

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**RECUPERAÇÃO DE PAPEL E PAPELÃO NA USINA DE TRIAGEM DE LIXO
DE LENÇÓIS PAULISTA - SP**

ESTELITA MARIA GURGEL

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Ciência Florestal

BOTUCATU – SP

Junho-2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**RECUPERAÇÃO DE PAPEL E PAPELÃO NA USINA DE TRIAGEM DE LIXO
DE LENÇÓIS PAULISTA - SP**

ESTELITA MARIA GURGEL

Orientador: Prof.º Dr. Cláudio Angeli Sansígolo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Ciência Florestal

BOTUCATU – SP

Junho-2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

G979r Gurgel, Estelita Maria, 1958-
Recuperação de papel e papelão na usina de triagem de lixo de Lençóis Paulista - SP / Estelita Maria Gurgel. - Botucatu : [s.n.], 2015
xii, 122 f. : ils. color.; fots. color.; grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2015
Orientador: Cláudio Angeli Sansígolo
Inclui bibliografia

1. Resíduos de papel - Reaproveitamento. 2. Resíduos sólidos. 3. Coleta seletiva de lixo. I. Sansígolo, Cláudio Angeli. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

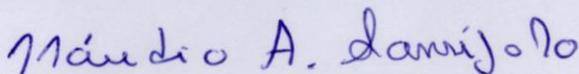
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "RECUPERAÇÃO DE PAPEL E PAPELÃO NA USINA DE TRIAGEM DE LIXO DE LENÇÓIS PAULISTA - SP"

AUTORA: ESTELITA MARIA GURGEL

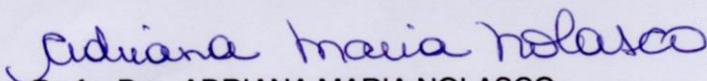
ORIENTADOR: Prof. Dr. CLAUDIO ANGELI SANSIGOLO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM CIÊNCIA FLORESTAL , pela Comissão Examinadora:



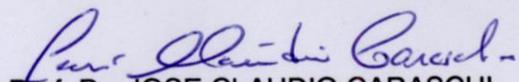
Prof. Dr. CLAUDIO ANGELI SANSIGOLO

Dep de Ciencia Florestal / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu



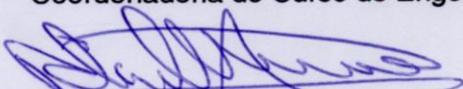
Profa. Dra. ADRIANA MARIA NOLASCO

Ciencias Florestais / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Usp



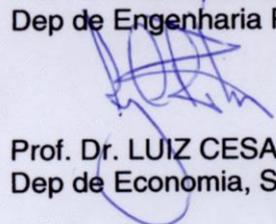
Prof. Dr. JOSE CLAUDIO CARASCHI

Coordenadoria de Curso de Engenharia Industrial / Unidade de Itapeva



Prof. Dr. ALCIDES LOPES LEAO

Dep de Engenharia Rural / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu



Prof. Dr. LUIZ CESAR RIBAS

Dep de Economia, Sociologia e Tecnologia / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu

Data da realização: 27 de maio de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, pela oportunidade e especialmente ao meu orientador, Prof. Dr. Cláudio Angeli Sansígolo, pela valiosa orientação e confiança no meu trabalho. Obrigada, foi um grande aprendizado!

À CAPES, pela concessão da bolsa, sem a qual eu não teria condição financeira de me manter estudando.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Padovani, do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências, que me ajudou a compreender o significado da pesquisa científica e a encontrar o melhor caminho para colocá-la em prática. Aos Profs. Drs. Paulo André de Oliveira e Danilo Simões, da Fatec de Botucatu, que também me ajudaram a procurar esse caminho. Aos Profs. Drs. Maristela Simões do Carmo e Luiz César Ribas, com quem eu pude aprender um pouco sobre Economia. A Prof. Ribas, não poderia deixar de agradecer também pelas importantes observações feitas ao meu trabalho, em sua fase inicial. Ao Prof. Dr. Alcides Lopes Leão pelos palpites e sugestões interessantes e ao seu orientado Matheus, o “Peixe”, pelas informações.

Ao Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia pelo empréstimo da sala na ocasião do meu Exame de Qualificação.

A todos do Departamento de Ciência Florestal, em particular à Liliane e Manoel Lyra pela ajuda nos procedimentos e nas análises de laboratório e, à Rosângela, pela presteza e atenção em todos os momentos em que sua ajuda foi solicitada, com quem pude sempre contar.

A toda a equipe da Biblioteca da FCA, especialmente à Ana Lúcia, a Célia e a Maísa, que com muita gentileza e simpatia sempre me auxiliaram em tudo o que foi preciso, e à equipe da Seção Técnica de Pós-graduação, pelo zelo com a minha documentação.

À Dra Maria Luiza Otero D'Almeida, Responsável pelo Laboratório de Papel e Celulose do IPT, pela gentileza de ter me recebido para uma visita não agendada, pela conversa informal tão proveitosa e esclarecedora e pelo empréstimo de material.

Ao pessoal de Lençóis Paulista, cidade agradável que foi palco deste estudo. Ao meu ex-colega Fabiano, por ter me dado a valiosa dica de conhecer a

Usina de Triagem de Lixo e me encaminhado às pessoas certas. Ao Fábio José Esguícero, responsável pela Usina e ao Benedito Luiz Martins, Diretor de Agricultura e Meio Ambiente dessa cidade, pela ótima recepção, pelas diversas contribuições e por terem facilitado o meu trabalho. À Marilza, presidente da Cooperativa de Reciclagem (COOPRELP), mulher inteligente e sensível, por toda a atenção dispensada, mesmo estando em horário de trabalho; pela colaboração, pelas informações valiosas e histórias interessantes, que me ajudaram a refletir e olhar o mundo sob outra ótica. A todas as mulheres trabalhadoras dessa Cooperativa, igualmente guerreiras, pela colaboração com a minha pesquisa. Ao Reinaldo, um dos grandes responsáveis pelo sucesso e evolução da Cooperativa, por ter me apresentado esse universo complexo, até então pouco conhecido por mim, por permitir que eu o acompanhasse num dia inteiro de trabalho, pelo material fornecido e por responder a todas as minhas indagações. Ao “Baixinho”, presidente da Associação dos Deficientes Físicos de Lençóis Paulista, e aos seus associados, por terem gentilmente me recebido em sua sede e pelas informações concedidas.

À minha família, especialmente à minha mãe, pela presença constante, mesmo nos meus momentos de extrema instabilidade emocional, resultantes do cansaço físico e mental. Ao meu tio Luiz, que me fez companhia em muitas madrugadas, apesar de não concordar com a rotina deste trabalho. À minha irmã Miriam, que embora distante, sempre me socorreu nas traduções de textos. Ao meu irmão Carlinhos, por ter me ajudado a compreender algumas questões técnicas, difíceis para mim. À minha prima Marisa, que gentilmente corrigiu parte do texto e me fez rir bastante nos maravilhosos momentos de lazer que compartilhamos do outro lado do oceano. Ao Márcio Mazza e à minha querida filha Laura, por terem me proporcionado esses inesquecíveis momentos de lazer tão necessários que, com toda a certeza, restauraram a minha alma. Ainda à minha filha, motivo maior do meu esforço para contribuir com a construção de um mundo melhor, agradeço pela compreensão, pelo apoio e pelo carinho (geralmente virtuais!) que tanto me confortaram durante todos os dias e noites, principalmente, nas horas difíceis. Agradeço também pelas suas críticas e traduções.

Aos meus amigos que, além da amizade sincera, aqui tiveram uma participação especial. À Alaine, já eterna parceira de luta, pela cumplicidade e companheirismo, pelo exemplo de serenidade, por toda a ajuda e, principalmente, pelas orações. Ao querido casal, Ana Karolina e Beto, pela disponibilidade de sempre, pelo

eficiente trabalho de formatação do texto e pelas muitas “consultorias” (agora, via Embratel!) no decorrer da pesquisa. À Ana Emília, pela paciência e habilidade nas orientações voltadas à organização e apresentação dos dados, teria sido muito difícil sem ela. À Meirinha e à Lú Pizzani, pela gentileza de terem me socorrido prontamente, na correção das muitas referências bibliográficas e pelas “happy hours”. À Gláucia, por sua generosidade, sempre se colocando à disposição para qualquer tipo de ajuda. Ao André, por ter resolvido muitos dos problemas relacionados à informática e aos seus companheiros, Júnior e Luiz, que também contribuíram.

Agradeço, sobretudo, a Deus, que me concedeu saúde, disposição e determinação para concluir este trabalho.

Enfim, a todos que me ajudaram de alguma forma, muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVOS.....	6
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3.1. Resíduos sólidos.....	7
3.1.1. Recuperação de resíduos sólidos recicláveis.....	12
3.1.2. Cadeia dos recicláveis no contexto brasileiro.....	18
3.2. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	20
3.3. Logística Reversa.....	22
3.4. Coleta seletiva.....	24
3.4.1. Triagem e composição gravimétrica do material coletado.....	29
3.5. Reciclagem.....	32
3.5.1. Recuperação de papel/papelão para reciclagem.....	38
3.5.2. Dificuldades na reciclagem do papel/papelão recuperado.....	47
3.5.3. O papel/papelão recuperado para reciclagem.....	50
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.1. Metodologia adotada.....	57
4.2. Características do campo de estudo.....	59
4.3. Técnicas utilizadas.....	63
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
5.1. O perfil dos resíduos recuperados do lixo e seus valores.....	68
5.2. A representatividade dos materiais recuperados.....	72
5.3. Os tipos de papel e papelão recuperados e o seu valor.....	76
5.4. O processo de recuperação do papel e papelão.....	90
5.5. Características físicas do papel e papelão recuperado (análise visual).....	97
5.6. Características químicas do material (análise laboratorial).....	104
6. CONCLUSÕES.....	107
7. REFERÊNCIAS.....	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Municípios com coleta seletiva concentrados nas regiões Sul e Sudeste.	26
Figura 2. Média da composição gravimétrica da coleta seletiva no Brasil em 2010.	31
Figura 3. Média da composição gravimétrica da coleta seletiva no Brasil em 2012.	31
Figura 4. Média da composição gravimétrica da coleta seletiva no Brasil em 2014.	31
Figura 5. Evolução na reciclagem de papel na Europa de 1995 a 2010.	35
Figura 6. Crescimento da produção brasileira de celulose e papel a partir de 1970.	36
Figura 7. Evolução na reciclagem de papel no Brasil de 1997 a 2011.	38
Figura 8. Consumo aparente de papel per capita (em quilos) em alguns países de referência e a média mundial no ano de 2010.	39
Figura 9. (a) Total de RSU (por material) gerados em 2011 nos EUA (250 milhões de toneladas) com predominância de papel e papel cartão (28%); e (b) total de RSU (por material) recuperados em 2011 nos EUA (87 milhões de toneladas) com predominância de papel e papel cartão (52,8%).	40
Figura 10. Evolução na recuperação de papel (em milhões de toneladas) nos EUA de 1990 a 2012.	41
Figura 11. Evolução da taxa de recuperação de aparas (em %) no Brasil.	42
Figura 12. Demanda mundial de papel recuperado (em milhões de toneladas) e a taxa de sua utilização na indústria de papel da China (em %).	44
Figura 13. Evolução da importação e da coleta de papel recuperado na China de 1992 a 2011 (em milhões de toneladas).	44
Figura 14. Principais fluxos de comércio mundial de papel recuperado em 2009 e suas quantidades (em milhões de toneladas).	45
Figura 15. Fluxo brasileiro de aparas de papel no comércio internacional (em toneladas).	46
Figura 16. Evolução dos preços de aparas de papelão ondulado no Brasil e na Europa e EUA (OCC), de janeiro de 2009 a setembro de 2012 (em R\$/t).	47
Figura 17. Quantidade média mensal de recicláveis (em toneladas) separados e comercializados pela COOPRELP em 2012.	62
Figura 18. Quantidade (toneladas) dos materiais recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista e comercializados pela COOPRELP de 2003 a 2009.	68

Figura 19. Quantidade (toneladas) dos materiais recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista e comercializados pela COOPRELP de 2011 a 2013.....	69
Figura 20. Valor arrecadado (em mil reais) com a venda dos materiais recicláveis recuperados pela COOPRELP de 2003 a 2009.	70
Figura 21. Valor arrecadado (em mil reais) com a venda dos materiais recicláveis recuperados pela COOPRELP de 2011 a 2013.	71
Figura 22. Percentuais correspondentes a cada material recuperado sobre o peso total dos recicláveis salvos anualmente na triagem do lixo de Lençóis Paulista.....	73
Figura 23. Percentuais correspondentes a cada material recuperado sobre o peso total dos recicláveis salvos anualmente na triagem do lixo de Lençóis Paulista.....	74
Figura 24. Contribuição (em %) de cada material sobre o valor arrecadado anualmente na venda dos recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo, de 2003 a 2009...	75
Figura 25. Contribuição (em %) de cada material sobre o valor arrecadado anualmente na venda dos recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo, em 2011, 2012 e 2013.	75
Figura 26. . Percentuais correspondentes ao peso de cada tipo de papel recuperado na Usina de Triagem de Lixo sobre o montante total do papel salvo em cada ano entre 2003 e 2009 (a1, a2, a3, a4, a5, a6 e a7); e percentuais correspondentes ao valor arrecadado na venda de cada tipo sobre o valor total do papel recuperado e vendido pela cooperativa em cada ano do mesmo período (b1, b2, b3, b4, b5, b6 e b7).	79
Figura 27. Percentuais correspondentes ao peso de cada tipo de papel recuperado na Usina de Triagem de Lixo sobre o montante total do papel salvo nos anos de 2011, 2012 e 2013 (a1, a2 e a3); percentuais correspondentes ao valor arrecadado na venda de cada tipo sobre o valor total do papel recuperado e vendido pela cooperativa em cada ano do mesmo período (b1, b2 e b3).....	81
Figura 28. Quantidade (toneladas) de papel recuperado por tipo em cada ano entre 2003 e 2009 na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.....	87
Figura 29. Valor arrecadado (em mil reais) na venda dos tipos de papéis recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista de 2003 a 2009.	88
Figura 30. Quantidade (toneladas) de papel recuperado por tipo em cada ano entre 2003 e 2009 na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.....	89
Figura 31. Valor arrecadado (em mil reais) na venda dos tipos de papéis recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista de 2003 a 2009.	90

Figura 32. Fluxograma do processo de recuperação de materiais recicláveis na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	92
Figura 33. Recuperação de materiais recicláveis na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista partindo do início do processo.	93
Figura 34. Processo de recuperação de materiais recicláveis na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista partindo da compactação do material até a sua estocagem....	94
Figura 35. Descarregamento dos materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva no início do processo de sua separação na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	95
Figura 36. Embalagens cartonadas (caixas de leite) recuperadas do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	97
Figura 37. Revistas recuperadas do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	98
Figura 38. Jornal recuperado do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	99
Figura 39. Papel branco recuperado do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	100
Figura 40. Papelão recuperado do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	100
Figura 41. Papel cartão recuperado do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	101
Figura 42. Cinzas resultantes dos tipos de papel recuperados do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fração biodegradável de alguns resíduos orgânicos baseados no conteúdo de lignina.....	9
Tabela 2. Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem..	10
Tabela 3. Consumo aparente de aparas e de papéis de origem no Brasil em 2011 (por grupo de aparas).....	37
Tabela 4. Valores anuais (em mil reais) arrecadados na venda dos materiais recicláveis recuperados pela COOPRELP no período de 2003 a 2013 e o PIB de Lençóis Paulista (em milhões de reais) em cada ano desse período.....	72
Tabela 5. Quantidades aproximadas (em toneladas) dos materiais recicláveis recuperados anualmente pela COOPRELP de 2003 a 2013.....	73
Tabela 6. Teores de cinzas, lignina e holocelulose encontrados nos tipos de papel recuperados do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT NBR	Norma Brasileira aprovada pela ABNT
ABPO	Associação Brasileira do Papelão Ondulado
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABTCP	Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel
ADEFILP	Associação dos Deficientes Físicos de Lençóis Paulista
AF&PA	American Forest & Paper Association
ALC	América Latina e Caribe
ANAP	Associação Nacional dos Aparistas de Papel
BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CBO	Classificação Brasileira de Ocupação
CELPA	Associação da Indústria Papeleira
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CEPI	Confederation of European Paper Industries
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COOPRELP	Cooperativa de Reciclagem de Lençóis Paulista
COST	European Cooperation in Science and Technology
d.C.	depois de Cristo
EN 643	Lista Europeia de Categorias Padronizadas relativas a Papel e Cartão para Reciclar
EPA	United States Environmental Protection Agency
ERPC	European Recovered Paper Council
EUA	Estados Unidos da América
EU	União Europeia
FAO	Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
FNMA	Fundo Nacional do Meio Ambiente
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	International Organization for Standardization
LEV	Local de Entrega Voluntária
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OCC	Old Corrugated Container
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ONU	Organização das Nações Unidas
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PIB	Produto Interno Bruto
PIGRSU	Plano Integrado de Gestão, Gerenciamento e Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos
PMGRISU	Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos
PMRS	Plantas de Manejo de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
TAPPI	Technical Association of the Pulp and Paper Industry
UNESP	Universidade Estadual Paulista

RECUPERAÇÃO DE PAPEL E PAPELÃO NA USINA DE TRIAGEM DE LIXO DE LENÇÓIS PAULISTA - SP. 2015. 122 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: Estelita Maria Gurgel

Orientador: Cláudio Angeli Sansígolo

RESUMO

Diante da complexidade e dos desafios que envolvem a recuperação de materiais recicláveis dos resíduos sólidos urbanos, especialmente o papel/papelão, este trabalho tem por objetivo investigar como essa atividade se desenvolve no contexto brasileiro. Para tanto, a pesquisa explora uma usina de triagem de lixo operada por uma cooperativa de catadores em Lençóis Paulista, Estado de São Paulo, onde se desenvolve tal atividade, com o intuito de verificar se a prática promove benefícios ambientais, sociais e/ou econômicos e se o papel/papelão ali recuperado está apto para reciclagem. Este estudo busca conhecer o processo de recuperação empregado e a razão de utilizá-lo; a representatividade do papel/papelão sobre a massa total dos resíduos triados e sobre os demais materiais recuperados; os tipos de papel/papelão mais recuperados e os critérios usados nessa classificação; as características físicas e químicas gerais do papel/papelão resultante do processo utilizado. O método adotado foi o estudo de caso exploratório e as técnicas de investigação foram: levantamento de dados, análise de arquivos, entrevistas, observação, registro fotográfico, artefato físico e análise laboratorial. Verificou-se que o papel/papelão foi o material mais recuperado, em peso, e o segundo que mais gerou renda para a cooperativa de catadores no período analisado. No entanto, constatou-se que o processo empregado na recuperação é extremamente rudimentar, insalubre e ineficiente e que o papel/papelão extraído do lixo é visivelmente sujo e úmido. Concluiu-se que a atividade promove benefícios sociais, proporcionando trabalho e renda para uma população marginalizada; contribui para a diminuição de alguns gastos públicos municipais, desde que operada pela cooperativa de catadores; mas deixa dúvidas sobre a efetividade dos benefícios ambientais. Nas condições em que foram observados, é pouco provável que os papéis ali recuperados possam ser aproveitados como matéria-prima.

Palavras chave: resíduos sólidos recicláveis, coleta seletiva, papel pós-consumo.

RECOVERY OF PAPER AND CARDBOARD AT THE GARBAGE SORTING PLANT IN LENÇÓIS PAULISTA, SP. 2015. 122 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Estelita Maria Gurgel

Adviser: Cláudio Angeli Sansígolo

SUMMARY

Given the complexity and challenges involving the recovery of recyclable materials from urban solid waste, especially paper/cardboard, this research aims to investigate how this activity develops in the Brazilian context. Therefore, the research explores a garbage sorting plant operated by a cooperative of waste pickers in Lençóis Paulista, State of São Paulo, where it develops such activity, in order to verify if the practice promotes environmental, social, and/or economic benefits, and if the paper/cardboard recovered is fit for recycling. This study seeks to understand the recovery process employed and the reason for using it; the representativeness of the paper/cardboard on the total mass of sorted waste and on the other recovered materials; types of paper/cardboard mostly recovered and the criteria used in this classification; general physical and chemical characteristics of paper/cardboard resulting from the process used. The method adopted was the exploratory study case and the investigation techniques used were: data collection, analysis files, interviews, observation, photographic records, physical artifact and laboratory analysis. It was found that the paper/cardboard was the most recovered material by weight, and the second that generated the most income for the cooperative pickers in the period analyzed. However, it was found that the process used in the recovery is extremely rudimentary, unhealthy and inefficient, and that the paper/cardboard extracted from waste is visibly dirty and damp. It was concluded that the activity promotes social benefits, providing jobs and income for a marginalized population; it contributes to the reduction of some municipal public spending, since it operated by the cooperative pickers; but leaves questions about the effectiveness of environmental benefits. In those observed conditions, it is unlikely that the recovered paper can be utilized as raw material.

Keywords: recyclable solid waste, waste sorting, post-consumer paper.

1. INTRODUÇÃO

O aumento descontrolado dos resíduos sólidos urbanos e a falta de espaço adequado para a sua correta disposição, especialmente nas regiões metropolitanas, é atualmente uma das grandes preocupações socioambientais globais. Representantes de Estados e de organizações do mundo inteiro têm se empenhado na busca de soluções viáveis para minimizar o problema. A reciclagem vem sendo apontada como uma das melhores alternativas, talvez por se perceber a considerável quantidade de materiais recicláveis existente entre os resíduos. E com um olhar mais atento, nota-se que o que predomina é papel e papelão.

Por outro lado, a indústria papelreira, historicamente, utiliza papel usado na composição de seus produtos, pela facilidade de acesso e disponibilidade em grandes quantidades. Ele é matéria-prima tão valiosa quanto a fibra virgem, o que o torna competitivo economicamente. Mais recentemente, vários outros segmentos, como o da construção civil e o de embalagens de polpas moldadas, por exemplo, também têm feito do papel recuperado uma importante matéria-prima. Além disso, nos países mais pobres, milhares de pessoas ainda sobrevivem da prática de “catar” e vender papel usado.

Papel, por ser tão versátil, é um dos produtos mais consumidos no mundo e ainda não se encontrou um substituto para ele. Em muitos países, onde o

consumo do produto é alto e a fibra virgem para a sua fabricação é escassa, devido à falta de recursos naturais locais ou por outros motivos, a indústria papelreira depende quase que exclusivamente da fibra secundária proveniente do papel usado. Em alguns casos, como na China, o papel pós-consumo recuperado internamente não chega a ser suficiente para atender à demanda da indústria local sendo necessário importá-lo de outros lugares, como da Europa ou dos Estados Unidos. Isso contribui para que papel usado seja uma *commodity* cada vez mais comercializada no mercado internacional.

Diante desse cenário, tende-se a pensar que a questão pode ser facilmente resolvida, pois o que é desprezado por uns, tem grande valor para outros. No entanto, para que o papel descartado depois de usado seja reaproveitado como matéria-prima, especialmente pela indústria papelreira, que é seu maior consumidor, ele precisa atender a determinados critérios difíceis de serem atingidos. Ele deve estar ao menos, limpo (isento de sujidade ou impureza), mas não é o que tem ocorrido.

A coleta do papel pós-consumo é considerada um dos maiores gargalos da cadeia produtiva da reciclagem de papel. Além de a coleta ser cara, o material recuperado está cada vez mais contaminado (com grande quantidade de materiais impróprios). Em condições inadequadas esse material pode causar sérios problemas para a indústria e novamente voltar a ser descartado, como rejeito e provavelmente em outro local, mais distante. Assim, ao invés de benefícios têm-se ainda mais desperdícios, de energia e de recursos naturais.

Atentos a tudo isso e preocupados em preservar essa rica fonte de matéria-prima, diversos países da Europa têm se mobilizado e realizado trabalhos conjuntos com o apoio da comunidade e da indústria papelreira. Outros países também o fazem, buscam soluções compatíveis com a sua realidade. O Brasil aprovou a Lei Federal nº 12.305, em 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aguardada há mais de 25 anos e foi, sem dúvida, um bom começo para impulsionar ações em prol da reciclagem, porém, os desafios são grandes. A cadeia de reciclagem dos resíduos sólidos neste país é bastante complexa, envolve muitos atores, de diferentes segmentos, com características e interesses também diversos.

Assim, partindo dos princípios da própria Lei, tais como, o de uma visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; e o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, esta pesquisa procura explorar o problema da recuperação de materiais

recicláveis, especialmente papel e papelão, no contexto brasileiro, em busca de soluções viáveis. Para isso, utilizou-se como campo de estudo uma usina de triagem de lixo, por ser um local onde, comumente, essa atividade se desenvolve. Vale lembrar que pesquisas acadêmicas com interesse voltado aos problemas relacionados à recuperação de papel pós-consumo ainda são relativamente escassas.

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo geral investigar a situação real da recuperação de papel e papelão em uma usina de triagem de lixo com vistas nas seguintes questões: a prática tem sido eficaz, no sentido de promover benefícios, ambiental, social e/ou econômico? Papel e papelão recuperados nas condições encontradas estão aptos para reciclagem?

E como objetivos específicos procura saber:

- Como é o processo de recuperação de papel/papelão na usina de triagem de lixo investigada e por que o empregam.
- Qual a representatividade do papel/papelão sobre o montante total dos resíduos triados e sobre os demais materiais recicláveis recuperados.
- Quais são os tipos de papel/papelão recuperados, como é definida a sua classificação e por quais razões.
- Quais as características físicas e químicas gerais do papel/papelão resultante de tal processo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Resíduos sólidos

É comum os termos “resíduos sólidos” e “lixo” serem utilizados indistintamente na literatura, o que não significa que a maioria dos autores concorda. Grimberg (2007), por exemplo, considera o segundo termo inadequado para se referir a tudo o que é descartado do processo de produção ou de consumo. Hamada (2003), diante da variedade de definições dadas ao termo “resíduos”, entendeu que se pode empregá-lo tanto para coisas sem utilidade e/ou valor, como para o que não mais se aproveita da atividade humana e, que contêm fisicamente os mesmos materiais encontrados nos produtos que originalmente tinham valor e/ou utilidade.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define resíduos sólidos como: “resíduos nos estados sólidos e semissólidos 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 seu

lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004).

No entanto, mais importante do que a definição do termo “resíduos” é saber o que fazer com eles (HAMADA, 2003). A preocupação mundial em relação aos resíduos sólidos, especialmente aos domiciliares, tem crescido diante do aumento de sua geração, do seu gerenciamento inadequado e da falta de áreas para disposição final (GONÇALVES, 2006; JACOBI; BESEN, 2011). O debate sobre a destinação desses resíduos, que no período pós-guerra era incipiente e restrito a pequenos grupos de pessoas, cresceu a partir da década de 1980 e se tornou uma das grandes preocupações socioambientais no final do século XX (ETHOS, 2012).

Resíduos sólidos são, potencialmente, matéria-prima e/ou insumos para produção de novos produtos ou fonte de energia (BRASIL, 2012; SUFIAN; BALA, 2007). No entanto, eles precisam ser caracterizados e segregados para terem o destino correto (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 2012). O não aproveitamento dos resíduos e a falta de iniciativa das indústrias para promover a sua redução nos processos de origem estão entre as maiores agressões ao meio ambiente, além de se tratar de um desperdício de energia e de recursos naturais (GRIMBERG; BLAUTH, 1998).

A perda ou ausência de valor dos resíduos, em muitos casos, está relacionada à mistura ou ao desconhecimento de sua composição (HAMADA, 2003). É praticamente impossível gerir adequadamente os serviços de limpeza urbana sem se conhecer as características físicas (TABALIPA; FIORI, 2006), químicas e biológicas dos resíduos sólidos. A partir do conhecimento da composição física, por exemplo, pode-se obter o perfil dos resíduos, reconhecer suas potencialidades e avaliar os materiais recicláveis que contêm (TABALIPA; FIORI, 2006).

Em relação à biodegradabilidade da fração orgânica dos resíduos, Hamada (2003) explica que ela é, frequentemente, medida por meio do conteúdo de sólidos voláteis determinado com a queima acima de 550 °C. Porém, segundo o autor, algumas vezes os resultados podem ser enganosos, pois existem produtos com alta concentração de sólidos voláteis que são pouco biodegradáveis. Materiais como revistas e jornais, que contêm maior quantidade de lignina, se apresentaram menos biodegradáveis quando comparados a outros resíduos orgânicos

(HAMADA, 2003). Dessa forma, o autor sugere que se estime a biodegradabilidade utilizando-se, alternativamente, o conteúdo de lignina dos resíduos (Tabela 1).

Tabela 1. Fração biodegradável de alguns resíduos orgânicos baseados no conteúdo de lignina. Fonte: Hamada (2003).

Componente	Sólidos Voláteis em relação aos Sólidos Totais (%)	Lignina em relação aos Sólidos Voláteis (%)	Fração biodegradável
Restos de alimento	7-15	0,4	0,82
Podas (jardins)	50-90	4,1	0,72
Jornais/revistas	94,0	21,9	0,22
Papéis de escritórios	96,4	0,4	0,82
Papelão	94,0	12,9	0,47

A NBR 10004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais que oferecem ao meio ambiente e à saúde pública, a partir da identificação do processo ou da atividade que lhes deu origem e serve como uma ferramenta para que eles sejam gerenciados adequadamente. Já a Lei Federal nº 12.305 contém princípios, instrumentos e diretrizes para a gestão integrada desses resíduos. Ela estabelece metas progressivas para a sua redução, reutilização e reciclagem (BRASIL, 2010). Entretanto, a maioria das Prefeituras Municipais ainda não dispõe de recursos técnicos e financeiros para solucionar os problemas ligados a essa proposta de gestão de resíduos sólidos (BRASIL, 2013a). Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2011), cerca de 42% dos resíduos sólidos urbanos (RSU) coletados no país em 2011, aproximadamente 23,3 milhões de toneladas, tiveram destino inadequado.

O Brasil apresenta alto índice de cobertura do serviço de coleta domiciliar de resíduos na zona urbana dos municípios. Em muitos deles, a taxa referente ao serviço se aproximou de 100%, em 2010, segundo o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2010, que divulga a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2012). Porém, um dos maiores problemas nas cidades densamente urbanizadas, especialmente nas regiões metropolitanas, é a falta de locais apropriados para dispor os resíduos adequadamente (BESEN, 2006; JACOBI; BESEN, 2011).

Dados divulgados pelo SNIS (2012) mostraram que 97,6% dos resíduos sólidos coletados no Brasil, em 2010, tiveram a seguinte disposição: 74,9% em aterros sanitários, 17,7% em aterros controlados e 5,1% em lixões. As prefeituras

gastaram aproximadamente R\$ 11,8 bilhões no manejo desses resíduos (SNIS, 2012), o que faz jus ao título do livro publicado em 1997 pelo economista brasileiro Sabetai Calderoni: “Os Bilhões Perdidos no Lixo” (CALDERONI, 2003). Constatam-se aí um duplo desperdício: deixa-se de reutilizar ou reciclar uma grande quantidade de materiais que poderiam dinamizar um mercado gerador de trabalho e renda, uma economia inclusiva, e ainda gastam-se altos valores do dinheiro público para enterrar resíduos (GRIMBERG, 2007).

Em 2010, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) fez uma estimativa dos benefícios econômicos e ambientais que poderiam ser gerados com a reciclagem dos resíduos sólidos urbanos. O intuito era o de propor diretrizes para possíveis incentivos às melhorias ambientais promovidas nessa atividade. A heterogeneidade dos resíduos encontrados nas cidades levou-os a selecionar para a pesquisa apenas os materiais recicláveis mais comumente citados na literatura, quais sejam: aço, alumínio, papel (que foi identificado como celulose), plástico e vidro. Os valores estimados, que totalizam mais de R\$ 8 bilhões anuais, referem-se aos benefícios que a sociedade brasileira deixou de obter ao enterrar os resíduos que poderiam ter sido reciclados (IPEA, 2010) (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem. Fonte: Ipea (2010).

Materiais	Benefícios relacionados ao processo produtivo (R\$/t)		Benefícios (custos) associados à gestão de resíduos sólidos (R\$/t)		Benefício por tonelada (R\$/t)	Quantidade disponível nos resíduos coletados (t/ano)	Benefício potencial total (R\$ mil/ano)
	Econômicos	Ambientais	Coleta	Disposição final			
Aço	127	74			88	1.014	89.232
Alumínio	2.715	339			2.941	166	488.206
Celulose	330	24	(136)	23	241	6.934	1.671.094
Plástico	1.164	56			1.107	5.263	5.826.141
Vidro	120	11			18	1.110	19.980
Total							8.094.653

Todos os valores são apresentados em reais correntes de 2007.

O índice de crescimento do lixo domiciliar brasileiro ultrapassou três vezes o índice demográfico entre 1991 e 2000 (INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM, 2002), conforme Waldman (2011). Dados do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2011, elaborado pela Abrelpe (2011),

mostram que, de 2010 para 2011, a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) foi duas vezes maior (1,8%) do que o crescimento da população urbana do país (0,9%) no mesmo período. A Abrelpe (2011) constatou essa tendência também nos anos anteriores.

A média diária per capita da geração de resíduos domiciliares e públicos no Brasil no ano de 2010 foi estimada em 0,93 kg e a coleta desses resíduos no país em aproximadamente 53 milhões de toneladas, das quais, somente 2,4% foram encaminhados para unidades de triagem e compostagem (SNIS, 2012). Estima-se que naquele ano tenham sido recuperados aproximadamente um milhão de toneladas de recicláveis, ou seja, apenas 1,9% do total coletado (SNIS, 2012). Em 2011, dados da Abrelpe (2011) mostraram uma geração de aproximadamente 61,9 milhões de toneladas de RSU (1,22 kg/hab/dia), das quais 55,5 milhões foram coletadas contendo, em média, 31,9% de materiais recicláveis. No entanto, não se mencionou se esse material foi recuperado.

Besen (2006) comentou que ainda não se estabeleceu um índice de geração de resíduos sólidos domiciliares per capita que seja ideal ou de referência. Segundo seu entendimento, a falta de padronização nos métodos utilizados nesses cálculos e na classificação dos resíduos, dificulta comparações entre países. Porém, a autora citou exemplos de geração média diária, tais como, os da Alemanha e da Suécia (países da União Européia), de aproximadamente 1 kg/hab (COMISSÃO EUROPÉIA, 2000), bem como dos EUA e do Canadá, que chegaram a 2 kg/hab (*ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY*, 2005), e dos países da América Latina e Caribe (ALC), de 0,91kg/hab (*ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD*, 2005).

A dificuldade de se obter dados confiáveis relacionados aos resíduos sólidos é notória na literatura. De acordo com Besen e Dias (2011), o setor de saneamento no Brasil “padece de um problema crônico, a inexistência de dados consistentes”. As autoras consideram a questão “ainda mais dramática” quando ela se refere aos resíduos sólidos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é considerado, pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), o maior e o mais importante sistema de informações do setor de saneamento brasileiro. O SNIS foi criado pelo Governo Federal em 1996, os dados relacionados ao manejo dos resíduos sólidos são atualizados anualmente, desde 2002, com informações coletadas junto aos órgãos municipais encarregados desse serviço. O sistema possui uma série histórica de

dados, de nove anos, referentes aos resíduos sólidos (SNIS, 2012). No entanto, já se observou divergência entre dados do SNIS e da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes aos resíduos sólidos. A falha foi reconhecida no SNIS (2012), que procurou justificá-la apoiando-se na hipótese dessa divergência estar relacionada às formas distintas de interpretação adotadas nas pesquisas de cada instituição.

Dados históricos podem contribuir para a compreensão do processo de geração de resíduos sólidos de uma cidade e auxiliar no planejamento de sua gestão, porém, é importante que haja uma base confiável (MELO; SAUTTER; JANISSEK, 2009). Para Mosler et al. (2006), que desenvolveram sua pesquisa em Cuba e foram citados por Oviedo-Ocaña; Marmolejo-Rebellón e Torres-Lozada (2011), na maioria dos países em desenvolvimento há uma quantidade limitada de informações confiáveis a respeito das características dos resíduos sólidos.

Boer et al. (2010) também tiveram dificuldades para obter dados consistentes na Polônia ao pesquisarem sobre a quantidade e a composição dos resíduos sólidos urbanos gerados em várias regiões daquele país. Os autores atribuíram a dificuldade a uma série de fatores, como, por exemplo: a diversidade de métodos empregados para a coleta de amostras; estudos realizados apenas em alguns períodos do ano e com resultados que, conseqüentemente, não podem ser comparados, mensurados, nem generalizados. Os autores também mencionaram haver negligência nos registros de alguns dados em consequência de negociação informal entre empresas envolvidas na atividade, embora fossem obrigadas a apresentá-los detalhadamente.

3.1.1. Recuperação de resíduos sólidos recicláveis

De acordo com Grimberg (2007), vários autores alertam para a importância de se diferenciar com clareza os termos “resíduos sólidos recicláveis” e “lixo”, pois estes termos também costumam ser utilizados indistintamente para definir todo tipo de resíduo gerado. Este autor entende que, restos de alimentos, embalagens descartadas e objetos inservíveis, quando misturados, tornam-se “lixo” e devem ter destino ambientalmente adequado. No entanto, se os mesmos materiais forem disponibilizados separadamente para a coleta seletiva tornam-se reaproveitáveis ou

recicláveis, diferentemente do “rejeito”, que é material que não tem mais serventia (GRIMBERG, 2007).

A denominação adotada para as categorias de separação dos materiais também deve ficar bem clara evitando-se, por exemplo: “lixo seco” e “lixo orgânico”, que podem gerar confusão, já que uma folha de jardim ou uma folha de papel são resíduos orgânicos e ambas podem ser secas (GRIMBERG; BLAUTH, 1998). O critério de separação dos resíduos em “seco” e “molhado” também pode gerar equívocos (VARELLA; LIMA, 2011). Assim, Grimberg e Blauth (1998) sugerem que se denomine cada categoria segundo o que seria sua destinação ideal, ou seja: recicláveis, compostáveis, reutilizáveis, etc.

Segundo a ABNT (2013), “reciclável é a característica de um produto, da embalagem ou de um componente associado que pode ser desviado do fluxo de resíduos por meio de processos e de programas disponíveis e que pode ser coletado, processado e retornado para o uso na forma de matérias-primas ou de produtos”. “Compostável é a característica de um produto, da embalagem ou de um componente associado permitindo a sua biodegradação, gerando uma substância similar ao húmus, relativamente homogênea e estável” (ABNT, 2013). E, “reutilizável é a característica de um produto ou embalagem que foi concebido e projetado para cumprir, dentro de seu ciclo de vida, um determinado número de viagens, revezamentos ou utilizações com o mesmo propósito para o qual foi concebido” (ABNT, 2013).

De qualquer forma, saber reconhecer e categorizar os resíduos recicláveis dentre os diversos materiais do lixo não é uma tarefa simples. Exige-se uma habilidade que comumente é desenvolvida por catadores, mas dificilmente pela população comum. Ademais, a recuperação dos resíduos sólidos recicláveis de interesse comercial que compõem o lixo domiciliar urbano nem sempre ocorre em programas de coleta seletiva (VARELLA; LIMA, 2011). A recuperação pode acontecer de muitas maneiras, envolvendo diferentes formas de organização de trabalho e/ou de utilização de ferramentas (GONÇALVES, 2006).

Fagundes (2009) descreveu, brevemente, o processo de separação e recuperação de materiais recicláveis dos resíduos sólidos urbanos em uma usina de triagem e compostagem. Segundo o autor, os materiais recicláveis recuperados nessa usina, na cidade de Tarumã, SP, eram vendidos em leilões organizados pela Prefeitura, mas geralmente a preços baixos, por estarem em contato com matéria orgânica. A usina também comercializava grande quantidade de papel (105 t/ano) e

plásticos (105 t/ano) pós-consumo doados por uma empresa da região (FAGUNDES, 2009).

Para Grimberg e Blauth (1998), a usina de triagem e compostagem no Brasil é um conjunto de máquinas (esteira rolante, eletroímãs, peneiras, etc.) e pessoas que separam alguns objetos recicláveis da massa principal de lixo antes que ela se transforme em adubo. É interessante notar que, já em 1998, os autores comentaram que, para alguns especialistas, essas usinas tinham tecnologia obsoleta transferida de países desenvolvidos para países pobres. Além disso, devido à sujeira e contaminação, os materiais ali separados tinham menor valor no mercado de recicláveis do que os coletados seletivamente (FAGUNDES, 2009; GRIMBERG; BLAETH, 1998).

Grimberg e Blauth (1998) constataram que de todo o lixo que chegava a uma dessas usinas recuperava-se, em média, 3% de materiais recicláveis. Mostraram exemplos e alguns resultados, como os de uma usina na cidade de São Paulo que recuperava apenas 1,5% desses materiais. Ali, papel e papelão, que geralmente são encontrados em grande quantidade no lixo urbano, eram quase sempre perdidos por estarem sujos e misturados com papéis sanitários. Observaram que a geração média de rejeitos (embalagens compostas por diferentes materiais, papel carbono, isopor, tecidos, etc.) era de 42%. Em outra usina, no interior do Estado de São Paulo, observaram que os rejeitos chegaram a 71% do total. Para esses autores, a eficiência das operações nessas usinas depende diretamente da competência e da boa vontade de quem trabalha nas esteiras, sem colaboração alguma da população na separação prévia dos resíduos.

Na Colômbia, de acordo com Oviedo-Ocaña et al.; Marmolejo-Rebellón e Torres-Lozada (2011), o aproveitamento dos resíduos sólidos municipais e a recuperação de materiais recicláveis acontecem em unidades denominadas Plantas de Manejo de Resíduos Sólidos (PMRS), comumente implantadas em pequenos municípios. Os autores identificaram variáveis importantes relacionadas à operação dessas PMRS que condicionavam a qualidade e a quantidade dos recicláveis recuperados. Sugeriram intervenções para otimizar os processos, melhorar a qualidade dos produtos e diminuir o rejeito gerado. Entre as principais, citaram: criar e adaptar metodologias para a caracterização dos resíduos, estimular os usuários a separar os resíduos na fonte, adaptar tecnologias ao contexto local e capacitar os operários.

Gonçalves (2006) descreveu como o serviço de recuperação de resíduos recicláveis e, sobretudo, de embalagens, se organizou em Portugal nos dez

anos subsequentes à já mencionada reestruturação (1995) no sistema de gestão de resíduos sólidos daquele país. Segundo o autor, a principal alteração feita para atingir metas propostas foi a introdução de empresas privadas no serviço anteriormente sob a responsabilidade exclusiva do Estado e dos municípios. O autor explicou que em Lisboa, por exemplo, foi implantado o sistema multimunicipal (formado por grupos de municípios), gerenciado por empresas privadas, que priorizava estimular a coleta seletiva, dar tratamento adequado, valorizar e destinar os resíduos. Porém, a responsabilidade pela coleta e o encaminhamento dos mesmos (segundo suas especificidades) continuou sendo das Prefeituras.

Quanto aos materiais que constituem os resíduos sólidos domésticos, embora os principais sejam semelhantes em todo o mundo, a quantidade gerada, a densidade e a proporção variam muito, inclusive dentro de um mesmo país, de acordo com o nível de desenvolvimento econômico, localização geográfica, clima e condições sociais (BESEN, 2006; SUFIAN; BALA, 2007). A composição dos resíduos também varia bastante em função da sazonalidade (HAMADA, 2003). As possíveis variações encontradas na composição dos resíduos coletados nas diferentes regiões brasileiras podem estar diretamente relacionadas com características, hábitos de consumo e de descarte da população local (ABRELPE, 2011).

Mattei e Escosteguy (2007) analisaram a composição gravimétrica dos resíduos sólidos, já aterrados, em duas áreas (um lixão e um aterro) de Passo Fundo, RS e constataram a predominância de recicláveis. A partir de amostras extraídas dessas áreas, os autores estimaram a quantidade dos referidos materiais aterrados no ano de 2004 e chegaram aos seguintes valores: 5.294 t de papel/papelão, 3.220 t de plástico, 2.033 t de alumínio e aço e, 815 t de vidro.

Nota-se que no Brasil, a parcela de papel e papelão geralmente predomina entre os recicláveis que compõem os resíduos sólidos urbanos, conforme se observou em trabalhos desenvolvidos, por exemplo, em: Santo André, SP, (SANTO ANDRÉ, 2008); São Manuel, SP (SILVA, 2010); Tarumã e Teodoro Sampaio, SP (FAGUNDES, 2009); Uberlândia, MG (HISATUGO; MAÇAL JÚNIOR, 2007); Itaúna, MG (MOURA; LIMA; ARCHANJO, 2012); João Pessoa, PB (CEBALLOS; LIMEIRA; SOUSA, 2003); Vitória, ES (LAIGNIER; BRAGA; COUTO, 2002); Campo Grande, MS (ESCANDOLHERO; SOUZA; HESS, 2000); Pato Branco, PR (TABALIBA; FIORI, 2006). Esta mesma tendência também se observa fora do Brasil: Portugal (GONÇALVES, 2006); Nablus, Palestina (AL-KHATIB et al., 2010); Canadá

(*STATISTICS CANADA*, 2000, citado por KRIGSTIN e SAIN, 2006); EUA (*UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA)*, 2013), dentre outros países.

De acordo com a *United States Environmental Protection Agency - EPA* (2013a), o papel é o material mais descartado pelos americanos e representa 28% dos resíduos sólidos urbanos. Em 1996, aproximadamente 38% desses resíduos nos Estados Unidos eram papel e papel cartão, dos quais, cerca da metade foi reciclada (PUTZ, 2000). O autor comentou que o lixo doméstico também inclui papel e papel cartão, apesar de todos os esforços feitos para recuperá-los como matéria-prima para a indústria papelreira.

Na Alemanha, desde 1985, a proporção de papel, papelão e papéis compostos contidos no lixo doméstico foi de aproximadamente 18% apenas (PUTZ, 2000). Segundo o autor, esse resultado, melhor do que aquele observado nos EUA, foi atribuído a um elevado nível de recuperação de papel, em separado, praticada pelos alemães e, também, devido às diferentes categorias de resíduos considerados lixo doméstico.

Coletar material do lixo representa uma estratégia de sobrevivência nos países em desenvolvimento e as pessoas que fazem esse trabalho recebem as mais diversas denominações, como por exemplo: catadores, coletores, carroceiros ou até recicladores (SOUZA; PAULA; SOUZA-PINTO, 2012). A atividade de catador é reconhecida como categoria profissional desde o ano de 2002 e é registrada na Classificação Brasileira de Ocupação (CBO) sob nº 5192-05, como “Catador de Material Reciclável” (GOUVEIA, 2012).

A presença maciça de catadores informais (que trabalham por conta própria) é uma das características marcantes da recuperação de resíduos recicláveis comercializáveis no Brasil (GONÇALVES, 2006). Embora não haja levantamentos precisos sobre o número de catadores existentes atualmente, algumas estimativas sugerem mais de um milhão deles espalhados pelas cidades brasileiras (GOUVEIA, 2012). Esses trabalhadores desempenham um papel de destaque e de grande importância social, econômica e ambiental na mobilização e na destinação de materiais à cadeia produtiva da reciclagem (GOUVEIA, 2012; VARELLA; LIMA, 2011).

Entretanto, a catação é uma atividade que possibilita a inclusão com um caráter perverso, visto que é executada em condições extremamente precárias e

informais de trabalho e remuneração (GONÇALVES, 2006; MEDEIROS; MACÊDO, 2006). Milhares de pessoas sobrevivem da venda de materiais recicláveis que coletam nos lixões e nos aterros (DARÓS, 2009; GOLVEIA, 2012; GONÇALVES, 2006; GONÇALVES-DIAS, 2009; GRIMBERG, 2007; MEDEIROS; MACÊDO, 2006; PEREIRA; TEIXEIRA, 2011; SOUZA; PAULA; SOUZA-PINTO, 2012).

Para Gonçalves-Dias et al. (2010), a indústria da reciclagem se consolidou graças à combinação do alto grau de consumo da população, pobreza e desemprego. Segundo esse autor, na cadeia produtiva da reciclagem, os catadores constituem o elo mais frágil. Eles ficam subordinados aos comerciantes intermediários por causa da sua necessidade imediata de capital, da falta de equipamentos e de capacitação técnica para manipular o material recolhido (GONÇALVES-DIAS et al., 2010). E apesar da relevância, segundo Grimberg (2007), a parcela de resíduos destinada para a reciclagem que foi recuperada por catadores em todo o país não foi contabilizada na metodologia do IBGE.

No Brasil, a catação acontece em praticamente todo o território, principalmente nos grandes centros urbanos e, segundo Gonçalves (2006), pode ser realizada de diversas maneiras como, por exemplo:

- Catadores carrinheiros – percorrem as ruas das cidades empurrando e enchendo carrinhos com resíduos recicláveis que catam pelo caminho até conseguirem peso suficiente que lhes garanta algum rendimento e, por isso, preferem papel/papelão e metais às embalagens plásticas (estas, além de mais leves são volumosas). Por não terem onde armazenar o material recolhido e necessitarem do dinheiro, vendem-no diariamente para comerciantes intermediários, proprietários de depósitos no perímetro urbano e de quem geralmente dependem por lhes emprestarem o carrinho;
- catação nos lixões (envolve um grande contingente) – a organização desse trabalho depende da quantidade de catadores envolvidos, da quantidade de resíduos gerados nos municípios, bem como das ações ou do papel do poder público no processo de coleta, transporte e disposição dos resíduos nos locais de aterro. Depende, também, dos agentes locais (compradores/atravessadores) que vão ao lixão, ou até mesmo dos agentes dos órgãos fiscalizadores (municipais, regionais e/ou estaduais) responsáveis pelos serviços relacionados aos resíduos sólidos urbanos;
- cooperativas e associações de catadores – a principal diferença entre esta categoria e as demais formas de trabalho está no planejamento do

serviço de catação dentro das cidades, funcionando concomitantemente a um programa de coleta seletiva.

Segundo Gonçalves (2006), a catação também acontece nas usinas de triagem e compostagem, as quais surgiram aparentemente para solucionar problemas causados pelo lixo e pela catação em locais de disposição final. Conforme o autor, várias prefeituras adquiriram essas usinas estimuladas pelas promessas de ganhos com a venda do lixo e dos benefícios que o empreendimento poderia gerar. Contudo, tais usinas se mostraram ineficientes e deficitárias. O autor também explica que na tentativa de diminuir os prejuízos sem desativar as usinas, algumas prefeituras se “associaram” aos catadores, sendo que estes se responsabilizando pela triagem dos resíduos e a administração pública, pela manutenção (GONÇALVES, 2006).

A catação é, atualmente, fundamental no sistema econômico que envolve a reciclagem no Brasil, além de ser a base de sustentação dos índices e dos ganhos que a indústria desse setor alcançou nos últimos anos (GONÇALVES, 2006; GONÇALVES-DIAS et al., 2010; MEDEIROS; MACÊDO, 2006). Tanto é assim que, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prioriza a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis formadas por pessoas de baixa renda em programas de coleta seletiva privilegiando, com isso, a inclusão social (BRASIL, 2010).

Em contrapartida, Gonçalves (2006) relatou que, em Portugal, após as mudanças iniciadas em 1995 no setor de resíduos sólidos urbanos, as quais proporcionaram melhorias na gestão com a introdução de novas tecnologias no serviço, a eficiência exigida pelo mercado, bem como, as regras para fazer parte do novo modelo, extinguiram a participação de agentes informais. Com isso, acabou-se com a catação nas ruas e nos locais de disposição final.

3.1.2. Cadeia dos recicláveis no contexto brasileiro

No Brasil, os resíduos sólidos recicláveis chegam às indústrias recicladoras por meio de uma complexa rede de captação e comercialização que, segundo Gonçalves (2006), trata-se de um circuito já estabelecido e estruturado a partir de relações econômicas informais, espalhadas por todo o território e de pouca visibilidade na economia urbana, porém fácil de ser notado pelas ações dos seus

principais agentes. Com base na descrição feita por esse autor pode-se entender como essa estrutura funciona em muitas das cidades brasileiras:

- Os catadores recolhem os resíduos das ruas ou dos lixões e vendem para os chamados sucateiros, intermediários, aparistas, ou simplesmente compradores. Estes participam como receptores dos recicláveis recolhidos pelos catadores ou por qualquer outro que queira comercializar pequenas quantidades dessa mercadoria.

- Os sucateiros acumulam o material comprado em seus depósitos localizados nos centros urbanos (ponto principal da rede de comércio local ou regional, dependendo da sua capacidade de compra, de armazenamento e de transporte do material). Eles têm duas fontes principais de abastecimento: os *carrinheiros* (dentro da cidade) - que coletam e entregam os resíduos recicláveis em seus barracões; os *lixões* (fora da cidade) - para onde deslocam seus veículos e empregados que compram o que lhes interessar. Seu lucro advém da economia de escala (pois têm capacidade de agregar grandes quantidades de material para depois comercializá-las), bem como da condição que dispõem para armazenar mercadorias em época de preços baixos. Para obter lucro, precisam também conhecer o funcionamento do mercado dos recicláveis em suas diversas escalas e ter uma infraestrutura básica que pressupõe: local para armazenamento; máquinas e pessoas para separar e prensar; veículo(s) para transportar as mercadorias dos lixões aos depósitos. Os sucateiros negociam diretamente com a indústria recicladora (diferentemente dos catadores). Vários entraves impedem essa mesma prática entre catadores e a indústria, tais como: a falta de interesse da indústria nessa negociação; a necessidade premente do dinheiro que leva os catadores a vender sua mercadoria diariamente; a falta de infraestrutura para armazenamento nos lixões impossibilitando o acúmulo de grandes quantidades de material, dentre outros.

- Nos depósitos pode-se realizar alguma preparação das mercadorias compradas nos lixões, como, por exemplo, separação, prensagem e, dependendo do nível técnico e de organização do trabalho, até mesmo um pré-processamento dos materiais, como a moagem do vidro ou do plástico.

Os intermediários menores, sem condições para comprar e acumular grandes quantidades de recicláveis os adquirem dos catadores, posteriormente, fazem uma triagem de acordo com os tipos de material e, finalmente revendem para outros sucateiros. Note-se que para compensar o frete de uma carga de embalagens

longa vida (caixinhas de leite) de Presidente Prudente a São Paulo, por exemplo, a carga deve estar limpa, prensada e pesando entre 10 e 15 toneladas.

Gonçalves (2006) explicou que o poder da indústria recicladora sobre os catadores varia conforme a complexidade da cadeia produtora em que cada indústria está inserida. Por exemplo, na reciclagem do plástico, existem várias pequenas empresas processadoras, diferentemente da reciclagem dos metais. Segundo o autor, as indústrias obtêm o material dos catadores de maneira informal. Caso haja, por exemplo, oscilações no mercado nacional e/ou internacional, queda na geração de resíduos, etc., embora toda a cadeia sofra as consequências, os mais prejudicados são os catadores. Nessas ocasiões, os valores pagos ao material coletado caem bruscamente (GONÇALVES, 2006).

3.2. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela Lei Federal nº 12.305, aprovada em 2010, após vinte e um anos de discussões no Congresso Nacional. Esta Lei estabelece o início de uma forte articulação institucional envolvendo a União, Estados e Municípios, o setor produtivo e a sociedade civil na busca de soluções para os graves problemas causados pelos resíduos no Brasil (BRASIL, 2011). A PNRS surgiu para atuar em consonância com a Política Nacional de Saneamento Básico e para integrar-se a outras leis, como a Política Nacional de Meio Ambiente, a lei de Educação Ambiental e a Lei de Consórcios Públicos (LENÇÓIS PAULISTA, 2013).

A PNRS estabelece princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações para a gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos, propiciando o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos (o que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (o que não é passível de reaproveitamento) (BRASIL, 2013b). Entre os seus principais objetivos, o BRASIL (2013a) destaca:

- a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos;
- a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

- a racionalização do uso dos recursos naturais (água, energia, insumos) no processo de produção de novos produtos;
- a intensificação de ações de educação ambiental;
- o aumento da reciclagem no país;
- a promoção da inclusão social;
- a geração de emprego e renda para catadores de materiais recicláveis.

A Lei inova ao propor a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo (ETHOS, 2012; JACOBI; BESEN, 2011). Isto dá uma nova dimensão a essa questão complexa e indica que todos – indústria, comércio, poder público e consumidores – devem se responsabilizar pela solução do problema, lembrando que o envolvimento do consumidor e o seu empenho na mudança de hábitos de consumo são de fundamental importância (ETHOS, 2012).

A Associação Nacional dos Aparistas de Papel - ANAP (2012) manifestou preocupação com o impacto que o cumprimento da Lei poderia causar aos aparistas (profissionais que comercializam aparas de papel), que deverão recolher um volume adicional de material. Isto porque, o setor de embalagens está entre os segmentos obrigados a elaborar planos de logística reversa com metas a serem cumpridas em curto prazo, podendo sofrer penalidades se deixar de cumpri-las. Em outras palavras, uma enorme quantidade de material (papel, vidro, latas, plásticos, entre outros materiais de embalagem) deverá ser retirada do lixo urbano e encaminhada para reciclagem (ANAP, 2012).

A PNRS incentiva a formação de consórcios públicos para a gestão regionalizada com o objetivo de ampliar a capacidade de gestão dos municípios, por meio de ganhos de escala e de redução de custos atrelada ao compartilhamento dos sistemas de coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos. No aspecto socioambiental, a PNRS propiciou a criação de mecanismos de inserção de organizações de catadores nos sistemas municipais de coleta seletiva, assim como dispôs sobre o fortalecimento de redes dessas organizações e a criação de centrais de estocagem e comercialização regionais de materiais recicláveis (JACOBI; BESEN, 2011).

A PNRS prevê, ademais, acordos setoriais entre o poder público e o setor empresarial com a finalidade de: viabilizar a logística reversa e a implantação da coleta seletiva em todos os municípios brasileiros; ampliar as metas de reciclagem; gerar postos de trabalho para os catadores nessa cadeia produtiva. A referida Lei também prevê a implantação de programas visando à melhoria das condições de trabalho e às oportunidades de inclusão social e econômica desses trabalhadores (JACOBI; BESEN, 2011). Para Ethos (2012), o estímulo à inclusão como forma de enfrentamento das desigualdades sociais é um dos diferenciais mais relevantes da PNRS.

A Lei também exige que sejam elaborados planos de resíduos sólidos em âmbitos nacional, estadual e municipal. A versão preliminar do Plano Nacional foi proposta em setembro de 2011. Essa versão foi elaborada com a participação da sociedade e contém diagnóstico, cenários, metas, programas, projetos e ações, normas e condicionantes para uso do recurso, medidas para incentivar a gestão regionalizada, normas e diretrizes para disposição final de rejeitos e meios para controle e fiscalização (BRASIL, 2011). O Plano tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de vinte anos, a ser atualizado a cada quatro anos (BRASIL, 2011).

Embora as disposições e diretrizes da PNRS já tenham passado a pautar todas as discussões dessa temática e a impactar uma série de ações e atividades, a Lei ainda não começou a produzir efeitos e nem resultados concretos (ABRELPE, 2011). Para as empresas os desafios são grandes, porém, o processo é muito rico e abre um leque de oportunidades para que elas possam trabalhar de forma inovadora, criativa, inclusiva e responsável (ETHOS, 2012).

3.3. Logística Reversa

Diversas definições podem ser encontradas para o termo “logística reversa”. Dentre tais definições pode-se mencionar a de Rogers e Tibben-Lembke (1999): “logística reversa é o processo de movimentação de mercadorias do seu típico destino final para o propósito de captar valor, ou descarte apropriado”. Ainda, para que um produto pós-consumo chegue até um dispositivo de tratamento ou destinação final, deve passar por várias etapas; esse caminho inverso pode ser chamado de logística reversa (VARELLA; LIMA, 2011).

De modo geral, a logística reversa promove o retorno dos materiais ao ciclo produtivo e agrega valor ao produto (SANTOS, 2012). De acordo com Souza; Paula e Souza-Pinto (2012), no fluxo da logística tradicional, o produto novo é produzido, estocado, expedido, distribuído e consumido, enquanto o fluxo da logística reversa está relacionado ao retorno de produtos e embalagens pós-consumo ao processo produtivo como matéria-prima secundária.

Segundo Santos (2012), a logística reversa é apontada como uma das alternativas que melhor contribui para minimizar os problemas relacionados aos resíduos sólidos, no que diz respeito aos materiais recicláveis. A PNRS a define como: “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Varella e Lima (2011) entendem que a logística reversa deve incluir ao menos as etapas de coleta e triagem. Para os autores, sua eficiência sistêmica depende da coerência entre cada uma das etapas, sendo que todas elas devem estar equilibradas e, os processos antecedentes, devem atender aos critérios dos subsequentes. Assim, para haver coleta seletiva é necessário que os materiais sejam separados de forma adequada na fonte e, posteriormente, ainda é necessário que passem por um sistema de triagem para garantir a sua separação (VARELLA; LIMA, 2011).

Não basta projetar produtos e embalagens com materiais recicláveis, pois para o seu efetivo aproveitamento, é necessário garantir o fluxo reverso dos mesmos em condições adequadas (GONÇALVES-DIAS, 2006; VARELLA; LIMA, 2011). As cooperativas têm papel significativo no canal reverso dos resíduos sólidos urbanos, contribuindo para a minimização dos problemas ambientais ocasionados pelos resíduos e possibilitando a inclusão social e econômica dos cooperados (SANTOS, 2012).

No cenário atual da gestão de resíduos sólidos, a logística reversa envolve uma intrincada rede de relações técnicas, ambientais, econômicas, políticas e sociais com muitos atores (indústria, prefeituras, sucateiros, catadores, governos estadual e federal, população de um modo geral, entre outros), cada um deles com interesses e pontos de vista parciais a respeito da mesma questão (VARELLA; LIMA, 2011).

Segundo Varella e Lima (2011) os poucos sistemas de logística reversa de materiais recicláveis (recuperados dos resíduos sólidos urbanos) existentes revelam ineficiências tais como: reduzidas proporções de recuperação dos materiais; elevado índice de rejeito; estreito leque de materiais coletados; baixa abrangência ou cobertura geográfica da coleta; custo elevado e precariedade nas condições de trabalho. Entretanto, a logística reversa é um campo relativamente novo que está aberto para muito estudo de sua prática corrente e potenciais melhorias (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999; VARELLA; LIMA, 2011).

3.4. Coleta seletiva

Existe uma confusão em torno do conceito de coleta seletiva (GRIMBERG; BLAUTH, 1998; SNIS, 2012). Assim, é importante explicar que não se trata da separação de materiais em si, mas de uma etapa entre a separação e o processo de reciclagem (ou de outro destino alternativo) (GRIMBERG; BLAUTH, 1998). O termo refere-se, portanto, ao recolhimento diferenciado de resíduos (já separados nas fontes geradoras) por catadores, entidades, prefeituras, etc., geralmente em horários pré-determinados e alternados com a coleta do lixo propriamente dito (GRIMBERG; BLAUTH, 1998).

A PNRS define coleta seletiva como: “a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2010). Há quem utilize a expressão “coleta diferenciada” para se referir à coleta de materiais precedida de uma separação simples nas fontes geradoras, normalmente em duas categorias (lixo e recicláveis; orgânicos e inorgânicos; lixo seco e lixo úmido, etc.) e “coleta seletiva” somente para designar a coleta condicionada a uma pré-seleção mais rigorosa, onde os resíduos orgânicos são separados dos recicláveis e estes, por sua vez, são separados em plásticos, papéis, vidros e metais (GRIMBERG; BLAUTH, 1998).

Em pesquisa realizada na cidade de Teodoro Sampaio, no Estado de São Paulo, com aproximadamente 16.300 habitantes na época, Fagundes (2009) constatou que 57% da população desconheciam termos como coleta seletiva e materiais recicláveis e, 24% não conheciam o local onde os resíduos são depositados. No entanto, 85% dessas pessoas consideravam importante para o meio ambiente participar do descarte seletivo dos resíduos.

O acondicionamento e a coleta, quando realizados sem a segregação dos resíduos na fonte, resultam na deterioração parcial ou total de vários materiais. No caso do papelão, por exemplo, ele se desfaz com a umidade tornando-se inaproveitável e no caso do papel, ele se suja em contato com matéria orgânica e perde valor (FUZARO; RIBEIRO, 2005). Ademais, somente depois de terem sido separados na origem que o poder público pode atuar com a coleta seletiva dos resíduos (NEVES, 2008).

A coleta seletiva cresce à medida que a população cobra uma postura proativa de seus governantes (BRACELPA, 2010). Entretanto, de acordo com Besen e Dias (2011), não há fontes seguras de dados sobre a existência de programas de coleta seletiva. De outro modo, sabe-se menos ainda sobre a sua abrangência nos lugares onde ela é praticada (BESEN; DIAS, 2011; SNIS, 2012).

Grimberg e Blauth (1998) fizeram referência a uma publicação do Ministério da Indústria e Comércio que cita tentativas de implantação de coleta seletiva de lixo no Brasil desde a década de 60. No entanto, coube a um bairro de Niterói, RJ, apresentar em 1985 os primeiros resultados que o consolidaram como o primeiro local a desenvolver um trabalho sistemático e duradouro de coleta seletiva do país (EIGENHEER, 1999 citado por ROVIRIEGO, 2005; GRIMBERG; BLAUTH, 1998; RIBEIRO; LIMA, 2001).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), os programas de coleta seletiva no Brasil aumentaram de 58, em 1989, para 451, em 2000, e chegaram a 994, em 2008. Em 2011, 32,3% (1.796) dos municípios possuíam programa, projeto ou ação de coleta seletiva em atividade (IBGE, 2012). Contudo, em 3,3% (184) havia projeto-piloto em área restrita e em 2,5% (138) a coleta havia sido interrompida. Em 42,7% (2.376) das cidades brasileiras, não existia programa, projeto ou ação de coleta seletiva de lixo (IBGE, 2012).

Na apuração do SNIS (2012) verificou-se que, 37% dos municípios brasileiros praticavam a coleta seletiva em 2010. No ano de 2011, segundo a Abrelpe (2011), 58,6% dos municípios informaram existir iniciativas dessa atividade. A quantidade parece expressiva, porém, muitas vezes tais atividades resumem-se à disponibilização de pontos de entrega voluntária (PEVs) ou na simples formalização de convênios com cooperativas de catadores para a execução dos serviços (ABRELPE, 2011). A coleta seletiva ainda representa menos de 3% da quantidade total de resíduos domésticos e públicos coletados (SNIS, 2012).

Em 2012, de acordo com o Compromisso Empresarial para a Reciclagem - CEMPRE (2012), que reúne informações sobre os programas de coleta seletiva desenvolvidos no Brasil desde 1994 (por meio de uma pesquisa bianual, a Ciclossoft), apenas 766 municípios brasileiros (aproximadamente 14% do total) operam esses programas. A maior incidência concentra-se nas regiões Sul e Sudeste do país (ABRELPE, 2011; CEMPRE, 2012; IBGE, 2010; 2012; SNIS, 2012) (Figura 1). Nessas regiões, praticamente 50% dos municípios afirmam realizar a coleta, enquanto nas demais regiões, não chegam a 20% (SNIS, 2012).

Segundo o SNIS (2012), a falta de clareza na distinção entre “triagem/recuperação de materiais recicláveis secos” e “coleta seletiva” faz gerar confusão e dificuldades na obtenção de dados precisos a respeito das quantidades de materiais recolhidos e deixa dúvidas sobre a forma como foram recuperados (se por meio de coleta seletiva, se em unidade de triagem e compostagem, ou segregados em um lixão). Apesar dessa dificuldade, o SNIS (2012) conseguiu apurar a incidência de valores médios *per capita* de materiais recuperados por região, em 2010, e observou uma diferença de quase 10 vezes entre os valores médios extremos (2,6 kg/hab./ano na região Norte e 20,8 kg/hab./ano na região Sul).



Figura 1. Municípios com coleta seletiva concentrados nas regiões Sul e Sudeste.
Fonte: Pesquisa Ciclossoft 2012 (CEMPRE, 2012).

A coleta seletiva e a reciclagem de materiais estão entre as principais soluções para o problema da destinação dos resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2010; HISATUGO; MARÇAL JUNIOR, 2007). Contudo, a possibilidade de êxito na coleta seletiva depende da quantidade de materiais recicláveis existentes na

composição dos resíduos gerados pela comunidade, que deve ser suficiente para justificar economicamente a sua separação (FUZARO; RIBEIRO, 2005). Além disto, depende-se de um mercado comprador para os recicláveis e também dos cidadãos, que devem estar conscientes da importância de sua participação no processo (FUZARO; RIBEIRO, 2005; ROVIRIEGO, 2005).

A coleta seletiva é um processo oneroso. Portanto, a sua eficiência é decisiva na análise de viabilidade da reciclagem. O modal de transporte, a equipe de coleta, assim como os sistemas técnicos utilizados são determinantes nos custos globais de logística reversa (VARELLA; LIMA, 2011). Projetos mal conduzidos e a descontinuidade na administração municipal podem levar programas institucionais de coleta seletiva ao fracasso (RIBEIRO; LIMA, 2001).

A inserção de catadores na coleta seletiva é uma alternativa cada vez mais consolidada no país e pode trazer múltiplos benefícios à administração municipal, aos próprios catadores e à comunidade como um todo (FUZARO; RIBEIRO, 2007). Para se adequar à PNRS os municípios devem criar leis para a implantação de coleta seletiva que priorize a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores formadas por pessoas de baixa renda (BRASIL, 2010). A Lei Estadual nº 12.300, de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos se antecipou à Federal inserindo, em seus objetivos, a inclusão de catadores nos serviços de coleta seletiva, além de incentivar a criação e o desenvolvimento de cooperativas e associações desses trabalhadores (SÃO PAULO, 2006).

Em 2010, as associações de catadores (apoiadas por prefeituras) atuaram como agente executor na coleta seletiva em 37,3% dos municípios brasileiros (SNIS, 2012), embora alguns municípios tenham tido mais de um agente executor. Em 2012, das cidades que participaram da pesquisa do Cempre (2012), 65% delas apoiaram ou mantiveram cooperativas de catadores como agentes executores da coleta seletiva municipal. Os resíduos coletados por catadores apresentam menor índice de rejeito e possibilitam melhor aproveitamento, pois esses agentes separam previamente o material que coletam (SNIS, 2012).

Das modalidades (modelos ou sistemas) de coleta seletiva existentes, Besen (2006) menciona quatro principais: 1) porta a porta (ou domiciliar); 2) pontos ou locais de entrega voluntária (PEVs ou LEVs); 3) postos de troca; 4) por meio de catadores informais (autônomos ou organizados). Roviriego (2005) também se refere ao trabalho desenvolvido por catadores (autônomos ou em cooperativas) como uma

modalidade de coleta, mas nem sempre se entende assim, pois os catadores podem estar envolvidos nas várias modalidades.

Os programas de maior êxito são aqueles em que há uma combinação dos modelos (CEMPRE, 2012). Os dois mais comuns (porta a porta e postos de entrega voluntária) acontecem de forma similar em todo o território brasileiro e podem ser entendidos tomando-se, como base, a descrição feita na cartilha “Coleta Seletiva para Prefeituras - Guia de Implantação” desenvolvida por Fuzaro e Ribeiro (2007) para a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo:

1. *Porta a porta* - É a coleta dos materiais recicláveis gerados nos domicílios de forma semelhante à da coleta regular de lixo. Os materiais são depositados na frente dos domicílios e removidos pelos veículos de coleta em dias e horários determinados. Os resíduos gerados são separados em dois grupos: *materiais recicláveis ou sucata* - papel, papelão, vidro, metal e plástico; e, *materiais não recicláveis* (lixo úmido ou simplesmente lixo) - matéria orgânica e materiais que não apresentam condições favoráveis à reciclagem. A forma de classificação dos resíduos pode variar de um município para outro, de acordo as características locais. Os materiais recicláveis, geralmente acondicionados em um único recipiente, são coletados e levados para unidades de triagem, onde são separados por tipo.

2. *Postos de entrega voluntária* - são locais predeterminados pela administração pública, onde são instalados diversos recipientes para acondicionar os materiais recicláveis que a população pode depositar, separadamente, plástico, papel, papelão, vidro e metal, facilitando a triagem final. A constituição dos PEVs depende dos recursos disponíveis. Estes postos geralmente são formados por conjuntos de recipientes plásticos ou metálicos (como latões de 200 litros e contêineres), ou por pequenas caixas ou baias de alvenaria (onde os materiais são depositados e acumulados para posterior remoção). Esses recipientes, que devem atender às exigências de capacidade e função são identificados por cores e devem ficar protegidos das chuvas e demais intempéries. Devem ficar em lugares de fácil acesso e visualização e que sejam frequentados por um grande número de pessoas.

As cores utilizadas para identificar os recipientes de descarte dos principais materiais coletados, conforme Resolução nº 275 de 25 de abril de 2001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2001), são: azul (para papel/papelão), vermelho (para plástico), amarelo (para metal) e verde (para vidro). Essa Resolução, inspirada em formas de codificação internacionais, estabelece o código

de cores correspondentes a diversos resíduos e, embora não se saiba onde se convencionou este código (GRIMBERG; BLAUTH, 1998), deve ser utilizado na identificação de coletores, transportadores e nas campanhas informativas para a coleta seletiva (BRASIL, 2001).

Para transportar o material coletado seletivamente a cartilha “Coleta Seletiva para Prefeituras - Guia de Implantação” (FUZARO; RIBEIRO, 2007) recomenda que se utilizem, preferencialmente, veículos sem dispositivos de compactação, com carrocerias que possibilitem o transporte de materiais volumosos de reduzido peso específico aparente. A mesma cartilha sugere caminhões com carrocerias fechadas com tela metálica, formando uma espécie de “gaiola” aberta na parte traseira para possibilitar o carregamento de grandes volumes e evitar que os resíduos se espalhem durante os deslocamentos do veículo. Para os municípios de pequeno porte recomenda-se a utilização de veículos adaptados às circunstâncias locais como, por exemplo, carroças puxadas por animais e/ou carretas acopladas a tratores.

3.4.1. Triagem e composição gravimétrica do material coletado

Após a coleta dos materiais recicláveis é necessário que se faça uma triagem (separação) dos mesmos antes de serem comercializados. Fuzaro e Ribeiro (2007) descrevem três formas comuns de se fazer essa separação bem como os respectivos rendimentos (produção individual) obtidos em algumas cidades onde a atividade já se desenvolvia há algum tempo:

1. *Processo manual* – o material reciclável coletado é depositado sobre o solo onde os seus componentes são separados manualmente. Este sistema rudimentar é considerado aceitável apenas em pequenas comunidades, ou quando se realiza amostragem. Nessas condições, o esforço e a postura física inadequada dos trabalhadores resultam em baixa produtividade dentre outros problemas.

2. *Mesa de catação* – os materiais recicláveis coletados são depositados junto a uma das extremidades de uma correia ou esteira transportadora utilizada como mesa de triagem (mesa de catação). Os materiais vão sendo colocados sobre ela e separados durante o seu movimento por trabalhadores posicionados nas laterais. O que não for aproveitável ou não tiver interesse econômico permanece na esteira até ser lançado num recipiente para posterior descarte como rejeito. Se

comparada à primeira forma, esta alternativa oferece melhores condições de trabalho, permitindo uma postura mais cômoda ao trabalhador que chega a separar até 700 kg de recicláveis por jornada de 08 horas.

3. *Gaiola metálica* – depositam-se os materiais recicláveis coletados em uma grande gaiola feita com tela metálica (tipo alambrado) lançando-os pela parte superior. Por uma abertura na parte inferior da mesma (à aproximadamente 1,5m do piso) os materiais vão sendo retirados e triados pelos trabalhadores, os quais conseguem separar aproximadamente 250 kg por dia.

Nem sempre a triagem é feita logo depois do descarregamento dos materiais pelos veículos que os coletaram, como visto no estudo de caso de Varella e Lima (2011), no município de Itaúna, MG. Ali, os materiais coletados seletivamente pela prefeitura em dias e horários predeterminados eram descarregados no pátio da cooperativa, onde permaneciam até o momento da sua triagem. Segundo os autores, as condições e o tempo de armazenamento interferem no índice de rejeito e degradam papéis e papelões. Assim, quanto maior for o tempo em que permanecem no pátio, maior é a taxa de rejeito do processo.

Por meio da análise gravimétrica pode-se conhecer a quantidade de componentes de uma determinada mistura. A composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente de uma amostra de resíduos, em relação ao peso total da mesma (TABALIPA; FIORI, 2006) permitindo que se defina, assim, a composição de toda a mistura. Segundo BESEN (2006), a quantidade de rejeitos presente na composição é um importante indicador da eficiência do sistema de coleta e triagem, assim como da eficiência do trabalho de separação do material reciclável feito pela população.

As Figuras 2 e 3 se referem à média da composição gravimétrica da coleta seletiva realizada no Brasil nos anos de 2010 e 2012 respectivamente (CEMPRE, 2010; 2012). Observa-se que a porcentagem de papel/papelão que já era grande, aumentou ainda mais nesse período. No entanto, em 2014, como pode ser visto na Figura 4 (CEMPRE, 2014), a porcentagem de papel/papelão diminuiu bastante, embora esse material continue predominando na composição. A proporção de rejeitos entre eles tem sido cada vez maior. No Brasil, papel/papelão são os tipos de materiais recicláveis mais coletados (em peso) por sistemas municipais de coleta seletiva seguidos dos plásticos (em geral), vidros, metais e embalagens longa vida; e a quantidade de rejeitos ainda é grande (CEMPRE, 2012).

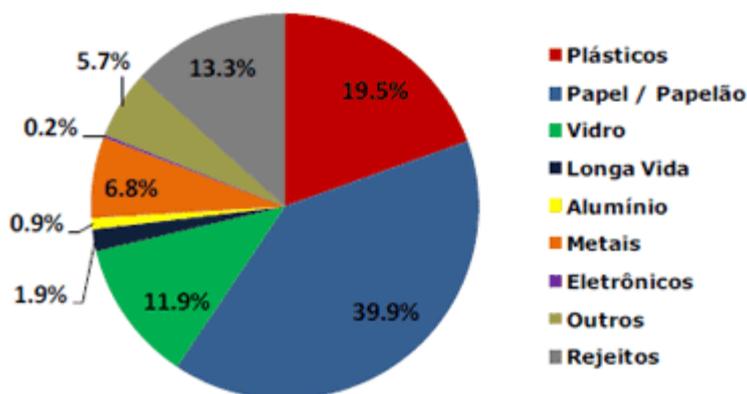


Figura 2. Média da composição gravimétrica da coleta seletiva no Brasil em 2010.
Fonte: Pesquisa Ciclossoft 2010 (CEMPRE, 2010).

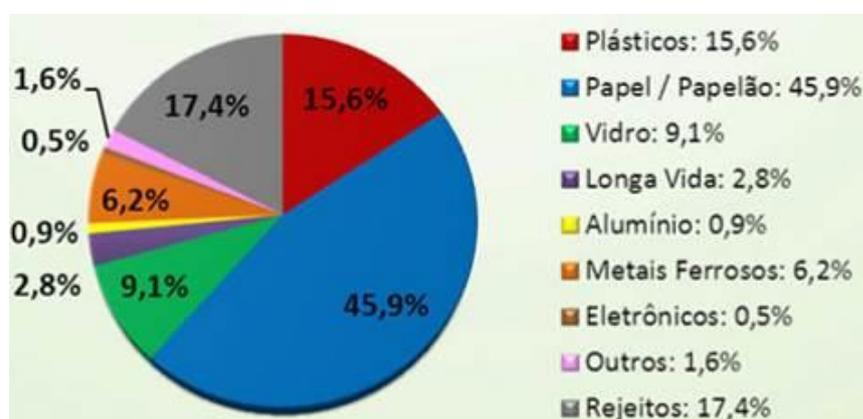


Figura 3. Média da composição gravimétrica da coleta seletiva no Brasil em 2012.
Fonte: Pesquisa Ciclossoft 2012 (CEMPRE, 2012).

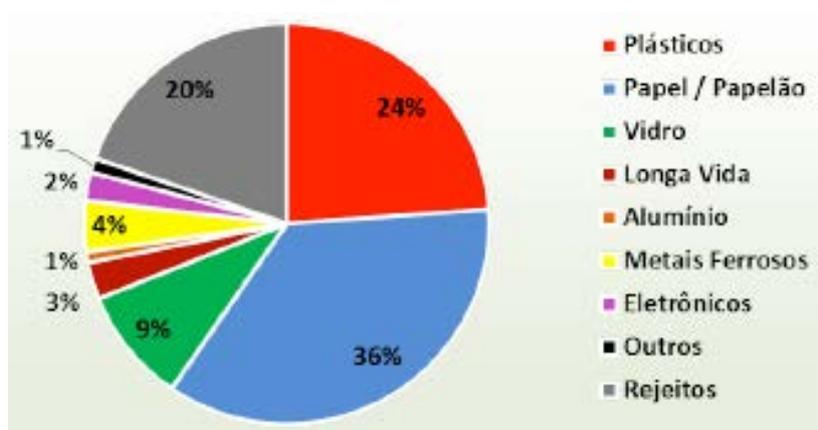


Figura 4. Média da composição gravimétrica da coleta seletiva no Brasil em 2014.
Fonte: Pesquisa Ciclossoft 2014 (CEMPRE, 2014).

3.5. Reciclagem

Na PNRS estabelece-se que “reciclagem é o 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 (...)” (BRASIL, 2010). Na literatura é comum o termo aparecer associado à redução de consumo de energia, de recursos naturais e de poluição ambiental. E é consenso considerá-la como a maneira mais adequada de aproveitar os resíduos sólidos urbanos.

No entanto, segundo a NBR ISO 14021 (ABNT, 2013), “reciclagem de materiais é apenas uma das várias estratégias de prevenção de resíduos. A escolha de uma estratégia dependerá das circunstâncias e é recomendável que se considerem os diferentes impactos regionais ao fazer tal escolha”. Nesta definição, embora a Norma utilize o termo “prevenção” de resíduos, seria mais adequado usar, por exemplo, “gerenciamento” de resíduos, pois entende-se que estes já foram gerados e estão sendo aproveitados. Para organizar um plano de gestão de resíduos sólidos urbanos é necessário, em primeiro lugar, conhecer a sua composição e o volume de suas três frações: (I) a orgânica, que pode ser compostada; (II) a dos materiais recicláveis que podem ser reaproveitados e, portanto, tem valor comercial; e (III) a dos rejeitos, que ocupará área do aterro (MARTINS, 2009). Para esse autor, todos acham que têm um entendimento claro a respeito da reciclagem até que comecem a praticá-la.

Muitos materiais recicláveis acabam dispostos em aterros e lixões, apesar dos esforços dos setores privado e público, e da sociedade civil, em prol da reciclagem, desde o *design* dos produtos até a implementação de sistemas de logística reversa (VARELLA; LIMA, 2011). Segundo os autores, a maior parte desses materiais é potencialmente reciclável do ponto de vista técnico, mas nem todos do ponto de vista econômico. E mesmo quando o são, a maioria é aterrada. Com exceção das latas de alumínio e das embalagens de PET, a taxa de reciclagem dos demais tipos de plásticos, papeis, vidros e outros materiais comuns, fica abaixo de 50% (VARELLA; LIMA, 2011).

Nesse sentido, Gonçalves-Dias (2009) chama atenção para o fato de nem todos os resíduos despertarem o interesse das empresas recicladoras, mas somente os que reúnem condições como, baixo custo, grande oferta da matéria-prima e mercado consumidor garantido. Segundo a autora, pouco importa para a indústria

quanto esses materiais podem prejudicar o ambiente e, desta forma, “se o papel reciclado é certeza de bons negócios, recicla-se o papel, se a reciclagem de outro material qualquer não dá lucro, o melhor é enterrá-lo”.

Diz-se que a indústria do papel tem origem na reciclagem (BRACELPA, 2010a). Desde que foi inventado na antiga China, no século I d.C., já era produzido a partir da reutilização de trapos de tecidos misturados a fibras retiradas da casca de algumas espécies de árvores. Este material, até ser industrializado, depois da invenção da primeira máquina para a sua produção, em 1799, foi produzido manualmente utilizando-se restos de tecidos, especialmente de cânhamo, linho e algodão, como matéria-prima principal. A escassez desses produtos têxteis motivou o uso da madeira em sua fabricação, resultando no desenvolvimento da polpa mecânica em 1843 e da polpa química na segunda metade do século XIX.

O interesse pela reciclagem de produtos de papel usado, fabricados com fibras de polpa de madeira, começou somente na segunda metade do século XX, a partir dos anos 1950 e 1960, especialmente para a produção de papel de embalagem e cartão (LOTHAR, 2000). Segundo esse autor, na década de 1970, as fibras recicladas passaram a ser usadas também na fabricação de papéis gráficos e higiênico. E na década de 1980, a sua utilização na indústria papelreira se acelerou (LOTHAR, 2000).

Entre 1980 e 1996 a produção de papel cresceu cerca de 3% ao ano (LOTHAR, 2000). Nesse período o consumo global de papel recuperado aumentou cerca de 6% ao ano, enquanto que o crescimento anual do consumo de celulose química e mecânica foi de aproximadamente 2%, conforme o mesmo autor. Em 1997, o volume de papel recuperado utilizado globalmente na indústria papelreira foi quase idêntico ao volume de pasta química e quase quatro vezes maior do que o de pasta mecânica utilizados por essa indústria (LOTHAR, 2000).

De acordo com a entidade portuguesa, Associação da Indústria Papelreira - CELPA (2012), “indústria papelreira” é a designação geral dada a um conjunto de entidades relacionadas com a produção de pastas para papel e de diferentes tipos de papéis. Praticamente todo o ciclo de vida dos produtos de papel está incluído na atividade dessa indústria, desde a produção de matérias-primas (florestal) até o tratamento dos produtos no fim de vida (por meio de reciclagem ou valorização energética de papéis velhos) (CELPA, 2012).

A crescente melhoria nos processos de destintamento foi um dos fatores que influenciaram o aumento da utilização de papel recuperado nas décadas de 1980 e 1990 (LOTHAR, 2000). O autor comenta que, no final do século XX, as fibras recicladas desempenharam um importante papel na indústria papelreira, como um substituto para as fibras virgens (LOTHAR, 2000). Para o autor, em muitos países, essa indústria não existiria sem fibras recicladas, principalmente por razões econômicas, enquanto que em lugares como o Japão, a Coreia, Taiwan ou o México, também pela escassez de fibra virgem nacional.

As razões básicas para se converter papéis usados em fibras secundárias são de ordem econômica, tecnológica e ambiental, conforme explicação de Pepe (2008). É econômica, por custarem menos que as fibras virgens e por estarem disponíveis em centros urbanos, o que viabiliza indústrias menores e com mercado consumidor próximo; é tecnológica, pelo desenvolvimento dos processos e equipamentos que possibilitam progressão na produção de papéis mais baratos e crescente agregação de fibras recuperadas na composição de papéis de qualidade; é ambiental, por contribuir com a preservação e proteção do ambiente, além de aliviar aterros sanitários e lixões (PEPE, 2008).

Segundo a *American Forest & Paper Association* (AF&PA), em 1988, cerca de 25% da matéria-prima utilizada nas fábricas de papel dos EUA era papel recuperado. A mesma instituição informou que, em 1999, o percentual subiu para 36,3% e manteve-se em torno de 36 e 37% até 2007. Atualmente, a maior parte das fábricas americanas usa fibra recuperada em alguns ou em todos os seus produtos; cerca de 140 fábricas usam exclusivamente papel reciclado (EPA, 2013b). Como resultado, quase todos os tipos de produtos de papel fabricados no país contêm fibra reciclada (EPA, 2013b). A AF&PA atribui a rápida ascensão na recuperação de papel nos EUA à forte demanda externa e aos sólidos ganhos no consumo doméstico (EPA, 2013b).

Em relação à Europa, de acordo com o *European Recovered Paper Council* - ERPC (2013b), de 1995 a 2010, a indústria papelreira praticamente dobrou a sua capacidade em consequência do significativo investimento em reciclagem no setor (Figura 5). A reciclagem de papel aumentou em 18 milhões de toneladas (45%) de 1998 a 2009, ano em que foram recicladas 58 milhões de toneladas (Figura 5). Nesse ano, como já havia ocorrido anteriormente, a taxa de reciclagem (72,2%) ultrapassou a meta estabelecida para o ano seguinte (2010), que seria de 66% (ERPC, 2010).

Para a *Confederation of European Paper Industries – CEPI* (2014), “taxa de reciclagem” é a percentagem de papel recuperado que se utilizou na reciclagem em relação ao consumo total de papel.

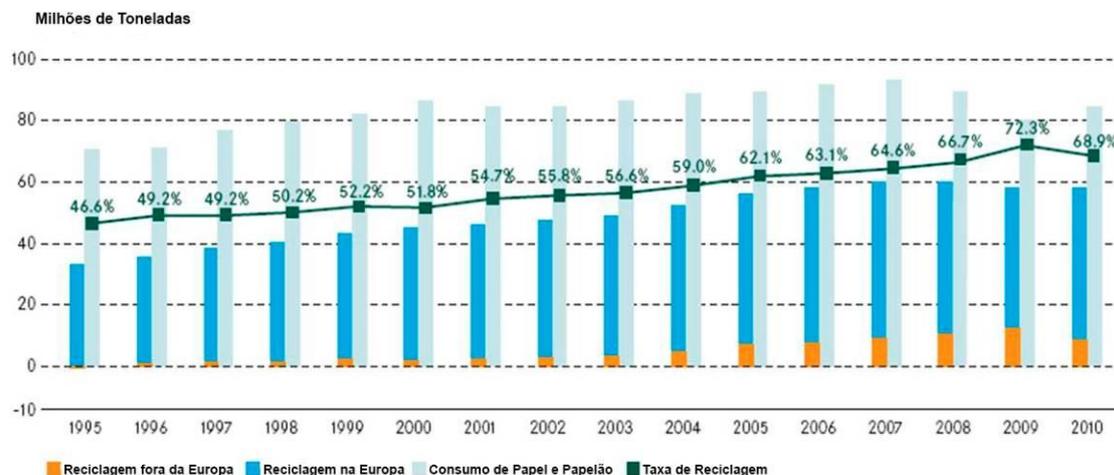


Figura 5. Evolução na reciclagem de papel na Europa de 1995 a 2010. Fonte: ERPC (2013c).

Atualmente a Europa é líder mundial em reciclagem de papel e a indústria papelreira é a maior entre as suas indústrias recicladoras (ERPC, 2013b). Desde 2000, a taxa de reciclagem de papel na Europa tem crescido três vezes mais do que o consumo total de papel, segundo o ERPC (2013b). Papel recuperado, como visto anteriormente, é a matéria-prima mais importante para muitas indústrias papelreiras também daquele continente, sempre por razões principalmente econômicas, seguidas pela ausência de fibras virgens, em alguns países, por considerações ou restrições ambientais, de acordo com a *European Cooperation in Science and Technology (COST) Action E48* (2010). Entretanto, devido à forte demanda, nas últimas décadas, as vantagens econômicas desse material sobre as fibras virgens tornaram-se menores e a sua qualidade piorou (COST E48, 2010).

Também no Brasil, o início da reciclagem de papel coincide com o início da fabricação do produto que, segundo a literatura, começou no Rio de Janeiro em 1809. As matérias-primas utilizadas pelas primeiras indústrias eram papel usado de embalagens vindas do exterior e celulose igualmente importada. Na década de 1970, no entanto, o desenvolvimento de florestas plantadas para fins industriais alavancou o setor papelreiro e estimulou o consumo de papel fabricado com fibra virgem nacional e, conseqüentemente, aumentou a disponibilidade de papéis recicláveis

(BRACELPA, 2010a). Na Figura 6 verifica-se o crescimento da produção brasileira de celulose e papel desde 1970.

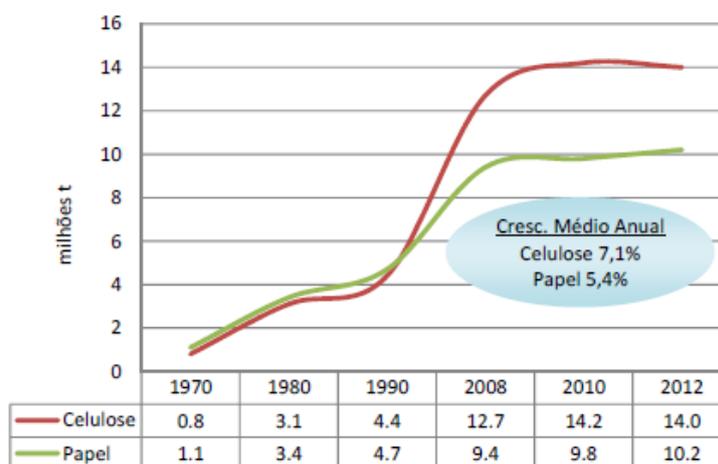


Figura 6. Crescimento da produção brasileira de celulose e papel a partir de 1970. Fonte: Bracelpa (2013).

Segundo Associação Brasileira de Celulose e Papel - BRACELPA (2007), é importante que papéis feitos a partir de fibras virgens entrem no mercado para se misturar com papéis recuperados e, assim, prolongar o ciclo da sua reciclagem, pois as fibras que compõem o papel se degradam à medida que são novamente refinadas. A atividade de reciclagem no setor papelero no Brasil cresceu bastante no período de dez anos (1997 a 2006). Assim, enquanto o consumo aparente de papéis aumentou 25% nesse período, o consumo de papel na reciclagem evoluiu 56% (BRACELPA, 2007).

No ano de 2007, 16 estados brasileiros eram produtores de papel; em 10 deles, todas as fábricas eram recicladoras, à exceção do Paraná. Nesse estado, 63% das fábricas usavam aparas como matéria-prima principal (BRACELPA, 2007). Segundo a Bracelpa, é necessário que a indústria papelera apresente mais de 50% de seus produtos feitos a partir da reciclagem para ser considerada recicladora. Em 2007, das 175 indústrias de papel do país, 132 atendiam a esse critério, ou seja, 75% das fábricas (BRACELPA, 2007).

O avanço da reciclagem no Brasil está diretamente vinculado às questões econômicas somadas, nas últimas décadas, aos desafios socioambientais dentro do conceito de sustentabilidade (BRACELPA, 2010a). Aumentaram as campanhas de coleta seletiva e a ação dos catadores nas ruas, para os quais, papel usado é uma fonte

de sustento (CEMPRE, 2013a). Os sistemas de reciclagem e suas aplicações em novos produtos também evoluíram, graças a fatores, tais como, o aumento na produção de papel reciclado para imprimir e escrever e o desenvolvimento de embalagens (BRACELPA, 2010a).

No ano de 2011, a indústria papelreira nacional utilizou 4,3 milhões de toneladas de aparas para produzir papéis, o que representa 45,5% das 9,6 milhões de toneladas de todo o papel consumido no país naquele ano (BRACELPA, 2012) (Tabela 3). Nessa estatística incluiu-se em “papel consumido” até mesmo o montante não reciclável (como os papéis de uso sanitário). Caso contrário, a taxa de recuperação teria sido de 53,4%. Também não foram consideradas as aparas utilizadas na fabricação de outros produtos, fora do setor papelreiro (BRACELPA, 2012). A quantidade de aparas consumidas em 2011 foi de aproximadamente um terço da produção nacional de celulose virgem nesse ano, sendo considerada a quarta maior do mundo, com 13,9 milhões de toneladas (BRACELPA, 2012; 2013).

Tabela 3. Consumo aparente de aparas e de papéis de origem no Brasil em 2011 (por grupo de aparas). Fonte: Bracelpa (2012).

Família de aparas	Consumo aparente de aparas (mil toneladas)	Consumo aparente de papéis de origem* (mil toneladas)	Taxa de recuperação (%)
Ondulados + Kraft	3.393	4.626	73,3
Imprimir/escrever	600	2.081	28,8
Imprimir/escrever com Pastas	189	862	21,9
Papel cartão/cartolinas	166	572	29,0
Sanitários	-	962	-
Especiais	-	459	-
Total	4.348	9.562	45,5
Total sem papéis não recicláveis	4.348	8.141	53,4

*Estimado

A Associação Nacional dos Aparistas de Papel - ANAP (2012) observou que, desde 2002, a indústria brasileira de papéis vem reciclando em torno de 52% de todo o papel consumido e que é passível de reciclagem (Figura 7). Para Anap (2012), este dado pode indicar que essa indústria talvez não tenha capacidade de consumir mais aparas e que talvez esteja plenamente abastecida. Deste modo, considerando o fato de que haverá um provável aumento na oferta de aparas em

consequência da regulamentação da PNRS, a maior preocupação consiste no possível impacto desse aumento sobre a atividade do aparista (ANAP, 2012).



Figura 7. Evolução na reciclagem de papel no Brasil de 1997 a 2011. Fonte: Bracelpa, citado por Anap (2012).

Alguns segmentos como o de embalagens de polpa moldada e o da construção civil, onde se destacam as telhas ecológicas, vêm usando cada vez mais aparas de papel na composição dos seus produtos, ou criando novos produtos para utilizá-las associadas a outros ingredientes (ANAP, 2012). No entanto, a indústria papelreira é a maior consumidora das aparas comercializadas (ANAP, 2012).

3.5.1. Recuperação de papel/papelão para reciclagem

Para se saber quanto se recupera do papel que foi descartado (aparas) é importante saber o que é “taxa de recuperação”. Ela é a razão entre o consumo de aparas recuperadas e o consumo aparente de papel num mesmo país (BRACELPA, 2013). Já consumo aparente é a produção nacional de papel menos o que foi exportado somado ao que foi importado (ANAP, 2012; FOELKEL, 2010). Para se ter uma ideia melhor dessa proporção é interessante saber também qual o consumo aparente per capita de papel em alguns países. Assim na Figura 8 verifica-se o que foi consumido em 2010 em alguns selecionados pela Bracelpa (2013).

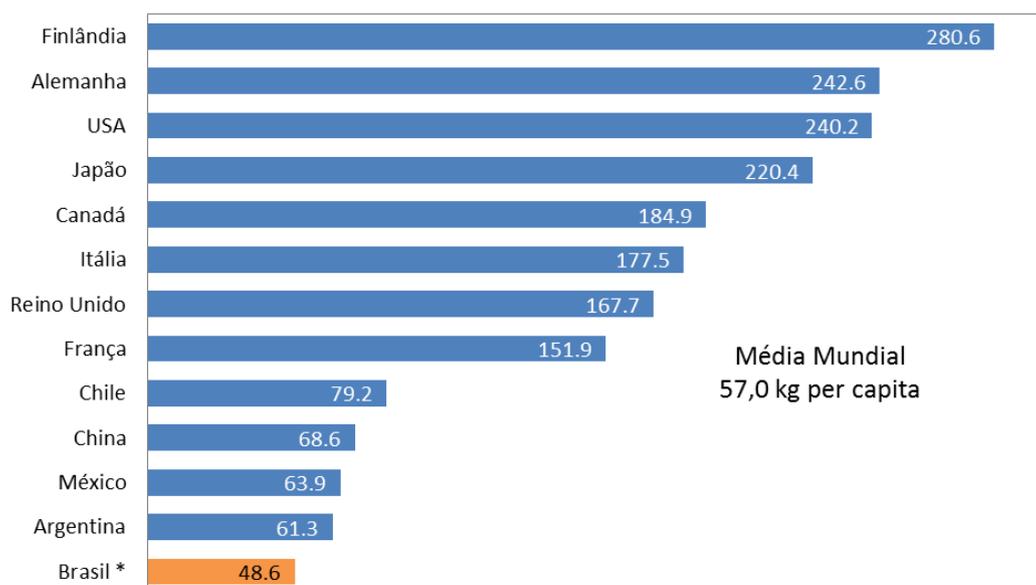


Figura 8. Consumo aparente de papel per capita (em quilos) em alguns países de referência e a média mundial no ano de 2010. Fonte: RISI citada por Bracelpa (2013). Fonte: Bracelpa (2013).

Em países com baixa densidade populacional e com recursos florestais sustentáveis, papel é produzido predominantemente com fibras virgens. Entretanto, naqueles com população densa e disponibilidade de papel usado, a indústria papelreira depende principalmente do papel recuperado da "floresta urbana" (ERPC, 2013d). As maiores taxas de recuperação de papéis recicláveis registradas em 2010 foram as da Coreia do Sul (91,6%), da Alemanha (84,8%) e do Japão (79,3%) (BRACELPA, 2013).

Dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), segundo Pepe (2008), indicam que a recuperação de papéis no mundo foi estimada em 145 milhões de toneladas. Esse montante equivale a cerca de um terço das fibras utilizadas na produção mundial de papéis que, segundo o autor, foi de aproximadamente 400 milhões de toneladas na mesma época. Em 2011 foram recuperadas 228,2 milhões de toneladas de papéis e 226,4 milhões de toneladas foram utilizadas na reciclagem (CELPA, 2012).

O que impulsiona a utilização de papel usado são, além da competição de custo, as exigências legais de certos países, o crescimento da conscientização ambiental e o nível de aceitação de papel feito de fibras recicladas (LOTHAR, 2000). No entanto, apesar da indústria papelreira se esforçar para recuperar como matéria-prima, o papel pós-consumo continua sendo descartado como lixo doméstico (PUTZ, 2000). Em 2011, papel e papel cartão foram os materiais mais

descartados nos EUA, representando 28% (aproximadamente 70 milhões de toneladas) das 250 milhões de toneladas de RSU ali gerados, como visto na Figura 9a (EPA, 2013c). Pode-se observar, na Figura 9b, que a parcela de papel e papel cartão foi de aproximadamente 53% (quase 87 milhões de toneladas) dos materiais recuperados no país (EPA, 2013c).

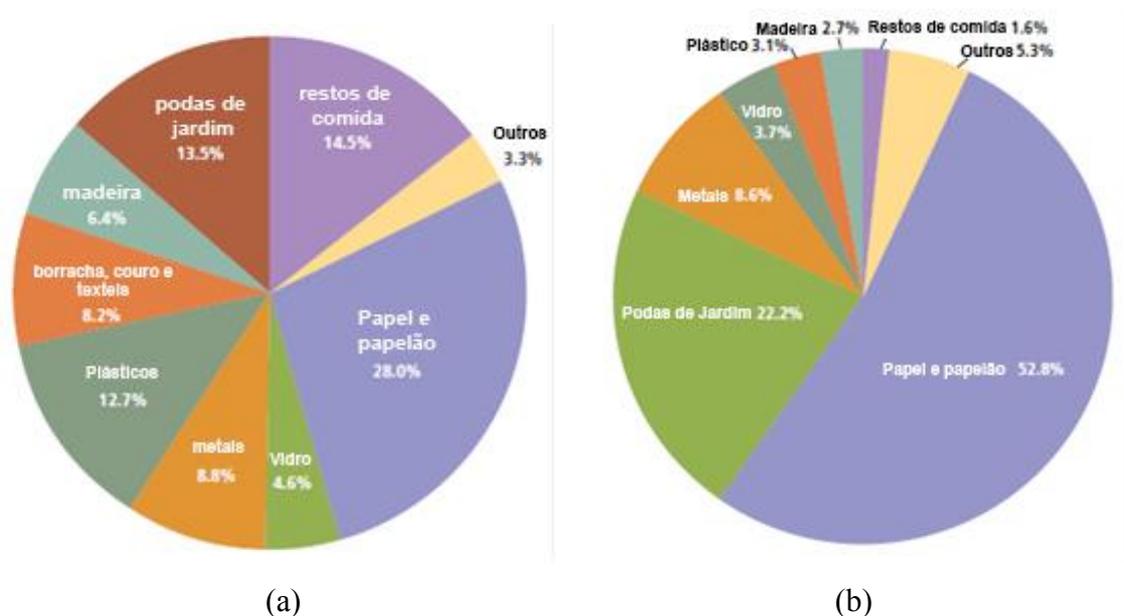


Figura 9. (a) Total de RSU (por material) gerados em 2011 nos EUA (250 milhões de toneladas) com predominância de papel e papel cartão (28%); e (b) total de RSU (por material) recuperados em 2011 nos EUA (87 milhões de toneladas) com predominância de papel e papel cartão (52,8%). Fonte: EPA (2013c).

A recuperação anual de papel nos EUA aumentou em 81% desde 1990 (Figura 9) tornando-se uma verdadeira história de sucesso ambiental para os americanos (AF&PA, 2013). A taxa de recuperação nesse país é superior a 60% desde 2009 e ultrapassou 66% em 2011 (Figura 10). A quantidade de papel destinada a aterros diminuiu em mais da metade desde 2000 (AF&PA, 2013). Em 2012, o país recuperou 51,1 milhões de toneladas de papel para reciclagem interna e exportação e, apesar da taxa de recuperação ter sofrido uma pequena queda em relação ao ano anterior, segundo a AF&PA (2013), foi a segunda maior já registrada no país (65,1%). Os fatores que, provavelmente, mais influenciaram essa queda foram a recessão na Europa e a desaceleração econômica na China (considerada o maior cliente externo dos EUA para papel recuperado); as exportações para lá caíram 0,8% em 2012 (AF&PA, 2013).

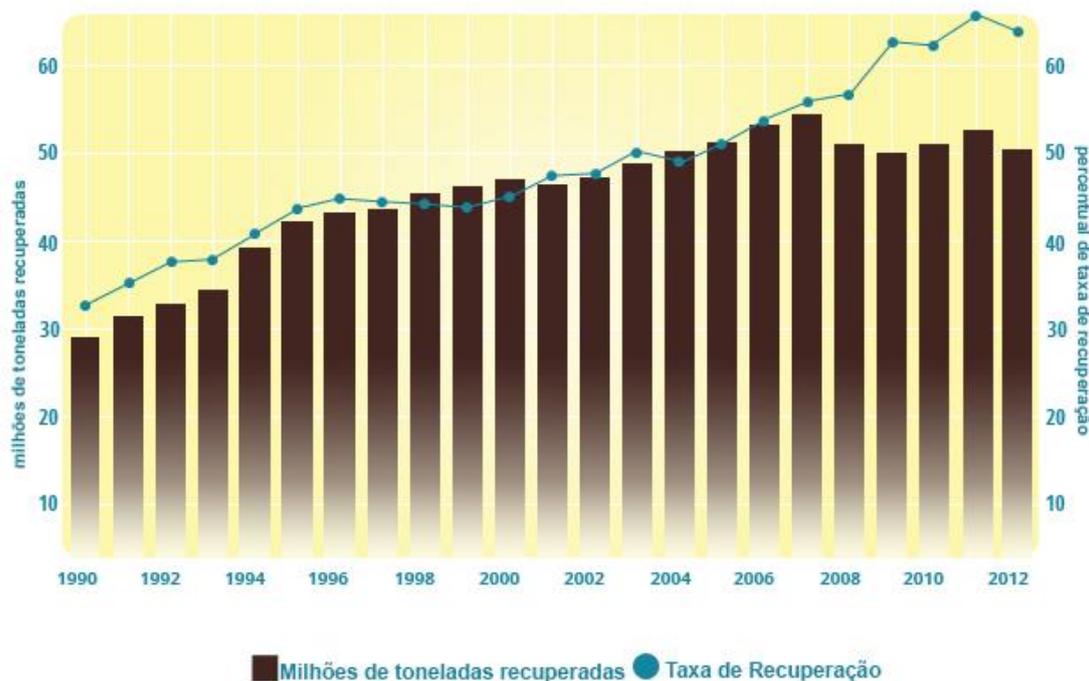


Figura 10. Evolução na recuperação de papel (em milhões de toneladas) nos EUA de 1990 a 2012. Fonte: (AF&PA, 2013).

A Europa vem recuperando cerca de 60 milhões de toneladas de papel usado por ano e a sua taxa de recuperação tem sido superior a 60% desde 2005 (ERPC, 2013d). Em 2012, foram reciclados 71,7% de todo papel e cartão usados pelos europeus (ERPC, 2013a; 2013f) e, para aumentar ainda mais essa atividade, especialmente na Europa Central, vários membros do ERPC são parceiros em projetos financiados pela UE com o objetivo de melhorar os seus sistemas de coleta (ERPC, 2013f). As fábricas de papel que dependem de papel recuperado devem ter a garantia de um fornecimento regular (ERPC, 2013e).

Os municípios europeus são legalmente responsáveis por organizar e coletar seus resíduos, mas, para atingir seus objetivos de reciclagem, a indústria papelreira coopera com os municípios, com os catadores de papel recuperado, com os gestores de resíduos, com editoras e fabricantes de embalagens (ERPC, 2013c). A coleta seletiva melhora a qualidade do papel recuperado, mas todos os envolvidos na cadeia devem reconhecer que estão manipulando uma matéria-prima secundária e não resíduo, e aceitar as responsabilidades que isso implica (ERPC, 2013c).

A nova diretiva da EU relativa aos resíduos obriga os Estados Membros a criar coleta seletiva de papel, entre outros materiais, até 2015 (ERPC, 2013c). Alguns países europeus coletam jornais e revistas velhas de residências

separadamente de papel e de embalagens de cartão, muito embora, às vezes eles sejam todos coletados juntos. De todo modo, o fundamental para a reciclagem é que papel e cartão sejam coletados separadamente de outros materiais, em particular, do lixo doméstico (ERPC, 2013c).

No ano de 2010, a taxa de recuperação de aparas para a produção de papéis no Brasil foi de 43,5%, tendo sido considerada a décima segunda maior no “ranking” mundial de recuperação de papéis usados naquele ano (BRACELPA, 2012). Em 2011, a taxa brasileira subiu para 45,5%, ou seja, nesse ano, em que o país consumiu 9,6 mil toneladas de papéis (consumo aparente estimado), a indústria papelreira recuperou e consumiu 4,3 mil toneladas de aparas (BRACELPA, 2012).

Na Figura 11 verifica-se a evolução da taxa de recuperação de aparas no Brasil de 2002 a 2011 (BRACELPA, 2012). Na estatística da Anap (2012), como já visto, a taxa de recuperação em 2011 foi de 53,4%, diferentemente da que foi apresentada pela Bracelpa. Isto, por que a Anap considerou em seu cálculo apenas os papéis recicláveis que realmente foram consumidos pela indústria papelreira (8,1 mil toneladas) e excluiu aqueles que não são próprios para a reciclagem.

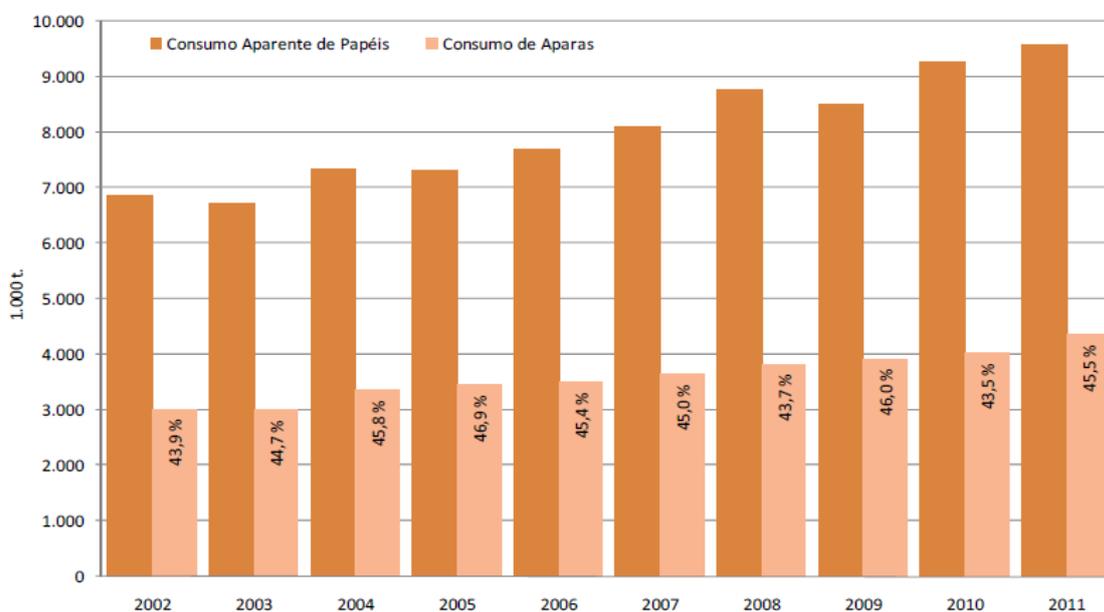


Figura 11. Evolução da taxa de recuperação de aparas (em %) no Brasil. Fonte: Bracelpa (2012).

Com a aprovação da PNRS em 2010, o setor de embalagens, está entre os primeiros que são obrigados a executar, como dito anteriormente, um plano

de logística reversa de seus produtos. Desta forma, espera-se que uma grande quantidade de papel, vidro, latas, plásticos e demais materiais seja desviada do lixo urbano e encaminhada para a reciclagem (ANAP, 2012). Segundo a Anap (2012), para o referido setor, foi determinado que depois de ter o seu plano de execução aprovado, seus sistemas de logística reversa deveriam ser implantados, inicialmente, nas 12 cidades sede dos jogos da Copa do Mundo de 2014. A Anap chegou a estimar um aumento de aproximadamente 230 mil toneladas na coleta desse ano, se consideradas apenas as embalagens de papel que seriam descartadas nas tais cidades. Entretanto, não se sabe se as ações previstas foram concretizadas.

De acordo com os cálculos da Anap (2012), se todo o Brasil implantar coleta seletiva, as cooperativas terão aproximadamente 1,5 milhões de toneladas de papel para recuperar, além da quantidade que coletam atualmente. Com isto, a taxa de recuperação de aparas de 53,4% (em 2011), por exemplo, se elevaria para 73%, o que é um grande desafio. O mercado de papel reciclado precisará ser estimulado, principalmente, por meio da desoneração de toda a cadeia desse setor e de medidas de incentivo às exportações (ANAP, 2012). Em 2013, a taxa de recuperação de aparas no país chegou a 58,9%, graças às 4,8 milhões de toneladas de papel recuperado consumidas internamente pela indústria papeleira (ANAP, 2014).

Papel recuperado é uma “commodity” cada vez mais comercializada no mercado internacional (EPA, 2012a; ERPC, 2013c). A sua oferta e a sua demanda variam, às vezes de forma dramática, com constante mudança das condições econômicas e influenciam a economia da sua reciclagem (EPA, 2012a). A demanda por papel recuperado no mundo cresceu em cerca de 70 milhões de toneladas (45%) de 2001 para 2011 (Figura 12). A maior alta foi a asiática, com um aumento de aproximadamente 60 milhões de toneladas. Somente na China o incremento foi de cerca de 260% (RISI, 2012).

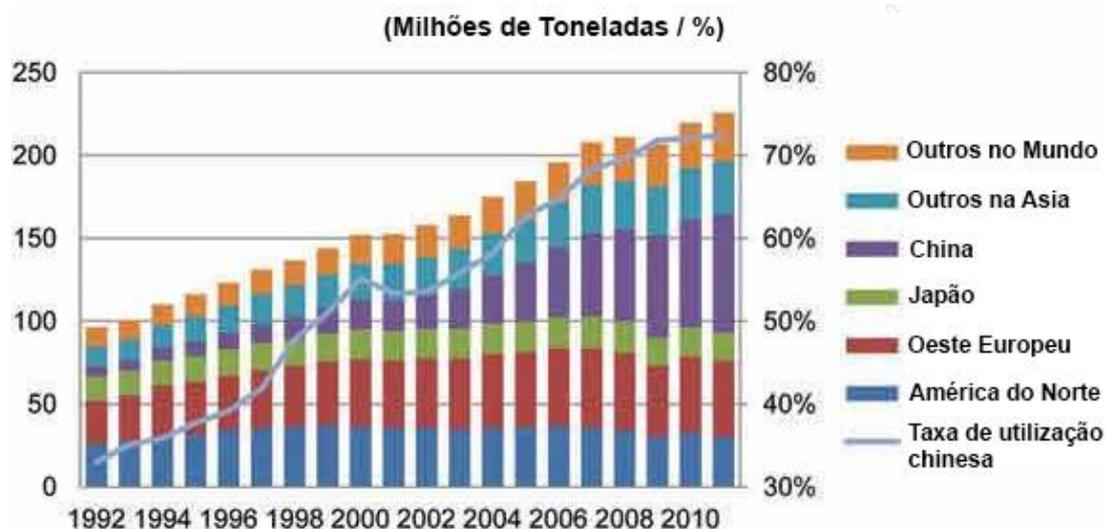


Figura 12. Demanda mundial de papel recuperado (em milhões de toneladas) e a taxa de sua utilização na indústria de papel da China (em %). Fonte: Risi (2012).

O expressivo crescimento econômico da China nos últimos anos alimentou a forte demanda de exportação de papel recuperado da América do Norte. Com isso, os preços do material subiram rapidamente e encareceram a produção americana de papel reciclado (EPA, 2012a). De acordo com a ERPC (2013c), enquanto a Europa Ocidental e a América do Norte desenvolvem sistemas de coleta de papel recuperado, a Ásia, em particular a China, depende da importação do material. Os governos e os fabricantes chineses de papel vêm tentando aumentar a coleta no seu país para suprir a demanda crescente, mas ela não chega a ser suficiente (RISI, 2012). Assim, as importações continuam a ser de grande importância para a China (Figura 13).

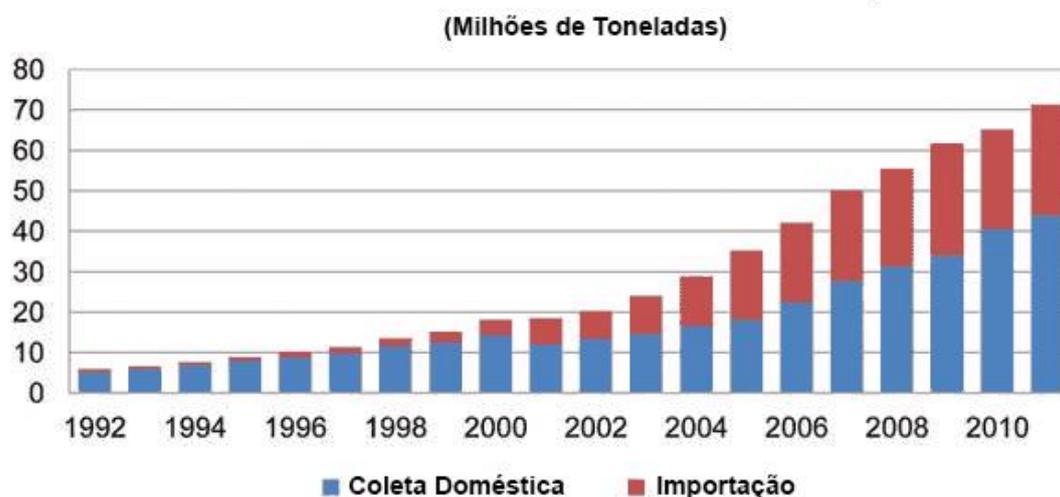


Figura 13. Evolução da importação e da coleta de papel recuperado na China de 1992 a 2011 (em milhões de toneladas). Fonte: Risi (2012).

Na Figura 14 encontram-se os principais fluxos de papel recuperado no comércio mundial em 2009. De acordo Risi (2012), a tendência para os próximos cinco anos é de que a demanda das regiões pobres em fibras virgens, como a China e a Índia, continue a crescer provocando uma escassez mundial dessa matéria-prima. E com isso, tanto as taxas de recuperação quanto os preços do material poderão se elevar (RISI, 2012).

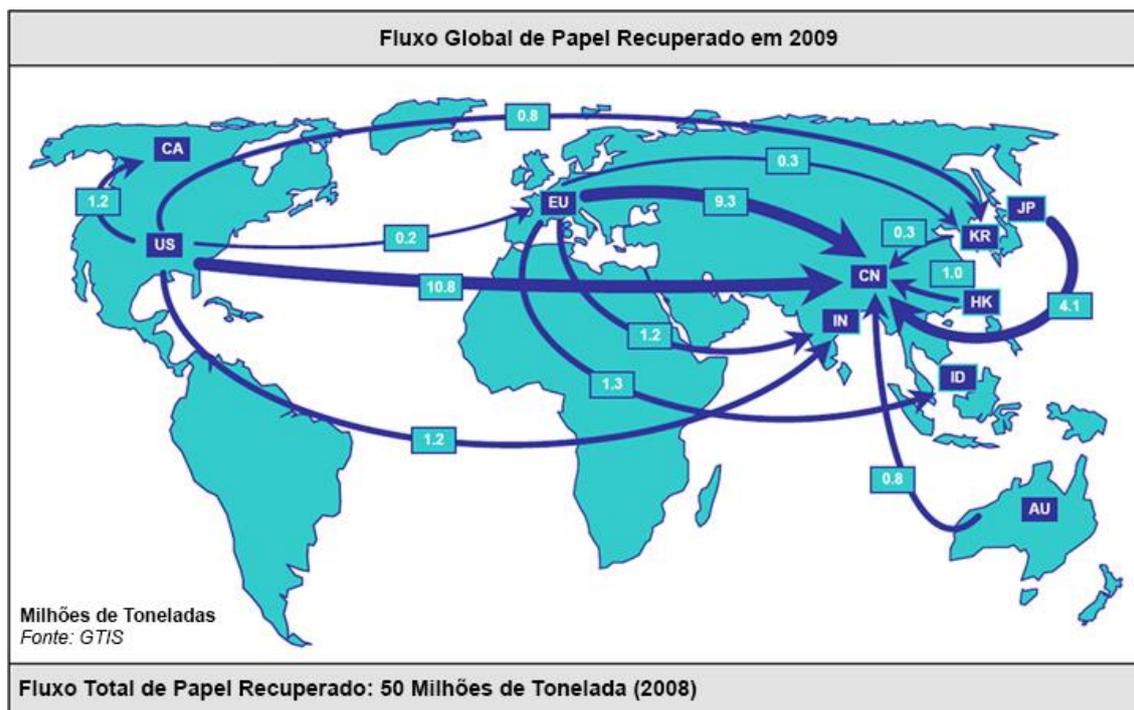


Figura 14. Principais fluxos de comércio mundial de papel recuperado em 2009 e suas quantidades (em milhões de toneladas). Fonte: ERPC (2013c).

Segundo a ERPC (2013c) pode-se classificar as diferentes regiões de acordo com a utilização, a coleta e a atividade de reciclagem de papel recuperado. A taxa de reciclagem da *Confederation of European Paper Industries (CEPI)*, por exemplo, está bem acima da taxa da América do Norte e dos níveis médios mundiais, enquanto a taxa de utilização da Ásia é maior do que na área da CEPI. Isto só é possível porque os países asiáticos importam grandes volumes de papel recuperado da América do Norte e da Europa, onde a coleta e a gestão de resíduos são bem desenvolvidas (ERPC, 2013c). Em 2012, a China e outras nações absorveram 41% do papel recolhido para reciclagem nos EUA (AF&PA, 2013).

O Brasil, de acordo com a Anap (2012), ainda não conseguiu se inserir no mercado internacional de papel recuperado. As suas importações, bem como

as exportações de aparas ainda são incipientes e praticadas, algumas vezes, sem obtenção de lucros, por curtos períodos e apenas para a regulamentação do mercado (ANAP, 2014).

O Brasil apenas importava aparas e somente em 2011 conseguiu inverter o fluxo desse comércio (Figura 15), embora não se possa afirmar que isto seja uma tendência de longo prazo (ANAP, 2012). Em 2012 iniciaram-se exportações do material para a China (ANAP, 2012). Segundo essa instituição, o país exporta basicamente aparas de papel com pasta mecânica (jonais e revistas) e importa aparas brancas e de papelão ondulado. Em 2013, a exportação brasileira de aparas foi de apenas 31 mil toneladas em seu total (ANAP, 2014).

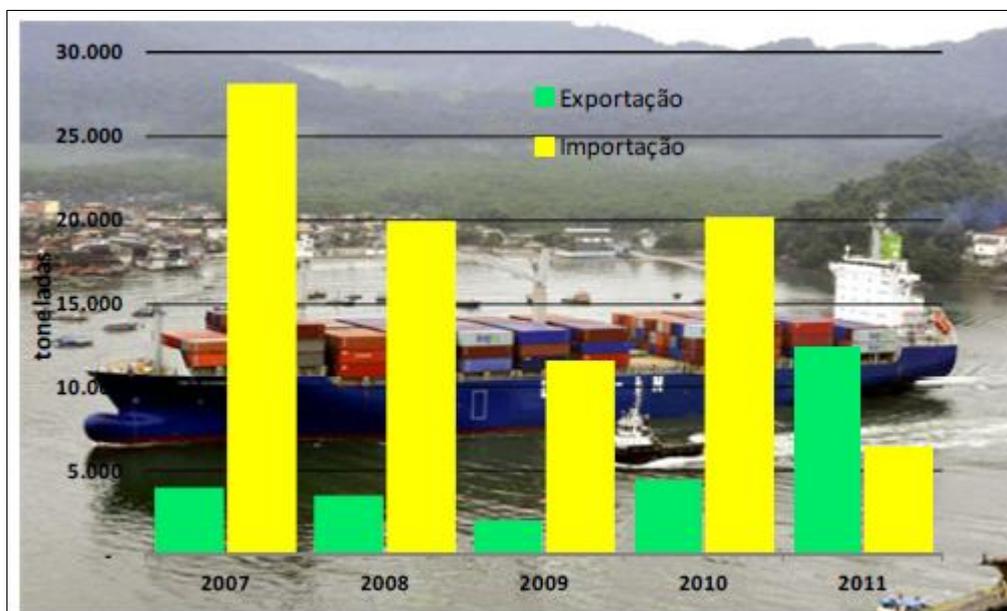


Figura 15. Fluxo brasileiro de aparas de papel no comércio internacional (em toneladas). Fonte: Secex, citada por Anap (2012) e elaborado por Anguti Estatística.

A Anap (2012) observou que a taxa de recuperação de aparas no Brasil permaneceu pouco acima de 50% durante dez anos, desde 2002 (quando ela foi alcançada pela primeira vez), e que isso poderia indicar que a indústria brasileira de papel teria atingido o seu limite de reciclagem. A mesma instituição acredita que uma alternativa para se superar a referida taxa seria o aumento do volume de exportação de aparas. Mas, para participar efetivamente do mercado internacional, o país precisaria resolver duas questões: o alto custo do frete (em função das grandes distancias entre o Brasil e os mercados asiáticos) e os preços do material no mercado interno, que geralmente são mais altos do que os praticados na Europa e nos EUA (Figura 16), e se

agravam quando somados ao frete (ANAP, 2012). A instituição destacou, ainda, que existe uma diferença fundamental entre os mercados de aparas, neste país e nos países desenvolvidos, e explica que: enquanto no Brasil os aparistas pagam para os fornecedores entregarem suas aparas, na Europa, por exemplo, os fornecedores pagam para os aparistas as retirarem.

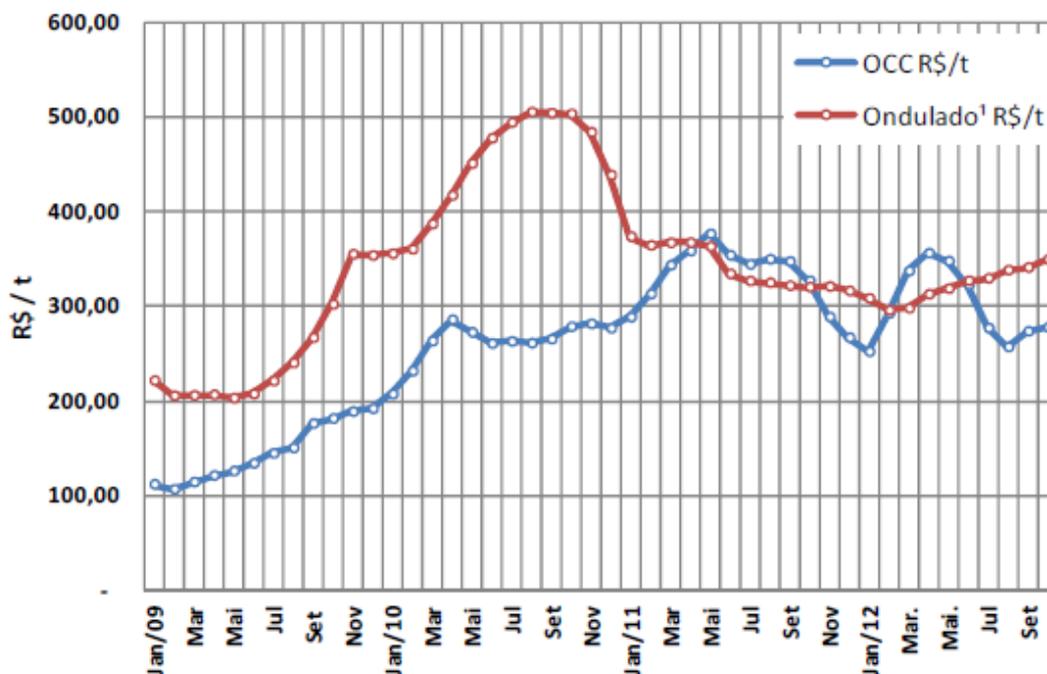


Figura 16. Evolução dos preços de aparas de papelão ondulado no Brasil e na Europa e EUA (OCC), de janeiro de 2009 a setembro de 2012 (em R\$/t). Fonte: Anap (2012), elaborado por Anguti Estatística.

3.5.2. Dificuldades na reciclagem do papel/papelão recuperado

A tendência para o futuro da indústria papelreira na Europa é a maximização do conteúdo de papel recuperado na produção de papel (COST E48, 2010). A utilização desse material como matéria-prima proporcionará boa vantagem de custo sobre a madeira, pois enquanto o tempo de rotação da celulose virgem (a partir de mudas) é contado em anos ou décadas (nos países nórdicos), o tempo de reciclagem do papel recuperado é de apenas algumas semanas ou meses (COST E48, 2010). No entanto, apesar dessa vantagem, que ainda se soma à ambiental, a crescente utilização dessa matéria-prima fica limitada pelas questões de qualidade e disponibilidade de tipos de papel recuperado (COST E48, 2010).

Segundo a COST E48 (2010), o futuro da reciclagem de papel (não apenas na Europa) depende de muitos fatores difíceis de avaliar, podendo-se citar, entre os mais importantes:

- a evolução do mercado de fibra em todo o mundo;
- os requisitos de qualidade para novos produtos de papel;
- a atitude da sociedade com relação à reciclagem em geral e, particularmente, aos produtos feitos a partir de matérias-primas recicladas;
- a eficiência das estratégias de recuperação e tecnologia de reciclagem.

Considerando o cenário atual, um grupo de pesquisadores europeus (de universidades, organizações de investigação e parceiros industriais envolvidos na reciclagem de papel) lançou uma iniciativa a fim de identificar os limites da reciclagem de papel na Europa e de desenvolver ideias para estendê-los (COST E48, 2010). Para isso, criaram a Ação COST E48 - "Os limites da reciclagem de papel", que contou com a participação de 30 instituições de 18 países europeus. O trabalho teve duração de quatro anos e foi concluído em 2009 (COST E48, 2010).

“COST” é a sigla da *European Cooperation in Science and Technology*, considerada a maior e mais antiga rede europeia intergovernamental para a cooperação em pesquisa (COST E48, 2010). No caso citado, a pesquisa foi desenvolvida dentro do domínio “Florestas, seus produtos e serviços” e as atividades dos grupos de trabalho concentraram-se em três áreas científicas: 1) Limites regidos pelas características do papel e papelão recuperados; 2) Limites regidos pelas tecnologias de preparação de polpa; e 3) Limites regidos pela evolução do mercado, legislação e aspectos de sustentabilidade (COST E48, 2010).

A partir desse estudo, concluiu-se que papel recuperado fornece uma matéria-prima essencial para a indústria papelreira europeia e, se essa indústria sobreviver, as fontes desse material devem ser protegidas, alimentadas e desenvolvidas de uma forma análoga à da gestão dos recursos florestais usados para a produção de madeira e polpa (COST E48, 2010). O referido estudo identificou uma série de potenciais “ameaças” à oferta dessa matéria-prima, mas também soluções possíveis, de onde se extraiu uma série de recomendações para a indústria papelreira europeia e partes interessadas ao longo da cadeia de valor do papel. Essas recomendações foram resumidas em diversas “ações-chave” e “necessidades de pesquisa”, entendidas como

uma possível estratégia para a tal indústria proteger esses recursos essenciais e garantir sua “sustentabilidade” no século 21, entre elas:

- a) Aumentar a consciência ambiental do consumidor:
 - Aumentar a consciência de que a grande maioria do papel e papelão pós-consumo (e madeira) é um recurso muito valioso para ser incinerado antes que todas as outras opções tenham sido esgotadas;
 - Produtos de papel e papelão já são produzidos usando matérias-primas renováveis (no caso da floresta) ou recicláveis (no caso da floresta urbana) e isto poderia ser mais desenvolvido;
 - O equilíbrio entre a utilização de fibra virgem e fibras recicladas é uma ferramenta fundamental na maximização do potencial de reciclagem e desenvolvimento de uma indústria sustentável.
- b) A indústria papelreira deve assumir o controle da cadeia de fornecimento de papel recuperado e desenvolver sistemas de coleta “amiga do consumidor”:
 - Coleta misturada deve ser evitada sempre que possível;
 - A indústria deve trabalhar para desenvolver, proteger e melhorar o abastecimento e a qualidade do papel recuperado para garantir a limpeza;
 - As estratégias nacionais devem ser adaptadas a nível local para acomodar tanto o consumidor quanto as demandas da indústria de papel nativa;
 - A indústria deve ser “transparente” sobre a economia da coleta e reciclagem, com essa informação disponibilizada aos consumidores;
 - Os consumidores poderiam ser “recompensados” (direta ou indiretamente) por seus esforços pela reciclagem.
- c) A indústria papelreira deve se engajar em diálogo bidirecional com outros interessados na cadeia de valor/suprimentos:
 - Melhorar a compreensão das oportunidades, possibilidades e limitações no processo de reciclagem;
 - Trabalhar com outros para reduzir a pegada ambiental de toda a cadeia de valor da floresta até a disposição final.
- d) A indústria papelreira (trabalhando com fornecedores e organizações de pesquisa) deve continuar a aperfeiçoar a tecnologia existente e desenvolver novas tecnologias.

e) A indústria papelreira (e pesquisadores) precisa maximizar o potencial das matérias-primas baseadas em papel recuperado:

- Maximizar a separação e qualidade das fibras para utilização no processo de fabricação do papel.

E sobre as pesquisas necessárias – entendem que a capacidade da futura indústria papelreira de gerar “riqueza” dependerá muito da capacidade das comunidades de pesquisa de gerar resposta científica robusta e de desenvolver soluções inovadoras para os problemas que a indústria enfrenta, que inclui: Desenvolver uma compreensão abrangente, equilibrada (por meio de uma avaliação do ciclo de vida) da cadeia completa de valor do papel do berço (a floresta) ao túmulo (eliminação). Esse estudo abrangente deve incluir, entre outras coisas:

- Coleta e relatórios estatísticos confiáveis e completos que descrevem a disponibilidade de fluxos de papel recuperado de vários graus para proporcionar uma melhor compreensão e maior precisão das previsões futuras.

3.5.3. O papel/papelão recuperado para reciclagem

O termo “papéis recuperados” geralmente se refere aos papéis (aparas) coletados depois de usados (pós-consumo), mas não apenas a eles. Evidentemente, os recuperados pós-consumo recebem atenção especial, principalmente porque deixam de fazer parte do imenso volume de detritos que é destinado aos aterros sanitários. Entretanto, papéis também podem ser recuperados sem que tenham sido utilizados (pré-consumo). As definições variam de um país para outro e isto, segundo a literatura, dificulta, entre outras coisas, o comércio internacional do papel recuperado. Por exemplo, o atual glossário de termos comumente utilizados na reciclagem de papel da *United States Environmental Protection Agency - EPA* (2013a) define que “*fibra (papel) recuperada*” pode ser:

1. *Fibra (papel) pós-consumo*, tais como:

- papel, papelão e materiais fibrosos de lojas de varejo, edifícios de escritórios, residências e assim por diante, depois de terem passado por seu uso final como um item de consumo, incluindo: caixas usadas de papelão ondulado; jornais velhos; revistas velhas; resíduos mistos de papel; catálogos; e cordame usado; e

- todo papel, papelão, e materiais fibrosos que entram e são coletados dos resíduos sólidos municipais, e

2. *Refugo de fábrica*, tais como:

- papel seco e refugo de papelão gerados após a conclusão do processo de fabricação do papel (isto é, daquelas operações de fabricação incluindo o corte e o recorte da bobina da máquina de papel em rolos menores ou folhas brutas), incluindo: aparas (sobras) de envelope, aparas (sobras) de encadernação e outros refugos de papel e papelão resultantes de impressão, corte, conformação, e outras operações de conversão; saco, caixa, refugos de fabricação de cartão; e extremidades de rolos, embalagens de fábricas, e estoque rejeitado não utilizado; e
- papel acabado repolpado e papelão de estoques obsoletos de fabricantes de papel e papelão, comerciantes, atacadistas, distribuidores, impressoras, convertedores, ou outros.

No glossário da Associação da Indústria Papeleira - CELPA (2012), de Portugal, os termos “*papel recuperado*” e “*papel para reciclar*” aparecem como equivalentes e são definidos simplesmente como “papel ou cartão recolhido e separado com a finalidade de ser reciclado”. Na versão revisada em 2013 da Lista Europeia de Categorias Padronizadas relativas a Papel e Cartão para Reciclar (EN 643), o termo “*papel e cartão recuperados*” foi substituído por “*papel e cartão para reciclagem*” para destacar o uso pretendido desta matéria-prima secundária unicamente para a reciclagem de papel (CEPI, 2014).

No Brasil, por exemplo, a NBR ISO 14021 (ABNT, 2013), define “*material recuperado (reaproveitado)*” como “material que, de outra forma, teria sido descartado como resíduo ou usado para a recuperação de energia, mas que foi coletado e recuperado (reaproveitado) para um processo de reciclagem ou de manufatura como material de entrada, em lugar de material primário novo”; mas a Norma não se refere apenas ao papel. Entretanto, este e outros termos, assim como as suas definições, que se encontram na referida Norma, devem ser aplicados quando se utilizar a NBR 15755 (ABNT, 2009b) que trata da especificação de papel e cartão reciclados e os define com base no seu “*conteúdo de fibras recicladas*”.

A NBR 15755 (ABNT, 2009b) supracitada define “*conteúdo reciclado*” como a “proporção em massa de material reciclado em um produto ou em uma embalagem”; e, “somente os materiais pré-consumo e pós-consumo devem ser considerados como conteúdo reciclado”, de acordo com a seguinte utilização de termos:

- *Material pré-consumo*: “material desviado do fluxo de resíduos durante um processo de manufatura. Exclui-se a reutilização de materiais, tais como retrabalho, rerituração ou sucata, gerados em um processo e capazes de serem reaproveitados dentro do mesmo processo que os gerou” (ABNT, 2013).

- *Material pós-consumo*: “material gerado por domicílios ou por instalações comerciais, industriais e institucionais como usuários finais do produto, que já não pode mais ser usado para o fim ao qual se destina. Isto inclui devoluções de material da cadeia de distribuição” (ABNT, 2013).

E ainda, “*material reciclado*” é “o material que foi reprocessado a partir de material recuperado (reaproveitado) por meio de um processo de manufatura e transformado em um produto final ou em um componente para ser incorporado em um produto” (ABNT, 2013). Assim, apesar dessa complexidade, em se tratando de papel e papelão recuperados, deve-se entender que eles podem ser de pré e/ou pós-consumo e que, no Brasil, eles são genericamente chamados de aparas. No entanto, também deve-se lembrar de que o termo “aparas” pode ser empregado para se referir aos fragmentos ou sobras de objetos serrados, cortados, etc.

Comumente, as pessoas que estão fora do mercado da reciclagem acham que papel velho e aparas de papel são uma única coisa (ANAP, 2012). Entretanto, existem muitos tipos de aparas que podem ser utilizados na produção de diferentes papéis, assim como existem determinados tipos que são utilizados em receitas específicas de cada fábrica, para produzir alguns papéis de qualidade diferenciada (ANAP, 2012). E a categoria de um determinado fardo de papel recuperado depende do tipo de papel que nele estiver contido, que é resultado direto do tipo de coleta e dos processos que foram usados na sua recuperação (EPA, 2012b). Assim, a coleta seletiva é pré-requisito para a boa qualidade do papel recuperado (COST E48, 2010) e isso é consenso em todo o mundo.

Alguns tipos de papéis, tais como, os de cigarro, os sanitários, os rótulos, as fraldas descartáveis, bem como livros, revistas e outros, que acabam em bibliotecas, além de papéis de segurança, documentos, etc., não podem ser recuperados por diversas razões e conseqüentemente não podem ser reciclados (ERPC, 2013c; FOELKEL, 2010). Estima-se que eles representam aproximadamente 19% de todo o papel que é consumido (ERPC, 2013c) e em conseqüência disso, seria impossível de se atingir uma taxa de 100% de reciclagem (ERPC, 2013c; FOELKEL, 2010).

Para ser utilizado como matéria-prima na indústria papelreira, o papel recuperado é classificado em diferentes tipos de aparas. A classificação é definida por normas. Entretanto elas também não seguem um padrão internacional. Na Lista Europeia de Categorias Padronizadas relativas a Papel e Cartão para Reciclar (EN 643) que, como já mencionado, foi revisada em 2013, os papéis estão divididos em cinco classes subdivididas em graus (CEPI, 2014). Essa nova versão continua a afirmar que “*papel classificado a partir de coletas de lixo não é adequado para ser utilizado na indústria de papel*” e, aquele “*proveniente de sistemas de coleta multi-material tem de ser especificamente identificado*” (CEPI, 2014).

No Brasil, a NBR 15.483 que define uma classificação para as aparas de papel e papelão ondulado, foi atualizada em 2009 (ABNT, 2009a). Embora, segundo a Anap (2012), o mercado ainda funcione, parcialmente, baseado numa antiga classificação elaborada em 1967 pela própria Anap em parceria com a Bracelpa. A norma supracitada classifica e descreve as aparas em 31 tipos e, ainda deixa de fora outras tantas, como as de polpa moldada, cones, papel laminado etc., pois, conforme esclarece, a quantidade destas últimas é pequena no mercado nacional. A norma também define os termos:

- *materiais impróprios*: “materiais proibitivos e/ou impurezas, cuja presença em quantidade acima da especificada torna o lote em que estão contidos não utilizáveis para a fabricação específica de um determinado tipo de papel”;
- *impureza*: “todo material que não pode ser transformado em papéis e que pode comprometer o processo de produção. É possível ser retirado no processo de fabricação. Por exemplo: metal, plástico, vidro, pedra, areia”; e
- *material proibitivo*: “todo material que compromete a qualidade do papel produzido e não é possível de ser retirado no processo de fabricação específico de um determinado tipo de papel. Por exemplo: papel parafinado, betuminado, papéis higiênicos usados e fitilhos (internos no fardo)”.

E também estabelece limites para esses contaminantes e para a umidade em cada tipo de apara. No entanto, o método para a determinação do teor de umidade encontra-se descrito em outra norma, a NBR 15484 (ABNT, 2007).

Existem muitas diferenças entre os diversos papéis que dão origem às aparas recuperadas, a começar pelos tipos de fibra (a grande maioria proveniente de madeiras) e pelos processos utilizados na transformação das fibras em

pastas celulósicas, que inicialmente deram origem aos papéis. Dois tipos de fibra, com diferentes características físicas e químicas, são utilizados:

- *Fibra longa*: originária de espécies coníferas, como o pinus (no Brasil), por exemplo, e que tem comprimento entre 2 e 5 milímetros. É utilizada na fabricação de papéis que demandam mais resistência, como os de embalagens, nas camadas internas do papel cartão, no papel jornal, entre outros (BRACELPA, 2010b).

- *Fibra curta*: com 0,5 a 2 milímetros de comprimento, derivada principalmente do eucalipto (no Brasil). Estas fibras são ideais para a produção de papéis como os de imprimir e escrever, de fins sanitários (papel higiênico, toalhas de papel, guardanapos), além de alguns papéis especiais e outros itens. Elas têm menor resistência, porém têm alta maciez e boa absorção (BRACELPA, 2010b).

Com relação aos processos utilizados na obtenção das pastas celulósicas, eles podem ser mecânico, termomecânico, químico (o mais difundido no Brasil é o processo kraft), ou uma combinação deles, dos quais originam-se diferentes pastas, conforme seguem abaixo:

- *Pasta química*: material que, após o cozimento, apresenta baixo teor de lignina residual (menor do que 5%).

- *Pasta semiquímica*: pasta cuja remoção de lignina foi apenas parcial. Geralmente, depois do cozimento ela passa por um desfibramento mecânico.

- *Pastas de alto rendimento*: pastas resultantes de vários processos, principalmente os mecânicos, com rendimento superior a 80%. O teor de lignina nessas pastas é bastante elevado. Isto faz com que papéis oriundos desse processo, como o jornal, por exemplo, fiquem amarelados rapidamente na presença de oxigênio e quando expostos à luz do sol.

A celulose pode, ainda, passar por um processo de branqueamento. É considerada branqueada a pasta cujo grau de alvura é igual ou superior a 90% ISO e semi-branqueada quando seu grau de alvura situa-se, aproximadamente, entre 60 e 80% ISO.

Segundo a Bracelpa, os papéis são classificados conforme suas características e usos, cada vez mais diversos, por conta dos avanços industriais e das necessidades do consumidor. Dentro das classes eles ainda são identificados por nomes,

para não haver dúvidas sobre o que deve ser e para que serve o papel conhecido por um determinado nome (BRACELPA, 2012). Essa nomenclatura leva em consideração as práticas de mercado, nacionais e internacionais. A referida classificação compreende:

- *Papéis para imprimir e escrever:* são, em sua maioria, fabricados com pasta química, branqueada, com alto teor de cargas minerais. São usados em livros, revistas, jornais (pasta mecânica), cadernos, folhas avulsas, etc. Alguns dos mais comuns são: offset, imprensa, couché, entre outros.

- *Papéis para embalagens:* para embalagens leves (e papel ondulado), podem ser produzidos utilizando-se aparas em grande proporção. Muitos deles são fabricados essencialmente com pasta mecânica. Já, aqueles, para embalagens pesadas, têm como característica principal a resistência mecânica e são produzidos essencialmente com pasta química de fibras longas e grande quantidade de fibras virgens. Apresentam-se, geralmente, na cor natural, mas também podem ser branqueados. São utilizados, principalmente, na fabricação de caixas ou sacos para proteger e acondicionar produtos. Entre os mais comuns estão o manilha e o kraft, com grande destaque para o segundo.

- *Papel cartão:* produto resultante da união de várias camadas de papel sobrepostas (iguais ou distintas) que se aderem por compressão (BRACELPA, 2012). Porém, pode ter camada única (monocamada) como, por exemplo, a cartolina. As camadas podem ser produzidas com fibras virgens e aparas, de processos mecânicos ou químicos, em cor natural ou branqueadas e podem ter revestimento superficial. Alguns podem ser fabricados essencialmente com aparas. Apresenta-se sempre rígido e com alta gramatura. A cor, em geral, é consequência dos materiais empregados na sua fabricação (BRACELPA, 2012). É muito utilizado em embalagens de diversos gêneros, capas de livros e de cadernos, cartões postais, cartões de visita, etc. Os principais tipos são: Duplex, Triplex, Sólido, Cartolina, Papelão e polpa moldada. Este último, em particular, é obtido a partir da desagregação das fibras de aparas de jornal e outras, misturadas a água e produtos químicos (BRACELPA, 2012). A massa resultante, que pode ser natural ou em cores, dará origem a produtos como: bandejas para acondicionamento, transporte e proteção de hortifrutigranjeiros, calços para lâmpadas, geladeiras, fogões, etc.

- *Papéis para fins sanitários:* (também chamados de papéis “tissue”) podem ser produzidos com pasta mecânica, com ou sem adição de aparas, mas

geralmente são fabricados com pasta química de fibras curtas, branqueada, incluindo ou não aparas de boa qualidade tratadas quimicamente. Apresentam-se em folhas simples ou múltiplas (mais macios), de baixa gramatura. São próprios para higiene pessoal e limpeza doméstica, podendo-se citar: papel higiênico, papel-toalha, guardanapo, lenço e lençol hospitalar.

- Papéis especiais: são papéis para fins específicos fabricados, geralmente, com pasta química, branqueada ou não. Existe uma grande variedade deles, por exemplo: papel moeda, base para carbono, heliográfico, filtrante, crepado, cigarro, etc.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Metodologia adotada

Para identificar claramente o problema dentro do tema investigado e então poder definir as questões mais relevantes e formulá-las objetivamente foi necessário fazer uma vasta pesquisa bibliográfica. A revisão incluiu consultas a sites, revistas e relatórios de instituições especializadas, bases de dados estatísticos, leis, normas, notícias publicadas em material institucional de alguns setores, entre outras. Para Yin (2001), definir as questões da pesquisa é provavelmente o passo mais importante a ser considerado num estudo de pesquisa. O autor explica que a forma como as questões se apresentam gera uma chave que ajuda a traçar a estratégia que se adotará para se chegar às respostas.

Assim, com o intuito de se levantar questões de ordem prática, além da pesquisa bibliográfica, sentiu-se a necessidade de se recorrer a visitas de campo (para observações empíricas) e a entrevistas informais com pessoas ligadas direta e indiretamente ao assunto pesquisado.

As visitas foram feitas a algumas unidades de triagem de lixo localizadas em cidades do interior do Estado de São Paulo (Lençóis Paulista, Botucatu,

São Manuel e Penápolis); a uma unidade de processamento de resíduos recicláveis da Associação dos Deficientes Físicos de Lençóis Paulista (ADEFILP), que faz a triagem de materiais doados por empresas da região para serem comercializados por essa instituição; em dois depósitos de sucateiros (em Botucatu) e numa grande indústria recicladora de papel, na cidade de Piracicaba, SP. Nas unidades de triagem, assim como na unidade de processamento de resíduos da ADEFILP, observou-se o ambiente (as instalações, a adequação para o trabalho, para o fluxo e armazenagem de material, etc.), os processos empregados no “beneficiamento” do papel (o que e como se faz, pessoas e equipamentos envolvidos, etc.) e o próprio material trabalhado (tipos de papel, aparência, etc.). Nos depósitos dos sucateiros observou-se, principalmente, as condições de armazenagem dos papéis (enfardados ou soltos, protegidos ou expostos às intempéries, tipo de piso, etc.) e na indústria recicladora, observou-se o processo de avaliação da qualidade do papel (trazidas nos caminhões para serem comercializadas) na entrada da fábrica (inspeção, retirada de amostra para análise, quantificação de contaminantes) e o processo de fabricação/reciclagem do papel (todas as etapas). Ou seja, nessas visitas procurou-se observar o ambiente, os processos de trabalho nas atividades desenvolvidas, as pessoas envolvidas, o objeto de trabalho (o papel) e, na medida do possível, as relações entre todas essas coisas. Nem todas as visitas dessa etapa da pesquisa foram agendadas previamente como, por exemplo, aos sucateiros; talvez por isso, essas foram menos produtivas. Por outro lado, várias das entrevistas (informais) citadas ocorreram simultaneamente às visitas, o que contribuiu para se esclarecer dúvidas e se formular novas questões enquanto se observava.

As entrevistas foram feitas com alguns representantes da administração pública municipal (em diversos níveis de atuação), responsáveis pela recuperação dos resíduos recicláveis das já citadas cidades visitadas; com o presidente da mencionada ADEFILP, em Lençóis Paulista (entrevistado durante a visita); com uma representante de uma instituição social em Botucatu (entrevistada mais de uma vez, inclusive durante a visita), que atuava diretamente na coordenação do trabalho de catadores organizados; com dois sucateiros (“intermediários”) da região (entrevistados durante a visita); com alguns catadores de rua (em Botucatu); com integrantes das organizações de catadores das cidades visitadas (entrevistados durante a visita), entre eles, três líderes, diversos catadores de unidades de triagem e catadores de rua (da coleta seletiva); dois profissionais responsáveis pelo recebimento e análise do material utilizado na reciclagem de papel na indústria citada anteriormente (entrevistados durante

a visita); e a profissional responsável pelo Laboratório de Papel e Celulose do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

Para atingir os objetivos propostos e tirar conclusões entendeu-se que o método mais adequado seria o “estudo de caso”; lembrando que, segundo Yin (2001), cada estratégia apresenta vantagens e desvantagens próprias. Para este autor, os estudos de caso são, geralmente, a estratégia preferida quando se apresentam questões do tipo “como” e “por que”, quando se tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em contextos da vida real. Em resumo, o autor explicou que o estudo de caso permite a investigação preservando as características holísticas e significativas dos eventos da vida real. Dessa forma, adotou-se o método de estudo de caso (único) exploratório.

Para definir “o caso” a ser estudado, além da pesquisa bibliográfica, as já citadas visitas de campo e as entrevistas informais com as pessoas chave mencionadas foram de grande importância e contribuíram significativamente para que se percebesse melhor o problema contextualizado. Entende-se que mesmo sendo um estudo de um caso único ele pode ser útil e aplicável a outras situações semelhantes, pois os estudos de caso permitem algumas generalizações.

Em relação à coleta de dado Yin (2001) observa que, num estudo de caso, não basta apenas registrá-los mecanicamente, é preciso interpretá-los e fazer julgamentos durante a coleta – como faz um bom detetive. O autor destaca que a utilização de várias fontes de evidências possibilita o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação e que se chegue a conclusões mais acuradas. Assim sendo, utilizou-se uma mescla de diferentes técnicas como fontes de evidências (convergentes) qualitativas e quantitativas.

4.2. Características do campo de estudo

O local escolhido como campo de estudo foi a Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista, no interior do Estado de São Paulo. Lençóis Paulista está localizada na região centro-oeste do Estado, cerca de 280 km de sua capital, às margens da Rodovia Marechal Rondon. As coordenadas geográficas do município são: Latitude 22° 35' 46" Sul e Longitude 48° 48' 40" Oeste. A sua unidade territorial é de aproximadamente 809 km², situa-se a 565 metros de altitude e, de acordo

com o censo de 2010, do IBGE, tem 61.428 habitantes. A economia do município está baseada na agroindústria (60%), na indústria (30%), no comércio e na prestação de serviços (juntos, 10%) (LENÇÓIS PAULISTA, 2013).

De acordo com Lençóis Paulista (2013), a Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo, como era conhecida desde a sua inauguração (na década de 1990) passou a ser chamada, posteriormente, de Usina de Triagem de Lixo. Entendeu-se que esta nova denominação estaria mais adequada à sua atividade de triar o lixo e por ter deixado de realizar a compostagem. Esta última foi extinta no ano de 2008, devido à má qualidade sanitária do composto produzido.

A usina está localizada a cerca de dez quilômetros da cidade, nas proximidades do Distrito Industrial, numa área anexa ao aterro em valas e onde também funcionam outros serviços municipais (uma fábrica de artefatos de concreto e uma usina de asfalto).

O processamento dos resíduos nessa usina se assemelha ao das demais usinas existentes no país. A Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista está intimamente ligada à história do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município, que traz peculiaridades que contribuíram para que ela fosse a eleita para este estudo. Dentre tais peculiaridades, descritas em Martins (2009) e em Lençóis Paulista (2013), estão os seguintes fatos:

a) A usina faz parte do “Projeto Cidade Limpa e Solidária” que ganhou dois importantes prêmios: o prêmio “Melhores Práticas em Gestão Local”, em 2006, conferido pela Organização das Nações Unidas (ONU) em parceria com a Caixa Econômica Federal, que credenciou o município a representar o Brasil em Dubai, nos Emirados Árabes, na premiação das melhores práticas em todo o mundo e, o prêmio “Reciclagem”, conferido pelo Ministério do Meio Ambiente, em 2012. O Projeto foi ainda um dos finalistas no Prêmio ODM Brasil 2005 “Nós Podemos – 8 jeitos de mudar o mundo”, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e Movimento Nacional pela Cidadania e Solidariedade.

b) A usina iniciou suas atividades na década de 1990, como muitas outras Usinas de Reciclagem e Compostagem de Lixo implantadas no Estado de São Paulo naquela época e era operada de forma pouco satisfatória por funcionários públicos municipais. Encontrava-se em estado precário de conservação até ser recuperada, ampliada e reativada em janeiro de 2003 (sob a responsabilidade da Cooperativa de Reciclagem de Lençóis Paulista - COOPRELP), como parte do Plano

Integrado de Gestão, Gerenciamento e Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos (PIGRSU) recém-implantado. Esse Plano foi desenvolvido com o intuito de resolver os sérios problemas que o município enfrentava relacionados aos resíduos sólidos urbano.

c) Para atingir os objetivos do referido Plano percebeu-se que não bastava apenas realizar um trabalho ambiental eficiente, mas era necessário focar também na questão social, uma vez que havia um conflito entre componentes de uma associação de deficientes físicos (já existente) e catadores informais. Eles disputavam os materiais recicláveis que encontravam nas ruas da cidade. Para tanto, implantou-se o, então mencionado, “Projeto Cidade Limpa e Solidária” com as seguintes metas:

- organizar os catadores de lixo de rua em uma cooperativa;
- formular parceria entre os catadores, os deficientes físicos e a Prefeitura Municipal;
- implantar a coleta seletiva com a participação dos catadores de lixo (organizados em cooperativa) e da associação dos deficientes físicos;
- recuperar e ampliar a Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo;
- recuperar e aumentar a vida útil do aterro em valas do município;
- implantar um programa de educação ambiental, inicialmente nas escolas municipais e, posteriormente, envolvendo toda a comunidade.

d) Lençóis Paulista foi contemplada com recursos do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) ao participar, em 2002, de um concurso para Fomento a Projetos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, juntamente com o, então, Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu. Apenas seis cidades do país foram contempladas com esses recursos. O projeto apresentado tomou como base o Plano recém-desenvolvido para a cidade e a justificativa para que fosse aprovado foi a ampliação e a reativação da Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo.

e) Atualmente, a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em Lençóis Paulista, especialmente no que diz respeito aos resíduos sólidos domiciliares e comercial, tem como princípio básico recuperar os materiais para a reciclagem. O Projeto Cidade Limpa e Solidária foi tomado como a principal base para a construção do Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos (PMGRISU) em atendimento à Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010) que instituiu a

Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lençóis Paulista foi um dos poucos a apresentar seu Plano dentro do prazo determinado pela Lei.

f) Para a elaboração do PMGIRSU, foi feito um diagnóstico da situação dos resíduos sólidos urbanos, iniciando-se pela análise da composição do lixo domiciliar e comercial da cidade. Os resultados médios das amostras revelaram que depois dos predominantes restos orgânicos (59,40%) estavam os papéis e papelão (9,37%), os quais também se destacavam entre os materiais passíveis de reciclagem.

g) A grande quantidade de materiais recicláveis observada entre os resíduos, principalmente papéis e plásticos, reforçou a importância do planejamento das ações orientadas para o reaproveitamento e reciclagem desses materiais no PMGIRSU.

De acordo com Lençóis Paulista (2013), em 2012 a usina recuperou, aproximadamente, 140 toneladas mensais de materiais recicláveis, das quais, 50 toneladas foram provenientes da coleta seletiva. Entre os resíduos triados grande quantidade era papel e papelão (Figura 17).

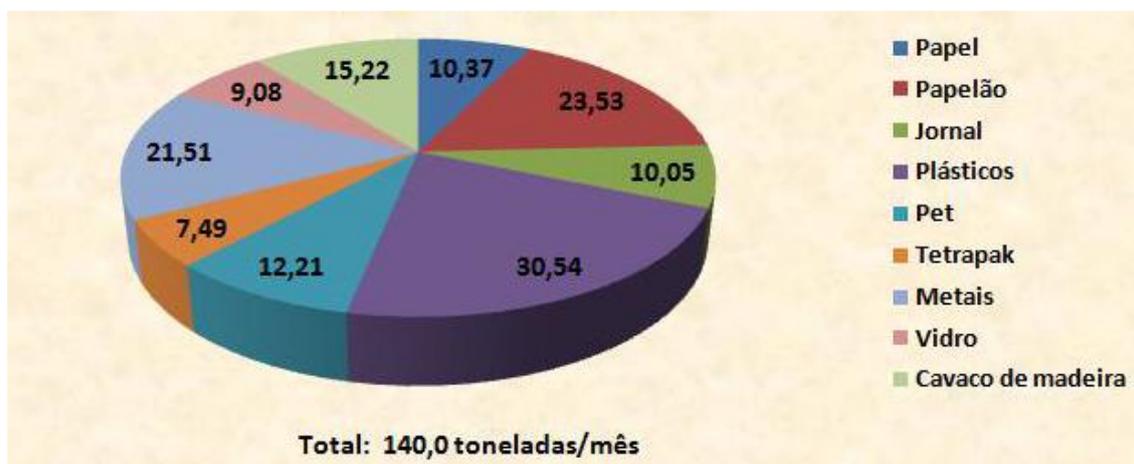


Figura 17. Quantidade média mensal de recicláveis (em toneladas) separados e comercializados pela COOPRELP em 2012. Fonte: Lençóis Paulista (2013).

Nessa usina é feita a triagem de todo o lixo convencional coletado regularmente na cidade (sem ter passado por qualquer pré-separação) e também do material recuperado na coleta seletiva realizada em Lençóis Paulista e no Distrito de Alfredo Guedes.

Uma Lei Municipal de 2003 autorizou o Poder Executivo a instituir parceria com entidades privadas para desenvolver projetos visando o adequado tratamento e disposição dos RSU. Fez-se, então, o já referido Convênio de Cooperação

entre a Prefeitura Municipal, a ADEFILP e a COOPRELP. O Convênio possibilitou a implantação da coleta seletiva na cidade e o trabalho de separação dos materiais recicláveis na Usina de Triagem de Lixo, onde a Cooperativa está sediada. E desde então, de comum acordo, a ADEFILP recebe 5% do valor arrecadado com a venda dos materiais recicláveis recuperados pela COOPRELP.

Atualmente, a Cooperativa é composta apenas por mulheres, pois elas acreditam ser mais aptas para desempenhar o papel que a rotina desse trabalho exige. São 53 cooperadas, em média, das quais, 42 trabalham na triagem do lixo nas instalações da usina e 11 trabalham na rua, na coleta seletiva realizada nos bairros da zona urbana de Lençóis Paulista e no Distrito de Alfredo Guedes. A coleta seletiva iniciou-se no ano de 2004.

4.3. Técnicas utilizadas

Conforme já exposto, utilizou-se uma mescla de diferentes técnicas para se buscar evidências qualitativas e quantitativas, as quais foram: levantamento de dados, análise de arquivos, observação direta, entrevistas, artefato físico, registro fotográfico e análise laboratorial. Em muitos momentos foi necessário utilizar mais de uma técnica ao mesmo tempo.

A observação direta foi utilizada para se conhecer o processo de recuperação dos materiais recicláveis, especialmente do papel/papelão nas instalações da usina. Assim como se procedeu em outras visitas de campo já mencionadas, procurou-se observar (para explorar) o ambiente interno e externo (em seus diversos aspectos), as atividades desenvolvidas, os processos de trabalho e as pessoas envolvidas (o que e como se faz, os riscos, etc.) e o objeto de seu trabalho (tipos, aparência, etc.). Todas as etapas do trabalho puderam ser observadas enquanto eram realizadas, desde o descarregamento dos dejetos (trazidos pelo caminhão compactador) no fosso de armazenagem localizado numa parte alta do terreno (onde o processo de recuperação se inicia), até o armazenamento do material já beneficiado e a sua retirada por um comprador. A observação também foi utilizada durante o acompanhamento da atividade de coleta seletiva realizada pelas catadoras nas ruas da cidade até o encaminhamento dos materiais para a usina e o seu posterior descarregamento. Sempre que possível e quando se julgou necessário, também foram feitos registros fotográficos.

Para se obter informações complementares e esclarecer dúvidas ainda foram utilizadas as seguintes fontes: a dissertação de mestrado do, então, Diretor de Agricultura e Meio Ambiente da cidade de Lençóis Paulista (MARTINS, 2009), que fez uma análise do, já mencionado, Plano Integrado de Gestão, Gerenciamento e Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos (PIGRSU) implantado em 2003 no município; o “Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Lençóis Paulista” (LENÇÓIS PAULISTA, 2013) elaborado para atender à Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010). Também se recorreu a entrevistas com diversas pessoas envolvidas direta e indiretamente no processo de recuperação dos materiais, a saber:

- integrantes da cooperativa - a presidente e algumas catadoras (da esteira de triagem e da coleta seletiva);
- funcionários da prefeitura - o coordenador da usina e um agente municipal, este, visto como uma pessoa chave de extrema importância (tanto para a prefeitura como para a cooperativa), responsável por dar o suporte necessário à COPRELP, especialmente nas questões financeiras e administrativas, além do suporte operacional.

Por se tratar de uma pesquisa exploratória utilizou-se uma combinação de questões abertas e fechadas que eram direcionadas aos entrevistados no decorrer da entrevista (procurou-se usar um “tom” de conversa informal) com o intuito de se obter o máximo de informações, mas cuidando para não se fugir do tema proposto. As questões gerais utilizadas nas entrevistas foram:

- 1) Quais são os tipos de materiais recuperados do lixo na usina?
- 2) Quais são os tipos de papel e papelão recuperados na usina?
- 3) Por que escolheram separar esses tipos de papel e papelão?
- 4) Como vocês reconhecem os tipos de papel e papelão? Como aprenderam a fazê-lo?
- 5) Quando (em que condições) um papel ou papelão não deve ser recuperado da esteira?
- 6) Como as catadoras da esteira se organizam para salvar os diferentes tipos de materiais?
- 7) Vocês conseguem vender todo o material recuperado, especialmente o papel e o papelão?
- 8) Quem são os compradores desse material recuperado, especialmente papel e papelão?

- 9) Os compradores tem preferência por algum tipo de material?
- 10) Como vocês definem o preço do material a ser vendido?
- 11) Os compradores pagam mais pelo material da coleta seletiva?
- 12) Vocês sabem qual é o destino do material recuperado nesta usina? Vocês acreditam que todo esse material será reciclado?
- 13) Como é feita a recuperação dos materiais do lixo, “passo a passo”?
- 14) Quais as principais dificuldades encontradas pelas catadoras no trabalho realizado na usina? Como a atividade poderia ser melhorada?
- 15) Qual a quantidade de lixo triada diariamente nesta usina?
- 16) Os moradores da cidade conhecem o trabalho desenvolvido na usina?

As perguntas nem sempre foram feitas nesta mesma ordem e outras questões foram acrescentadas quando se sentiu necessidade. Entre estas aqui listadas, apenas a número 1, 2, 4 e 5 foram dirigidas diretamente às catadoras. Todas as entrevistas foram realizadas durante o trabalho dos entrevistados, em meio às suas atividades, ao ruído do ambiente e até mesmo dentro de um automóvel em movimento. As respostas foram extraídas das poucas palavras ditas por alguns dos entrevistados e dos ricos e extensos relatos feitos por outros. Algumas das pessoas citadas foram entrevistadas apenas uma vez e rapidamente; outras, por diversas vezes e por um período de tempo mais longo.

Durante as entrevistas soube-se da existência de alguns registros de vendas de materiais. Recorreu-se a esses documentos para saber a quantidade, em massa (toneladas), de papel/papelão que foi separado do lixo no período de 2003 a 2013, determinar quanto ela representou (porcentagem) sobre o peso total dos resíduos triados e sobre os demais recicláveis recuperados na usina. A partir desses registros calculou-se também o percentual de participação de cada tipo de material reciclável sobre o valor total arrecadado na comercialização dos materiais. Foi possível, ainda, conhecer os tipos de papel/papelão recuperados no referido período e sua representatividade em massa e valor sobre o montante total de papel/papelão recuperado e vendido.

Primeiramente teve-se acesso aos registros dos materiais recuperados vendidos desde o início das atividades da COOPRELP (em 2003) até o ano

de 2009. Num segundo momento foi disponibilizada outra série de registros, que se referia aos materiais vendidos nos anos de 2011, 2012 e 2013. Não foram encontrados registros referentes ao ano de 2010.

Para Melo; Sautter e Janissek (2009), esses dados históricos podem contribuir para se compreender o processo de geração de resíduos sólidos de uma cidade e auxiliar no planejamento de sua gestão. E de acordo com Martins (2009), para se organizar um plano de gestão para gerenciar e manejar o lixo urbano é preciso, em primeiro lugar, conhecer a sua composição.

As planilhas originais às quais se teve acesso não seguiam um mesmo padrão, portanto foi necessário padronizá-las. As primeiras disponibilizadas (de 2003 a 2013) foram elaboradas com pouco rigor e apresentavam descontinuidades nos registros. Ainda assim, tratava-se de uma raridade, considerando o que diz a literatura a respeito do setor de resíduos. A informalidade é comum nesse setor e pode prejudicar, inclusive, o trabalho de instituições consideradas confiáveis (ABRELPE, 2011; IBGE, segundo GIMBERG, 2007; SNIS, 2012), que acabam publicando dados pouco confiáveis. Diversos autores (BESEN; DIAS, 2011; BOER et al., 2010; MELO; OVIEDO-OCAÑA; MARMOLEJO-REBELLÓN; TORRES-LOZADA, 2011; SAUTTER; JANISSEK, 2009) mencionaram esse fato e, principalmente, quanto isso dificulta o planejamento, a gestão e o consequente aproveitamento dos resíduos.

Nesta pesquisa tratou-se apenas dos recicláveis comumente comercializados, ou seja, papel, plástico, vidro e metal, que costumam ser vendidos por peso. No entanto, outros materiais que também eram vendidos por peso na usina (que constavam dos registros da cooperativa no período de 2003 a 2009) foram incluídos nos cálculos aqui realizados. Não se sabe o que eram esses “outros” materiais, pois não foram discriminados no seu registro original. Os materiais vendidos por unidade como, por exemplo, as garrafas de vidro, não foram incluídos nesta pesquisa; também não foram incluídos aqueles vendidos por metro, como as ripas de madeira e alguns metais em barras.

Foram considerados recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista somente os materiais recicláveis que constavam dos registros já citados. O mesmo critério foi utilizado ao se tratar dos tipos de papel/papelão recuperados; respeitou-se, inclusive, a nomenclatura utilizada nos registros originais. No que se refere aos diferentes tipos de materiais recuperados na usina, convencionou-se chamar por “papel” todos os tipos de papel e papelão, embalagens cartonadas e polpa

moldada que constavam dos registros; por “plástico”, todos os tipos registrados; e por “metal”, tanto os ferrosos quanto os não ferrosos, que também constavam dos registros.

Para se conhecer as características físicas gerais dos tipos de papel/papelão recuperados fez-se uma análise visual do material. Segundo a literatura, esse tipo de análise continua sendo considerada uma das técnicas mais eficiente para se avaliar o papel no momento de sua compra, por isso a técnica ainda faz parte do protocolo de muitas das indústrias recicladoras de papel de todo o mundo.

Para facilitar a análise visual, foram utilizadas amostras de cada tipo de papel recuperado. Elas foram coletadas pelas próprias catadoras, de forma aleatória e sob a supervisão da pesquisadora. As amostras foram extraídas dos carrinhos/bags que recebem o material triado, antes de serem enfardados. De cada carrinho, que continha apenas um tipo de papel, extraiu-se uma quantidade equivalente a um saco plástico de 50 litros. Ao todo foram coletados seis sacos, cada um contendo um único tipo de papel (segundo a nomenclatura da COOPRELP), a saber: caixa de leite, revista, jornal, papel branco, papelão e papel cartão. Posteriormente, o conteúdo de cada saco foi espalhado numa superfície limpa, onde passou por uma análise cuidadosa e se fez uma descrição do seu aspecto visual geral.

Sabe-se que cada tipo de papel recuperado, neste caso, caixa de leite, revista, jornal, papel branco, papelão e papel cartão é, na verdade, uma mistura de diversos papéis pós-consumo, que foram agrupados de acordo com algum critério pré-estabelecido. É de se esperar que esses tipos apresentem diferenças entre si, em função de algumas características que lhes são inerentes. Considerando-se este dado decidiu-se submetê-los a algumas análises químicas. Primeiramente, foram extraídas subamostras representativas de cada amostra dos seis tipos de papel, já citados. Os papéis que compunham cada subamostra foram rasgados em pequenos pedaços, secos ao ar e moídos em moinho de facas (tipo Willey). As análises químicas efetuadas foram: teor de extrativos totais (TAPPI T 12 wd-82), teor de lignina Klason insolúvel em ácido sulfúrico (TAPPI T 222 om-98), teor de holocelulose (deslignificação com clorito de sódio) e teor de cinzas (TAPPI T 211 om-93) (*TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI*, 1999). A determinação do teor de cinzas foi utilizada, também, para corrigir as análises do teor de lignina e holocelulose, ou seja, para determinar o teor de lignina livre de cinzas e o teor de holocelulose livre de cinzas.

Para se chegar às conclusões sobre o caso analisado fez-se o cruzamento de todos os dados obtidos a partir das técnicas utilizadas durante o estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. O perfil dos resíduos recuperados do lixo e seus valores

Os tipos de materiais que foram recuperados na usina de 2003 a 2009 e a quantidade, em toneladas, de cada um deles estão dispostos na Figura 18.

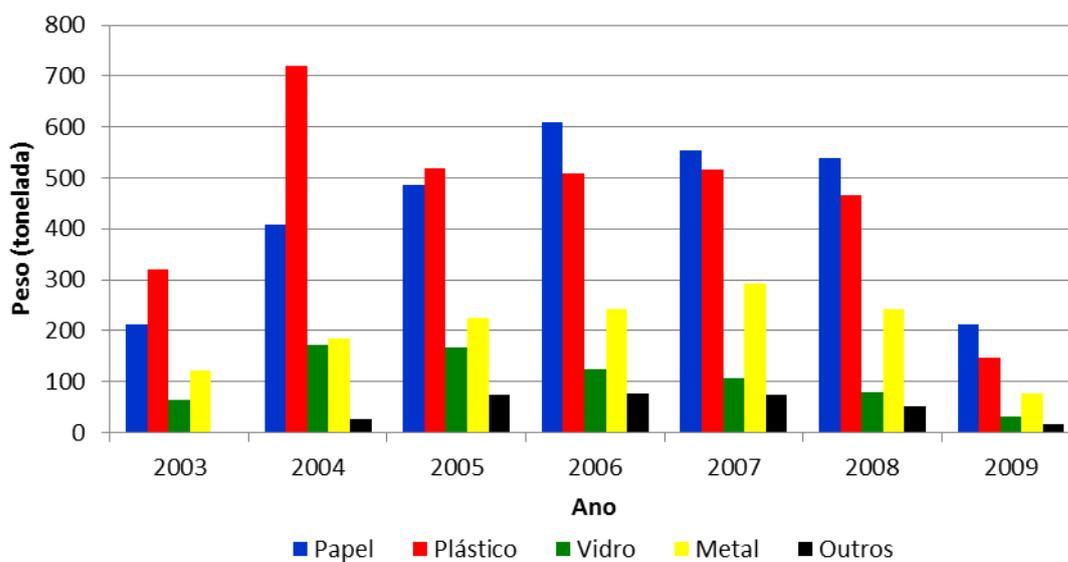


Figura 18. Quantidade (toneladas) dos materiais recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista e comercializados pela COOPRELP de 2003 a 2009.

Nota-se que, nesse período, o material recuperado em maior quantidade foi o papel, embora com grande oscilação, de 211,31 toneladas, em 2003, até 609,85 toneladas, em 2006. Essa variação não esteve relacionada a motivos aparentes, exceto no que se refere aos anos de 2003 e 2009. Nesses dois anos os registros não retratam o que foi recuperado em doze meses.

Em 2003, as vendas começaram a ser registradas em agosto, com o início das atividades da COOPRELP. A quantidade de material recuperada nesse ano refere-se, portanto, aos cinco primeiros meses de atividades. Em 2009, os registros foram descontinuados por conta de diversos contratemplos ocorridos na cooperativa. Em 2010, de acordo com os entrevistados, nenhuma venda foi registrada; possivelmente, em consequência das tais tribulações. Nos demais anos, os registros ocorreram em todos os meses, provavelmente no dia em que o material era vendido. A partir de 2011 regularizaram-se os registros das vendas. No entanto, não se sabe se os critérios adotados nesses registros continuaram sendo os mesmos adotados anteriormente, pois, alteraram-se as pessoas envolvidas no trabalho. Nessa “segunda fase”, entre outras coisas, a COOPRELP passou a contar com o apoio administrativo do agente municipal já mencionado, o que, segundo a presidente da cooperativa foi extremamente positivo. O perfil do tal colaborador se adequou perfeitamente às necessidades da cooperativa. Na Figura 19 têm-se as quantidades dos materiais recuperados nesse período, ou seja, nos anos de 2011, 2012 e 2013.

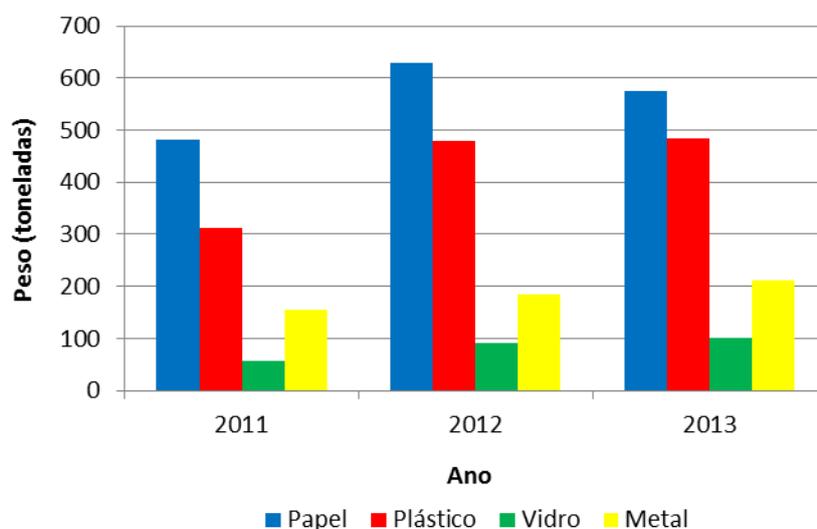


Figura 19. Quantidade (toneladas) dos materiais recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista e comercializados pela COOPRELP de 2011 a 2013.

O papel continuou “liderando” com grande vantagem sobre os demais materiais recuperados e os resultados dos dez anos reforçaram, mais uma vez, que o papel compõe a maior parte dos recicláveis descartados no lixo urbano. Entretanto, convém lembrar que, aproximadamente, um terço desse material era proveniente da coleta seletiva. Não se soube o peso do montante anual do lixo triado no decorrer do período estudado, pois por falta de uma balança ele era apenas estimado (segundo entrevistados). Porém, em 2012, houve pesagem para uma avaliação. Assim, verificou-se que nesse ano, de acordo com Lençóis Paulista (2013), a usina triou 12.912 toneladas de lixo, incluindo o material proveniente da coleta seletiva. Desse montante, 629 toneladas eram papel e papelão.

Em relação aos valores arrecadados com a venda dos materiais, de 2003 a 2009, quem se destacou não foi o papel, mas o plástico (Figura 20).

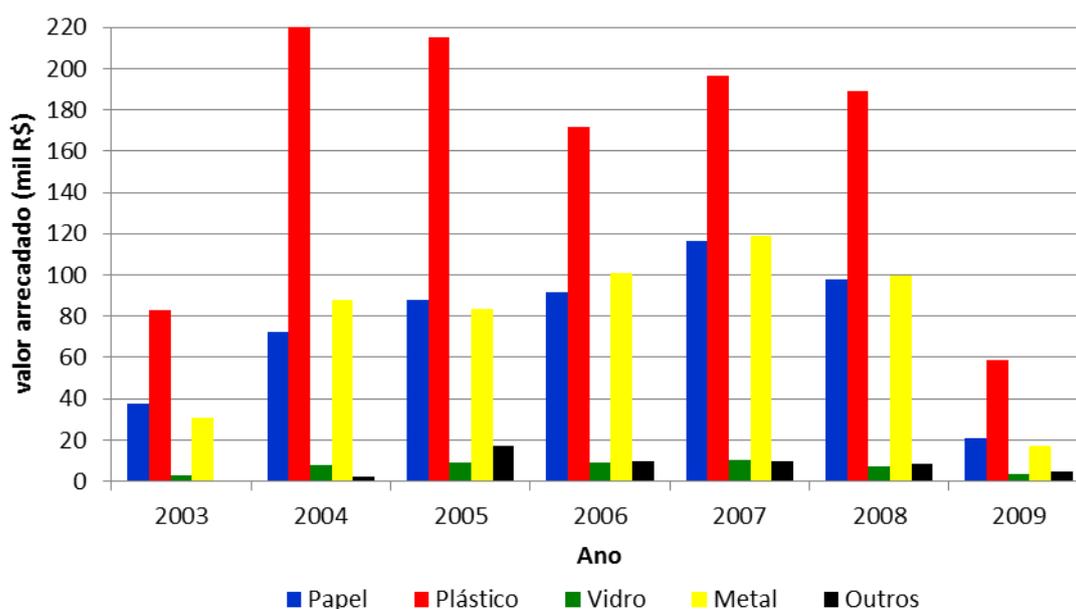


Figura 20. Valor arrecadado (em mil reais) com a venda dos materiais recicláveis recuperados pela COOPRELP de 2003 a 2009.

Nota-se que, de maneira geral, os valores do plástico superaram os valores do papel, independentemente da oscilação dos preços que, como se sabe, é comum no mercado dos recicláveis. E ainda que tenham sido extraídos do lixo, o que deprecia o seu valor (FAGUNDES, 2009; GRIMBERG; BLAETH, 1998), as arrecadações anuais proporcionadas pela sua venda foram altas. No período de 2003 a 2009 (excluindo-se aqueles anos com registros incompletos), a menor arrecadação foi de R\$ 171.870,00, no ano de 2006 e, a maior foi de R\$ 221.480,00, em 2004.

Em relação ao papel, o melhor resultado obtido com a sua venda no período supracitado foi em 2007, no valor de R\$ 116.720,00 e, o pior, foi em 2004, no valor de R\$ 72.260,00. Esses resultados poderiam ter sido ainda melhores se esse material fosse recuperado separadamente, antes de ir para o lixo, pois já se sabe que os papéis são os materiais que mais se deterioram nesse meio, conforme tem sido constatado há muito tempo, por exemplo, por Grimberg e Blauth (1998). Dessa forma pode-se estar perdendo dinheiro, além de se correr o risco do material voltar a ser descartado.

Os metais também contribuíram com valores altos, superiores aos do papel, apesar de terem representado relativamente pouco, em peso. Sua menor contribuição foi de R\$ 83.640,00, em 2005, e a maior, foi de R\$ 118.710,00, em 2007. A contribuição do vidro e dos outros materiais foi, comparativamente, pouco significativa. Vale lembrar que grande parte do vidro recuperado nesta usina se constituía de garrafas em bom estado que foram vendidas por unidades e, por isto, não participaram destes cálculos.

Nos anos de 2011, 2012 e 2013, os plásticos continuaram a ser os materiais mais rentáveis para a cooperativa, em proporções ainda maiores do que as observadas anteriormente, seguidos dos papéis e dos metais (Figura 21).

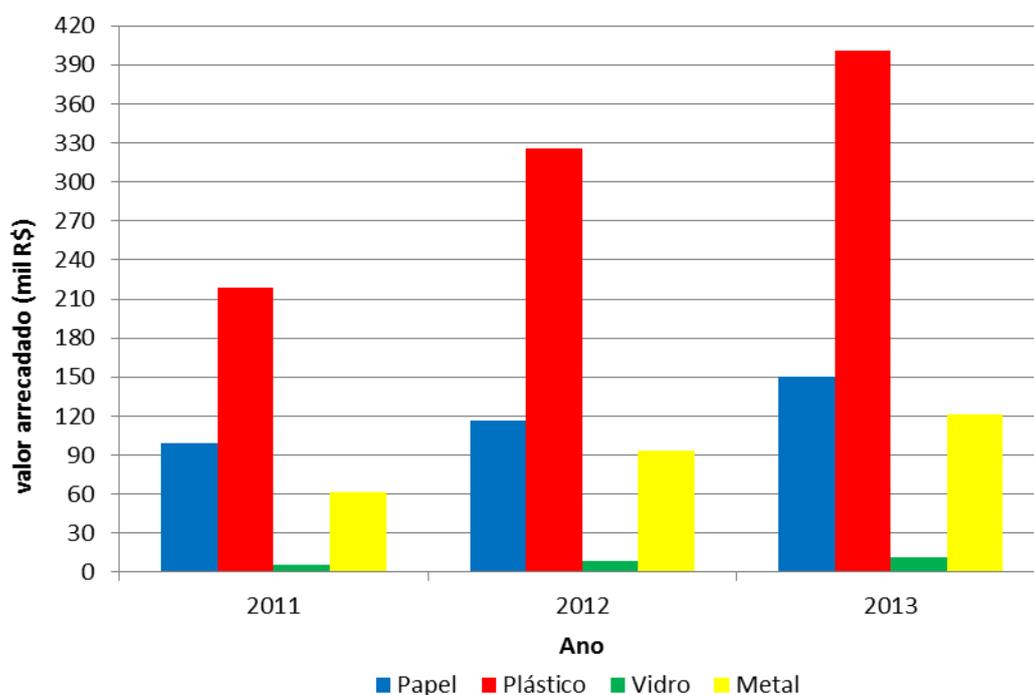


Figura 21. Valor arrecadado (em mil reais) com a venda dos materiais recicláveis recuperados pela COOPRELP de 2011 a 2013.

Para se dimensionar os montantes arrecadados anualmente na venda dos materiais recuperados de 2003 a 2013 utilizou-se, como referencial, o PIB do município de Lençóis Paulista, divulgados pelo IBGE, nesses mesmos anos (Tabela 4).

Tabela 4. Valores anuais (em mil reais) arrecadados na venda dos materiais recicláveis recuperados pela COOPRELP no período de 2003 a 2013 e o PIB de Lençóis Paulista (em milhões de reais) em cada ano desse período.

ano	2003*	2004	2005	2006	2007	2008	2009**	2010	2011	2012	2013
PIB Lençóis	987,69	1.056	1.159	1.639	1.506	1.625	1.865	2.126	1.990	1.814	-
papel	37,69	72,26	87,75	91,81	116,72	97,75	20,69	-	99,12	116,07	150,40
plástico	82,68	221,48	215,40	171,87	196,40	189,25	58,50	-	218,49	325,23	400,70
vidro	2,76	7,54	8,79	9,10	9,99	7,13	3,31	-	5,68	9,03	11,02
metal	30,62	87,62	83,64	101,20	118,71	99,87	17,05	-	61,96	93,81	120,92
outros	0,00	2,40	16,88	9,82	9,77	8,12	4,65	-	-	-	-
total	153,75	391,30	412,46	383,80	451,59	402,12	104,20	-	385,27	544,16	683,06

*valores referentes a cinco meses; **valores referentes a seis meses incompletos.

Por meio de alguns registros informais disponibilizados por um dos entrevistados teve-se acesso ao valor médio mensal recebido pelas integrantes da COOPRELP entre setembro de 2003 e junho de 2006. Em 2003, quando o salário mínimo nacional era R\$ 240,00, as cooperadas receberam, em média, R\$ 400,00 por mês; em 2004 receberam R\$ 491,92 (mínimo nacional era R\$ 260,00); em 2005, R\$ 565,00 (mínimo nacional era R\$ 300,00) e, em 2006, R\$ 526,21 (mínimo nacional era R\$ 350,00). De junho de 2011 a junho de 2012 sua renda mensal média foi R\$ 806,51 (LENÇÓIS PAULISTA, 2013); nesse período, o salário mínimo brasileiro era R\$ 545,00 até dezembro de 2011 e passou para R\$ 622,00 em 2012. Assim, nota-se que a renda mensal das cooperadas foi inferior a dois salários mínimos brasileiros. Apesar disso, segundo Martins (2009), a maioria das mulheres que integrava a cooperativa mantinha sua família com renda advinda unicamente desse trabalho; algumas, inclusive, graças à formalização do seu trabalho (o que possibilitou a comprovação de sua renda) puderam ter acesso à casa própria.

5.2. A representatividade dos materiais recuperados

As quantidades anuais de materiais se referem ao que foi recuperado nos doze meses de cada ano do período analisado, exceto 2003 e 2009, o

que justifica as quantidades registradas nesses anos. Na Tabela 5 têm-se as quantidades anuais totais (em toneladas) recuperadas durante os dez anos estudados, assim como as quantidades de cada tipo de material recuperado nos mesmos anos.

Tabela 5. Quantidades aproximadas (em toneladas) dos materiais recicláveis recuperados anualmente pela COOPRELP de 2003 a 2013.

materiais recuperados	2003*	2004	2005	2006	2007	2008	2009**	2010	2011	2012	2013
papel	211	409	486	610	554	539	211	-	481	629	575
plástico	321	719	520	508	517	465	148	-	312	480	484
vidro	63	173	166	123	106	80	32	-	57	90	102
metal	122	185	224	244	293	242	76	-	156	184	211
outros***	0	26	74	76	73	51	17	-			
total	717	1.512	1.470	1.561	1.543	1.377	484	-	1.006	1.383	1.372

*valores referentes a cinco meses; **valores referentes a seis meses incompletos; ***materiais não especificados.

Esses valores expressam a importância da recuperação de cada material na diminuição do lixo encaminhado ao aterro do município e na geração de renda que cada um proporcionou à cooperativa no ano em que foi recuperado. Como visto, o papel representou a maior parte de todo material recuperado nos dez anos. A maior quantidade desse material foi recuperada em 2012. A representatividade (em peso) de cada material sobre o total anual dos materiais recuperados, de 2003 a 2009, pode ser vista na Figura 22. E os percentuais correspondentes ao peso dos materiais recuperados em 2011, 2012 e 2013 sobre o peso total dos recicláveis salvos nesses anos estão dispostos na Figura 23.

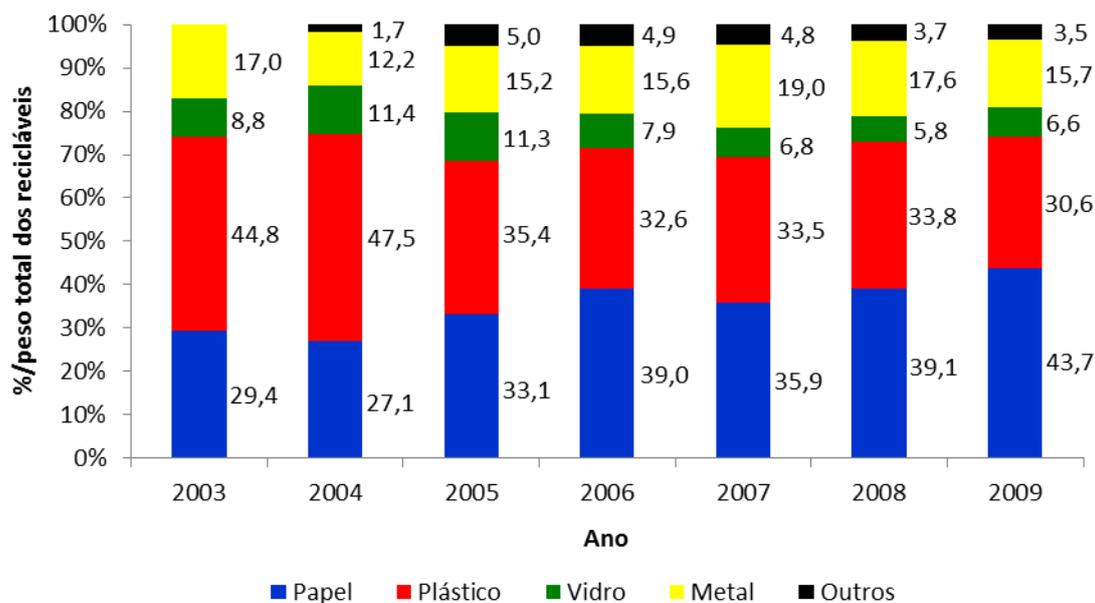


Figura 22. Percentuais correspondentes a cada material recuperado sobre o peso total dos recicláveis salvos anualmente na triagem do lixo de Lençóis Paulista.

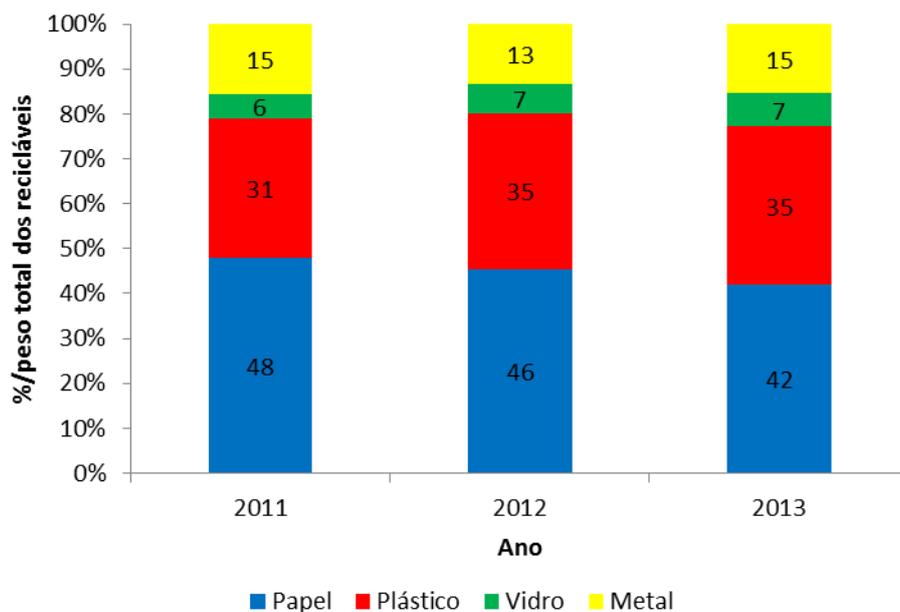


Figura 23. Percentuais correspondentes a cada material recuperado sobre o peso total dos recicláveis salvos anualmente na triagem do lixo de Lençóis Paulista.

Em relação à massa dos resíduos desviada do aterro, a mais representativa foi, sem dúvida, a do papel, seguida pela do plástico. De acordo com Lençóis Paulista (2013), na ocasião da elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRSU), em atendimento à Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010), foi feita a caracterização gravimétrica dos resíduos domiciliares e comercial recolhidos na cidade e se constatou que papel e papelão (9,37%) se destacavam, depois dos predominantes restos orgânicos (59,40%). E, dentre os materiais passíveis de reciclagem destacavam-se o papel/papelão (média de 9,37%) e os plásticos (média de 5,37%). A grande quantidade de recicláveis observada entre os resíduos, especialmente papel/papelão e plástico, contribuiu para reforçar a importância de se planejar ações voltadas para o reaproveitamento e reciclagem de tais materiais (LENÇÓIS PAULISTA, 2013). Tomando-se como base o peso total do lixo triado na usina em 2012 (12.912 toneladas), mencionado por Lençóis Paulista (2013), calculou-se que nesse ano a quantidade de papel recuperada foi equivalente a 4,87% do montante total. E foi equivalente a, praticamente, metade (46%) de todo o material reciclável que ali foi recuperado.

Em relação ao aspecto econômico, ou seja, ao valor arrecadado anualmente na venda dos materiais entre 2003 e 2009, na Figura 24 tem-se a representatividade (percentual) de cada tipo de material sobre a arrecadação total de cada ano do período.

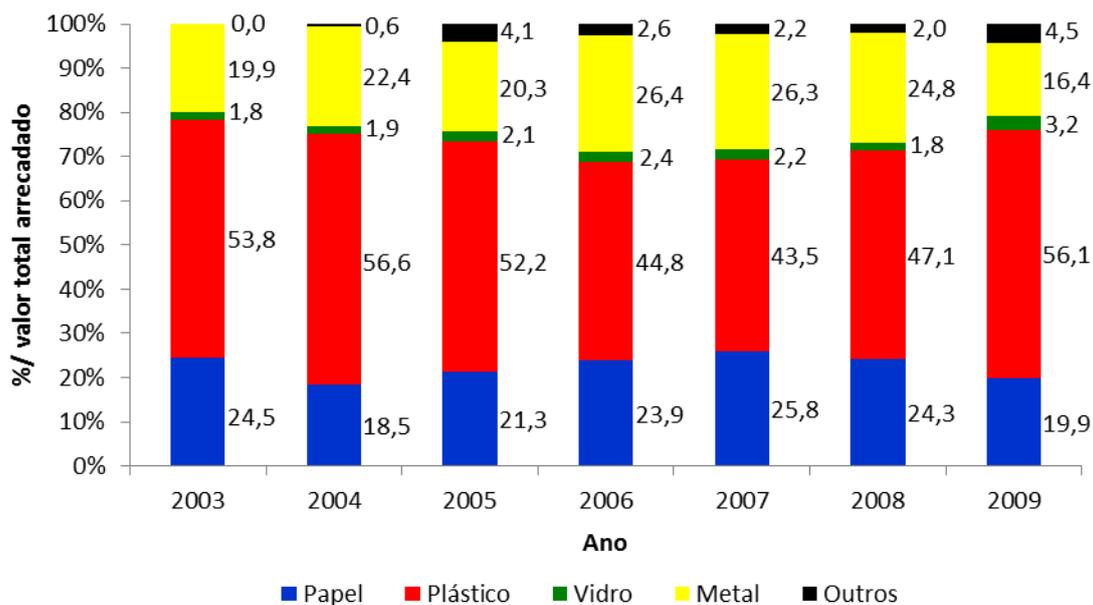


Figura 24. Contribuição (em %) de cada material sobre o valor arrecadado anualmente na venda dos recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo, de 2003 a 2009.

E na Figura 25 têm-se os percentuais correspondentes aos valores de cada material recuperado nos anos de 2011, 2012 e 2013 sobre os valores totais arrecadados nesses anos.

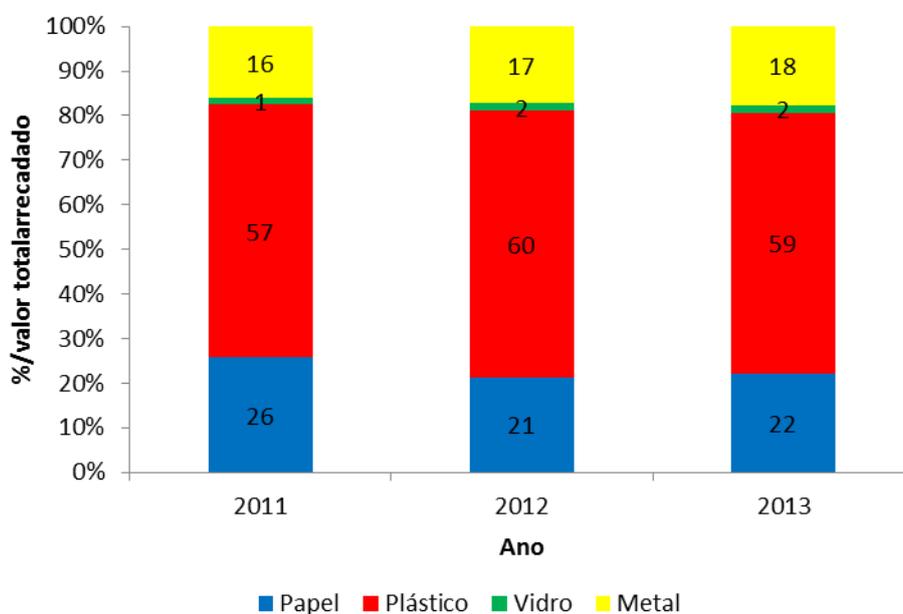


Figura 25. Contribuição (em %) de cada material sobre o valor arrecadado anualmente na venda dos recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo, em 2011, 2012 e 2013.

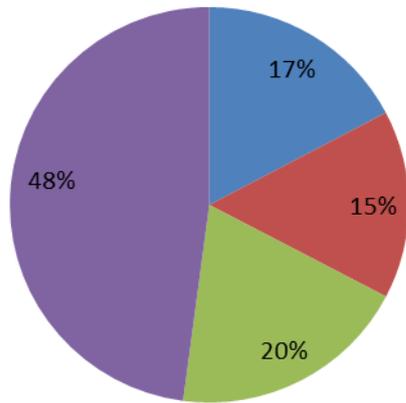
Sob este aspecto destacaram-se os plásticos, seguidos dos papéis e dos metais, os dois últimos, com valores muito próximos. De modo geral, o papel representou a maior parte do peso dos recicláveis recuperados no período analisado (de 2003 a 2009), mas não representou a maior parte do dinheiro gerado na venda dos materiais nos mesmos anos. Como se vê, nem sempre o que é salvo em maior quantidade é mais lucrativo para a cooperativa e isto pode desmotivá-los. No caso dos catadores informais (aqueles que trabalham por conta própria nas ruas), é comum escolherem os materiais mais rentáveis para coletarem, preferivelmente os mais pesados e menos volumosos (GONÇALVES, 2006). Para a grande maioria dos catadores o material reciclável é apenas uma mercadoria, o que é compreensível.

Na usina analisada, de acordo Martins (2009), o critério estabelecido para a venda é, preferivelmente, o da melhor oferta (maior preço), mas também se conjuga a venda de um material de boa qualidade com outro de qualidade inferior com o objetivo de vendê-los o mais rápido possível. A mesma explicação foi dada pela presidente da cooperativa. Desta forma, perde-se um pouco no melhor, porém, consegue-se vender aquele, que provavelmente não seria vendido isoladamente. Martins (2009) acrescentou que, esse procedimento também contribui para reduzir a quantidade de rejeitos destinados ao aterro e, conseqüentemente, para prolongar sua vida útil.

5.3. Os tipos de papel e papelão recuperados e o seu valor

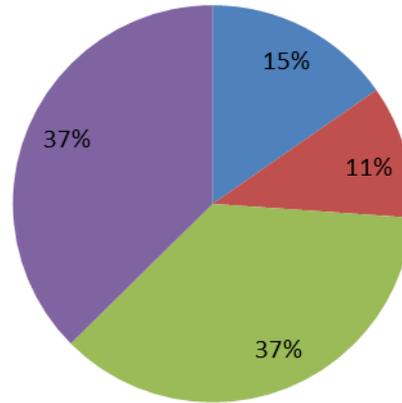
Os tipos de papel que a COOPRELP recuperou ao longo dos anos, desde o início das suas atividades na Usina de Triagem de Lixo, em 2003, até o ano de 2009 estão dispostos na Figura 26. Na mesma figura também se encontram os percentuais correspondentes ao peso de cada tipo sobre o montante total de papel recuperado em cada ano do período citado (Figura 26 a1, a2, a3, a4, a5, a6 e a7), bem como, a representatividade (em %) de cada tipo sobre o valor total arrecadado na venda do material nos respectivos anos do mesmo período (Figura 26 b1, b2, b3, b4, b5, b6 e b7). Como já mencionado, a nomenclatura que se utilizou é a mesma que constava nos registros de vendas originais.

% da quantidade recuperada (2003)



(a1)

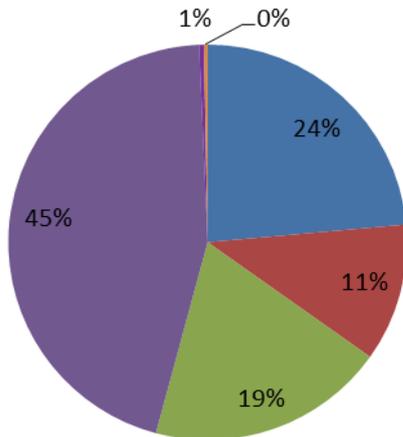
% do valor arrecadado na venda (2003)



(b1)

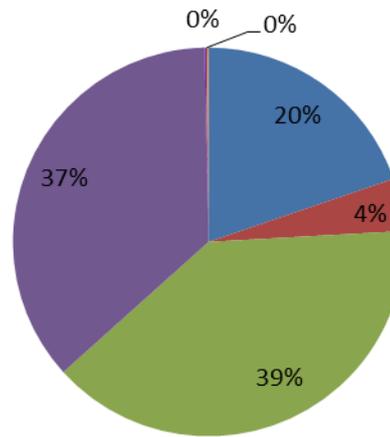
- caixa de leite
- jornal
- papel branco
- papelão

% da quantidade recuperada (2004)



(a2)

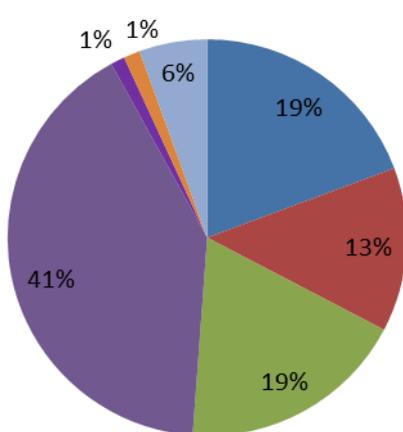
% do valor arrecadado na venda (2004)



(b2)

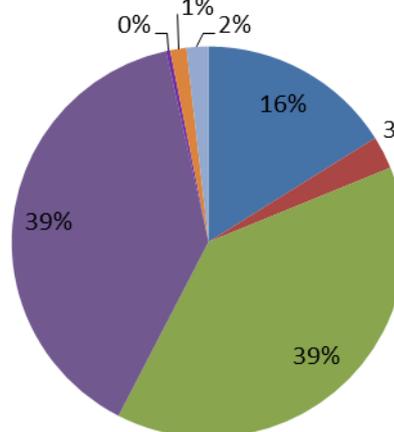
- caixa de leite
- jornal
- papel branco
- papelão
- caixa de ovo

% da quantidade recuperada (2005)



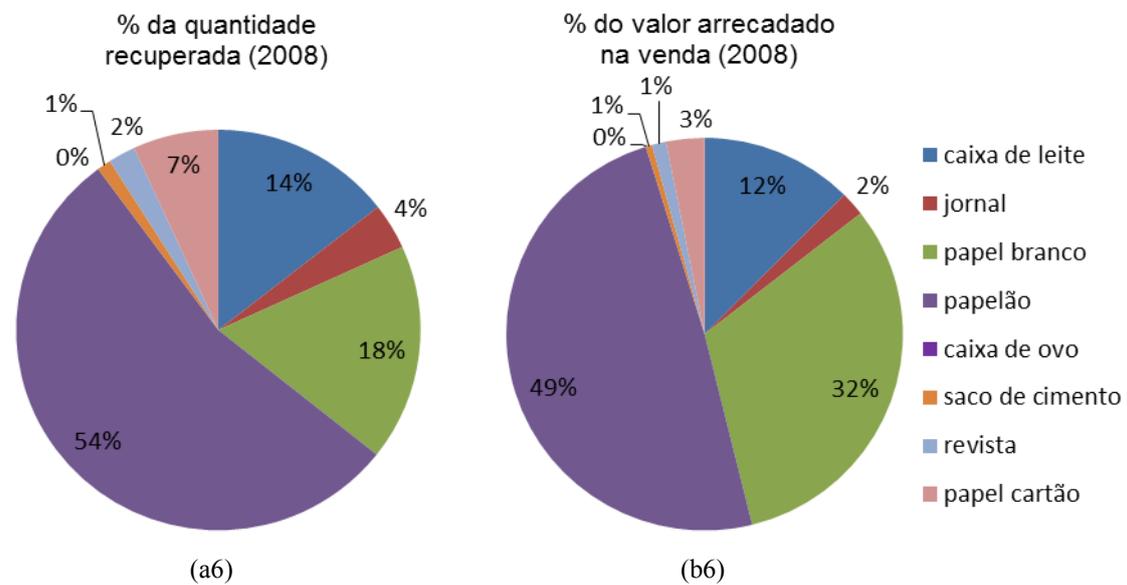
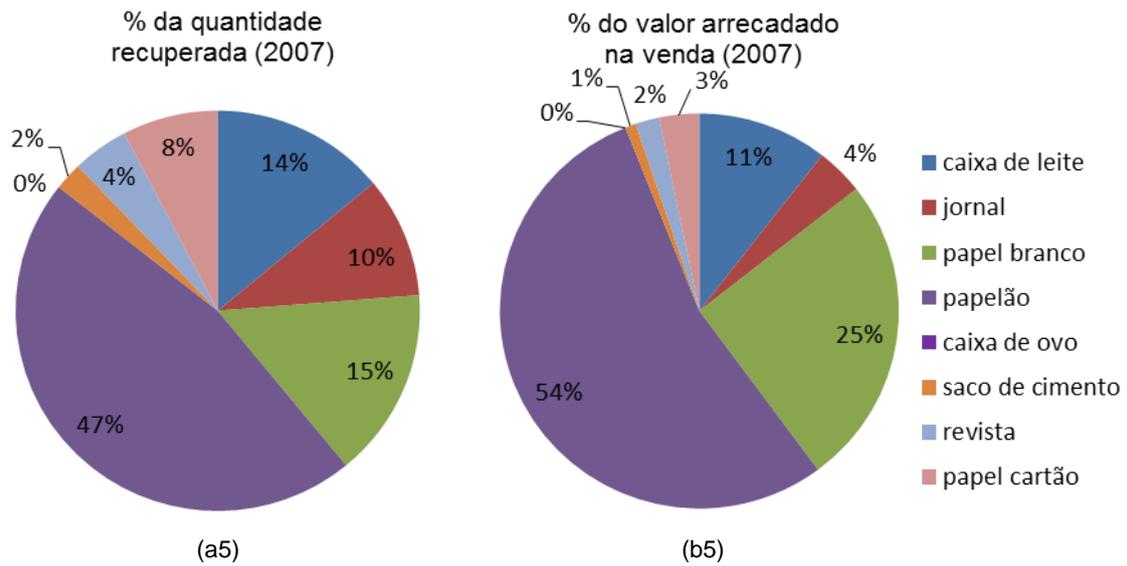
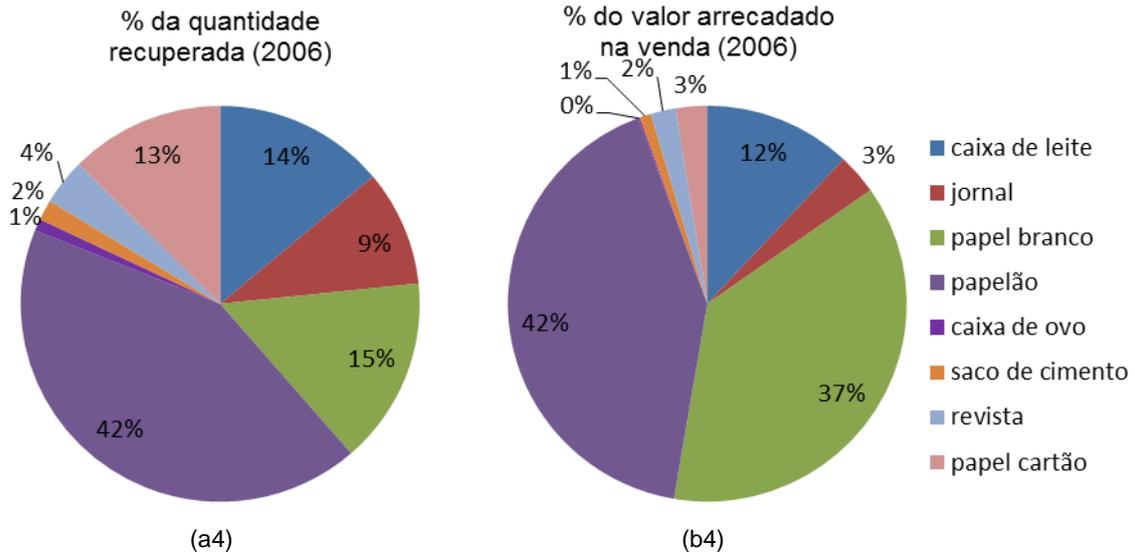
(a3)

% do valor arrecadado na venda (2005)



(b3)

- caixa de leite
- jornal
- papel branco
- papelão
- caixa de ovo
- saco de cimento
- revista



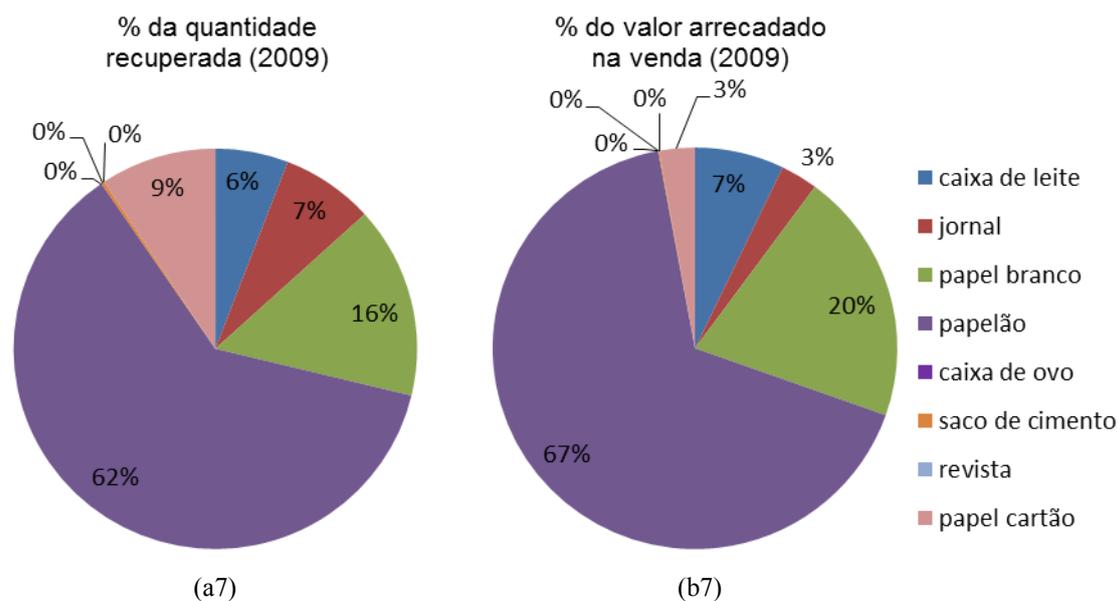
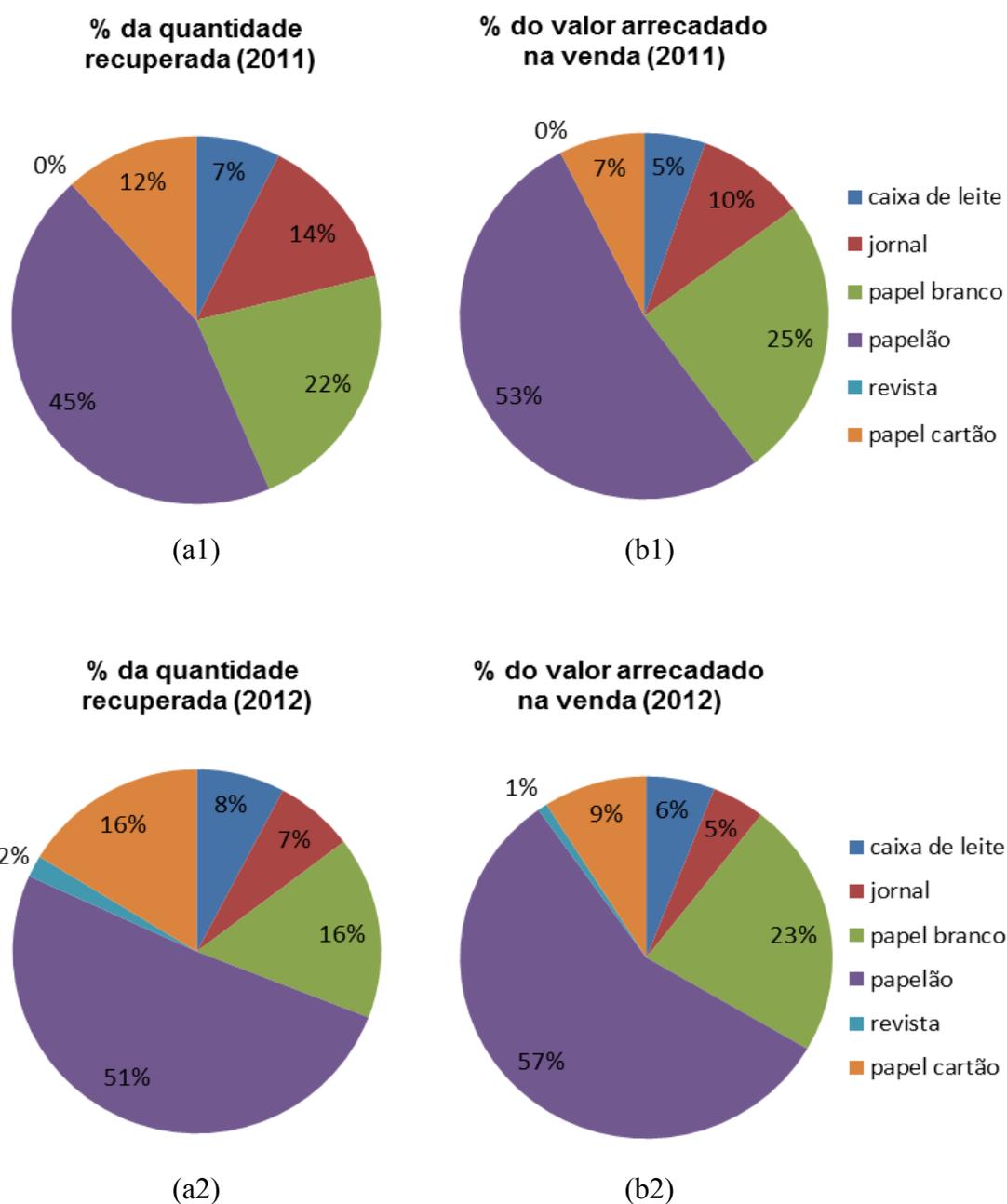


Figura 26. . Percentuais correspondentes ao peso de cada tipo de papel recuperado na Usina de Triagem de Lixo sobre o montante total do papel salvo em cada ano entre 2003 e 2009 (a1, a2, a3, a4, a5, a6 e a7); e percentuais correspondentes ao valor arrecadado na venda de cada tipo sobre o valor total do papel recuperado e vendido pela cooperativa em cada ano do mesmo período (b1, b2, b3, b4, b5, b6 e b7).

Nota-se que com o passar do tempo surgiram novos tipos entre os papéis recuperados. Em 2003 eram apenas quatro e chegaram a oito em 2009. De acordo com Martins (2009), quando a COOPRELP assumiu a operação da usina de triagem os cooperados passaram por uma capacitação que envolveu, entre outras coisas, palestras e treinamentos técnicos realizados pela Unesp de Botucatu com o intuito de orientá-los para separar corretamente os materiais do lixo. Não se sabe qual foi a orientação dada naquela época em relação à classificação dos papéis, tampouco se sabe quais foram os critérios utilizados para se chegar aos tipos coletados durante o período analisado, mas acredita-se que eles tenham sido definidos segundo os interesses dos próprios compradores, como ainda se faz. Soube-se que as caixas de ovos, por exemplo, eram separadas a pedido de um cliente, proprietário de uma granja. Assim, entende-se que os tipos e os critérios podem ter mudado conforme mudaram os compradores. Os compradores são selecionados a partir das suas ofertas para o material de interesse e da forma que farão o pagamento. Geralmente vence a maior oferta, mas também se faz venda casada (ou conjugada), como foi explicado anteriormente. Segundo alguns

entrevistados, essa forma de venda é comum nesse setor. Os papéis muito sujos, que poderiam ficar “encalhados”, acabam sendo vendidos assim.

Na Figura 27 encontram-se os tipos de papel recuperados nos anos de 2011, 2012 e 2013. Têm-se, também, os percentuais correspondentes ao peso de cada tipo sobre o montante total de papel recuperado em cada ano desse período (Figura 27 a1, a2 e a3) e, quanto cada tipo representou (em %) sobre o valor total arrecadado na venda dos papéis, nos mesmos anos (Figura 27 b1, b2 e b3).



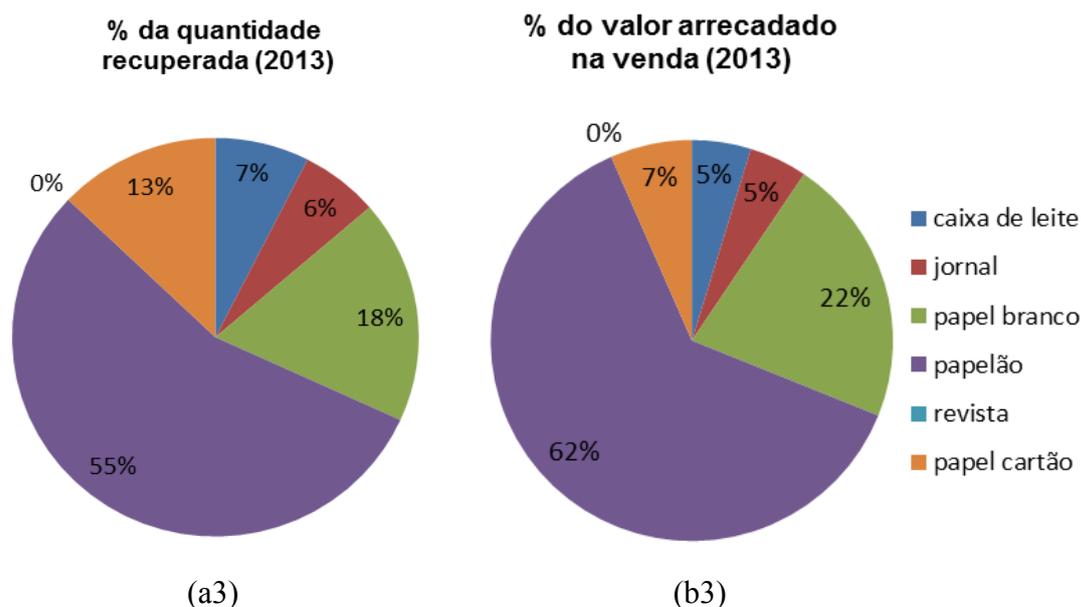


Figura 27. Percentuais correspondentes ao peso de cada tipo de papel recuperado na Usina de Triagem de Lixo sobre o montante total do papel salvo nos anos de 2011, 2012 e 2013 (a1, a2 e a3); percentuais correspondentes ao valor arrecadado na venda de cada tipo sobre o valor total do papel recuperado e vendido pela cooperativa em cada ano do mesmo período (b1, b2 e b3).

Praticamente a metade da quantidade de todo o papel recuperado na usina nos dez anos analisados foi o papelão. De acordo com a Anap (2014), as caixas de papelão ondulado pós-consumo constituem a maior parte do papel recolhido pelas cooperativas e demais catadores, bem como, são as aparas mais consumidas pela indústria recicladora de papel no Brasil e no mundo. Relatórios atuais da Bracelpa demonstraram que os ondulados representam mais de 60% de toda a para consumida pela indústria papelreira. Em 2011, o percentual chegou a 66,7% (BRACELPA, 2012).

Os papéis para embalagens (papelão ondulado e kraft) são os tipos mais reciclados em praticamente todos os países, segundo a Anap (2014). Isto, conforme complementou, porque o principal produto feito com eles, ou seja, a caixa de papelão ondulado, além de ser utilizada para transportar e armazenar produtos comercializados em embalagens em todos os setores tem características que a tornam ideal para serem recicladas. O papel miolo (papel ondulado que fica entre duas capas lisas) pode ser 100% reciclado e a composição com papéis de fibra virgem (capa de kraft liner) permite à essas caixas uma reciclagem contínua, praticamente sem alterar as características técnicas do produto. De acordo com a mesma instituição, as caixas de

papelão ondulado representaram 86% de todo o papel para embalagem que retornou para ser reciclado e 68% do total das aparas recicladas no Brasil em 2013.

O papelão, conforme a Anap (2014), é responsável pela maior parte do faturamento dos aparistas e também é fonte de renda para as camadas mais pobres da população. Isto, porque aproximadamente 20% das aparas de papel entregues aos seus associados vêm das cooperativas e dos catadores e outra grande parte, a que vem dos sucateiros, também é oriunda das cooperativas e catadores. Segundo essa instituição, em 2013, a boa cotação das caixas usadas provocou um recorde na sua captação, inclusive atraindo para essa atividade, trabalhadores não qualificados que saíram da construção civil. No entanto, ainda de acordo com a Anap (2014), o valor das aparas de papel (em geral) está sujeito a variações fortes de um ano para outro, basta ver que em 2014 já houve queda no valor das aparas de papelão e, conseqüentemente, desestímulo à coleta.

O que impacta fortemente o preço do papelão, segundo a Anap (2014), é o fato de a matéria-prima da indústria recicladora ser o seu próprio produto que retorna, em média, três a quatro meses após ser colocado no mercado. Em relação à caixa de papelão ondulado, a Anap (2014) explica que ela é a matéria-prima para a produção de papel que, por sua vez, é a matéria-prima para a produção da caixa. Assim, quando há demanda repentina por caixas, a indústria de papel tem dificuldades de produzi-lo na quantidade demandada, pois não encontra matéria-prima no mercado em curto prazo (nesse momento, os preços das aparas sobem fortemente). No caso contrário, quando a demanda por caixas cai repentinamente, tem-se um excesso de caixas velhas disponível e uma conseqüente queda de preços.

Apesar disso, alguns estudos contribuem para que se perceba a necessidade de se recuperar cada vez mais o material dessas caixas, pois o mercado é crescente. O estudo "*The Future of Global Markets for Corrugated Board Packaging to 2017*" publicado pela consultoria inglesa *Smithers Pira*, observou que o faturamento mundial da indústria de embalagem de papelão ondulado, em 2011, foi de aproximadamente US\$ 52 bilhões, com previsão de crescimento de 29% até 2017, quando essa indústria deverá faturar cerca de US\$ 67 bilhões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO PAPELÃO ONDULADO - ABPO, 2014). Esse estudo considera que os países do chamado grupo dos BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul – são os motores de tal crescimento, em função, principalmente, do aumento do consumo de produtos embalados e da forte urbanização que neles vem ocorrendo.

Por outro lado, o Presidente da ABPO, Amoroso (2014), destacou que atualmente, no Brasil, a oferta de aparas está escassa, o que é preocupante, pois gera pressões de aumento de custos da cadeia produtiva. Segundo Amoroso (2014), poder-se-ia recorrer à importação, mas a opção deixa de ser boa quando se considera os preços internacionais somados aos custos de logística e o aumento na cotação do dólar. No entanto, muitos países recorrem ao mercado internacional para equilibrar a situação (ANAP, 2014). Conforme observou a Anap (2014), a instabilidade na oferta e demanda por aparas de papel provoca grande variação nos valores pagos e recebido pelos aparistas.

O problema da escassez de aparas de papelão também foi abordado por uma profissional do setor papeleiro, sob outro aspecto, durante uma entrevista concedida por ocasião da visita à já citada indústria recicladora de papel em Piracicaba, SP, em 2012. Segundo a entrevistada, aquela indústria (considerada a maior do setor no país e uma das maiores do mundo) sofria constantemente com a escassez da matéria-prima. Para não correr o risco de ficar sem o material, comprava-se todo o lote de aparas que chegava à fábrica por meio dos comerciantes, inclusive quando a qualidade do material era bem inferior à considerada adequada para o seu consumo.

De acordo com o Cempre (2013b), o papelão é o produto que mais utiliza material reciclado na sua fabricação atualmente no Brasil. Ele é considerado fácil de ser coletado em grandes quantidades, facilmente identificado quando misturado com outros tipos de papel e seu processamento é relativamente barato (CEMPRE, 2013b). A instituição observa que o valor desse material varia de acordo com a região e com o preparo que ele recebe depois de ter sido separado do lixo. E ainda, que muitos países estimulam a sua reciclagem incentivando a instalação de usinas depuradoras que façam o seu pré-processamento para, assim, fornecerem celulose secundária a qualquer fábrica de papel sem que elas necessitem de equipamentos para o preparo da polpa.

Em relação ao papel branco, ele foi o segundo, em peso, entre os papéis mais recuperados na usina analisada. Embora tenha sido recuperado em quantidade bem menos expressiva do que a do papelão, de maneira geral, ele foi o mais rentável. Conforme a Anap (2014), as aparas brancas são, em percentual, o segundo tipo mais disponível para a reciclagem no país, depois do papelão. Basta ver os relatórios estatísticos da Bracelpa dos últimos anos. No entanto, a participação das aparas brancas entre os tipos de aparas consumidas pela indústria papeleira tem sido menor a cada ano e extremamente inferior à do papelão ondulado. Para efeito de comparação, em 2011,

enquanto os ondulados representaram 66,7% de toda a apara consumida na reciclagem de papel no país, as brancas representaram apenas 12,6% delas (BRACELPA, 2012). Segundo a Anap (2014), essa diferença consiste em, por exemplo, as aparas brancas serem utilizadas, principalmente, na produção de papéis para fins sanitários e, não, na reciclagem do papel de origem; consiste na produção de papéis de imprimir e escrever estar em declínio, o que diminui a geração dessas aparas; além de a celulose virgem, que pode substituir as aparas na fabricação desses papéis, estar com a produção crescente e sendo introduzida, cada vez mais, na produção de papéis para fins sanitários por uma questão de qualidade. Além disso, o papel higiênico é descartado após o uso e o de imprimir e escrever, ao contrário do papel para embalagens, é reciclado uma única vez (ANAP, 2014). Ainda, conforme a Anap (2014), no caso do papel de imprimir e escrever, uma grande quantidade pode ficar guardada por muitos anos, ou mesmo para sempre, como, por exemplo, os impressos fiscais e os livros.

A respeito dos jornais e das revistas, embora a Anap (2014) os tenha citado entre os tipos de aparas que mais geram renda às cooperativas e catadores, para a COOPRELP eles significaram muito pouco, nos dez anos analisados. Tampouco foram significativas as quantidades desses materiais, recuperadas na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista no período analisado. Mas, de acordo com a Anap (2014), assim como o papelão ondulado, jornais e revistas estiveram bem cotados em 2013, apesar de estarem sendo cada vez menos reciclados para a produção de papel. Em 2011, segundo a Bracelpa (2012), o papel imprensa (utilizado nos jornais) representou apenas 1,3% da produção brasileira de papéis e o jornal representou apenas 4,1% de toda apara consumida na reciclagem, pela indústria papelreira nacional. Por outro lado, conforme a Anap (2014), 26 mil toneladas desse material foram exportadas em 2013, ou seja, o jornal constituiu a maior parte das 31 mil toneladas de aparas exportadas pelo Brasil naquele ano.

No que tange a recuperação das embalagens cartonadas aqui denominadas “caixas de leite”, até 2008, sua quantidade, em peso, foi equivalente à do papel branco. No entanto, se considerado o baixo peso das embalagens (apenas 28 gramas por embalagem de 1 litro), entende-se que houve uma boa recuperação do material. O baixo peso é uma das suas vantagens, pois economiza combustível durante o seu transporte (CEMPRE, 2013c; NASCIMENTO, 2007). De acordo com o Cempre (2013c), a taxa de reciclagem mundial dessas embalagens pós-consumo em 2011 foi de 21,6%. No Brasil, segundo a mesma instituição, em 2012 a taxa foi de 29%, totalizando

mais de 61 mil toneladas e com previsão de aumento constante, graças à expansão dos programas de coleta seletiva e ao desenvolvimento de novos processos tecnológicos para reciclá-las.

As embalagens cartonadas podem ser totalmente reaproveitadas. Segundo Nascimento (2007) e o Cempre (2013c), a sua reciclagem acontece em duas etapas, na primeira, faz-se a retirada do papel e, posteriormente, o processamento do polietileno/alumínio, que pode ser de várias formas diferentes. Na etapa inicial promove-se a hidratação das fibras de papel, separando-as das camadas de plástico e alumínio. O papel reciclado resultante desse processo pode ser utilizado na confecção de vários artefatos, principalmente, caixas de papelão. Conforme o Cempre (2013c), de cada tonelada reciclada gera-se, aproximadamente, 680 quilos de papel kraft. O papel representa 75%, em massa, na constituição dessas embalagens, enquanto o alumínio e o plástico representam 5% e 20%, respectivamente (NASCIMENTO, 2007). Os dois últimos constituintes seguem para outros processos produtivos. Uma das possibilidades, de acordo com o Cempre (2013c), é a trituração desses dois materiais, que depois são prensados sob altas temperaturas produzindo chapas para a fabricação de móveis e divisórias ou, para serem transformadas em telhas para a construção civil. Outra possibilidade é a fabricação de materiais plásticos com alumínio incorporado, pelos processos de termo-injeção (NASCIMENTO, 2007), de rotomoldagem ou sopro (CEMPRE, 2013c); os produtos finais podem ser canetas, banquetas, vassouras, coletores e outros. A recuperação desses dois materiais também pode envolver a incineração com obtenção de energia, produzindo vapor d'água, dióxido de carbono e óxido de alumínio (Al_2O_3), que pode ser usado como agente floculante em tratamentos de água ou como refratário em altos fornos (NASCIMENTO, 2007). Esse mesmo autor explicou que o alumínio ainda pode ser recuperado na forma metálica, em fornos de pirólise com baixo teor de oxigênio, em que o plástico serve como combustível para o próprio forno. E, ainda, segundo Nascimento (2007) e Cempre (2013c), a mais recente tecnologia empregada permite que as camadas dos dois materiais sejam totalmente separadas. O sistema, que utiliza tecnologia de plasma térmico (inteiramente desenvolvida no Brasil) transforma o plástico em parafina, utilizada em indústrias petroquímicas e, o alumínio, de alta pureza, é totalmente recuperado e volta a ser transformado em folhas, que são empregadas na fabricação de novas embalagens cartonadas (CEMPRE, 2013c; NASCIMENTO, 2007).

O papel cartão começou a aparecer entre os tipos de papéis recuperados na usina estudada a partir de 2006 e até 2013 foi resgatado, em média, em quantidade maior do que a do jornal. Este tipo constitui uma das três categorias nas quais, segundo a Anap (2014), podem ser agrupados os 31 tipos de aparas existentes na classificação da ABNT (ABNT, 2009a). As referidas categorias são: papéis para embalagens, papéis para impressão e escrita e, papel cartão. Como já foi visto, este último, na sua origem, é um produto geralmente resultante da união de várias camadas de papel sobrepostas, iguais ou distintas, aderidas por compressão e de alta gramatura; pode ser de fibra longa ou fibra curta, com ou sem revestimento superficial. Pode ser fabricado com até 100 % de papel reciclado, como também pode ser feito com fibras virgens, ou com uma mistura de fibras virgens e secundárias. Segundo os fabricantes do setor, atualmente, a variedade de produtos e opções de produção, combinação e utilização do cartão é muito grande. Ele é usado, principalmente, em embalagem para variados conteúdos, além de ser utilizado para a encadernação de livros, de cadernos, como material artístico, material de impressão ou ainda, em moldes e formas para concreto e base para papel de parede. Entre os papéis de todos os tipos produzidos no Brasil, no entanto, o cartão é pouco representativo; segundo a Bracelpa (2012), de 2002 a 2011 sua participação não passou de 8% do total. E dentre as aparas consumidas pela indústria papelreira, esse tipo (representado pelas cartolinas) representou apenas 2,6%.

A caixa de ovo foi recuperada separadamente durante seis anos, de 2004 a 2009, provavelmente porque estava sendo reaproveitada como tal, conforme já foi mencionado. Segundo a PNRS (BRASIL, 2010), a opção por “reaproveitar” sempre deve anteceder a reciclagem. A caixa de ovo é um exemplo do que se chama de polpa moldada. De acordo com a Bracelpa (2012), trata-se de um produto obtido a partir da desagregação das fibras de qualquer tipo de aparas (geralmente as de jornal) que misturadas à água e a alguns produtos químicos formam uma massa que dá origem a vários artefatos como, por exemplo, essas bandejas para acondicionamento, transporte e proteção de hortifrutigranjeiros. Em sua origem, na indústria papelreira, esse material faz parte da categoria do papel cartão. Como matéria-prima, a polpa moldada não foi incluída entre os tipos de aparas classificadas pela ABNT (ABNT, 2009a) devido à pequena quantidade encontrada no mercado brasileiro de aparas, o que não significa que ela seja imprópria para a reciclagem. No entanto, no trabalho de Martins (2009), que entre outras coisas, observou a eficiência na separação do lixo na mesma usina aqui analisada, a caixa de ovo foi citada como um exemplo de “rejeito dos resíduos sólidos

urbanos domiciliar/comercial”. Na referida pesquisa, esse material foi considerado algo sem valor comercial, que não desperta o interesse da indústria recicladora. Porém, deve-se lembrar que nem todo resíduo reciclável é realmente reciclado, por diversas razões, como por exemplo, por falta de mercado consumidor próximo.

Os sacos de cimento também foram vendidos separadamente por um determinado tempo na usina analisada. Eles estão entre os tipos de aparas descritos na classificação da ABNT (ABNT, 2009a), onde são identificados como “aparas de papel kraft III”. No entanto, no estudo de Martins (2009) eles foram mencionados como rejeitos, assim como se fez com a caixa de ovo. Em algumas usinas de triagem os sacos de cimento são incluídos nos papelões marrons e a seleção mais fina costuma ser realizada posteriormente, por profissionais considerados mais aptos para essa tarefa. De acordo com a Anap (2014), os aparistas fazem todo o trabalho de classificação e preparo das aparas de papel que comercializam antes de entrega-las às indústrias recicladoras. Ou seja, a separação (mais criteriosa) do papel geralmente é refeita.

É importante destacar que todos os tipos de papéis mencionados, que foram recuperados na usina analisada, podem ser queimados diretamente para produzir energia. No entanto, a queima deve ser sempre a última alternativa a ser considerada como forma de aproveitamento dos resíduos.

Na Figura 28 observa-se a quantidade, em peso, de cada tipo de papel recuperado na usina durante cada ano do período de 2003 a 2009. Essas quantidades correspondem aos percentuais anteriormente apresentados.

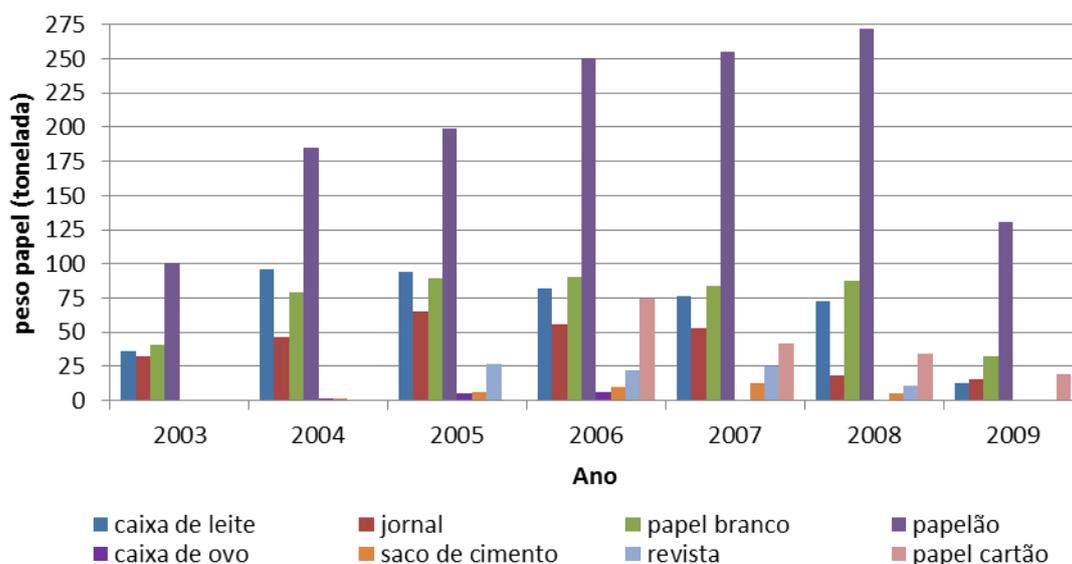


Figura 28. Quantidade (toneladas) de papel recuperado por tipo em cada ano entre 2003 e 2009 na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.

Pode-se notar que a maior quantidade de papel recuperada por tipo foi registrada no ano de 2008; foi equivalente a 271.975 toneladas de papelão. Essa quantidade correspondeu a 54% do peso de todo o papel recuperado na usina naquele ano e a sua venda rendeu R\$ 43.272,04 para a cooperativa (Figura 29). No entanto, nota-se também, que esse valor não corresponde ao maior valor arrecadado no período analisado.

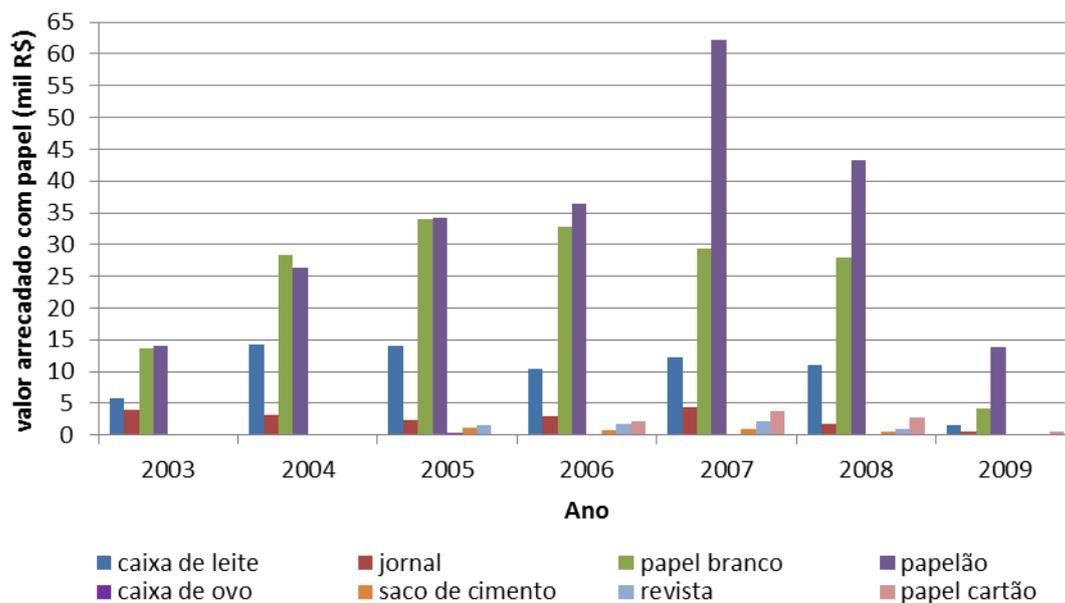


Figura 29. Valor arrecadado (em mil reais) na venda dos tipos de papéis recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista de 2003 a 2009.

O maior valor arrecadado entre 2003 e 2009 na venda dos papéis recuperados (durante um ano) foi observado em 2007. A arrecadação foi de R\$ 62.274,56, proporcionada novamente pela venda do papelão (255.146 toneladas), embora a quantidade de material tenha sido menor do que a recuperada em 2008. Em 2007, conforme já foi observado, o papelão representou 47% do montante total dos papéis recuperados pela COOPRELP.

A grande variação que se observa nos valores arrecadados está relacionada às oscilações dos preços do material, o que, segundo a literatura, afeta o mercado nacional e mundial da reciclagem. De acordo com a EPA (2012a), a oferta e a demanda de papel recuperado variam, às vezes, de forma dramática. No caso do papelão ondulado, por ele ser o principal material utilizado nas embalagens usadas para transportar ou estocar produtos manufaturados, costuma-se considerá-lo um

“termômetro da economia”, isto é, a oscilação nas vendas de papelão pode indicar aquecimento ou retração da economia.

Na Figura 30 estão dispostas as quantidades (peso) de cada tipo de papel recuperado nos anos de 2011, 2012 e 2013, que correspondem aos percentuais observados nesses mesmos anos, conforme demonstrados anteriormente.

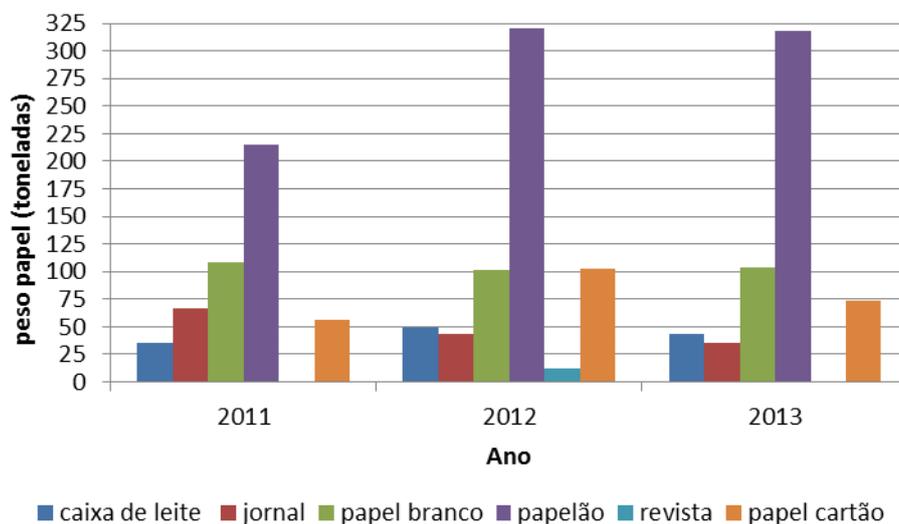


Figura 30. Quantidade (toneladas) de papel recuperado por tipo em cada ano entre 2003 e 2009 na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.

Nesse período, a maior quantidade de papel (de um mesmo tipo) recuperada foi equivalente a 320.350 toneladas de papelão, foi registrada em 2012 e correspondeu a 51% do peso de todo o papel recuperado na usina naquele ano. Também foi a maior quantidade de papel (de um mesmo tipo) recuperada do lixo de Lençóis Paulista (durante um ano) em todo o período analisado (de 2003 a 2013). A venda desse montante rendeu R\$ 65.897,00 para a cooperativa no ano referido (Figura 31). No entanto, observou-se que o maior valor arrecadado na venda de um mesmo tipo de papel recuperado durante os dez anos foi R\$ 93.747,70, em 2013, proporcionado mais uma vez pelo papelão.

Os valores arrecadados pelo papelão e pelos demais tipos de papel nos três últimos anos do período analisado (2011, 2012 e 2013) encontram-se dispostos na Figura 31.

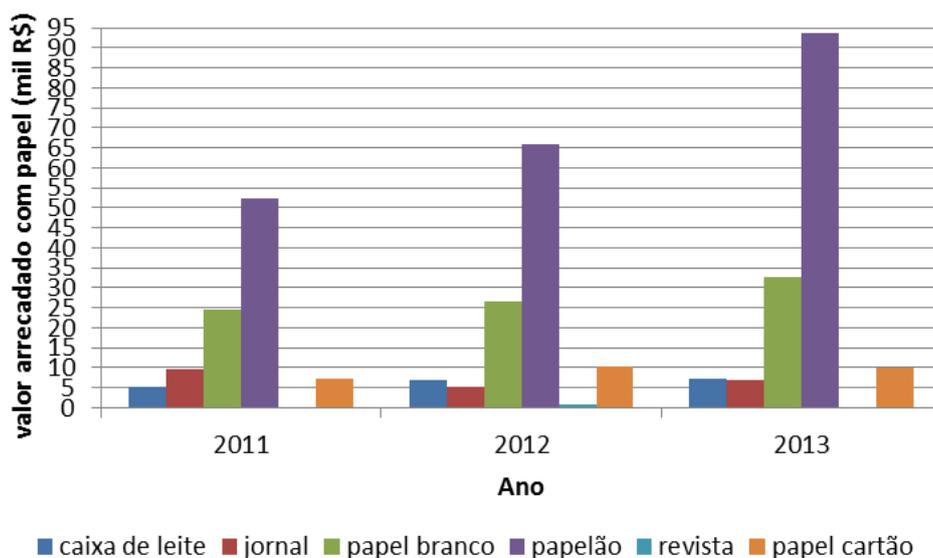


Figura 31. Valor arrecadado (em mil reais) na venda dos tipos de papéis recicláveis recuperados na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista de 2003 a 2009.

Observou-se que o papel branco, proporcionalmente, foi o tipo mais rentável para a cooperativa ao longo dos dez anos estudados (de 2003 a 2013). No mercado dos papéis recicláveis, as aparas brancas são consideradas “nobres” e, geralmente, são as mais bem pagas. Observando-se o valor arrecadado pode-se perceber que as oscilações ocorridas no valor de venda desses papéis foram mais leves do que as sofridas pelo papelão. Em relação à caixa de leite, tais oscilações foram ainda mais leves.

Independentemente dessa instabilidade, que segundo a literatura é comuns nesse setor da economia, entende-se que recuperar papel usado pode ser um bom negócio, basta ver a demanda crescente por esse material em todo o mundo, especialmente na Ásia, conforme demonstrado por Risi (2012). No entanto, na Europa, por exemplo, papel extraído do lixo não serve para a reciclagem (ERPC, 2013c).

5.4. O processo de recuperação do papel e papelão

Na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista, assim como nas demais unidades de triagem de lixo do país, o papel é apenas um item entre os materiais recicláveis recuperados. Na usina analisada ele não recebe nenhum tratamento especial.

O processo de recuperação dos recicláveis (incluem-se aqui o papel e o papelão) se inicia com o descarregamento do lixo (contido no caminhão compactador) em um fosso no chão da usina, conforme descreveu Martins (2009) e como pode ser observado. O referido fosso fica localizado numa parte elevada do terreno, sob uma cobertura que o protege parcialmente do sol e da chuva. Parcialmente porque, devido à grande altura da cobertura e à falta de fechamentos laterais, o lixo que ali é descarregado acaba ficando exposto às intempéries, principalmente, em dias de chuva forte acompanhada de ventos.

Com uma garra hidráulica operada por uma das cooperadas o lixo é agarrado e transferido, aos poucos, para uma esteira rolante com taliscas (elementos salientes) que o conduzem para outra esteira rolante (esta de borracha), onde é feita a triagem. Ao longo desta segunda esteira, as catadoras se posicionam (em ambos os lados) para separar os resíduos enquanto eles passam à sua frente, na medida em que a esteira se movimenta. Elas procuram retirar dos dejetos apenas aquilo que acreditam ter algum valor comercial. De acordo com Martins (2009) e com a presidente da cooperativa, cada catadora é encarregada da recuperação de apenas um ou dois tipos de material. As catadoras posicionadas no início da esteira rasgam os sacos que contém o lixo que, na sequência, é espalhado e a partir daí os materiais vão sendo coletados. Os de maior dimensão, mais fáceis de ser visualizados, são recuperados primeiro. Conforme observou Varella e Lima (2011), os materiais recicláveis precisam ser reconhecidos em meio ao lixo e para isso é necessário ter uma habilidade que, comumente, é bem desenvolvida por catadores. E a tarefa não é simples, pois são muitos tipos de materiais diferentes que precisam ser classificados ao mesmo tempo.

A esteira de catação fica em uma plataforma elevada (piso intermediário entre o do fosso e o inferior) de onde as catadoras arremessam os materiais, já separados por tipo, para o piso inferior através de dutos fixados ao chão, como se fossem cestos de lixo. Sob cada duto é colocado um “bag” (nome que se dá aos grandes sacos utilizados para conter o material) ou um carrinho de metal aramado, que depois de cheios (cada um com apenas um tipo de material) são transportados (os bags são arrastados) pelas cooperadas até o local onde o material é compactado, com o auxílio de uma prensa, e amarrado em fardos. Alguns materiais, principalmente os plásticos, os papéis e os papelões, podem passar por uma segunda separação (pós-separação) numa outra esteira. Martins (2009) explicou que o objetivo desse retrabalho é refinar a separação para aumentar o valor de venda do material e obter mais lucro. Por

outro lado, na hora do enfardamento não se faz distinção entre os materiais recuperados do lixo e os provenientes da coleta seletiva; ambos podem ser misturados num mesmo pacote. Os entrevistados alegaram que quando faziam tal distinção não obtinham vantagens, pois os compradores não pagavam mais pelo material da coleta seletiva; por isso deixaram de fazê-la. Na usina, a triagem desse material é feita de forma similar à do lixo comum, no mesmo local e utilizando os mesmos equipamentos, mas em momentos alternados. Outro procedimento curioso acontece em relação aos jornais, que costumam ser molhados antes do enfardamento, pois segundo a informante, ao natural, ele é liso e escorregadio.

Depois de enfardados (de acordo com os tipos), os materiais são transportados (com carrinhos de mão) até uma balança onde são pesados. Os fardos de papelão pesam, em média, 250 quilos. Em seguida, eles são levados para um local coberto onde ficam armazenados até serem vendidos. Os rejeitos permanecem na esteira até chegarem à sua extremidade (chamada bica), onde alguns pequenos metais ainda são recuperados por meio de imãs; o resíduo restante cai em uma caçamba que, quando cheia, é transportada para o aterro. O fluxograma apresentado na Figura 32 pode facilitar a visualização do processo descrito.

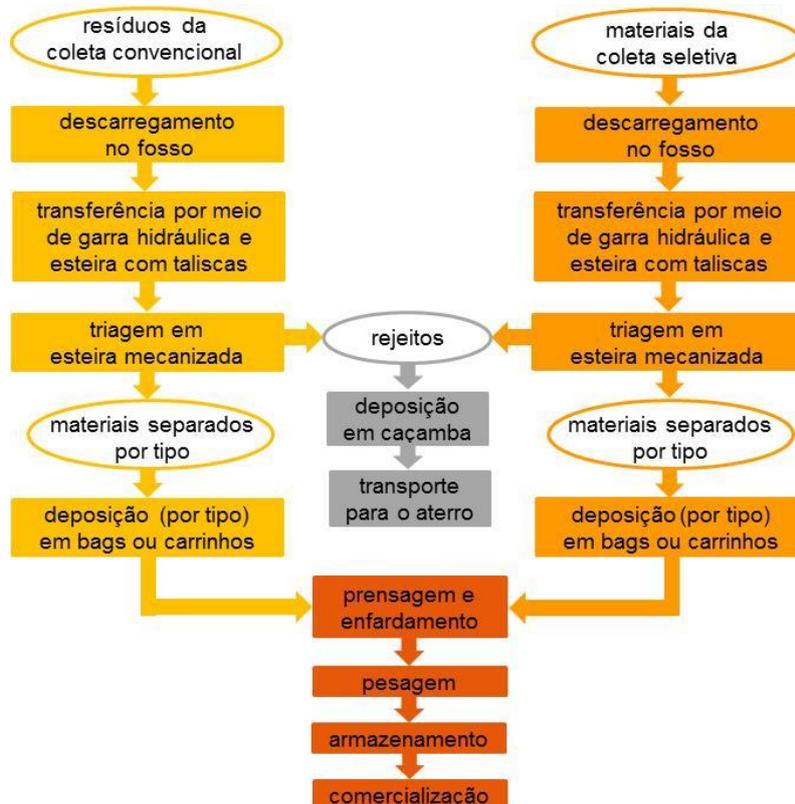


Figura 32. Fluxograma do processo de recuperação de materiais recicláveis na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.

No entanto, as imagens extraídas da própria usina durante a atividade de recuperação dos materiais em meio ao lixo retratam, inclusive, o ambiente deprimente onde trabalham as pessoas responsáveis pelo desenvolvimento do processo descrito (Figuras 33 e 34).



Figura 33. Recuperação de materiais recicláveis na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista partindo do início do processo. Fonte: Arquivo pessoal (2014).



Figura 344. Processo de recuperação de materiais recicláveis na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista partindo da compactação do material até a sua estocagem. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

Em relação ao material da coleta seletiva, depois de ter sido separado pela população e coletado, de porta em porta, pelas cooperadas que percorrem as ruas da cidade e do Distrito de Alfredo Guedes, também é encaminhado para a usina de triagem, como já foi mencionado. Após a coleta, o material é transportado dentro de um contêiner por um caminhão equipado com um sistema “roll-on roll-off”, o que facilita o seu descarregamento.

Chegando à usina, o material é descarregado ao lado do mesmo fosso utilizado para receber o lixo da coleta convencional e ali permanece até que ele esteja vazio. Quando o fosso se esvazia, o material é empurrado para o seu interior e dali é conduzido para a esteira de triagem, da mesma forma como foi feito com o lixo comum e passa pelo mesmo processo já descrito.

As caixas de papelão, por serem maiores do que os demais materiais e, portanto, mais fáceis de ser identificadas, geralmente são separadas logo depois de descarregadas pelo caminhão, sem haver necessidade de passarem pela esteira. Na hora da prensagem, conforme já mencionado, os materiais que foram coletados seletivamente acabam sendo misturados aos resgatados do lixo e assim são feitos os fardos.

Na Figura 355 observa-se uma sequência de imagens do início do processo de triagem dos materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva, a partir do seu descarregamento na usina.



Figura 355. Descarregamento dos materiais recicláveis provenientes da coleta seletiva no início do processo de sua separação na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

A coleta seletiva é feita por 11 cooperadas, das quais, 10 passam pelas residências nos dias programados empurrando seus carrinhos e batendo de porta em porta para recolher o material previamente separado; a outra, conduzida por um caminhão de pequeno porte, realiza a coleta em locais específicos, na própria região onde será feita a coleta seletiva, porém antes da chegada das demais cooperadas, para garantir que nada seja “furtado” por catadores informais. Isto é um fato comum quando se têm os materiais depositados na rua.

Como já mencionado, considera-se que, aproximadamente, um terço do material recuperado na usina investigada venha da coleta seletiva, que é realizada uma vez por semana. E de acordo com Martins (2009) e Lençóis Paulista (2013), a quantidade de materiais recicláveis arrecadada pela cooperativa ainda está aquém do que se poderia conseguir por meio desse sistema de coleta. Segundo os mesmos autores, a Prefeitura Municipal têm se esforçado continuamente para orientar a população, principalmente, no que diz respeito à separação dos recicláveis dentro de suas casas, o que é fundamental para o sucesso da coleta seletiva. No entanto, percebeu-se que a maior parte dos cidadãos não colabora. Segundo Martins (2009), toda a infraestrutura utilizada na coleta, como veículos e equipamentos, é fornecida pelo município. Além disso, Lençóis Paulista (2013) comentou que, atualmente, a Prefeitura Municipal realiza tarefas que, de acordo com a nova legislação federal (BRASIL, 2010), são de responsabilidade de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores. Na literatura, observou-se que vários países têm encontrado boas alternativas para resolver tal questão, envolvendo entidades privadas. Como foi visto, na Europa, por exemplo, a indústria papelreira coopera com a recuperação do papel/papelão pós-consumo, pois depende dessa matéria-prima (ERPC, 2013c). E a sua recuperação em separado, inclusive dos demais recicláveis, é fundamental para melhorar a sua qualidade (ERPC, 2013c). Segundo a mesma fonte, a indústria papelreira se empenha para que todos os envolvidos nessa cadeia vejam o papel como matéria-prima valiosa e não como resíduo.

Sabe-se que a coleta seletiva é a etapa mais cara da logística reversa dos recicláveis. Segundo o Cempre (2014), em 2014, seu custo foi estimado em 4,6 vezes mais do que o custo da coleta convencional. No município estudado, em 2012, a coleta seletiva custou pouco menos do que o dobro do valor da coleta convencional (LENÇÓIS PAULISTA, 2013). A tonelada desta última custou R\$ 119,11 para o município, enquanto que a da coleta seletiva custou R\$ 242,91. Isto, porque na coleta

seletiva não se considerou o valor da mão de obra, pois ela é executada pela cooperativa de catadores. Ainda assim, no final do processo esses materiais acabam sendo vendidos misturados.

Observou-se que todo o resíduo que permanecia na esteira de triagem sem ter sido recuperado (qualquer que fosse o motivo) era considerado rejeito e, portanto, era encaminhado para o aterro. Segundo Lençóis Paulista (2013), das 12.912 toneladas de lixo que passaram pela triagem em 2012 na usina analisada, 11.232 toneladas foram para o aterro, ou seja, 87% do resíduo processado. A ampliação da coleta seletiva poderia contribuir para a diminuição desse percentual, no entanto exige tomada de consciência de todos os envolvidos, além de um trabalho constante de educação ambiental junto à população.

5.5. Características físicas do papel e papelão recuperado (análise visual)

1) Caixa de leite:

- *Composição do material:* somente embalagens cartonadas, do tipo longa vida, com predominância das caixas de leite e em menor quantidade, as de suco de frutas, as de molho de tomate entre outras (Figura 36).
- *Aspecto geral:* embalagens com tampas e lacres de plástico, extremamente sujas, contendo restos de líquido em seu interior e uma grande quantidade de alimentos aderida ao exterior das caixas, além de pedaços de plástico filme (Figura 36).



Figura 36. Embalagens cartonadas (caixas de leite) recuperadas do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

2) Revista:

- *Composição do material:* revistas inteiras de diversos tipos, com folhas finas e com folhas grossas, capa geralmente de papel grosso e bem liso (tipo couchê); alguns folhetos de papel liso (tipo couchê) de diversas gramaturas com muita impressão colorida (Figura 37).
- *Aspecto geral:* revistas muito sujas e úmidas, com partes emboloradas, contendo terra, grampos de metal, alguns pedaços de papelão e sacos plásticos além de pedaços de papel higiênico aderidos ao material (Figura 37).



Figura 37. Revistas recuperadas do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

3) Jornal:

- *Composição do material:* basicamente jornal, mas também havia algumas folhas de papel branco com impressão colorida (encartes), algumas revistas inteiras com as páginas em papel jornal e capa em papel branco, grosso e liso (tipo couchê) com impressão colorida (Figura 38).
- *Aspecto geral:* material extremamente sujo, úmido, amassado, amarelado e com partes muito deterioradas, contendo terra, grampos de metal, pelos de animais, pedaços de papel higiênico e de sacos plásticos (Figura 38).



Figura 38. Jornal recuperado do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

4) *Papel branco:*

- *Composição do material:* cadernos (com espiral) usados com folhas pautadas; cadernos com muitas colagens feitas em papel branco com impressão colorida; envelopes de papel branco com impressão colorida em ambos os lados (para uso bancário); papel amarelo fotossensível (extrato bancário); apostila escolar em papel branco impresso com capa em papel branco grosso e liso (tipo couchê) com impressão colorida; capa de apostila em papel cartão com três camadas (externas brancas e miolo marrom) com impressão colorida; folhetos de propaganda em papel branco (tipo couchê) com impressão colorida em ambos os lados; papel branco com muita impressão colorida em ambos os lados (extratos bancários); folhetos de propaganda em papel jornal com impressão colorida; fichas de papel branco grosso e liso (tipo couchê) com impressão colorida (Figura 39).

- *Aspecto geral:* material pouco homogêneo, sujo e úmido, com partes muito deterioradas, com etiquetas autoadesivas, terra, cola, clips e grampos de metal; cadernos inteiros com as folhas presas pela espiral de metal; apostilas encadernadas; alguns lacres de plástico (para fechar sacos) e pedaços de papel higiênico (Figura 39).



Figura 39. Papel branco recuperado do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

5) Papelão:

- *Composição do material:* caixas e pedaços de papelão ondulado, predominantemente marrom, mas com grande variedade de tonalidades (de marrom escuro ao cinza claro), de número de camadas (de duas a seis), de rigidez e de resistência; caixas e pedaços de papelão marrom com uma camada de papel branco em uma das faces, essas, geralmente com impressão colorida, algumas com acabamento plastificado; pedaços de papel marrom muito resistentes (tipo kraft) e pedaços de papel cartão marrom com três camadas (Figura 40).

- *Aspecto geral:* papel muito sujo, úmido e engordurado, com uma grande variedade de resíduos aderida ao material, como terra, cimento, restos de alimentos, fitas plásticas adesivas, fitas adesivas de papel marrom, etiquetas de papel autoadesivas, cola, grampos de metal, fitilhos, etc. (Figura 40).



Figura 40. Papelão recuperado do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

6) *Papel cartão:*

- *Composição do material:* uma mistura de vários tipos de caixas de papel cartão (embalagens para produtos alimentícios, sabão em pó, cigarro e outros produtos), composto por diversas camadas (duas ou três), marrons, acinzentas, brancas, ou até as três combinadas no mesmo material, a maioria com impressão colorida na face branca; algumas aparentando ter recebido impermeabilização em pelo menos uma das faces (embalagens para alimentos); caixas de papelão (fino) composto por diversas camadas (três ou quatro) de papel (liso e ondulado intercalados) marrom, ou marrom revestido com branco e com impressão colorida; caixa de papelão branqueado pouco resistente (para pizza); sacos de papel marrom de qualidades variadas (alguns bem resistentes); saco de cimento; folhetos de papel branco e liso (tipo couchê) com impressão colorida; papel branco fosco com impressão em cor única (bula de remédio) (Figura 41).

- *Aspecto geral:* material extremamente sujo e engordurado, contendo restos de alimentos, terra, sabão em pó, cimento, etiquetas autoadesivas, além de alguns materiais de outros tipos (em menor quantidade) como: sacos plásticos, embalagens aluminizadas (sacos de bolacha), cartelas vazias de comprimido, etc. (Figura 41).



Figura 41. Papel cartão recuperado do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

Além do aspecto visual já descrito, de maneira geral, os papéis apresentavam um forte e desagradável odor. Até mesmo por meio das fotografias é possível notar a baixa qualidade do material recuperado, principalmente no que diz respeito à sujidade e à pouca homogeneidade em cada tipo. Essas características,

segundo a literatura, limitam a reciclagem dos papéis. Em relação à umidade, o teor máximo aceitável pela Norma Brasileira é de apenas 15% para alguns tipos de aparas, para poderem ser utilizadas na fabricação de papel (ABNT, 2009a).

Miranda; Monte e Blanco (2011) observaram que, na Espanha, a qualidade do papel recuperado se deteriorou rapidamente em consequência do aumento nas taxas de coleta. E de acordo com os autores, na última década, o aumento na recuperação e na utilização de papel usado não ocorreu somente na Espanha, mas em todo o mundo, motivado por questões econômicas, ambientais e sociais. No entanto, eles afirmam que a boa qualidade do material recuperado é pré-requisito importante para ampliar a sua reciclagem. Os autores notaram que no papel coletado se elevaram, principalmente, a quantidade de materiais inutilizáveis e o teor de umidade. Para eles a queda na qualidade pode estar relacionada à exploração de novas fontes geradoras de material de qualidade inferior (por exemplo, as residências) e à utilização de sistemas de coleta de materiais misturados. Assim, eles entendem que aumentar a recuperação do papel usado mantendo a sua qualidade é o desafio do futuro.

Muitos autores concordam que a coleta seletiva sem misturas (entre diferentes materiais recicláveis) é um fator essencial para a reciclagem do papel (FAUL, 2010; JONG, 2008; MIRANDA; MONTE; BLANCO, 2011). Segundo a norma Europeia EN 643, já mencionada, papel proveniente de coleta misturada deve ser especificamente identificado e se recuperado do lixo não serve para a fabricação de papel (CEPI, 2014). As indústrias desse setor investem em diversos métodos de controle (inspeção visual, auditorias de fardos, exames laboratoriais e monitoramento das fontes, etc.) para tentar garantir a qualidade da matéria-prima que adquirem (JONG, 2008). Nas fábricas de papel visitadas por Jong (2008), na Europa e nos Estados Unidos, os níveis de contaminação determinavam o preço a ser pago pelas aparas, as quais podiam, inclusive, ser devolvidas (JONG, 2008). Esse autor observou que a mistura de materiais realmente dificulta e encarece a reciclagem do papel, além de propiciar um produto de qualidade inferior e mais quantidade de resíduo.

Observou-se que na indústria papeleira de Piracicaba (visitada no início deste trabalho) também se utilizava inspeção visual e alguns testes de laboratório para avaliar o material no momento de sua aquisição. Nessa indústria, assim como nas visitadas por Jong (2008), a qualidade das aparas determinava o seu preço. No entanto, conforme mencionado anteriormente, na indústria de Piracicaba nunca se recusava um lote de aparas (mesmo de baixa qualidade) por causa da instabilidade no

seu fornecimento. Muitas impurezas, como plásticos, entre outras coisas, eram comumente encontradas no interior dos fardos. Segundo a entrevistada, uma porcentagem significativa do material adquirido se transformava em rejeito que, além de não ter serventia, precisava ser encaminhado para aterros apropriados, mediante pagamento de elevadas taxas. Materiais impróprios, quando em quantidade acima da especificada (ABNT, 2009a) podem tornar inutilizáveis todo o lote onde estão contidos, podem comprometer o processo de fabricação e a qualidade do papel produzido.

A homogeneidade das aparas também influencia a reciclagem do papel. Cardoso et al. (2014) explicaram que, quando se utiliza aparas de um mesmo tipo pode-se empregar tecnologia de reciclagem desenhada para o perfil do material em questão, pode-se obter fibras de melhor qualidade e menor contaminação. Se um tipo de papel diferente daquele apropriado para uma determinada receita for misturado ao lote, pode, nesse caso, ser considerado um contaminante (MIRANDA; MONTE; BLANCO, 2011). Nos tipos de papéis recuperados na usina existiam muitos contaminantes, conforme foi descrito. Tintas, ceras, matéria hidrofóbica e tratamentos de resistência a úmido também podem contribuir para diminuir a qualidade de fibras kraft recuperadas (HUBBE, 2010). As substâncias potencialmente pegajosas (os chamados “stickies”) são, atualmente, consideradas as mais indesejadas entre os contaminantes (PEPE, 2009). Esse autor explica que os stickies podem trazer consequências sérias na fabricação de papel, que vão desde limpezas mais frequentes das máquinas até a quebra do papel em operações de conversão. Segundo Faul (2010), existem muitos tipos de stickies e ainda se sabe pouco sobre eles, mas sabe-se que eles estão estreitamente ligados ao sistema de coleta, manuseio e armazenamento do papel recuperado; por onde são introduzidos no processo de reciclagem. Muitos dos stickies podem vir das etiquetas adesivas.

No entanto, durante a observação da triagem na usina ficou claro que recuperar papéis do lixo numa esteira em movimento e ainda separá-los em diversas classes, sem ocorrer em erros, não é uma tarefa simples. Ao contrário, é uma tarefa difícil, que depende exclusivamente do esforço e da habilidade dos catadores, os quais, normalmente, não recebem capacitação técnica para o trabalho.

5.6. Características químicas do material (análise laboratorial)

Os resultados obtidos nas análises químicas às quais os papéis foram submetidos estão dispostos na Tabela 6. As análises dos teores de lignina e holocelulose foram idênticas às utilizadas para madeira, mas devido ao alto teor de cinzas observado em alguns tipos de papéis, estes valores foram corrigidos para teores de lignina e holocelulose livre de cinzas.

Tabela 6. Teores de cinzas, lignina e holocelulose encontrados nos tipos de papel recuperados do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista.

tipo	teores em %						
	CzP	LP	CzL	LlCz	HP	CzH	HlCz
caixa de leite	11,60	28,87	4,87	27,46	89,08	8,50	81,51
revista	28,36	26,33	48,07	13,67	78,50	21,94	61,28
jornal	0,52	26,23	0,00	26,23	82,33	0,88	81,61
papel branco	16,25	8,79	80,41	1,72	86,70	11,03	77,14
papelão	10,03	14,36	20,66	11,39	79,84	3,62	76,94
papel cartão	7,66	10,41	17,35	8,60	83,93	0,27	83,70

(CzP) cinzas no papel; (LP) lignina no papel; (CzL) cinzas na lignina; (LlCz) lignina livre de cinzas; (HP) holocelulose no papel; (CzH) cinzas na holocelulose; (HlCz) holocelulose livre de cinzas.

Era de se esperar que os tipos apresentassem diferenças entre si em função de algumas características que, conforme mencionado anteriormente, são inerentes aos papéis de origem que os compunham. No entanto, para um melhor aproveitamento desses papéis, outras análises devem ser feitas.

Uma grande quantidade de cinzas foi observada nas revistas e no papel branco (Figura 42). Isto pode estar relacionado ao alto teor de cargas minerais (caulim, carbonato de cálcio ou talco) utilizado na manufatura de determinados papéis que estavam mais concentrados nesses dois tipos, como, por exemplo, o papel couché. O couché é um papel de impressão, que possui o máximo das qualidades necessárias para a reprodução perfeita de "clichés", resultante do revestimento com cargas minerais em uma ou duas faces (BRACELPA, 2012). Na reciclagem, a carga mineral adicionada à massa do papel afeta o rendimento, pois grande parte dela se perde durante o processo (HUBBE, 2010).

Na prática, revistas e jornais costumam ser recolhidos juntos, apesar de não possuírem as mesmas características. Embora algumas revistas sejam feitas de papel jornal, atualmente, como se pode ver no mercado, muitas revistas,

especialmente as de melhor qualidade, são feitas com papel de pasta química branqueada, com folhas e capa de papel couché. Já o jornal, feito com um papel chamado imprensa, que também é um papel de impressão, é fabricado com pasta de alto rendimento obtida em processo mecânico (principalmente) e sem cargas minerais (BRACELPA, 2012). Isso pode explicar o baixo teor de cinzas encontrado no jornal (o mais baixo entre os papéis analisados) e o alto teor de lignina (Figura 42). O jornal é um tipo de papel constituído basicamente por matéria orgânica.

Nota-se que a quantidade e o aspecto das cinzas resultantes da queima do material variaram em função dos componentes dos diferentes papéis que foram agrupados em cada tipo (Figura 42).



1. caixa de leite (11,60%) 2. revista (28,36%) 3. jornal (0,52%)
4. papel branco (16,25%) 5. papelão (10,03%) 6. papel cartão (7,66%)

Figura 42. Cinzas resultantes dos tipos de papel recuperados do lixo na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

Sabe-se que o papel é, muitas vezes, utilizado em compostagem. No entanto, deve-se lembrar que ele é um material produzido (geralmente) a partir de madeiras, que têm como principais constituintes da parede celular, a celulose, as hemiceluloses e a lignina e, dessa forma, é interessante se considerar a explicação de Richard (1996). Segundo o autor, a lignina é especialmente difícil de biodegradar e, ainda, reduz a biodisponibilidade dos outros constituintes da parede celular. O autor discutiu o efeito da lignina sobre a biodegradabilidade em materiais lignocelulósicos em sistemas anaeróbicos e aeróbicos utilizando-se de modelos matemáticos desenvolvidos por outros pesquisadores como Chandler et al. (1980), por exemplo. Este último, ao

avaliar a potencialidade de fermentação de diversos substratos para produzir metano, constatou que a lignina controlava a extensão de biodegradação dos mesmos. A partir de cálculos feitos por Chandler et al. (1980) (com base no conteúdo de lignina), Hamada (2003) comparou a biodegradabilidade de diversos resíduos orgânicos (restos de alimento, podas de jardim, jornais/revistas, papel de escritório e papelão) para demonstrar que alguns materiais com alto teor de lignina, mesmo apresentando alto teor de sólidos voláteis, são pouco biodegradáveis. Entre os materiais por ele comparados, os jornais/revistas (que na sua análise aparecem juntos, sem distinção) foram os que apresentaram a menor biodegradabilidade. Na presente pesquisa, os jornais recuperados do lixo apresentaram alto teor de matéria orgânica (restaram apenas 0,52% de cinzas depois da queima), no entanto também apresentaram alto teor de lignina. Já as revistas apresentaram teor de lignina mais baixo do que o encontrado no jornal (praticamente a metade do valor), mas o teor de matéria orgânica também foi baixo (restaram 28,36% de cinzas depois da queima). No que diz respeito às caixas de leite, os resultados encontrados na presente pesquisa podem ser enganosos, pois, além dos resíduos orgânicos que se encontravam aderidos às embalagens, como se sabe, as caixas são constituídas de papel (75% de sua massa), alumínio (20%) e plástico (5%) (NASCIMENTO et al., 2007). Se elas forem utilizadas em compostagem, convém lembrar que o alumínio pode ser tóxico para as plantas. Nesse caso, as análises que aqui foram feitas não são suficientes. Quanto mais misturas houver nos papéis, mais complexas ficam as análises.

Convém lembrar, ainda, que alguns papéis podem conter alto teor de metais pesados. Segundo Parreira e Roberti (2013), os elementos, compostos ou metais pesados encontrados nas embalagens de produtos alimentícios (de papel, cartão e papelão), nos jornais, nas revistas etc. com tintas de impressão gráfica (líquida ou pastosa) que não seguem laudos técnicos de análises para os valores mínimos permitidos, quando dispostos no solo de forma inadequada podem acarretar contaminação, inclusive do lençol freático. Também podem causar problemas de lixiviação, criando situação de perigo para a saúde humana e de outros seres vivos, além de impactos ambientais (PARREIRA; ROBERTI, 2013). Os autores explicaram que esses contaminantes são absorvidos pelo corpo humano ou animal por meio do ar, água, alimentos e contato térmico, com tendência à acumulação de metais pesados.

6. CONCLUSÕES

O processo de recuperação dos materiais recicláveis na usina investigada é extremamente precário, rudimentar, ineficiente e insalubre. O ambiente mal cheiroso e deprimente oferece uma série de riscos para as trabalhadoras (atualmente, todas são mulheres), seja no que diz respeito às instalações ou ao próprio material manipulado. A quantidade de material triado e, conseqüentemente, a renda das cooperadas depende da habilidade e do empenho das catadoras durante o trabalho. Para tanto, elas se expõem a todo tipo de contaminação e perigos constantes para a sua saúde. O papel/papelão é salvo da esteira, em meio ao lixo comum, como qualquer outro material que, no entendimento das catadoras, possa ser comercializado.

Acredita-se que esse processo ainda seja empregado porque a cooperativa não tem recursos próprios e depende da estrutura disponibilizada pela prefeitura; mas principalmente, por não perceberem (cooperativa e prefeitura) a ineficiência do mesmo, uma vez que desconhecem as expectativas da indústria recicladora. De qualquer forma, o desejo demonstrado por todos (cooperativa e prefeitura) de deixar de triar o lixo comum e melhorar a coleta seletiva pode ser um indício de futuras mudanças; mesmo que motivadas unicamente por questões sanitárias.

O papel/papelão foi o material mais recuperado, em massa, na referida usina, no período analisado e foi o segundo material que mais proporcionou renda para a cooperativa de catadores, responsável pela sua recuperação.

- O papel/papelão representou 38% (4.705 toneladas) do peso total dos recicláveis recuperados nos dez anos (12.425 toneladas).
- O papel/papelão representou, aproximadamente, 5% (629 toneladas) de todo o resíduo triado na usina (12.912 toneladas, entre lixo convencional e materiais da coleta seletiva) no ano de 2012. Isto significa que, nesse ano, com a recuperação do papel/papelão, 5% da massa do lixo recolhido na cidade deixaram de ir para o aterro de Lençóis Paulista. Com isso, o município também economizou espaço no aterro e recurso público que seria utilizado no seu manejo.

Atualmente recuperam-se seis tipos de papel/papelão na usina. Ao longo dos dez anos eles foram os tipos mais recuperados, possivelmente, por serem os mais procurados pelos sucateiros e comerciantes (intermediários entre a cooperativa e a indústria), que compram os papéis e definem a sua classificação e preço. O papelão se destacou entre eles. Os tipos e o respectivo peso, assim como a sua representatividade sobre o total de papéis salvos no período foram:

- caixa de leite: 598,10 t (13%),
- jornal: 433,46 t (9,4%),
- papel branco: 818,73 t (17,8%),
- papelão: 2.246,72 t (48,8%),
- revista: 96,66 t (2%),
- papel cartão: 403,51 t (8,7%).

O papel/papelão resultante do processo de recuperação estudado é extremamente sujo, úmido e com muitas misturas. As misturas se devem, principalmente, à complexidade inerente ao trabalho de triagem, às péssimas condições em que é realizado, à pouca habilidade de algumas catadoras e à falta de conhecimentos técnicos necessários. Mas o agravante é o fato de serem extraídos do lixo.

Nas condições em que foram observados, os papéis recuperados na usina não seriam adequados para a fabricação de papel. Suas características não correspondem às características mínimas (em materiais proibitivos e teor de umidade) definidas pela ABNT (ABNT, 2009a) para as aparas de papel/papelão poderem ser utilizadas na indústria papeleira do Brasil. O papel/papelão extraído de lixo tem sido misturado ao da coleta seletiva desconsiderando-se, assim, todo o investimento feito no

segundo. Quando misturados, os papéis das diferentes procedências tornam-se igualmente sujos e contaminados, prejudicando a sua reciclagem. O papel precisa ser recuperado antes de ir para o lixo.

Entende-se que a recuperação de papel/papelão na Usina de Triagem de Lixo de Lençóis Paulista, de certa forma, promove benefícios social e econômico:

- Social, por proporcionar trabalho e renda a uma população marginalizada - apesar de a renda ser baixíssima, fruto de um trabalho pesado e extremamente insalubre.
- Econômico, no sentido de proporcionar alívio aos cofres públicos municipais, em relação à coleta seletiva, à triagem do lixo e à consequente diminuição de resíduos dispostos no aterro e de seu manejo - economia esta, que só foi possível a partir da introdução da cooperativa de catadores nas referidas atividades (coleta seletiva e triagem do lixo), que não são remuneradas pela prefeitura. E também, por permitir que parte dos resíduos torne-se mercadoria vendável, embora de baixa qualidade e resultante de uma tecnologia obsoleta.

Quanto aos benefícios ambientais, para se garantir a sua efetividade seria indispensável conhecer o destino do material em questão, as expectativas e as necessidades do seu consumidor (a indústria recicladora). Nas condições em que os papéis se apresentaram no final do processo de triagem é pouco provável que tenham sido aproveitados como matéria-prima. Pode-se estar apenas transferindo resíduos de um lugar para outro e, para isso, se consumindo mais combustível e poluindo-se mais o ambiente; além das altas taxas que se paga quando aterrados como resíduos industriais.

Entende-se que para se obter benefícios sociais, econômicos e ambientais de forma mais ampla é fundamental que haja interação de todos os atores dessa cadeia de reciclagem (cidadãos, prefeituras, organizações de catadores, sucateiros, aparistas e indústria) e que seus objetivos e expectativas estejam claros e alinhados. A responsabilidade sobre o retorno dos materiais à sua origem deve ser compartilhada, efetivamente, entre todos; não basta apenas a determinação da lei. A mudança de paradigmas é imprescindível. O trabalho de informação, educação e conscientização da população (previsto na PNRS) deve ser intenso e constante, assim como deve ser o desenvolvimento técnico das pessoas envolvidas na recuperação dos materiais (de todos os tipos).

7. REFERÊNCIAS

AL-KHATIB, I. A. et al. Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study: Nablus district – Palestine. **Journal of Environmental Management**, London, v. 91, n. 5, p. 1131-1138, may 2010.

Disponível

em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479710000046>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION - AF&PA. **Statistics**. Washington DC, 2013. Disponível em: <<http://www.paperrecycles.org/statistics>>. Acesso em: 30 nov. 2013.

AMOROSO, S. Os novos desafios. **Revista O Papel**, São Paulo, Ano 75, n. 2, p. 25, fev. 2014. Disponível em: <http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1392734965_df6381a002540a59b3df60000c7560ba_1018329552.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama de resíduos sólidos no Brasil 2011**. São Paulo, 2011. 184 p. Disponível em: <<http://a3p.jbrj.gov.br/pdf/ABRELPE%20Panorama%202001%20RSU-1.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15483**: aparas de papel e papelão ondulado – classificação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2009a. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15484:** aparas de papel e papelão ondulado – determinação do teor de umidade – método por secagem em estufa. 1 ed. Rio de Janeiro, 2007. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15755:** papel e cartão reciclados – conteúdo de fibras recicladas – especificação. 1 ed. Rio de Janeiro, 2009b. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO 14021:** rótulos e declarações ambientais (rotulagem do tipo II). 2 ed. Rio de Janeiro, 2013. 30 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO PAPELÃO ONDULADO - ABPO. **Panorama.** São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.abpo.org.br/?page_id=1107>. Acesso em: 10 mar. 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS APARISTAS DE PAPEL - ANAP. **Relatório anual 2012.** São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://anap.org.br/wp-content/uploads/2012/07/Relatório-Anual-ANAP-v2.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS APARISTAS DE PAPEL - ANAP. **Relatório anual 2013 - 2014.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://anap.org.br/wp-content/uploads/2014/11/ANAP-Relat%C3%B3rio-Anual-2013-2014-v3.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2014.

BESEN, G. R. **Programas de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na região metropolitana de São Paulo: desafios e perspectivas.** 2006. 207 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)-Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-24062006-112335/pt-br.php>>. Acesso em: 12 maio 2011.

BESEN, G. R.; DIAS, S. M. Gestão pública sustentável de resíduos sólidos – uso de bases de dados oficiais e de indicadores de sustentabilidade. **Revista Pegada**, Presidente Prudente, v. esp., p. 112-134, jul. 2011. Disponível em: <<http://www4.fct.unesp.br/ceget/PEGADAESP2011/06BESENESP2011.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2013.

BOER, E. et al. A review of municipal solid waste composition and quantities in Poland. **Waste Management**, Elmsford, v. 30, n. 3, p. 369-377, mar. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X09003729>>. Acesso em: 13 jan. 2013.

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Dados do setor Agosto 2013.** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2013.

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **História da reciclagem.** São Paulo, 2010a. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/174>>. Acesso em: 16 mar. 2013.

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Panorama da reciclagem de papel no Brasil.** São Paulo: BRACELPA, ABNT, ABTCP, 2007. Disponível em: <http://issuu.com/jtiemi/docs/normas_tecnicas/1?e=0>. Acesso em: 06 jan. 2012.

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Relatório estatístico 2011/2012.** São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/rel2011.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2013.

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Serviços.** São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/182>>. Acesso em: 16 mai. 2011.

BRACELPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Tipos e aplicações.** São Paulo, 2010b. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/181>>. Acesso em: 27 jan. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 117-E, p. 80, 19 jun. 2001. Seção 1. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501.html>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

BRASIL. Lei n. 12.305, de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 3-7, 3 ago. 2010. Seção 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 3 maio 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Contextos e principais aspectos.** Cidades Sustentáveis. Brasília, 2013a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/contextos-e-principais-aspectos>>. Acesso em: 06 mar. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** Versão preliminar para consulta pública. Brasília, set. 2011. 109 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Resíduos sólidos. Cidades Sustentáveis. Brasília, 2013b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 06 mar. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Reciclagem e reaproveitamento**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>>. Acesso em: 19 dez. 2012.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4. ed. São Paulo: Humanitas, 2003. 346 p.

CARDOSO, M. B. et al. A influência da homogeneidade das aparas na reciclagem do papel. **Revista O Papel**, São Paulo, v. 75, n. 3, p. 60-64, mar. 2014.

CEBALLOS, B.; LIMEIRA, M. C. M.; SOUSA, V. P. Experiência da coleta seletiva de resíduos sólidos no município de João Pessoa. In: ENCONTRO TEMÁTICO, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2003. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/meae/Anais_II_Encontro_Tematico/trabalhos/coletaseletiva.doc>. Acesso em: 27 jun. 2011.

CELPA - ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA PAPELEIRA. **Boletim estatístico 2012**: indústria papelreira portuguesa. Lisboa: CELPA, 2012. 95 p. Disponível em: <<http://www.celpta.pt/Default.aspx?PageId=207&ContentId=87&ChannelId=112>>. Acesso em: 22 out 2013.

CHANDLER, J. A. et al. Predicting methane fermentation biodegradability. In: BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING SYMPOSIUM, 10., 1980, Ithaca. **Proceedings...** New York: Wiley, 1980. p. 93-107.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Resíduos sólidos - Introdução**. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/residuos-solidos/Residuos-Urbanos/1-Introdução>>. Acesso em: 19 dez. 2012.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM - CEMPRE. **Ciclosoft 2010**. São Paulo: CEMPRE, 2010. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2010.php>. Acesso em: 23 mar. 2013.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM - CEMPRE. **Ciclosoft 2012**. São Paulo: CEMPRE, 2012. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2012.php>. Acesso em: 23 mar. 2013.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM - CEMPRE. **Ciclosoft 2014**. São Paulo: CEMPRE, 2014. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/2/>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM - CEMPRE. **Embalagens longa vida**. São Paulo: CEMPRE, 2013c. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/9/embalagens-longa-vida>>. Acesso em: 17 mar. 2015.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM - CEMPRE. **Papel de escritório**. São Paulo: CEMPRE, 2013a. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ft_papel_escritorio.php>. Acesso em: 22 out. 2013.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM - CEMPRE. **Papel ondulado**. São Paulo: CEMPRE, 2013b. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/3/papel-ondulado>>. Acesso em: 27 out. 2014.

CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPER INDUSTRIES - CEPI. **Lista europeia de categorias padronizadas relativas a papel e cartão para reciclar**: guia de orientação relativo à EN 643 revista. Lisboa: CEPI, 2014. 28 p. Disponível em: <http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/recycling/2013/CEPI__EN%20643_brochure_PT__FINAL_web.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2014.

COST E48 - EUROPEAN COOPERATION IN SCIENCE AND TECHNOLOGY. **The Future of Paper Recycling in Europe**: opportunities and limitations. Manchester, 2010. Disponível em: <http://www.cost-e48.net/10_9_publications/thebook.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2012.

DARÓS, M. L. **Pobreza, ressentimentos e luta por reconhecimento**: um estudo na Ilha Grande dos Marinheiros – Porto Alegre. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais)-Faculdade de Ciências Sociais, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2009.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Common wastes & materials. Paper recycling. **Paper recycling markets**. Washington: EPA, 2012a. Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/conserva/materials/paper/basics/markets.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Common wastes & materials. Paper recycling. **Paper grades and collection**. Washington: EPA, 2012b. Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/conserva/materials/paper/basics/grade.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Common wastes & materials. **Paper recycling**. Washington: EPA, 2013a. Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/conserva/materials/paper/index.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Municipal solid waste generation, recycling, and disposal in the United States**: facts and figures for 2011. Washington: EPA, 2013c. 14 p. Disponível em: <http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/municipal/pubs/MSWcharacterization_508_053113_fs.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2013.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Wastes. Resource conservation. Common wastes & materials. Paper recycling. **Basic information details**. Washington: EPA, 2013b. Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/conserva/materials/paper/basics/>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

ESCANDOLHERO, J. M.; SOUZA, A. M.; HESS, S. C.; Reciclagem de papel em Campo Grande - MS e outros locais. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES/AIDIS, 2000. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-065.pdf>>, Acesso em: 5 maio 2011.

ETHOS - INSTITUTO ETHOS DE EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios e oportunidades para as empresas**. São Paulo, 2012. 72 p. Disponível em: <http://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2012/08/Publica%C3%A7%C3%A3o-Residuos-Solidos_Desafios-e-Oportunidades_Web_30Ago12.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2013.

EUROPEAN RECOVERED PAPER COUNCIL - ERPC. **Europe recycles 71.7% of paper and board used in 2012**. Brussels: ERPC, 2013f. Disponível em: <http://www.paperforrecycling.eu/uploads/Modules/Newsmanager/2012monitoringreport_final-2.pdf>. Acesso em: 13 out. 2013.

EUROPEAN RECOVERED PAPER COUNCIL - ERPC. **Europe shows global leadership in recycling**. Brussels: ERPC, 2010. Disponível em: <<http://www.paperforrecycling.eu/uploads/Modules/Newsmanager/erpc-monitoring-report-2009-final.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2013.

EUROPEAN RECOVERED PAPER COUNCIL - ERPC. **Facts & figures**. Brussels: ERPC, 2013c. Disponível em: <<http://www.paperforrecycling.eu/fact-figures/facts>>. Acesso em: 13 out. 2013.

EUROPEAN RECOVERED PAPER COUNCIL - ERPC. **Home**. Brussels: ERPC, 2013b. Disponível em: <<http://www.paperforrecycling.eu/paper-recycling>>. Acesso em: 13 out. 2013.

EUROPEAN RECOVERED PAPER COUNCIL - ERPC. **Monitoring report 2012**. Brussels: ERPC, 2013a. 8 p. Disponível em: <http://www.paperforrecycling.eu/uploads/Modules/Publications/WEB_lowres_Monitoring%20report%202012.pdf>. Acesso em: 13 out. 2013.

EUROPEAN RECOVERED PAPER COUNCIL - ERPC. **Paper recovery**. Brussels: ERPC, 2013d. Disponível em: <<http://www.paperforrecycling.eu/paper-recycling/paper-recovery>>. Acesso em: 13 out. 2013.

EUROPEAN RECOVERED PAPER COUNCIL - ERPC. **Recycling process**. Brussels: ERPC, 2013e. Disponível em: <<http://www.paperforrecycling.eu/paper-recycling/recycling-process>>. Acesso em: 13 out. 2013.

FAGUNDES, D. C. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Tarumã e Teodoro Sampaio – SP. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, MG, v. 21, n. 2, p. 159-179, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n2/a11v21n2.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2011.

FAUL, A. M. Quality requirements in graphic paper recycling. **Cellulose Chemistry and Technology**, Bucharest, Romenia, v. 44, n. 10, p. 451-460, nov. 2010. Disponível em: <[http://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT10\(2010\)/p.451-460.pdf](http://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT10(2010)/p.451-460.pdf)>, Acesso em: 05 abr. 2015.

FOELKEL, C. Papéis reciclados e papéis de fibras virgens: a necessária complementação tecnológica e ambiental. **Eucalyptus Newsletter**, Porto Alegre, n. 26, mar. 2010. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/newspt_mar10.html#quatorze>. Acesso em: 16 maio 2013.

FUZARO, J. A.; RIBEIRO, L. T. **Coleta seletiva para prefeituras**. 4. ed. São Paulo: SMA/CPLEA, 2005. 32 p. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/Cartilha6/ColetaSeletivaparaPrefeituras.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2011.

FUZARO, J. A.; RIBEIRO, L. T. **Coleta seletiva para prefeituras**. 5 ed. São Paulo: SMA/CPLEA, 2007. 36 p. Disponível em: <<http://www.unifesp.br/reitoria/residuos/orientacao-geral/grupo-d-1/coletaprefeitura.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

GONÇALVES, M. A. **O trabalho no lixo**. 2006. 303 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F. **Catadores**: uma perspectiva de sua inserção no campo da indústria de reciclagem. 2009. 298 f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental)-Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F. et al. *Frames* de ação coletiva: uma análise da organização do Movimento Nacional de Catadores de Recicláveis no Brasil – MNCR. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL, 1, SEMINÁRIO NACIONAL, 3., 2010, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Movimentos Sociais, 2010. p. 2007-2029. Disponível em: <http://www.academia.edu/1179863/Frames_de_a%C3%A7%C3%A3o_coletiva_uma_an%C3%A1lise_da_organiza%C3%A7%C3%A3o_do_Movimento_Nacional_de_Catadores_de_Recicl%C3%A1veis_no_Brasil-MNCR>. Acesso em: 3 dez. 2011.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F. Há vida após a morte: um (re) pensar estratégico para o fim da vida das embalagens. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 13, n. 3, p 463-474, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/0D/gp/v13n3/08.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2011.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jun. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/csc/v17n6/v17n6a14.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2013.

GRIMBERG, E. **Coleta seletiva com inclusão social: fórum lixo e cidadania na cidade de São Paulo: experiência e desafios**. São Paulo: Instituto Pólis, 2007. 148 p. Disponível em: <<http://www.polis.org.br/uploads/1008/1008.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2013.

GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. **Coleta seletiva: reciclando materiais, reciclando valores**. São Paulo: Instituto de Estudos, Formação e Assessoria em Políticas Sociais, 1998. 104 p.

HAMADA, J. **Resíduos sólidos: conceituação e caracterização**. Bauru: Grupo de estudos de resíduos sólidos, Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/aula01.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2013.

HISATUGO, E.; MARÇAL JUNIOR, O. Coleta seletiva e reciclagem como instrumentos para conservação ambiental: um estudo de caso em Uberlândia, MG. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 205-216, dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132007000200013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 fev. 2013.

HUBBE, M. A., Fatores a considerar para melhorar e ampliar a reciclabilidade do papel. **Revista O Papel**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 40-60, abr. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM. **O cenário dos resíduos sólidos no Brasil**. Rio de Janeiro: IBAM, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Munic 2011: 6,2% dos municípios possuem plano de redução de riscos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2260>>. Acesso em: 17 jan. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico – 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Relatório de pesquisa: pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. Brasília: Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2010. 66 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2014.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142011000100010>>. Acesso em: 19 dez. 2012.

JONG, R. Incoming Recovered Paper Quality Control. In: TAPPI ENGINEERING, PULPING & ENVIRONMENTAL CONFERENCE, 2008, Portland, Oregon. **TAPPI e-Library: Conference Papers**. Norcross: TAPPI, 2008. Disponível em: <<http://www.tappi.org/TAPPI-e-Library/Conference-Papers/2008/08EPE/Incoming-Recovered-Paper-Quality-Control-2008-Engineering-Pulping-and-Environmental-Conference.aspx>>. Acesso em: 20 out. 2012.

KRIGSTIN, S.; SAIN, M. Characterization and potential utilization of recycled papermill sludge. **Pulp & Paper Canada**, Point-Claire, v. 107, n. 5, p. 104-107, may 2006. Disponível em: <<http://www.pulpandpapercanada.com/paptac/PDFs/May06/recycling.pdf>>. Acesso em: 7 maio 2011.

LAIGNIER, I. T. R.; BRAGA, F. S.; COUTO, M. C. L. Características gravimétricas e comerciais dos resíduos sólidos urbanos de sistema de coleta seletiva em postos de entrega voluntária. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6, 2002, Vitória. **Anais...** Vitória: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/clvi.pdf>>, Acesso em: 7 mai. 2011.

LENÇÓIS PAULISTA. Prefeitura Municipal de Lençóis Paulista. Diretoria de Agricultura e Meio Ambiente. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos do município de Lençóis Paulista**. Lençóis Paulista, 2013. 123 p. Disponível em: <http://www2.lencoispaulista.sp.gov.br/downloads/Plano_Municipal_de_Gestao_Integrada_de_Residuos_Solidos_Urbanos_do_Municipio_de_Lencois_Paulista.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

LOTHAR, G. General aspects and basic statistics. In: GÖTTSCHING, L.; PAKARINEN, H. **Papermaking science and technology: recycled fiber and deinking**. Helsinki: Finnish Paper Engineers' Association, 2000. CD-ROM.

MARTINS, B. L. **Análise do plano integrado de gestão, gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos urbanos no município de Lençóis Paulista**. 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)—Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

MATTEI, G.; ESCOSTEGUY, P. A. V. Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 247-251, jul./set. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n3/a14v12n3.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2013.

MEDEIROS, L. F. R.; MACÊDO, K. B. Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência? **Psicologia e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 62-71, maio/ago. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/psoc/v18n2/08.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2013.

MELO, L. A.; SAUTTER, K. D.; JANISSEK, P. R. Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 551-558, out./dez. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n4/15.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2012.

MIRANDA, R.; MONTE, M. C.; BLANCO, A. Impact of increased collection rates and the use of commingled collection systems on the quality of recovered paper. Part 1: Increased collection rates. **Waste Management**, Elmsford, v.31, p. 2208-2216, jul. 2011. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0956053X11002716/1-s2.0-S0956053X11002716-main.pdf?_tid=4cd8fe0a543eb4f71bc5c0308092d899&acdnat=1340513898_c5caae0b336bcbe712ddf93eabf9a6a>. Acesso em: 06 jun. 2012.

MOURA, A. A.; LIMA, W. S.; ARCHANJO, C. R. Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso - município de Itaúna- MG, **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, MG, n. 3, p. 4-16, abr. 2012. Disponível em: <<http://www.fapam.edu.br/revista/volume3/2/%20Aline%20-%204%20a%2016.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2013.

NASCIMENTO, R. M. M. et al. Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 25, p. 3-7, maio. 2007. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc25/qs01.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

NEVES, F. O. Coleta seletiva e consciência ambiental no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas, n. 7, p. 1-28, mai. 2008. Disponível em: <http://www.ceul.ufms.br/revista-geo/artigos-novos-2007/Art107_F.Neves.pdf>. Acesso em: 4 mai. 2011.

OVIEDO-OCAÑA, E. R.; MARMOLEJO-REBELLÓN, L. F.; TORRES-LOZADA, P. Intervenciones priorizadas en plantas de manejo de residuos sólidos mediante la aplicación del análisis estructural, **Ingeniería y Universidad**, Bogotá, v. 15, n. 1, p. 125-144, enero/junio 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/inun/v15n1/v15n1a08.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2013

PARREIRA, R. L. T.; ROBERTI, C. O impacto ambiental do descarte de embalagens com tintas de impressão. **Revista Tecnologia Gráfica**. São Paulo, n. 86, ago. 2013. Disponível em: <http://www.revistatecnologiagrafica.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=4754:o-impacto-ambiental-do-descarte-de-embalagens-com-tintas-de-impressao&catid=93:gestao-ambiental>. Acesso em: 09 abr. 2015.

PEPE, L. O destintamento de fibras secundárias. **Revista Nosso Papel**, São Paulo, v. 4, n. 22, p. 3-7, jan./fev./mar. 2009. Disponível em: <http://www.revistanossopapel.org.br/noticia-anexos/1256322827_de13cb33fa42aad8d367daae13f0dc4_1898297785.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2015.

PEPE, L. Reciclagem do papel. Introdução. **Revista Nosso Papel**, São Paulo, v. 3, n. 16, p. 4-6, jan./fev. 2008. Disponível em: <http://www.abtcp.org.br/arquivos/File/Nosso%20Papel_edicao_16.pdf>. Acesso em: 3 mai. 2011.

PEREIRA, M. C. G.; TEIXEIRA, M. A. C. A inclusão de catadores em programas de coleta seletiva: da agenda local à nacional. **Cadernos EBAPE. BR**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 895-913, set. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512011000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 fev. 2013.

PUTZ, H. J. Collection systems, sources, and sorting of recovered paper. In: GÖTTSCHING, L.; PAKARINEN, H. **Papermaking science and technology: Recycled fiber and deinking**. Helsinki: Finnish Paper Engineers' Association, 2000. CD-ROM.

RIBEIRO, T. F.; LIMA, S. C. Coleta seletiva de lixo domiciliar - estudo de casos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 2, n. 2, p. 50-69, fev. 2001. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15253/8554>>. Acesso em: 29 dez. 2012.

RICHARD, T. The effect of lignin on biodegradability. Cornell University, Ithaca, 1996. Disponível em: <<http://compost.css.cornell.edu/calc/lignin.html>>. Acesso em: 02 sept. 2015.

RISI. **2012 Outlook for Global Recovered Paper Markets**. Bedford, 2012. Disponível em: <<http://www.risiinfo.com/risi-store/do/product/detail/recovered-paper-study.html>>. Acesso em: 17 jun 2013.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Pittsburg, PA: Reverse Logistic Executive Council, 1999. 275 p. Disponível em: <<http://www.rlec.org/reverse.pdf>>. Acesso em: 27 mar 2013.

ROVIRIEGO, L. F. V. **Proposta de uma metodologia para avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares**. 2005. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil/Transportes)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SANTO ANDRÉ. Prefeitura Municipal de Santo André. Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André. Departamento de Resíduos Sólidos. **Relatório caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares do município de Santo André**. Santo André, 2008. 45p. Disponível em: <http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/PDF/relat_gravimetricv2008_vf.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2012.

SANTOS, J. G. A logística reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos. **Reuna**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 81-96, abr./jun. 2012. Disponível em: <<http://revistas.una.br/index.php/reuna/article/viewFile/422/486>>. Acesso em: 17 nov. 2012.

SÃO PAULO (Estado). Lei n. 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 116, n. 51, p. 1-4, 17 mar. 2006. Seção 1. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/2006%20Lei%2012300.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2011.

SILVA, N. R. **Análise econômica da triagem dos resíduos sólidos urbanos coletados por uma Associação de São Manuel – SP**. 2010. 101 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064021P7/2010/silva_nr_dr_botfca.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2011.

SNIS. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL - SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2010**. Brasília: SNSA, 2012. 2090 p. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=93>>. Acesso em: 21 dez. 2012.

SOUZA, M. T. S.; PAULA, M. B.; SOUZA-PINTO, H. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 246-262, mar./abr. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902012000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 fev. 2013.

SUFIAN, M. A.; BALA, B. K. Modeling of urban solid waste management system: the case of Dhaka city. **Waste Management**, Elmsford, v. 27, n. 7, p. 858-868, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X06001395>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. Caracterização e classificação dos resíduos sólidos urbanos do Município de Pato Branco, PR. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, n. 4, p. 23-33, ago. 2006. Disponível em: <<http://www.ictr.org.br/ictr/revista4.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2013.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY - TAPPI. **TAPPI T 12 wd-82**: Preparation of wood for chemical analysis. Atlanta, 1999a.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY - TAPPI. **TAPPI T 222 om-98**: Acid-insoluble lignin in wood and pulp. Atlanta, 1999b.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY - TAPPI. **TAPPI T 211 om-93**: Ash in wood. Atlanta, 1999c.

VARELLA, C. V. S.; LIMA, F. P. A. O refugo da coleta seletiva: porque os materiais recicláveis não são reciclados. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2011. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_143_903_19322.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2013.

WALDMAN, M. Reciclagem, catadores e gestão do lixo: dilemas e contradições na disputa pela sobra. Santos, 2011. Disponível em:

<http://www.mw.pro.br/mw/eco_palestra_santos_2011.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2013.

YIN, ROBERT K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.