos destinados a aterros sanitários, propõem-se um modelo de gestão para os resíduos recicláveis na mesorregião oeste do Paraná, visando o aproveitamento total destes resíduos.

Na figura 120 é apresentada uma proposta de modelo de gestão alternativo. Nele propõem-se uma metodologia onde os resíduos orgânicos passariam a ter uma coleta diferenciada, sendo coletados separadamente aos demais resíduos, visto que estes quando em contato com os resíduos recicláveis, acabam interferindo na qualidade destes. Assim, os resíduos recicláveis poderiam ser aproveitados totalmente.

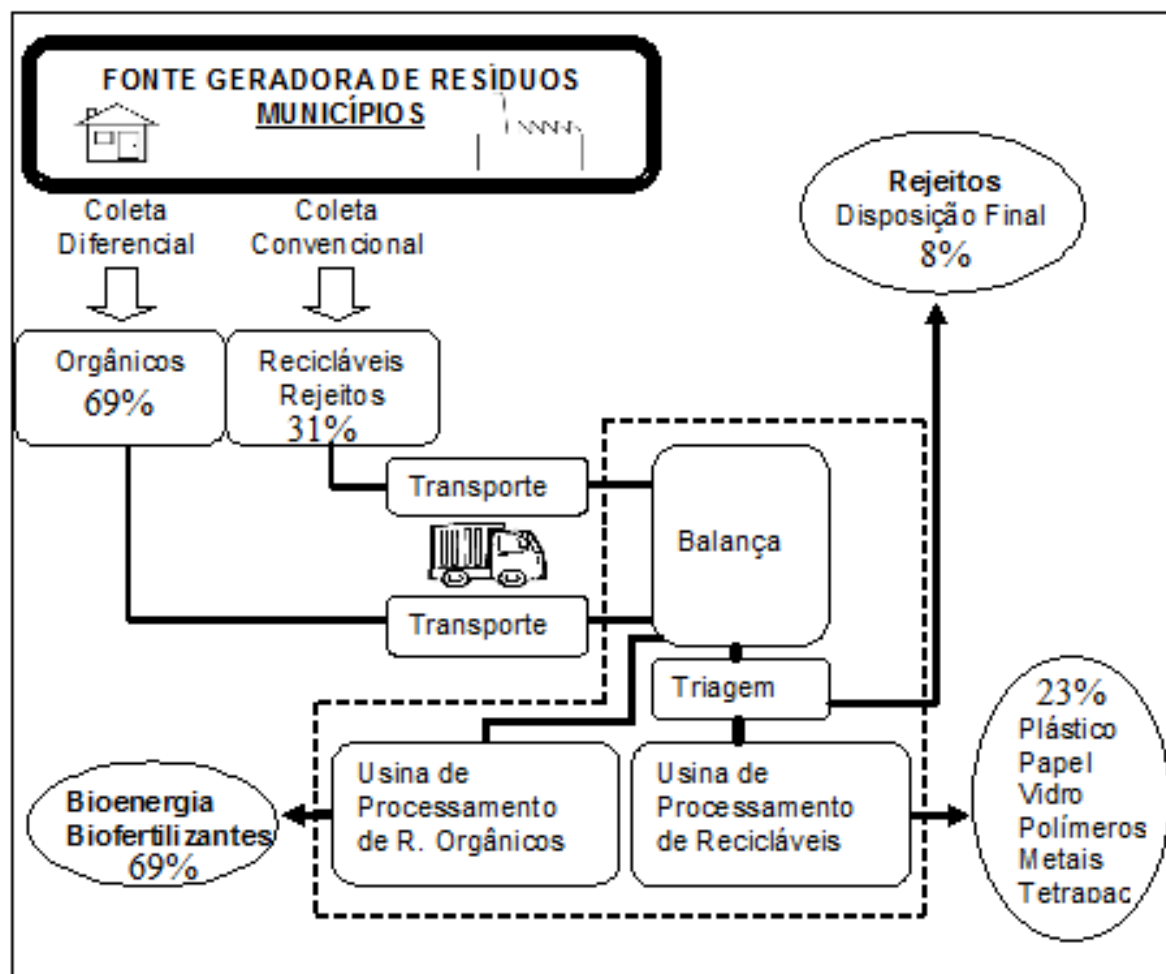


Figura 120. Proposição de um modelo de gestão de Resíduos Recicláveis para a Mesorregião Oeste do Paraná.

FONTE: Adaptado de Morejon et al. (2011).

Na figura 121 é apresentado o modelo de gestão para rejeitos apresentado por Jebai (2015), onde foi proposta a inserção de cinco centros de triagem e processamento de rejeitos em municípios considerados âncoras, de acordo com critérios geográficos, na região Oeste do Paraná, nos seguintes municípios: Campo Bonito (Região 1), Iracema do Oeste (Região 2), Marechal Cândido Rondon (Região 3), Céu Azul (Região 4) e São Miguel do Iguaçu (Região 5).

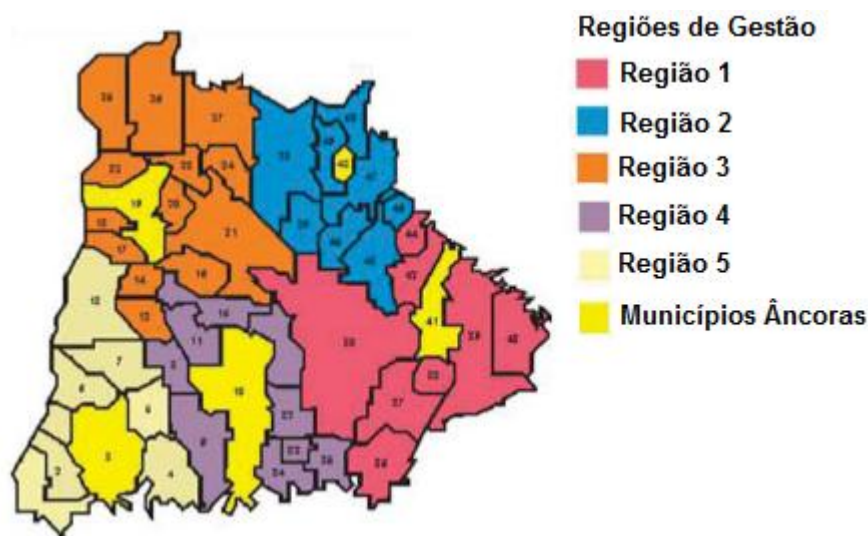


Figura 121. Regiões de Gestão e Municípios âncoras do modelo proposto por Jebai (2015).

Fonte: Jebai (2015).

A figura 122 apresenta o valor que cada usina teria que processar por dia, mês e ano de resíduos sólidos recicláveis de acordo com o modelo apresentado. A região de gestão 1 teria que processar $52,7 \text{ t dia}^{-1}$ ($1.580,22 \text{ t mês}^{-1}$ ou $19.226,02 \text{ t ano}^{-1}$), tendo o município com maior geração Cascavel, com $44,50 \text{ t dia}^{-1}$ de geração de resíduos recicláveis. A região 2 teria que processar $15,57 \text{ t dia}^{-1}$ ($467,15 \text{ t mês}^{-1}$ ou $5.683,70 \text{ t ano}^{-1}$) de recicláveis, tendo o município com maior geração Assis Chateaubriand, com $4,85 \text{ t dia}^{-1}$. A região 3 teria que processar $44,47 \text{ t dia}^{-1}$ ($1.333,99 \text{ t mês}^{-1}$ ou $16.230,18 \text{ t ano}^{-1}$), sendo que o município com maior geração de resíduos é Toledo com $18,83 \text{ t dia}^{-1}$. A região 4 teria que processar $13,14 \text{ t dia}^{-1}$ ($394,11 \text{ t mês}^{-1}$ ou $4.794,96 \text{ t ano}^{-1}$), sendo que o município com maior geração de recicláveis é Matelândia com $2,47 \text{ t dia}^{-1}$. A região 5 do Iguaçu teria que processar $58,73 \text{ t dia}^{-1}$ ($1.762,05 \text{ t mês}^{-1}$ ou $21.438,25 \text{ t ano}^{-1}$), sendo o município com maior geração de recicláveis, Foz do Iguaçu, com $37,62 \text{ t dia}^{-1}$.

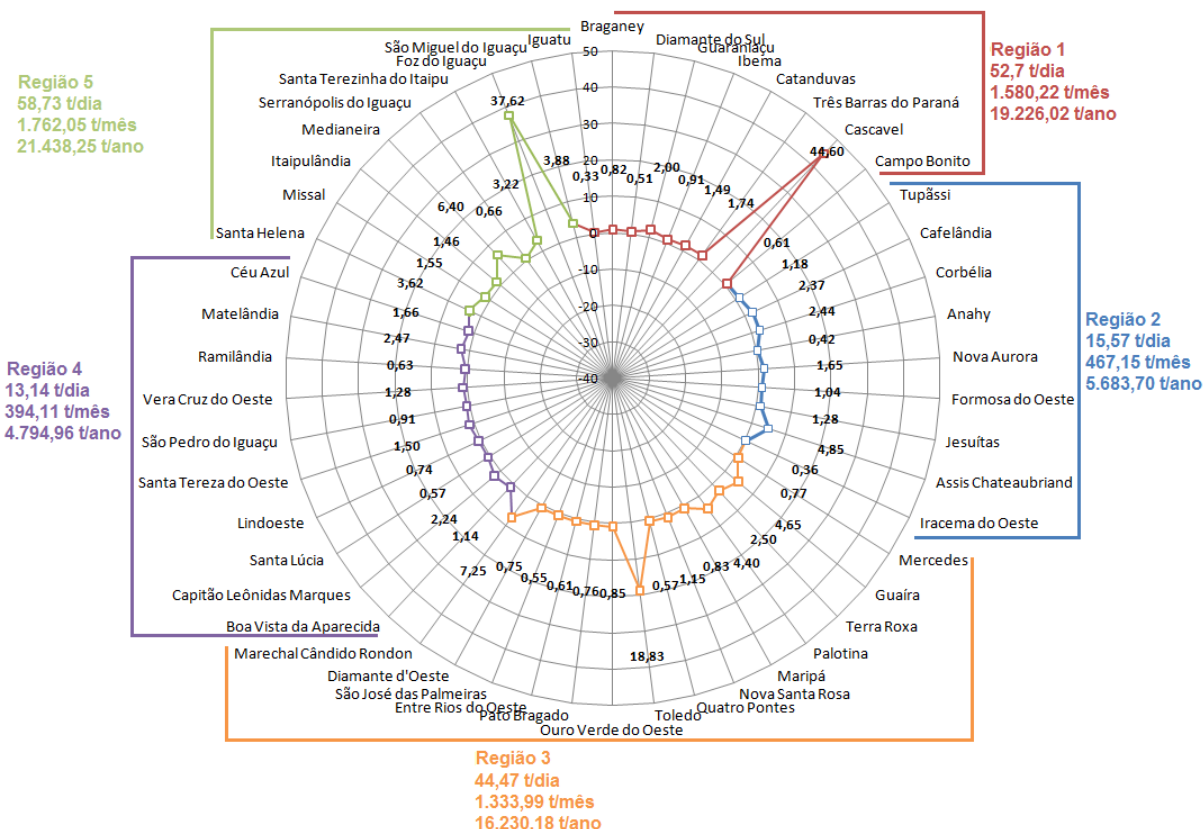


Figura 122. Potencial de geração dos 50 municípios em $t \text{ dia}^{-1}$ e das regiões de gestão de resíduos recicláveis em $t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$.

Na tabela 27 é apresentado o potencial de geração de resíduos recicláveis em cada região de processamento em $t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$, onde a região de 5 possui o maior potencial de geração de $1.762,05 t \text{ mês}^{-1}$ e a região de 4 possui o menor potencial de geração entre as cinco regiões de $394,11 t \text{ mês}^{-1}$.

Tabela 27. Potencial de geração de recicláveis nas cinco regiões de gestão.

Região	Potencial de geração de resíduos recicláveis		
	t/dia	t/mês	t/ano
Região 1	52,7	1.580,22	19.226,02
Região 2	15,57	467,15	5.683,70
Região 3	44,47	1.333,99	16.230,18
Região 4	13,14	394,11	4.794,96
Região 5	58,73	1.762,05	21.438,25

Este modelo de gestão dividido em cinco regiões acaba se tornando desproporcional para os resíduos recicláveis, não justificando a instalação de uma usina de reciclagem em cada região. Com isso, na figura 123 é apresentado este modelo reformulado, proposto neste trabalho, para poder atender a necessidade dos municípios da região Oeste do Paraná, por meio de consórcios intermunicipais. Neste modelo, são consideradas três regiões de gestão, cada qual com um município âncora: Guaíra, Cascavel e Foz do Iguaçu.

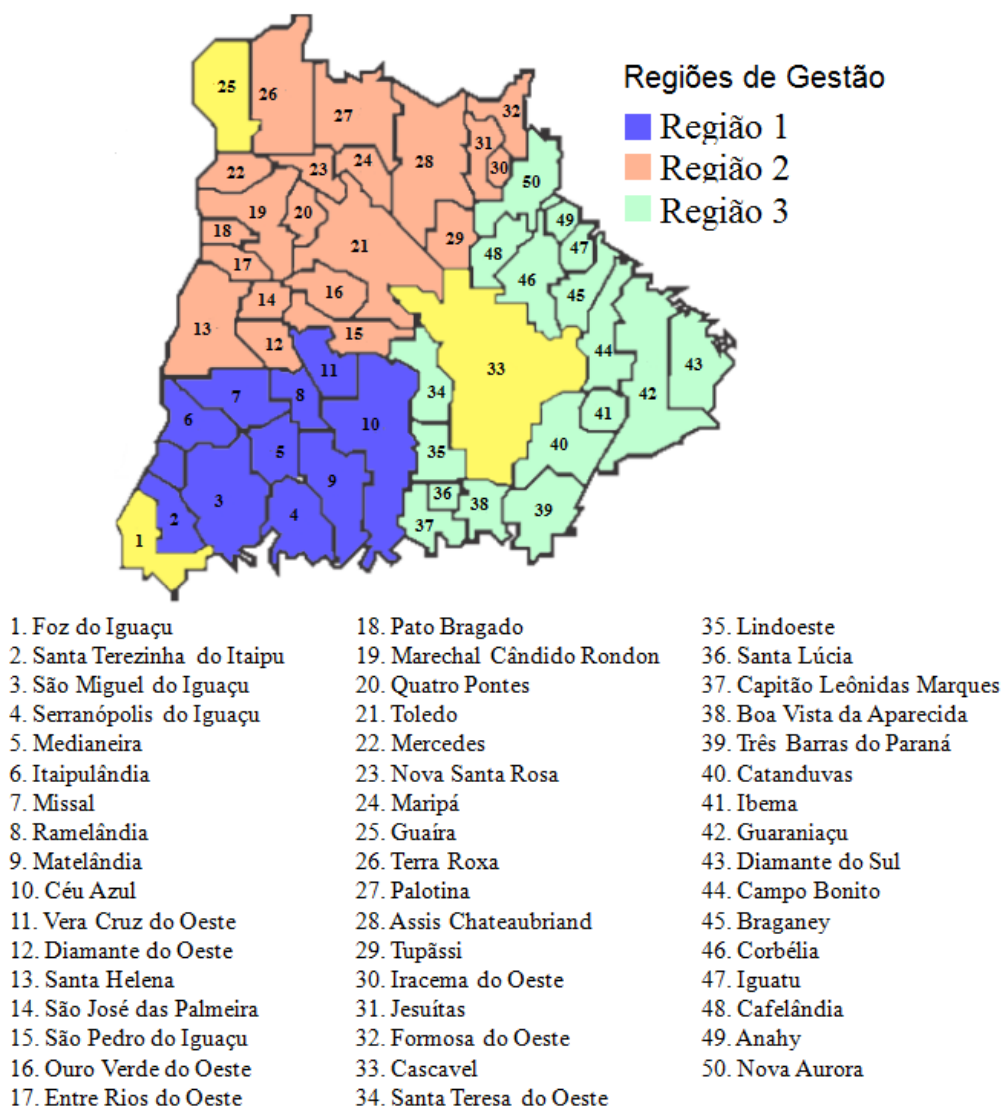


Figura 123. Regiões de Gestão e seus respectivos municípios âncoras.

Na figura 124 é apresentado o potencial de geração de resíduos recicláveis, de acordo com modelo de gestão proposto, em cada usina das três regiões. A usina de processamento da região 1 seria responsável por processar $60,82 \text{ t dia}^{-1}$ ($1.824,74 \text{ t mês}^{-1}$ ou $22.201,03 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos recicláveis. A usina de

processamento da região 2 seria responsável por processar $57,71 \text{ t dia}^{-1}$ ($1.731,26 \text{ t mês}^{-1}$ ou $21.063,61 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos recicláveis. A usina de processamento da região 3 seria responsável por processar $66,05 \text{ t dia}^{-1}$ ($1.981,51 \text{ t mês}^{-1}$ ou $24.108,47 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos recicláveis.

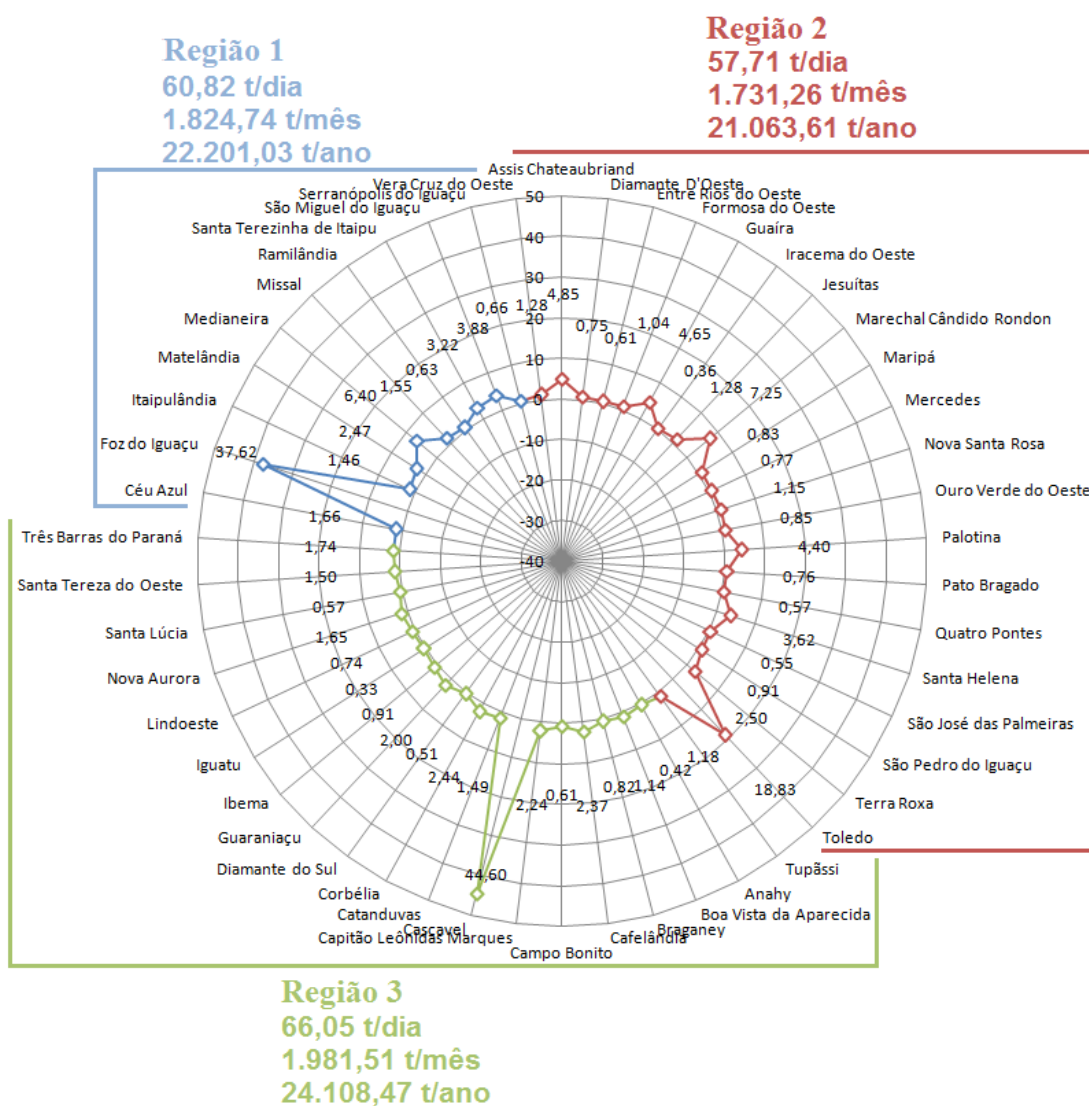


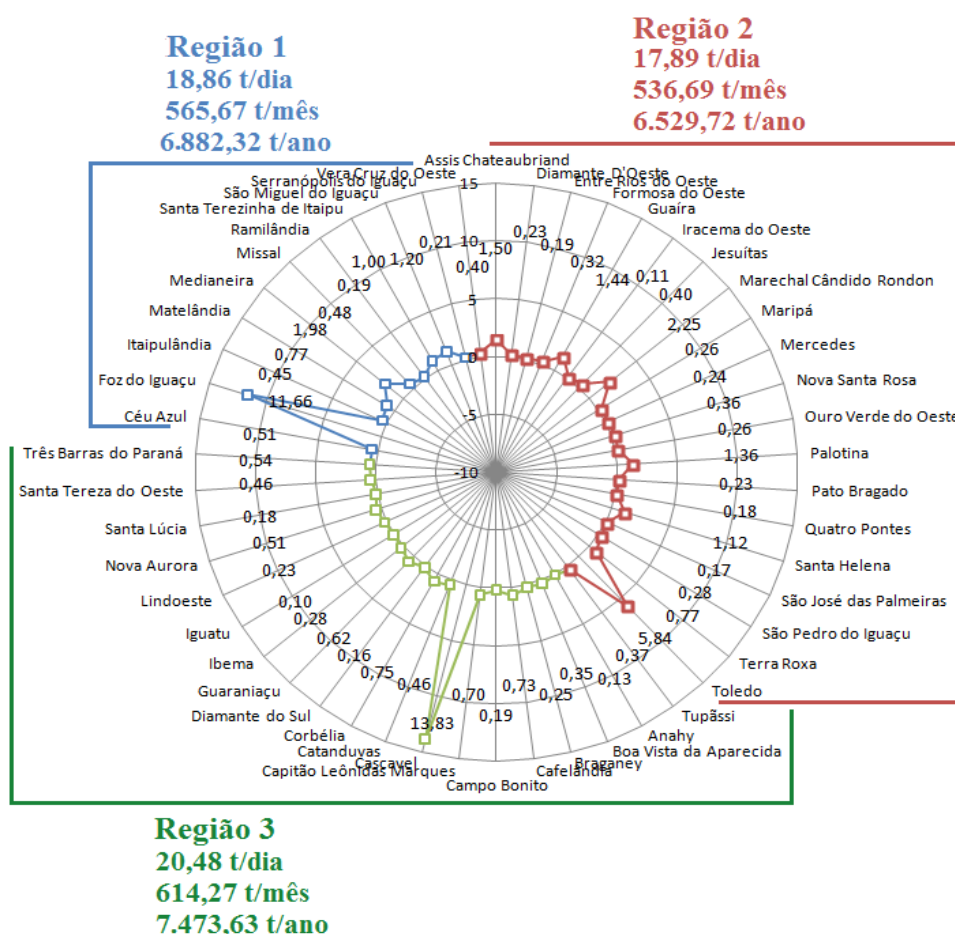
Figura 124. Potencial de geração dos 50 municípios em t dia^{-1} e das regiões de gestão de resíduos recicláveis em t dia^{-1} , t mês^{-1} e t ano^{-1} .

Na Tabela 28 são apresentados os valores referentes ao potencial de geração de resíduos recicláveis em t dia^{-1} , t mês^{-1} e t ano^{-1} , sendo estes os valores que cada usina de processamento presentes nas três regiões de gestão seria responsável pelo processamento. A região 3 seria responsável por processar o maior valor de resíduos recicláveis, seguido pela região 1 e pela região 2, $1.981,51 \text{ t mês}^{-1}$, $1.824,74 \text{ t mês}^{-1}$ e $1.731,26 \text{ t mês}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 28. Potencial de geração de recicláveis nas três regiões de gestão.

Região	Potencial de geração de resíduos recicláveis		
	t/dia	t/mês	t/ano
Região 1	60,82	1.824,74	22.201,03
Região 2	57,71	1.731,26	21.063,61
Região 3	66,05	1.981,51	24.108,47

Na figura 125 é apresentado o potencial de produção de resíduos recicláveis do tipo enlatados de cada município da região oeste do Paraná em $t \text{ dia}^{-1}$. A usina de processamento da região 1 seria responsável por processar $18,86 t \text{ dia}^{-1}$ ($565,67 t \text{ mês}^{-1}$ ou $6.882,32 t \text{ ano}^{-1}$) de resíduos do tipo enlatados. A usina de processamento da região 2 seria responsável por processar $17,89 t \text{ dia}^{-1}$ ($536,69 t \text{ mês}^{-1}$ ou $6.529,72 t \text{ ano}^{-1}$) de resíduos do tipo enlatados. A usina da região 3 seria responsável por processar $20,48 t \text{ dia}^{-1}$ ($614,27 t \text{ mês}^{-1}$ ou $7.473,63 t \text{ ano}^{-1}$) de resíduos do tipo enlatados.

**Figura 125.** Potencial de geração de resíduos do tipo enlatados na região oeste ($t \text{ dia}^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t \text{ dia}^{-1}$, $t \text{ mês}^{-1}$ e $t \text{ ano}^{-1}$).

Na figura 126 é apresentado o potencial de produção de resíduos recicláveis do tipo poliestireno expandido de cada município da região oeste do Paraná em $t\ dia^{-1}$. A usina de processamento da região 1 seria responsável por processar $4,26\ t\ dia^{-1}$ ($127,73\ t\ mês^{-1}$ ou $1.554,07\ t\ ano^{-1}$) de resíduos do tipo poliestireno expandido. A usina de processamento da região 2 seria responsável por processar $4,04\ t\ dia^{-1}$ ($121,19\ t\ mês^{-1}$ ou $1.474,45\ t\ ano^{-1}$) de resíduos do tipo poliestireno expandido. A usina da região 3 seria responsável por processar $4,62\ t\ dia^{-1}$ ($138,71\ t\ mês^{-1}$ ou $1.687,59\ t\ ano^{-1}$) de resíduos do tipo poliestireno expandido.

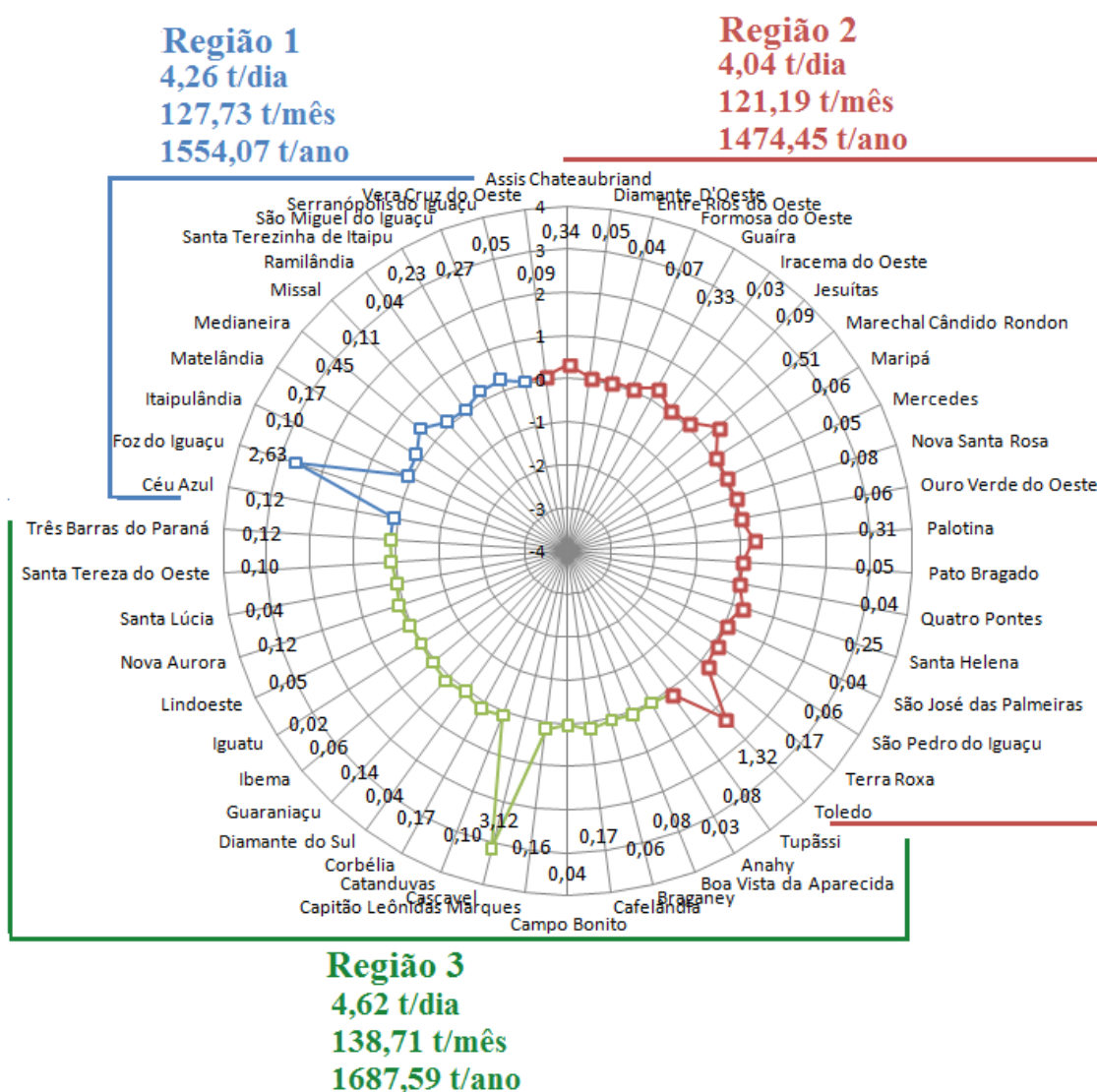


Figura 126. Potencial de geração de resíduos do tipo poliestireno expandido na região oeste ($t\ dia^{-1}$) e nas regiões de gestão ($t\ dia^{-1}$, $t\ mês^{-1}$ e $t\ ano^{-1}$).

Na figura 127 é apresentado o potencial de produção de resíduos recicláveis do tipo PET de cada município da região oeste do Paraná em $t\ dia^{-1}$. A usina de

processamento da região 1 seria responsável por processar $6,08 \text{ t dia}^{-1}$ ($182,47 \text{ t mês}^{-1}$ ou $2.220,10 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo PET. A usina de processamento da região 2 seria responsável por processar $5,77 \text{ t dia}^{-1}$ ($173,13 \text{ t mês}^{-1}$ ou $2.106,36 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo PET. A usina da região 3 seria responsável por processar $6,61 \text{ t dia}^{-1}$ ($198,15 \text{ t mês}^{-1}$ ou $2.410,85 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo PET.

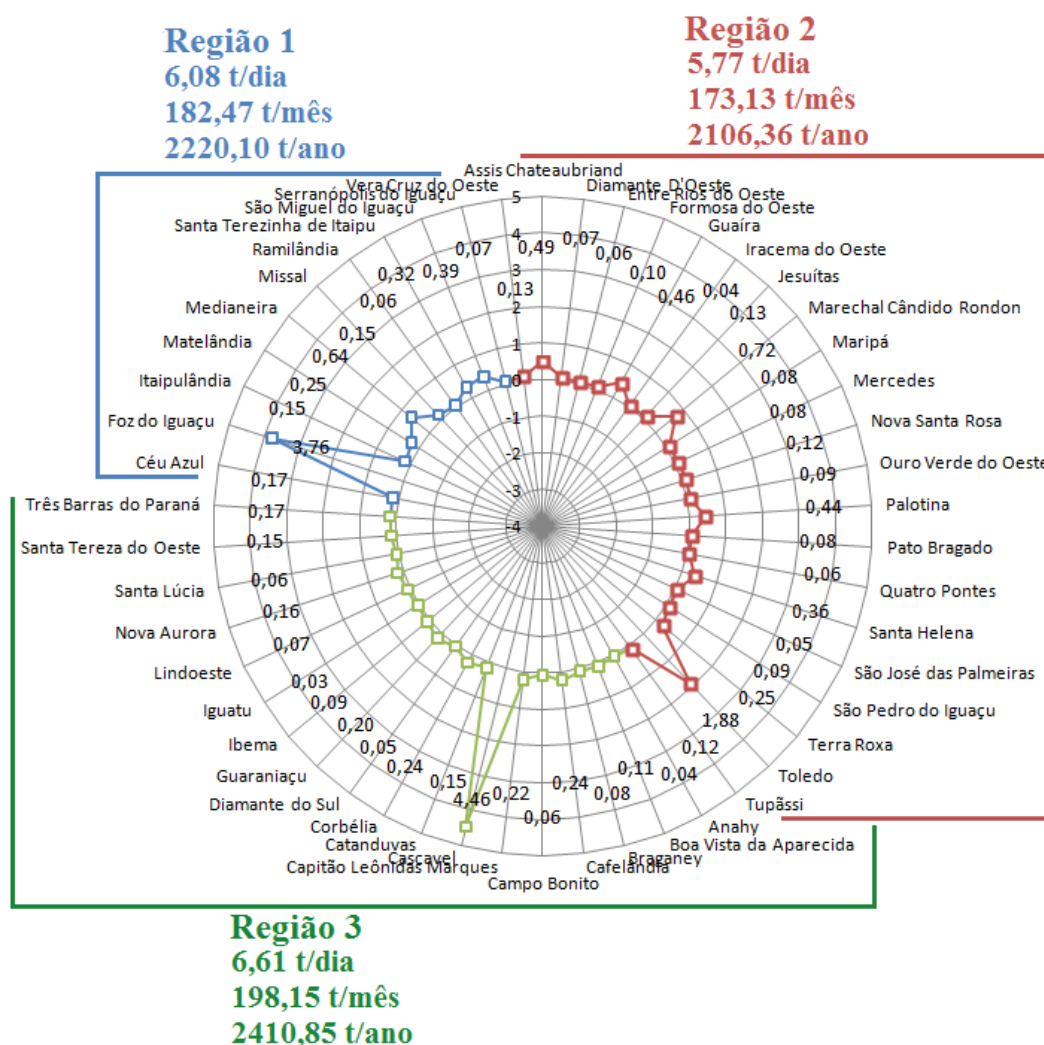


Figura 127. Potencial de geração de resíduos do tipo PET na região oeste (t dia^{-1}) e nas regiões de gestão (t dia^{-1} , t mês^{-1} e t ano^{-1}).

Na figura 128 é apresentado o potencial de produção de resíduos recicláveis do tipo polímeros de cada município da região oeste do Paraná em t dia^{-1} . A usina de processamento da região 1 seria responsável por processar $7,30 \text{ t dia}^{-1}$ ($218,97 \text{ t mês}^{-1}$ ou $2.664,12 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo polímeros. A usina de processamento da região 2 seria responsável por processar $6,93 \text{ t dia}^{-1}$ ($207,75 \text{ t mês}^{-1}$ ou $2.527,63 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo polímeros. A usina da região 3 seria

responsável por processar $7,93 \text{ t dia}^{-1}$ ($237,78 \text{ t mês}^{-1}$ ou $2.893,02 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo polímeros.

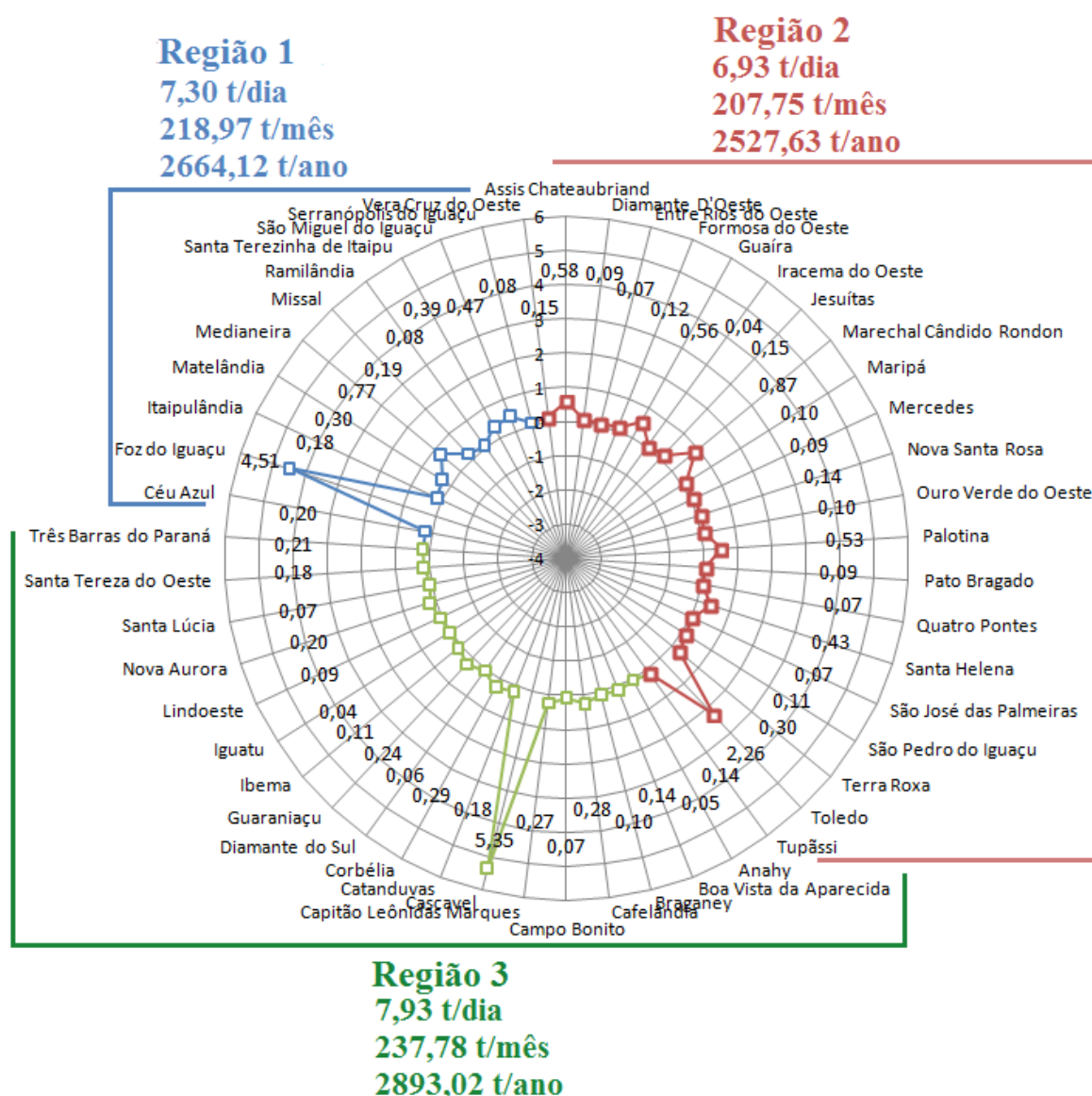


Figura 128. Potencial de geração de resíduos do tipo polímeros na região oeste (t dia^{-1}) e nas regiões de gestão (t dia^{-1} , t mês^{-1} e t ano^{-1}).

Na figura 129 é apresentado o potencial de produção de resíduos recicláveis do tipo papelão de cada município da região oeste do Paraná em t dia^{-1} . A usina de processamento da região 1 seria responsável por processar $5,47 \text{ t dia}^{-1}$ ($164,23 \text{ t mês}^{-1}$ ou $1.998,09 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo papelão. A usina de processamento da região 2 seria responsável por processar $5,19 \text{ t dia}^{-1}$ ($155,81 \text{ t mês}^{-1}$ ou $1.895,72 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo papelão. A usina da região 3 seria responsável

por processar $5,94 \text{ t dia}^{-1}$ ($178,34 \text{ t mês}^{-1}$ ou $2.169,76 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo papelão.

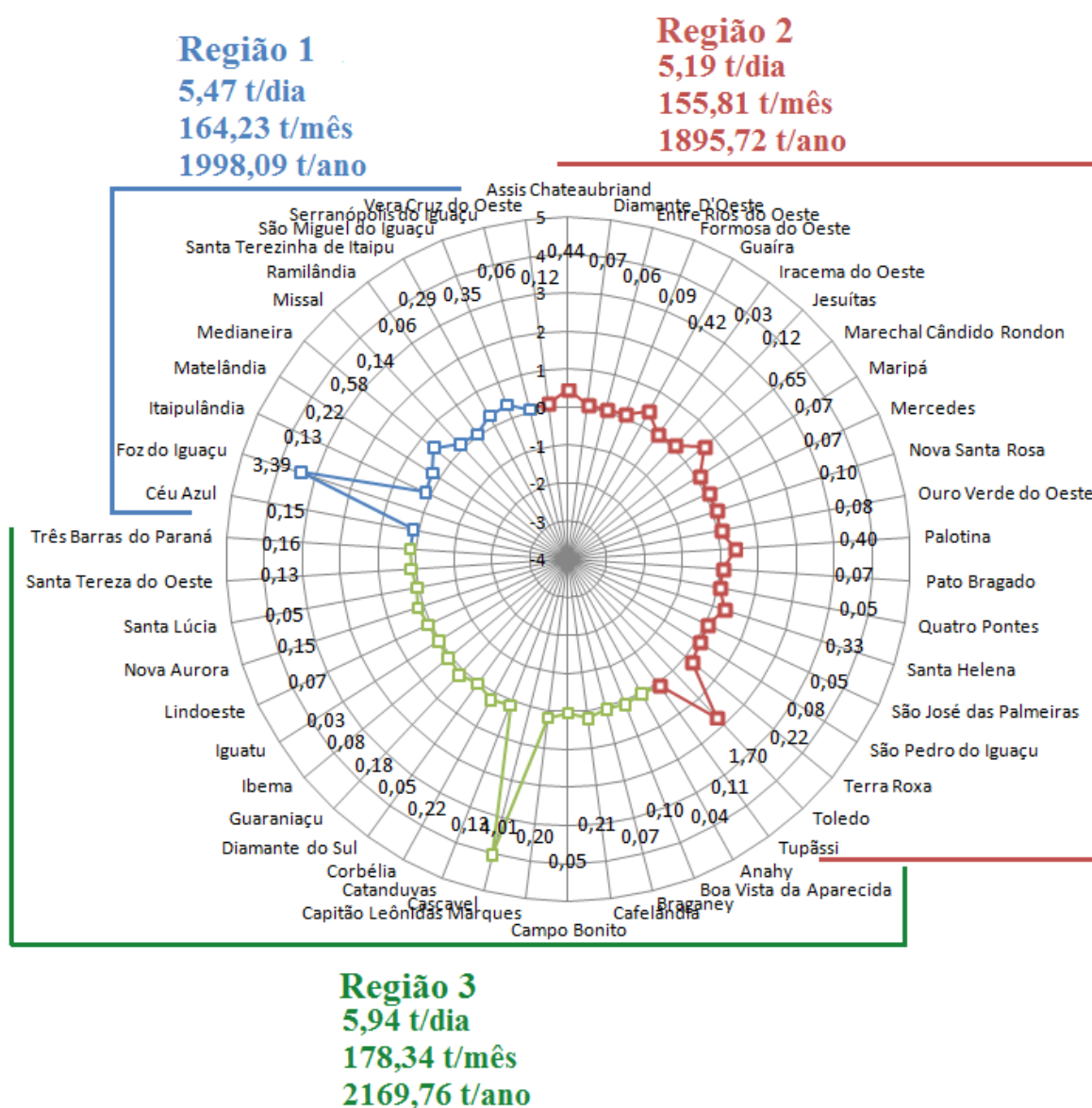


Figura 129. Potencial de geração de resíduos do tipo papelão na região oeste (t dia^{-1}) e nas regiões de gestão (t dia^{-1} , t mês^{-1} e t ano^{-1}).

Na figura 130 é apresentado o potencial de produção de resíduos recicláveis do tipo embalagem cartonada de cada município da região oeste do Paraná em t dia^{-1} . A usina de processamento da região 1 seria responsável por processar $4,87 \text{ t dia}^{-1}$ ($145,98 \text{ t mês}^{-1}$ ou $1.776,08 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo embalagem cartonada. A usina de processamento da região 2 seria responsável por processar $4,62 \text{ t dia}^{-1}$ ($138,50 \text{ t mês}^{-1}$ ou $1.685,09 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo embalagem cartonada. A

usina da região 3 seria responsável por processar $5,28 \text{ t dia}^{-1}$ ($158,52 \text{ t mês}^{-1}$ ou $1.928,68 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo embalagem cartonada.

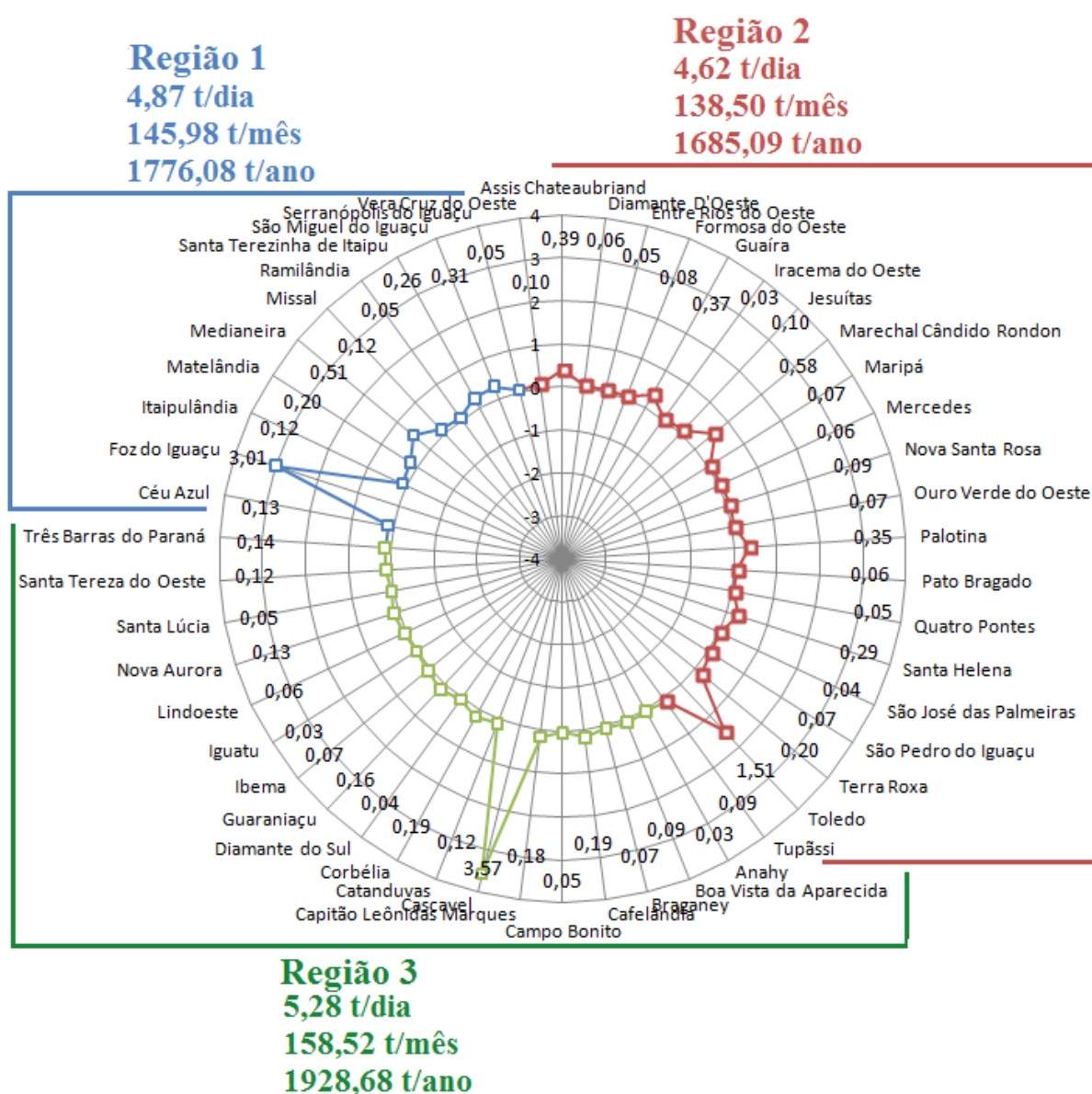


Figura 130. Potencial de geração de resíduos do tipo embalagem cartonada na região oeste (t dia^{-1}) e nas regiões de gestão (t dia^{-1} , t mês^{-1} e t ano^{-1}).

Na figura 131 é apresentado o potencial de produção de resíduos recicláveis do tipo vidro de cada município da região oeste do Paraná em t dia^{-1} . A usina de processamento da região 1 seria responsável por processar $13,99 \text{ t dia}^{-1}$ ($419,69 \text{ t mês}^{-1}$ ou $5.106,24 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo vidro. A usina de processamento da região 2 seria responsável por processar $13,27 \text{ t dia}^{-1}$ ($398,19 \text{ t mês}^{-1}$ ou $4.844,63 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo vidro. A usina da região 3 seria responsável por

processar $15,19 \text{ t dia}^{-1}$ ($455,75 \text{ t mês}^{-1}$ ou $5.544,95 \text{ t ano}^{-1}$) de resíduos do tipo vidro.

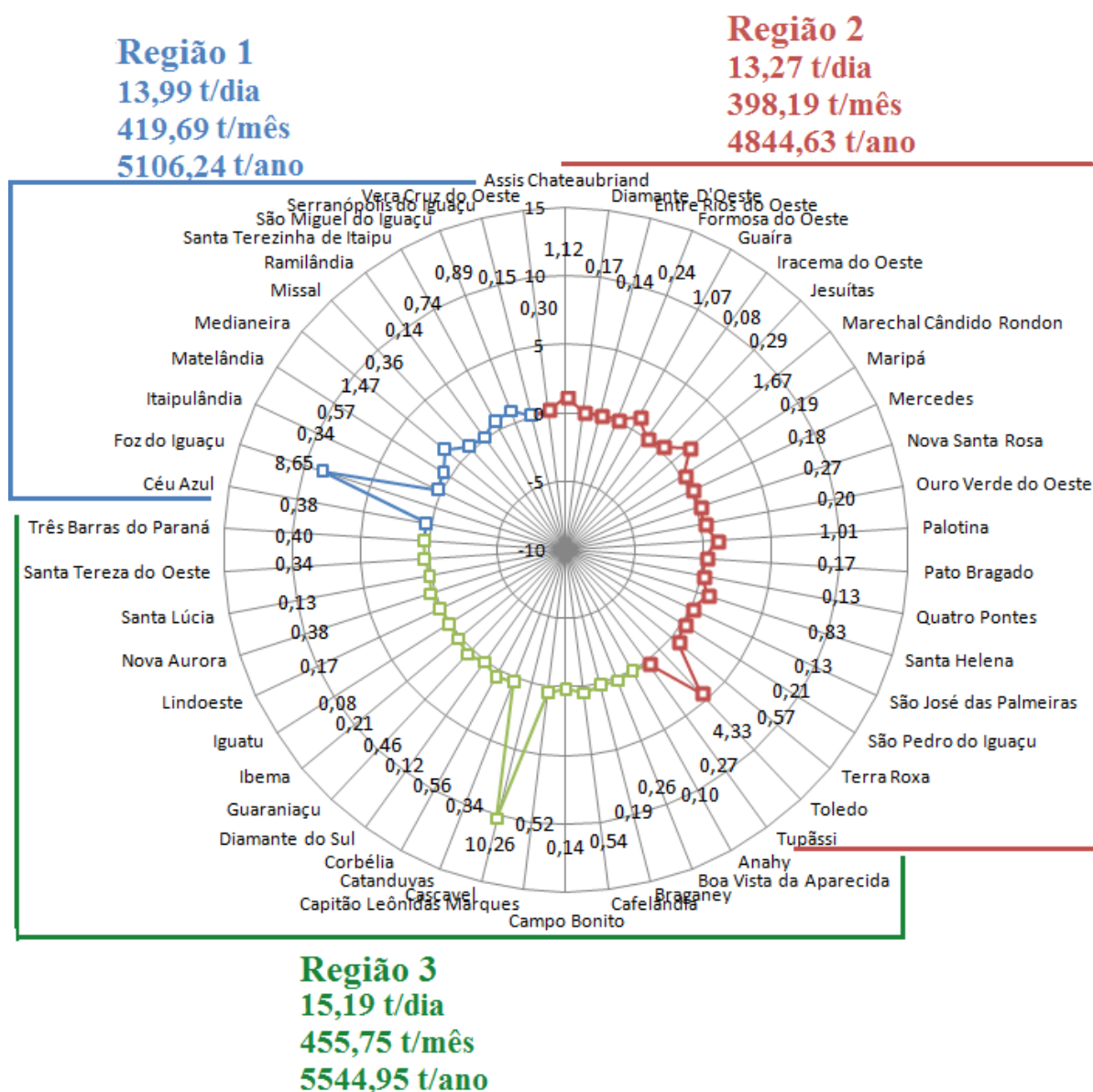


Figura 131. Potencial de geração de resíduos do tipo vidro na região oeste (t dia^{-1}) e nas regiões de gestão (t dia^{-1} , t mês^{-1} e t ano^{-1}).

Na figura 132 é apresentado o cenário de gestão dos resultados obtidos por meio do modelo de gestão proposto. O centro de processamento da região 1 seria responsável por processar $60,82 \text{ t dia}^{-1}$ de resíduos recicláveis. O centro de processamento da região 2 seria responsável por processar $57,71 \text{ t dia}^{-1}$ de resíduos recicláveis. Por fim, o centro de processamento da região 3 seria responsável por processar $66,05 \text{ t dia}^{-1}$ de resíduos sólidos recicláveis. Neste cenário, há entrada de matéria-prima, insumo, implementos e complementos,

geração de resíduos sólidos, gasosos e líquidos e a geração de produto de valor agregado.

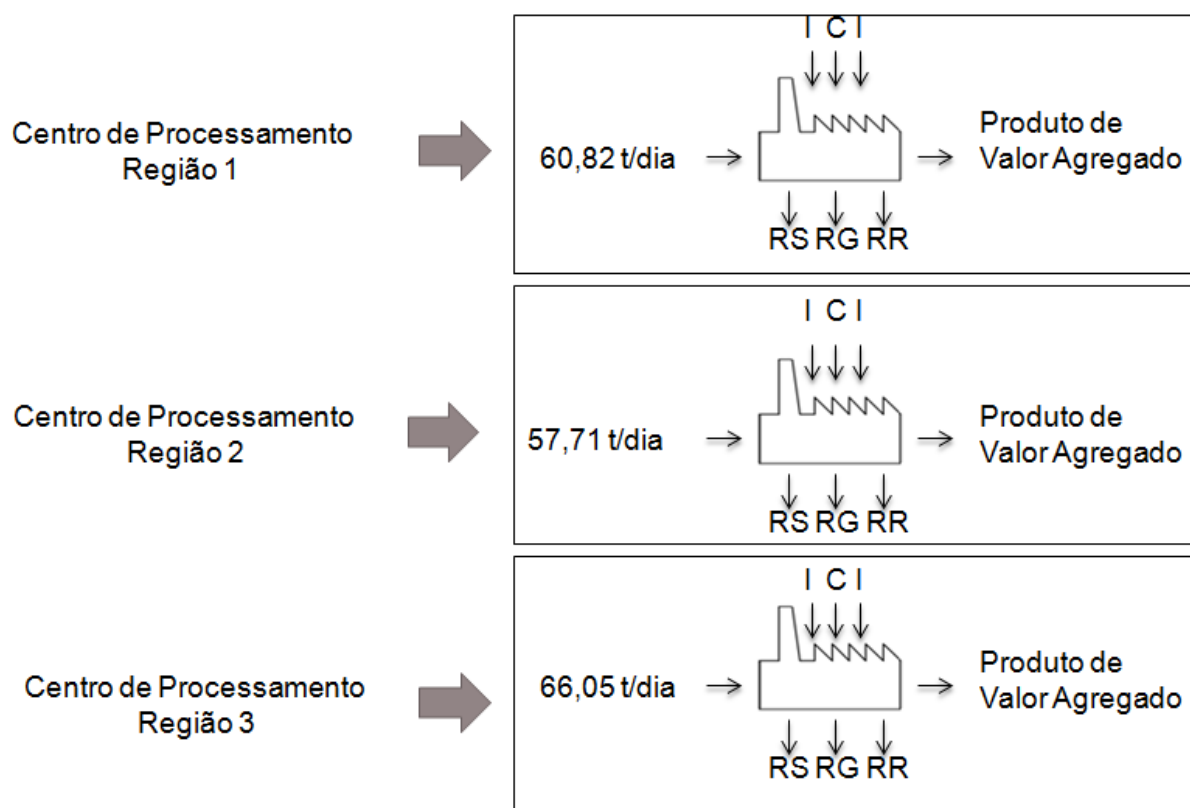


Figura 132. Análise dos Cenários de Gestão no Modelo Proposto.

No esquema da Figura 134 se apresenta o resultado consolidados das capacidades de processamento das usinas, assim para o caso da Região Oeste do Paraná, a capacidade da usina de processamento para enlatados teria que ser de 57,23 t dia⁻¹, de poliestireno expandido teria que ser de 12,92 t dia⁻¹, de PET teria que ser de 18,46 t dia⁻¹, de polímeros teria que ser 22,16 t dia⁻¹, de papelão teria que ser 16,60 t dia⁻¹, de embalagem cartonada teria que ser de 14,77 t dia⁻¹ e de vidro teria que ser de 42,45 t dia⁻¹.

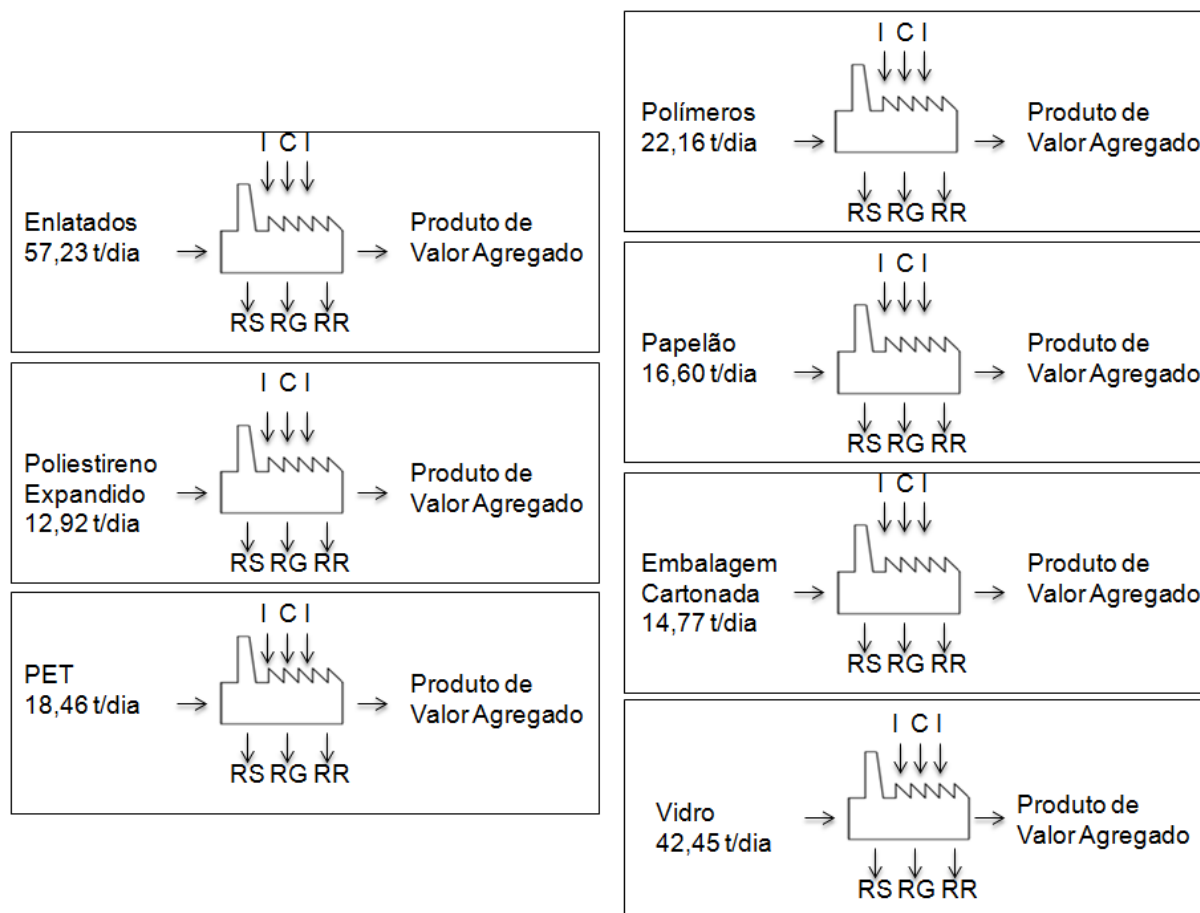


Figura 133. Análise do Cenário Detalhado de Gestão no Modelo Proposto.

3.6. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO PONTO DE VISTA SOCIAL, ECONÔMICO E AMBIENTAL

O aproveitamento de resíduos sólidos recicláveis apresenta diversos impactos positivos, visto que seu aproveitamento diminui a demanda por recursos naturais, já que o produto obtido do aproveitamento é a matéria-prima, sendo comercializada e reinserida na cadeia produtiva, podendo ser aproveitada em diversos ciclos e em diversos setores do mercado. O alumínio e o vidro, por exemplo, se descartados no meio ambiente, demoram anos para se decompor. Em um processo de aproveitamento, eles podem ser utilizados novamente para a produção do mesmo produto em que era utilizado. Outros materiais recicláveis podem ser reaproveitados para a produção de diversos itens, como telhas, papel ondulado, itens para a construção civil, concreto livre para a construção civil, entre outros.

Para a implantação de um novo modelo de gestão, é necessário conhecer o mercado, os preços envolvidos, as tecnologias utilizadas, entre outros fatores. A

indústria da reciclagem transforma agentes que seriam fonte de impactos ambientais negativos, em agentes com um novo propósito, diminuindo o uso de aterros, evitando a disposição de resíduos em lixões, valas, rios, córregos e outros lugares, que acabam contaminando tanto recursos hídricos, quanto solo e o ar. Com o aproveitamento destes resíduos, há economia e geração de energia, obtenção de matéria prima e diminuição da contaminação ambiental.

A implantação de centros de gestão visando o aproveitamento dos resíduos recicláveis tem o potencial de geração de empregos, transformando-se numa fonte de renda. O retorno econômico advindo do gerenciamento dos resíduos poderia ser utilizado em programas sociais ou em retorno para a população que auxiliasse neste processo, como forma de incentivo econômico.

Mas para isso, consórcios intermunicipais são necessários, pois como visto a quantidade de produção de resíduos em determinados município não é viável para a instalação de uma usina de processamento, pois é necessário aproveitar o seu potencial e capacidade máximos para que ocorra o retorno esperado. Por isso, municípios âncoras são necessários nos centros de gestão, pois são localizados estrategicamente, de acordo com a logística dos municípios, para viabilizar o transporte e a comercialização destes resíduos recicláveis.

Para isso, utiliza-se um instrumento listado na Política Nacional de Resíduos Sólidos, que visa a adoção de consórcios intermunicipais: “XIX - 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” (BRASIL, 2010, p. 5).

Neste cenário, a implantação do modelo de gestão proposto, traria maior credibilidade aos municípios integrantes, visto que começaria atender as prioridades preconizadas pelas políticas públicas voltadas ao meio ambiente, que visam reduzir o consumo de recursos naturais, aumentar o aproveitamento dos resíduos e recuperar energia, gerando lucros econômicos, sociais e ambientais.

Na tabela 22 é apresentado os resultados obtidos neste estudo do cenário do potencial de valoração econômica dos resíduos recicláveis na região Oeste do Paraná. Pode-se observar que o potencial econômico por dia na região oeste é R\$ 235.753,40, em média. Considerando-se que apenas 2% dos resíduos recicláveis são aproveitados nos modelos de gestão atuais, a valoração econômica

hoje em dia é em média R\$ 4.715,05, perdendo uma média potencial de R\$ 231.038,35.

Tabela 29. Cenário do potencial da valoração econômica de resíduos recicláveis na região Oeste do Paraná.

Resíduos	Preço kg	t/dia	t/mês	Expectativa valoração econômica por dia	Expectativa valoração econômica por mês
Enlatados	R\$ 3,30	57,22	1716,60	R\$ 188.826,00	R\$ 5.664.780,00
Poliestireno Expandido	R\$ 0,35	12,92	387,60	R\$ 4.522,00	R\$ 135.660,00
PET	R\$ 1,00	18,46	553,80	R\$ 18.460,00	R\$ 553.800,00
Polímeros	R\$ 0,50	22,16	664,80	R\$ 11.080,00	R\$ 332.400,00
Papelão	R\$ 0,45	16,61	498,30	R\$ 7.474,50	R\$ 224.235,00
Embalagem Cartonada	R\$ 0,25	14,77	443,10	R\$ 3.692,50	R\$ 110.775,00
Vidro	R\$ 0,04	42,46	1273,80	R\$ 1.698,40	R\$ 50.952,00
Total				R\$ 235.753,40	R\$ 7.072.602,00

Esses resultados foram estimados apenas pela possibilidade da sua comercialização como matéria prima, sem levar em conta o potencial de agregação de valor.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como toda a atividade se constitui numa fonte geradora de resíduos, o presente trabalho identificou as fontes geradoras e o potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis na Mesorregião Oeste do Paraná, demonstrando a importância de um novo sistema de gestão para o aproveitamento destes resíduos, visto que muitas vezes o sistema atual é ineficiente frente à gestão deste material.

As fontes de geração de recicláveis estão presentes no primeiro, segundo e terceiro setor da economia, apresentando um número total de 40.220 estabelecimentos referentes a estes setores e um número total de 388.739 domicílios.

A mesorregião oeste do Paraná também apresentou potencial de geração de resíduos sólidos recicláveis de 184,60 tonelada por dia (5.537,52 tonelada por mês ou 67.373,12 tonelada por ano). O potencial de geração de resíduos recicláveis do tipo enlatados foi de 57,22 tonelada por dia, de poliestireno expandido foi de 12,92 tonelada por dia, de PET foi de 18,46 t tonelada por dia, de polímeros foi de 22,16 tonelada por dia, de papelão foi de 16,61 tonelada por dia, de embalagem cartonada foi de 14,77 tonelada por dia e de vidro foi de 42,46 tonelada por dia.

O acesso a dados sobre valoração de resíduos recicláveis na Região Oeste do Paraná ainda é limitado e pouco divulgado, sendo que apenas sete municípios disponibilizaram dados referentes a esta etapa. Dentre os municípios apresentados, o município de Santa Terezinha do Itaipu apresentou valores superiores aos demais municípios.

Tecnologias, métodos e processos para o aproveitamento de resíduos sólidos recicláveis não são amplas, porém a Universidade Estadual do Oeste do Paraná possui iniciativas de tecnologias que visam o aproveitamento de resíduos.

A partir disso, o modelo de gestão proposto atenderia a região Oeste do Paraná e os centros de gestão de processamento de resíduos recicláveis seriam divididos em três regiões, considerando o arranjo logístico. A região 1 teria que processar 60,82 tonelada por dia, a região 2 teria que processar 57,71 tonelada por dia e a região 3 teria que processar tonelada por dia de resíduos recicláveis.

Assim, conforme as tecnologias utilizadas, inúmeros benefícios contemplaram a economia, o meio ambiente e a sociedade, minimizando impactos e gerando renda e empregos para a sociedade.

Por fim, espera-se que os resultados deste trabalho auxiliem no processo de implantação de modelos alternativos de gestão dos resíduos recicláveis, para que estes deixem de ser considerados apenas como problema, e comecem a ser considerados como oportunidade, tornando-se fonte de matéria-prima, de energia e de renda.

Como sugestão para trabalhos futuros, torna-se interessante o estudo de aspectos sobre investimentos, transporte e a implantação do modelo de gestão proposto no presente estudo, de forma a complementar e auxiliar o trabalho realizado.

5. REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia. NBR 13.230/2008. São Paulo, 2008. 8 p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Resíduos Sólidos – Classificação*. NBR 10.004/2004. Rio de Janeiro, 2004. 71 p. Disponível em: <<http://www.videverde.com.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>>. Acesso em: 16/05/2016.

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 01/02/2017.

ALENCAR, J. C. **DIAGNÓSTICO E INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE IMPERATRIZ-MA**. 2013. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, Santa Cruz do Sul, 2013. Disponível em: <http://ftp.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/dissertacao_alencar-versao_final.pdf>. Acesso em: 28/08/2015.

BIANCO, T. S. Del. 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 Econômico) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 Ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 17/05/2016.

CAMPOS, L. M. S.; GUIMARÃES, R. D.; VIEIRA, R.; REIS, D. M. A RECICLAGEM COMO EMPREENDEDORISMO: FONTE DE TRANSFORMAÇÃO SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, Campo Limpo Paulista, v.2, n.2, p.3-15, 2009. Disponível em: <<http://www.faccamp.br/ojs/index.php/RMPE/article/view/47/37>>. Acesso em: 29/08/2015.

CUNHA, A. N. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL ANÁLISE DE USINAS DE RECICLAGEM. 2007. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000437236>>. Acesso em: 18/05/2016.

GONÇALVES, B. B.; DIAS, J. F. Resíduos Domiciliares Recicláveis: Prospecção para cidades de médio porte. **Observatorium**, v. I, p. 84-104, 2009. Disponível em:

<<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/1edicao/RESIDUOSDOMICILIARESRECICLAVEIS.pdf>>. Acesso em: 28/08/2015.

IAP. 2013. RELATÓRIO DA SITUAÇÃO DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DO PARANÁ 2012. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2015*. 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 22/01/2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008*. IBGE: Rio de Janeiro, 2008.

JARDIM, N. S. et al. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo, SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: CEMPRE, 1995, 1ª ed. 278 p.

JEBAL, G. T. **Estudo do potencial de geração de rejeitos sólidos na mesorregião Oeste do Paraná e prospecção tecnológica para o seu aproveitamento sustentável**. 2015, 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2015.

KESKISAARI, A.; KÄRKI, T. Raw material potential of recyclable materials for fiber composites: a review study. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, p. 1-8, mai 2016. Disponível em: <http://download.springer.com/static/pdf/859/art%253A10.1007%252Fs10163-016-0511-2.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%252Fs10163-016-0511-2&token2=exp=1466036645~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F859%2Fart%25253A10.1007%25252Fs10163-016-0511-2.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs10163-016-0511-2*~hmac=84278427d87a26a203a124bf3785c655597236c55227051b926eb8ca56366f11>. Acesso em: 15/06/2016.

LELIS, M. P. N., NETO, J. T. P. Usinas de reciclagem de lixo: porque não funcionam. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais... João Pessoa: ABES; p. 1-9, 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/brasil/iii-020.pdf>>. Acesso em: 18/05/2016.

LOPES, D. A. R.; AZEVEDO, C. A. P. de; NETO, E. B. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de concretos produzidos com vidro cominuído como agregado fino. **Cerâmica**, n.51, p. 318-324, 2005.

MAGNATERRA, S. P.; PIMENTAL, L. L. Caracterização dos municípios da região metropolitana de Campinas (RMC) quanto a produção e gestão de resíduos de construção e demolição – Cosmópolis, Paulínia, Americana, Nova Odessa e Sumaré. In: XVI Encontro de Iniciação Científica e I Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, 2011, Campinas. In: XVI Encontro de

Iniciação Científica. Campinas: PUC-Campinas, 2011. Disponível em: <https://www.puc-campinas.edu.br/websist/porta/pesquisa/ic/pic2011/resumos/2011826_16228_924970687_resiaP.doc>. Acesso em: 17/05/2016.

MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V.; BONELLI, C. M. C. Meio ambiente, poluição e reciclagem. 1. ed. SP: Edgard Blucher, 2005, 200 p.

MANUAL DE EDUCAÇÃO PARA O CONSUMO SUSTENTÁVEL. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/IDEC, 2005. 160 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 27/10/2015.

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. **Interagir: pensando a extensão**, Rio de Janeiro, n.9, p149-158, jan/jul. 2006.

MOREJON, C. F. M.; LIMA, J. F.; ROCHA, W. F.; POSSA, R. D. New Modelo f municipal solid waste management. *Int. J. Environment and Sustainable Development*, v. 11, n. 3, p. 238-248, 2012.

MOREJON, C. F. M.; LIMA, J. F.; ROCHA, W. F.; POSSA, R. D. Proposta de Novo Modelo de Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. In: 3rd International Advances in Cleaner Production, São Paulo – SP. 2011. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5b/6/morejon_cfm%20-%20paper%20-%205b6.pdf>. Acesso em: 16/05/2016.

Oliveira, L. S. de. REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ISOPOR) EM COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS. 2013, 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2013.

OLIVEIRA, M. da S.; OLIVEIRA, B. da S.; VILELA, M. C. da S.; CASTRO, T. A. A. A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA E A RECICLAGEM DO LIXO ORGÂNICO. **REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS DA EDUVALE**. Ano V, N.mero 07, novembro de 2012 – Periodicidade Semestral – ISSN 1806-6283. Disponível em: <<http://www.eduvalesl.edu.br/site/edicao/edicao-87.pdf>>. Acesso em: 11/10/2015.

PARANÁ. Lei nº 12.493, de 22 de Janeiro de 1999. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. **Diário Oficial**. 5 fev. 1999. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/L EIS/LEI_ESTADUAL_12493_DE_01_1999.pdf>. Acesso em: 16/05/2016.

PEDROSO, M. C.; ZWICKER, R. Sustentabilidade na cadeia reversa de suprimentos: um estudo de caso do Projeto Plasma. **Revista de Administração**. São Paulo, v.42, n.4, p.414-430, out./nov./dez. 2007.

PINTO-COELHO, R. M. Reciclagem e Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Belo Horizonte, MG: RECÓLEO - Coleta e Reciclagem de Óleos Vegetais Editora, 2009, v. 1. 340 p.

PONTES, J. R. M. ; CARDOSO, P. A. . **Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo em Vila Velha**: Viabilidade Econômica e a Incorporação de Benefícios Sociais e Ambientais. In: ENEGEP, 2006, Fortaleza. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2006_TR520346_8490.pdf>. Acesso em: 29/08/2015.

SAX, L. Polyethylene terephthalate may yield endocrine disruptors. **Environ Health Perspect**, v.118, n. 4, p. 445-448, 2010.

SEBRAE - MS. Gestão de resíduos sólidos: uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas. São Paulo: Instituto Envolverde: Ruschel & Associados, 2012.

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ – SEMA. Kit Resíduos – Desperdício Zero – Programa da Secretaria Estadual do Paraná. 60 p. 2006.

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ – SEMA. Kit Resíduos – Gerenciamento Integrado de Resíduos (GIR), Coleta Seletiva, Legislação – Programa da Secretaria Estadual do Paraná. 180 p. 2006.

SHITZUKA, R.; ROSSETI JR, H.; SHITZUKA, D. M.; SHITZUKA, C. D. W. M.; SHITZUKA, R. I. C. M. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A CONSCIENTIZAÇÃO DA SOCIEDADE NO TRATAMENTO DO LIXO. **Centro Científico Conhecer - ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, vol.5, n.8, p. 9, 2009. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2009B/EDUCACAO.pdf>>. Acesso em: 11/10/2015.

XAVIER, E. P. **Resíduos recicláveis como fator de relevância econômica, financeira e social em municípios paranaenses de pequeno e médio porte**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Tecnologia) - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - Lactec e Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://sistemas.institutoslactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/EzioXavier.pdf>>. Acesso em: 28/08/2015.