

RENATO RADWANSKI STUART

**AVALIAÇÃO ECONÔMICO - FINANCEIRA DE UM MODELO DE NEGÓCIOS PARA
A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção de Diploma de Engenheiro de
Produção

São Paulo

2009

RENATO RADWANSKI STUART

**AVALIAÇÃO ECONÔMICO - FINANCEIRA DE UM MODELO DE NEGÓCIOS PARA
A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção de Diploma de Engenheiro de
Produção

Professor Orientador: Renato Garcia

São Paulo

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Stuart, Renato Radwanski

Avaliação econômico financeira de um modelo de negócios para a indústria de reciclagem / R.R. Stuart. -- São Paulo, 2009. 132 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Reciclagem de resíduos urbanos 2. Avaliação de projetos 3. Fluxo de caixa I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

Aos meus pais e família, pelo apoio e suporte contínuo

Ao meu orientador

Aos meus colegas de faculdade

RESUMO

O objetivo deste trabalho consiste na avaliação econômico-financeira de uma potencial solução ambientalmente viável para o desenvolvimento de negócios na indústria da reciclagem. Para tanto, são apresentados: (i) uma análise setorial da indústria no Brasil, buscando mostrar um panorama atual e evidenciar as tendências pelas quais a indústria da reciclagem está passando; (ii) possíveis soluções e oportunidades para o desenvolvimento, formalização e exploração do retorno financeiro desta indústria; (iii) um modelo de negócios aplicando logística reversa para a reciclagem de computadores; e (iv) por fim, uma avaliação por fluxo de caixa descontado para demonstrar o valor presente líquido potencial do modelo de negócios proposto. O resultado deste trabalho pode servir de referência para a realização e/ou aprofundamento de estudos e análises para potenciais investimentos na indústria da reciclagem.

Palavras-chave: Indústria da reciclagem. Posicionamento estratégico. Modelo de Negócios. Avaliação por fluxo de caixa descontado.

ABSTRACT

The main purpose of this work is to present an economic valuation of an environmentally feasible solution for business development in the Brazilian recycling industry. To prove its feasibility, this assignment presents: (i) a Brazilian industry overview, showing an overview of the recycling industry and the main trends of the industry; (ii) possible solutions and opportunities to stimulate the industry evolution, formality and profitability; (iii) a business plan applying reverse logistics management for computer recycling; and finally (iv) a discounted cash flow valuation to demonstrate the potential net present value of the proposed business plan. The result of this research serves as a base for further studies and new analysis for potential investments in the Brazilian recycling industry.

Keywords: Recycling industry. Strategic analysis. Business plan. Discounted cash flow valuation.

ILUSTRAÇÕES

Figura 1: O Ativo.....	29
Figura 2: O Passivo e O Patrimônio Líquido	29
Figura 3: Demonstrativo de Resultado do Exercício	30
Figura 4: Relação entre a taxa de reciclagem e a atratividade econômica	50
Figura 5: Reciclagem e o Impacto de Seus Principais Fatores.....	52
Figura 6: Processo Lógico de Pensamento Estratégico para a Reciclagem	65
Figura 7: Fluxograma da Cadeia de Relacionamento do PRAC	67
Figura 8: Conceito de Venda de Energia do PRAC	67
Figura 9: Fluxograma da Cadeia de Relacionamento da LRC	71
Figura 10: Modelo de Negócio da LRC	71
Figura 11: Dinâmica da Metodologia por Fluxo de Caixa Descontado	73
Figura 12: Projeção do Número de Computadores Enviados para a Reciclagem	76
Figura 13: Projeção da Receita Líquida da LRC	78
Figura 14: Projeção do EBITDA	80
Figura 15: Valor para os Acionistas da LRC.....	86
Figura 16: Fluxo da Reciclagem da Lata de Alumínio.....	101
Figura 17: Processo Industrial de Reciclagem do Alumínio	103
Figura 18: Evolução dos Índices de Reciclagem de Latas de Alumínio	104
Figura 19: Fluxo da Reciclagem do Aço	106
Figura 20: Distribuição Percentual dos Mercados para PET Reciclado.....	112
Figura 21: Linha de Moagem e Lavagem de PET	113
Figura 22: Taxas de Reciclagem de PET.....	114
Figura 23: Principais Fontes de Coleta de Papel	118
Figura 24: Fluxo da Reciclagem de Pneus	124
Figura 25: Índices Atuais de Retorno de Produtos Através da Logística Reversa	126

TABELAS

Tabela 1: Quadro Resumo da Indústria da Reciclagem	51
Tabela 2: Prioridade dos critérios de avaliação	55
Tabela 3: Quadro resumo com os critérios de avaliação e suas respectivas ponderações.....	57
Tabela 4: Escala de Impacto	58
Tabela 5: Análise a Tomada de Decisão sobre a melhor solução para a Reciclagem	63
Tabela 8: Cálculo do Beta da LRC	83
Tabela 9: Projeção do Fluxo de Caixa Livre	85
Tabela 10: Sensibilidade WACC vs. Crescimento na Perpetuidade	87
Tabela 11: Sensibilidade do WACC (s/ perpetuidade).....	88
Tabela 12: Sensibilidade do Valor da Empresa vs a Vida Útil do Computador (c/ perp.).....	88
Tabela 13: Sensibilidade do Valor da Empresa vs a Vida Útil do Computador (s/ perp.).....	88
Tabela 14: Sensibilidade do Valor da Empresa vs o Preço da Sucata (c/ perpetuidade).....	88
Tabela 15: Sensibilidade do Valor da Empresa vs o Preço da Sucata (s/ perpetuidade).....	88
Tabela 16: Sensibilidade do Valor da Empresa vs o Peso do Computador (c/ perpetuidade)...	89
Tabela 17: Sensibilidade do Valor da Empresa vs o Peso do Computador (s/ perpetuidade)...	89
Tabela 18: Sensibilidade do Valor da Empresa vs Ano em que a Lei entra em Vigor (c/ perpetuidade)	90
Tabela 19: Sensibilidade do Valor da Empresa vs Ano em que a Lei entra em Vigor (s/ perpetuidade)	90
Tabela 20: Evolução da Reciclagem de Latas de Alumínio	100
Tabela 21: Preços da Sucata de Alumínio	102
Tabela 22: Evolução da Reciclagem de Latas de Aço.....	105
Tabela 23: Preços da Lata de Aço	107
Tabela 24: Reciclagem de Embalagens de Aço no Mundo	108
Tabela 25: Evolução da Reciclagem de Embalagens de Vidro	109
Tabela 26: Preços do Vidro	110
Tabela 27: Reciclagem de Vidro no Mundo.....	110
Tabela 28: Evolução da Reciclagem do PET	112
Tabela 29: Preços do PET	113
Tabela 30: Evolução da Reciclagem de Embalagens Longa Vida	115
Tabela 31: Preços do Longa Vida.....	116
Tabela 32: Evolução da Reciclagem de Papel.....	118
Tabela 33: Distribuição Estadual do Consumo de Aparas e Papéis Usados	118
Tabela 34: Preços do Papel.....	119
Tabela 35: Reciclagem de Papel e Papelão no Mundo.....	120
Tabela 36: Evolução da Reciclagem Mecânica do Plástico	121
Tabela 37: Mercados Consumidores de Plástico de Reciclagem Mecânica.....	121
Tabela 38: Origem do Resíduo Plástico Consumido por Região	121
Tabela 39: Dimensionamento Geral da Indústria Mecânica de Reciclagem de Plástico	121
Tabela 40: Faturamento Bruto por Região	122
Tabela 41: Preços do Plástico	122
Tabela 42: Reciclagem de Plástico no Mundo	122
Tabela 43: Evolução da Reciclagem de Pneus	123
Tabela 44: Formas de Destinação de Pneus Inservíveis.....	124
Tabela 45: Índice de reciclagem de Pneus no Mundo	124

EQUAÇÕES

Equação 1: Fluxo de Caixa Descontado para o Valor da Empresa	27
Equação 2: Valor da Perpetuidade.....	27
Equação 3: Valor da Empresa	28
Equação 4: Cálculo do Valor para os Acionistas	28
Equação 5: Cálculo de β	33
Equação 6: Cálculo do CAPM.....	33
Equação 7: Desalavancagem do Beta.....	33
Equação 8: CAPM Ajustado.....	33
Equação 9: WACC	35
Equação 10: Fluxo de Caixa Livre para a Empresa.....	35
Equação 11: Número de Computadores Disponíveis para a Reciclagem	74
Equação 12: Cálculo do Custo de Capital Próprio	83

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAL	Associação Brasileira do Alumínio
ABIPET	Associação Brasileira da Indústria do PET
ABIVIDRO	Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABRE	Associação Brasileira de Embalagem
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANIP	Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos
BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CEPI	<i>Confederation of European Paper Industries</i>
COFINS	Contribuição Financeira Social
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPI	<i>Consumer Price Index</i>
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
BACEN	Banco Central do Brasil
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
CAPEX	<i>Capital Expenditures</i>
DCF	<i>Discounted Cash Flow</i>
DRE	Demonstração de Resultado do Exercício
DSD	<i>Duales System Deutschland</i>
EBT	Lucro Antes de Impostos (<i>Earnings Before Taxes</i>)
EBIT	LAJI (<i>Earnings Before Interest and Taxes</i>)
EBITDA	LAJIDA (<i>Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation & Amort.</i>)
EPEF	Economia da Produção e Engenharia Financeira
EPR	<i>Extended Producer Responsibility</i>
EV	Valor da Firma (<i>Enterprise Value</i>)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBS	Instituto Brasileiro de Siderurgia
IGP-M	Índice Geral de Preços do Mercado
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IRPJ	Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica
LAJI	Lucro Antes de Juros e Impostos
LAJIDA	Lucro Antes de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PET	Polietileno Tereftalato
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PRAC	Programa de Responsabilidade Ambiental Compartilhada
TIR	Taxa Interna de Retorno
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para Infância
USP	Universidade de São Paulo
VPL	Valor Presente Líquido
WACC	Custo Médio Ponderado do Capital (<i>Weighted Average Cost of Equity</i>)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	21
1.1. O Estágio	23
1.2. A Empresa	23
1.3. O Estágio e o Trabalho de Formatura.....	23
1.4. Escopo e Objetivos do Trabalho.....	24
1.5. A Engenharia de Produção e o Trabalho de Formatura.....	24
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	26
2.1. Conceitos Básicos de Contabilidade.....	28
2.2. O Custo de Capital.....	31
2.2.1. Estrutura de capital de uma empresa	31
2.2.2. Custo de capital próprio.....	32
2.2.3. Custo de capital de terceiros.....	34
2.2.4. WACC (Custo Médio Ponderado de Capital)	34
2.3. Fluxo de Caixa para a Empresa	35
2.4. Externalidades	36
2.4.1. Externalidades negativas	36
2.4.2. Formas de corrigir falhas de mercado	37
2.4.3. Mercado de Crédito de Carbono.....	37
2.5. Balanço Ambiental	38
3. A INDÚSTRIA DE RECICLAGEM NO MUNDO: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS	41
3.1. Alemanha – Logística Reversa para as Embalagens	41
3.2. Estados Unidos – Solução de Mercado	43
3.3. Japão – Questão Cultural e Geográfica	44
4. A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM NO BRASIL	47
4.1. Definição do Setor	47
4.2. Histórico	47
4.3. Legislação Brasileira Para a Reciclagem.....	48
4.4. Dinâmica Econômica da Reciclagem.....	49
4.5. Conclusão Sobre o Panorama da Reciclagem no Brasil.....	52
5. AVALIAÇÃO DAS POTENCIAIS SOLUÇÕES PARA A RECICLAGEM NO BRASIL.....	55
5.1. Critérios de Avaliação Qualitativos.....	55
5.2. Potenciais Soluções	58
5.3. Resultado da Avaliação	62
6. VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA LOGÍSTICA REVERSA	65
6.1. Estudo de Caso do PRAC (Logística Reversa para a Reciclagem de Baterias).....	65
6.2. Aplicando o modelo de negócios do PRAC para a reciclagem de computadores....	69
6.3. Avaliação por fluxo de caixa da LRC	72
6.3.1. Construção da receita (<i>Revenues build-up</i>)	74
6.3.2. Premissas de preço da sucata.....	76
6.3.3. Construção dos custos e despesas.....	78
6.3.4. Capex, Depreciação & Amortização	80
6.3.5. Capital de giro	81
6.3.6. WACC (<i>Weighted Average Cost of Capital</i>)	81
6.3.7. Fluxo de caixa descontado.....	84
6.3.8. Análise de sensibilidade	87
6.3.9. Comparação dos resultados obtidos em 2008 e em 2009	90
6.3.10. Conclusão sobre a avaliação da LRC	91

7. CONCLUSÃO	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
APÊNDICE A – ANÁLISE DOS MICROCENÁRIOS.....	99
Latas de Alumínio.....	99
Aço.....	104
Embalagens de Vidro.....	108
Embalagens PET.....	110
Embalagens Longa Vida.....	115
Papel e Papelão.....	117
Plásticos.....	120
Pneus.....	123
Equipamentos eletrônicos – “E-Lixo”.....	125
APÊNDICE B – PREMISSAS OPERACIONAIS.....	127
APÊNDICE C – RECEITAS.....	128
APÊNDICE D – CUSTOS E DESPESAS.....	129
APÊNDICE E – DRE.....	130
APÊNDICE F – IMPOSTO DE RENDA E CONTRIBUIÇÃO SOCIAL.....	131
APÊNDICE G – CAPEX E D&A.....	132
APÊNDICE H – CAPITAL DE GIRO.....	133
ANEXO A – PREMISSAS MACROECONÔMICAS.....	134
ANEXO B – TABELA DE PREÇOS TCG RECYCLING.....	135
ANEXO C – CUSTO DO FRETE.....	136

1. INTRODUÇÃO

A indústria da reciclagem vem assumindo importância tanto no panorama mundial quanto no Brasil. Apesar da recente crise mundial, existe uma tendência de aumento dos preços das *commodities* no longo prazo, e com a tomada de consciência ambiental, a reciclagem vem nos últimos anos se destacando como uma forma rentável de alinhamento ao panorama econômico-ambiental, visando uma produção mais limpa e sustentável.

Nesse contexto, pode-se dizer que a indústria da reciclagem tem se desenvolvido sob duas óticas: a econômica e a regulatória. De um lado, graças ao seu alto valor e a tecnologia existente, encontramos produtos como o aço e o papel cuja reciclagem é altamente rentável. Por outro lado, temos produtos cuja reciclagem não é rentável, como é o caso das lâmpadas e equipamentos eletrônicos.

Assim, pode-se dizer que de uma forma ou de outra, o valor econômico/ambiental dessa indústria vem aumentando, despertando o interesse de empreendedores.

Atualmente no Brasil, essa indústria ainda é pouco vista e estudada sob a ótica da Engenharia de Produção. Segundo Calderoni (1999), bilhões de reais são perdidos no lixo por ano. Assim, este trabalho procura realizar uma análise e avaliação econômica dessa indústria, de forma a identificar potenciais oportunidades e formas de explorar o valor econômico da reciclagem.

Independentemente da crise, o autor acredita que a reciclagem será uma atividade rentável no longo prazo. Por um lado, a atividade econômica voltará a crescer, levando ao aumento do uso de matérias primas, que por sua vez não possuem uma fonte ilimitada de recursos, impulsionando o uso de materiais recicláveis. Por outro lado, as questões ambientais continuam existindo e não deixarão de serem tratadas, impulsionando a reciclagem através de leis e incentivos.

Este trabalho poderá futuramente servir de auxílio para uma tomada de decisão de um empreendedor ou um analista financeiro, no momento de avaliar economicamente um projeto ou uma empresa de reciclagem. Ele está organizado da seguinte maneira:

O Capítulo 1 introduz os tópicos abordados, o estágio realizado pelo autor, a empresa onde o trabalho foi realizado e por fim o seu objetivo e sua relação com a Engenharia de Produção.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico de avaliação econômica de empresas através de uma apresentação de alguns princípios contábeis, da metodologia de avaliação por fluxo de caixa para empresa, e do conceito do custo médio ponderado de capital (WACC). Também é apresentado um breve referencial teórico em microeconomia, especialmente focando nas questões das externalidades negativas e as formas utilizadas para correção dessas falhas de mercado, como por exemplo o mercado de créditos de carbono.

O Capítulo 3 apresenta estudos de caso sobre a evolução e a dinâmica da reciclagem em países como a Alemanha, EUA e Japão, onde a indústria da reciclagem já apresenta uma estrutura relativamente sólida e desenvolvida. Essas experiências podem servir de referencial de como essa indústria poderá se desenvolver no Brasil.

O Capítulo 4 exibe uma visão geral sobre a da indústria da reciclagem no Brasil, mostrando a sua dinâmica, segmentação e evoluções recentes. No apêndice A deste trabalho encontra-se um estudo mais detalhado elaborado pelo autor sobre os microcenários da indústria da reciclagem.

O Capítulo 5, em sua primeira parte, apresenta potenciais soluções/estratégias que poderão ser tomadas para o tratamento de resíduos sólidos e reciclagem no Brasil. Na segunda parte, uma avaliação dessas soluções é feita a partir de critérios estabelecidos. Na terceira parte é apresentado o resultado dessa avaliação, indicando qual a melhor solução/estratégia para o setor no Brasil sob a ótica econômica, ambiental e social.

O Capítulo 6, em sua primeira parte, apresenta um modelo de negócios que explora o mercado da reciclagem através da solução proposta no capítulo anterior. Na segunda parte, desenvolve uma avaliação econômico-financeira deste modelo de negócios. Esta análise é feita a partir de um fluxo de caixa descontado, e visa avaliar o valor presente líquido do modelo de negócios sugerido.

O Capítulo 7 refere-se à conclusão deste trabalho.

Ao final do documento constam as Referências Bibliográficas, Apêndices e Anexos.

1.1. O Estágio

O estágio, iniciado em agosto de 2007, foi realizado na área de *Investment Banking* do Banco UBS Pactual. Área com ênfase em Fusões e Aquisições, Emissões de Ações e Emissões de Dívida.

1.2. A Empresa

Em 2006, o Banco UBS, empresa global de serviços financeiros, e o Banco Pactual, um dos maiores bancos de investimentos e de gestão de ativos do Brasil, associaram-se para criar o Banco UBS Pactual.

O Banco UBS Pactual oferece produtos e serviços personalizados nas áreas de gestão de patrimônio, *investment banking* e *asset management*.

Na área de *investment banking*, o Banco UBS Pactual presta serviços para clientes em todo o mundo, incluindo empresas, governos, *hedge funds*, patrocinadores financeiros, empresas de *private equity*, bancos, corretoras e gestores de ativos. Oferecendo títulos e valores mobiliários, e serviços de consultoria financeira.

1.3. O Estágio e o Trabalho de Formatura

A equipe de *Investment Banking* do Banco UBS Pactual possui experiência em diversos setores da economia, já tendo assessorado as principais companhias dos setores Elétrico, Financeiro, Agronegócio, Mineração e Siderurgia, Aviação, Bioenergia, Educação, Construção Civil, Tecnologia da Informação, Varejo, Petróleo e Gás, etc.

As atividades desempenhadas no estágio incluem a elaboração de análises macro e microeconômicas, e a elaboração de modelos econômicos que tem por finalidade realizar avaliação econômico-financeira de empresas.

O Banco UBS Pactual possui grande interesse em explorar setores que serão promissores no futuro, como é o caso da indústria de reciclagem. O UBS Pactual acredita que no curto prazo poderá assessorar investidores e empresas interessadas neste setor, seja em uma aquisição, um

spin-off, uma *joint-venture*, uma abertura de capital ou mesmo um financiamento para empreendedores que se interessem pelo assunto.

Assim, o entendimento e a análise do setor de reciclagem são de extrema importância para a instituição, visto que um dos pontos cruciais durante o processo de assessoria é a avaliação do plano de negócios da empresa.

1.4. Escopo e Objetivos do Trabalho

O objetivo deste trabalho consiste na apresentação de uma potencial solução econômica e ambientalmente viável para o desenvolvimento de negócios na indústria da reciclagem. Para demonstrar sua viabilidade, são apresentados: (i) uma análise setorial da indústria no Brasil, buscando mostrar um panorama atual e evidenciar as tendências pelas quais a indústria da reciclagem está passando; (ii) potenciais soluções e oportunidades para o desenvolvimento, formalização e exploração do retorno financeiro desta indústria; (iii) um modelo de negócios aplicado à solução escolhida; e (iv) por fim, uma avaliação por fluxo de caixa descontado para demonstrar o potencial valor presente líquido do modelo de negócios proposto. O resultado deste trabalho procura servir de base para a realização e/ou aprofundamento de estudos e análises para potenciais investimentos na indústria da reciclagem.

A escolha do tema foi baseada nas atividades desempenhadas pelo autor em seu estágio, das quais fazem parte análises setoriais e estratégicas, bem como avaliações econômicas.

O Banco UBS Pactual recebe anualmente uma grande quantidade de investidores nacionais e internacionais que buscam oportunidades de investimento em diversos setores, e em vários estágios de desenvolvimento. Este trabalho poderá servir de base para que o UBS Pactual possa indicar boas oportunidades de investimento para os seus clientes.

1.5. A Engenharia de Produção e o Trabalho de Formatura

Dentro do Departamento de Engenharia de Produção, as matérias que possuem conceitos diretamente utilizados neste trabalho são aquelas relacionadas à economia de empresas, à logística e cadeias de suprimento, à contabilidade e custos, à engenharia econômica e finanças e finalmente as matérias relacionadas à gestão estratégica da produção.

Com relação à divisão das áreas estabelecidas pelo departamento de Engenharia de Produção da POLI-USP, este trabalho se enquadra dentro da área de Economia de Produção, que é uma subárea da EPEF – Economia de Produção e Engenharia Financeira. A Economia de Produção aborda conceitos como avaliação de empresas e modelagem econômica de processos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentadas as teorias pesquisadas para o desenvolvimento do trabalho.

Segundo Damodaran (2002), existem 3 abordagens de avaliação financeira geralmente aceitas. A primeira é a por Fluxo de Caixa Descontado, que relaciona valor de qualquer ativo como sendo o valor presente de seus fluxos de caixas futuros esperados. A segunda é a Avaliação Econômica por Múltiplos, que estima o valor de um ativo através da comparação do preço de ativos semelhantes em função de uma variável como receita líquida, EBITDA, lucro líquido, etc. O terceiro é o “*Contingent Claim Valuation*” que utiliza a teoria de opções para mensurar o valor de ativos que possuem características de opções.

Este trabalho focará na avaliação por fluxo de caixa descontado, pois segundo Damodaran (2002), além de ser amplamente utilizado no mundo real, ele é o alicerce sobre o qual todas as outras abordagens de avaliação são construídas.

De acordo com o referido autor, o valor de qualquer ativo deve ser função de três variáveis: (i) da geração de fluxo de caixa, (ii) do período em que ocorrem esses fluxos de caixa e (iii), do nível de incerteza a eles associados. A avaliação por fluxo de caixa descontado considera estas três variáveis ao calcular o valor de qualquer ativo como sendo o valor presente de seus fluxos de caixas futuros esperados. Os fluxos de caixa variam de ativo por ativo (dividendos para ações, cupons e valor nominal para títulos; e fluxos de caixa após o imposto de renda para projetos reais) e a taxa de desconto é uma função do nível de risco do ativo.

Para avaliar uma empresa, existem dois tipos de avaliação de fluxo de caixa que podem ser utilizados: o primeiro é considerar apenas o valor para o acionista; e o segundo é determinar o valor para a empresa como um todo, incluindo o capital próprio (acionistas) e o capital de terceiros (detentores de dívida, acionistas preferenciais, etc).

A avaliação econômica será realizada através da avaliação da empresa como um todo, sendo que o valor para o acionista será obtido através do valor da empresa, descontado de sua dívida líquida (dívida total acrescido de seu caixa).

De acordo com Damodaran (2002), o valor da empresa é obtido ao se descontar os seus fluxos de caixa futuros esperados (fluxos de caixa residuais após atender todos os custos e despesas

operacionais, as necessidades de investimento e os impostos, mas antes do pagamento das dívidas) ao custo médio ponderado de capital (WACC – *Weighted Average Cost Of Capital*), que considera o custo das diferentes formas de financiamento utilizados pela empresa, ponderados por suas estrutura de capital alvo.

$$Valor da Empresa = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{FCL_i}{(1+WACC)^i}$$

Equação 1: Fluxo de Caixa Descontado para o Valor da Empresa

Em que,

FCL_i = fluxo de caixa livre da empresa no período i

WACC = custo médio ponderado de capital

Como não é possível estimar o fluxo de caixa até o infinito, é necessário considerar um valor de perpetuidade para empresa, de modo que o avaliador não precise utilizar períodos longos de projeção e possa atribuir uma taxa de crescimento à empresa no futuro.

O valor da empresa na perpetuidade é dado pela seguinte fórmula:

$$VP = \frac{FCL_n * (1+g)}{(WACC - g)}$$

Equação 2: Valor da Perpetuidade

Em que:

VP = valor na perpetuidade

FCL_n = fluxo de caixa livre da empresa no último período de projeção

WACC = custo médio ponderado de capital

g = taxa de crescimento da empresa na perpetuidade

Assim, temos que o valor da empresa pode ser equacionado da seguinte forma:

$$VE = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{FCL_i}{(1+WACC)^i} + \frac{VP}{(1+WACC)^n}$$

Equação 3: Valor da Empresa

No qual:

VE = valor da empresa

FCL_i = fluxo de caixa livre da empresa no período i

WACC = custo médio ponderado de capital

VP = valor na perpetuidade

O valor para os acionistas (*Equity Value*) pode ser obtido através do seguinte cálculo:

$$\text{Valor para os Acionistas} = \text{Valor da Empresa} - \text{Dívida Líquida}$$

Equação 4: Cálculo do Valor para os Acionistas

2.1. Conceitos Básicos de Contabilidade

As demonstrações financeiras fornecem as informações fundamentais para analisar e avaliar financeiramente uma empresa. Assim, a seguir serão exibidos os três demonstrativos básicos: o Balanço Patrimonial que exhibe os ativos e os passivos da empresa; a Demonstração do Resultado do Exercício (DRE), que mensura as receitas e as despesas da empresa durante um determinado período; e a Demonstração de Origens e Aplicações de Recursos (DOAR), que examina as fontes e usos do dinheiro. (MARTINS, 1993)

- Balanço Patrimonial

O Balanço Patrimonial, mostrado na figura 1, sumariza em uma determinada data, a posição patrimonial e financeira de uma empresa. Ele é composto por três partes: pelo ativo, passivo e patrimônio líquido.

O Ativo representa os recursos que a empresa utiliza para operar o seu negócio, incluindo caixa, estoques e equipamentos. O Passivo representa recursos que a empresa utiliza para financiar suas operações. O Patrimônio Líquido representa o valor líquido que iguala os ativos que a empresa possui menos as obrigações que ela tem com seus credores, também podendo

ser definido como o direito que os investidores têm em relação aos recursos da empresa. Abaixo estão evidenciados o Ativo, o Passivo e o Patrimônio Líquido de uma empresa.

ATIVO
ATIVO CIRCULANTE Direitos realizáveis a curto prazo Caixa / Estoque / Clientes
REALIZÁVEL A LONGO PRAZO Direitos realizáveis após o término do exercício seguinte Direitos derivados de adiantamentos ou empréstimos a sociedades coligadas ou controladas, diretores, acionistas ou participantes no lucro da companhia, que não constituírem negócios usuais na exploração do objeto da companhia
ATIVO PERMANENTE Investimentos Participações permanentes em outras sociedades e direitos de qualquer natureza, não classificáveis no Ativo Circulante, ou Realizável a Longo Prazo que não se destinem à manutenção da atividade da companhia ou empresa Imobilizado Direitos que tenham por objeto bens destinados à manutenção das atividades da companhia ou empresa, ou exercidos com essa finalidade, inclusive o de propriedade comercial ou industrial Diferido Aplicações de recursos em despesas que contribuirão para a formação do resultado de mais de um exercício social, inclusive juros pagos ou creditados aos acionistas durante o período que anteceder o início das operações sociais

Figura 1: O Ativo
(fonte: Damodaran (2002))

PASSIVO
PASSIVO CIRCULANTE Obrigações da companhia, inclusive financiamentos para aquisição de direitos do Ativo Permanente quando vencerem no exercício seguinte
PASSIVO EXIGÍVEL A LONGO PRAZO Obrigações vencíveis em prazo maior do que o exercício seguinte
PATRIMÔNIO LÍQUIDO Capital Social Montante do capital subscrito e, por dedução, parcela não realizada Reserva de Capital Ágio na emissão de ações ou conversão de debêntures e partes beneficiárias Produto da alienação por partes beneficiárias de bônus de subscrição Prêmios recebidos na emissão de debêntures, doações e subvenções para investimentos Reservas de Reavaliação Contrapartida do aumento de elementos do Ativo em virtude de novas avaliações, documentadas por laudo técnico Reservas de Lucros Contas constituídas a partir de lucros gerados pela companhia Lucros ou Prejuízos Acumulados Lucros gerados pela companhia, que ainda não receberam destinação específica

Figura 2: O Passivo e O Patrimônio Líquido
(fonte: Damodaran (2002))

Uma empresa pode obter recursos tanto de investidores como de credores. É necessário saber distinguir estas duas formas, e saber distinguir por que um é classificado no Passivo e outro no Patrimônio Líquido.

As empresas se endividam para obter os recursos necessários para suas operações, o seu pagamento é feito durante um período de tempo determinado.

As empresas também buscam atrair acionistas para obter recursos financeiros. No entanto, a empresa não “promete” pagar aos acionistas um montante específico, em um determinado período de tempo. Ao invés disso, as empresas prometem a eles um retorno sobre seu investimento que é geralmente relacionado ao desempenho operacional da empresa.

Uma empresa deve sempre cumprir prioritariamente com o pagamento de suas dívidas, e apenas após o pagamento de todas as suas obrigações, a empresa paga os seus acionistas sobre forma de dividendos. Visto que o investimento de um acionista não é garantido, ele possui um risco maior do que o risco de um credor.

- Demonstração do Resultado do Exercício (DRE)

Segundo Damodaran (2002), uma outra fonte na qual uma empresa pode obter recursos são suas próprias operações. A Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) apresenta o resultado das operações e evidencia a formação do resultado líquido do exercício, diante do confronto das receitas, custos e despesas apuradas no período.

A seguir, um quadro explicativo com as principais informações contidas no DRE:

DEMONSTRATIVO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO
RECEITA BRUTA DE VENDAS E SERVIÇOS
(-) Devoluções
(-) Abatimentos
(-) Impostos
(=) Receita Líquida das Vendas e Serviços
(-) Custo das Mercadorias e Serviços Vendidos
(=) Lucro Bruto
(-) Despesas com Vendas
(-) Despesas Gerais e Administrativas
(-) Despesas Financeiras
(+) Receitas Financeiras
(-) Outras Despesas Operacionais
(+) Outras Receitas Operacionais
(=) Lucro ou Prejuízo Operacional
(+) Receitas Não Operacionais
(-) Despesas Não Operacionais
(=) Resultado do Exercício Antes do Imposto de Renda e Contribuição Social
(-) Imposto de Renda e Contribuição Social
(-) Participação de Empregados
(-) Participação de Administradores e Partes Beneficiárias
(-) Contribuições para Instituições ou Fundos de Assistência ou Previdência de Empregados
(=) Lucro ou Prejuízo Líquido do Exercício
(/) Número de Ações
(=) Lucro ou Prejuízo por Ação

Figura 3: Demonstrativo de Resultado do Exercício

(fonte Damodaran)

- Demonstração de Origens e Aplicações de Recursos (DOAR)

O DRE fornece a informação sobre os recursos financeiros envolvidos nas operações de uma empresa. (DAMODARAN, 2002). No entanto, o DRE não fornece informações sobre a fonte geradora e o caixa produzido em cada operação. Isso ocorre porque a obtenção e utilização de recursos nem sempre envolve o uso de caixa. O DOAR apresenta um resumo de todas as entradas e saídas de caixa durante o período. Ele pode ser dividido em três seções: (i) Fluxo de Caixa das Operações; (ii) Fluxo de Caixa das Atividades de Investimento; e (iii) Fluxo de Caixa das Atividades de Financiamento.

2.2. O Custo de Capital

O custo de capital é a taxa de retorno que uma empresa deve conseguir nos seus projetos para manter o seu valor. Assim, se o risco for mantido constante, os projetos com taxa de retorno superior ao custo de capital aumentarão o valor da empresa e aqueles com taxa inferior o reduzirão. (GITMAN, 2002)

O custo de capital é usado para decidir se um investimento proposto permitirá aumentar ou reduzir o valor de uma empresa. Apenas aqueles investimentos que podem aumentar o valor da empresa ($VPL > 0$, ou $TIR > \text{custo de capital}$) são recomendados. (GITMAN, 2002)

O custo de capital é definido conforme as fontes dos recursos à disposição da empresa. Segundo Gitman (2002), o seu valor irá depender da proporção de capital próprio e de terceiros.

2.2.1. Estrutura de capital de uma empresa

Segundo Gitman (2002), a estrutura de capital de uma empresa é a combinação de capital de terceiros e capital próprio da empresa.

A maioria das empresas busca manter uma combinação ótima desejada de capital de terceiros e capital próprio. Cada uma das fontes de financiamento (capital de terceiros e capital próprio) possui o seu custo. Assim, o objetivo a seguir é mostrar qual é a metodologia geralmente aceita para o cálculo de cada um destes custos.

2.2.2. Custo de capital próprio

O custo de capital próprio é a taxa à qual os investidores descontam os dividendos esperados da empresa para determinar o valor de sua ação. (GITMAN, 2002)

Conforme Ross, Westerfield e Jaffe (2002), caso um acionista possa reinvestir os dividendos em um ativo financeiro, com o mesmo risco do projeto, os acionistas desejariam a alternativa com o maior retorno esperado, ou seja, o projeto seria realizado somente se o seu retorno esperado fosse superior ao de um projeto com risco comparável.

Dessa forma, pode-se estabelecer que a taxa de desconto de um projeto deve ser igual ao retorno esperado de um ativo financeiro de risco comparável. (ROSS et al., 2002)

Existem diversas formas de se calcular o custo do capital próprio. Pelo fato de ser o mais difundido, será explorado nessa análise o método de precificação de bens de capital conhecido como *Capital Asset Pricing Model* (CAPM).

- CAPM

De acordo com Gitman (2002), o modelo de precificação de ativos CAPM liga o risco não diversificável ao retorno para todos os ativos. Um de seus objetivos é fornecer um mecanismo pelo qual os investidores poderiam avaliar o impacto de um investimento sobre o risco e o retorno de suas carteiras. Segundo Gitman (2002), o modelo se baseia em uma hipótese de mercado eficiente com as seguintes características: muitos investidores pequenos, todos dispondo das mesmas informações e expectativas a respeito dos títulos; nenhuma restrição ao investimento, nenhum imposto e nenhum custo de transação, e investidores racionais, que encaram os títulos de maneira semelhante e têm aversão a risco, preferindo retornos mais elevados e riscos mais baixos.

O CAPM postula que o custo de oportunidade do capital próprio seja igual ao retorno sobre os títulos livres de risco mais o risco sistêmico da empresa (β) multiplicado pelo prêmio de risco do mercado (ágio pelo risco). (GITMAN, 2002)

As equações tanto de (β) quanto do CAPM são mostradas abaixo:

$$\beta = \frac{Cov[E(r_a), E(r_m)]}{Var[E(r_m)]}$$

Equação 5: Cálculo de β

$$E(r_a) = R_f + [E(r_m) - R_f] * \beta$$

Equação 6: Cálculo do CAPM

Em que :

$E(r_a)$ = retorno de um ativo; $E(r_m)$ = retorno do mercado; R_f = taxa livre de risco; β = beta alavancado.

De acordo com Gitman (2002), o Beta obtido no cálculo acima fornece o Beta alavancado de um ativo, ou seja, um Beta que reflete a estrutura de capital da empresa. Para obter o Beta de uma determinada indústria, é necessário desalavancar o Beta através da seguinte fórmula:

$$\beta_u = \frac{\beta_l}{\{1 + [(1 - t) * (D/E)]\}}$$

Equação 7: Desalavancagem do Beta

No qual:

β_u = beta desalavancado; β_l = beta alavancado; t = taxa marginal de impostos; D = dívida líquida; E = valor de mercado

- Riscos dos mercados emergentes

Segundo Copeland, Koller e Murrin (2002), a principal diferença na avaliação de empresas de mercados desenvolvidos e de mercados emergentes está no maior nível de risco presente nestas. Para mercados emergentes, é necessário o acréscimo de mais uma parcela no cálculo do CAPM. Entre os riscos de mercados emergentes destacam-se a inflação, volatilidade macroeconômica, controles sobre o capital, instabilidade política, corrupção, etc.

Assim, a equação do CAPM pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$E(r_a) = R_f + [E(R_m) - R_f] * \beta_L + R_p$$

Equação 8: CAPM Ajustado

Em que:

$E(r_a)$ = retorno de um ativo; R_f = taxa livre de risco; $E(R_m)$ = retorno do mercado; β_L = beta alavancado; R_p = risco país.

2.2.3. Custo de capital de terceiros

O custo de capital de terceiros é o custo após o imposto de renda, no valor presente, de levantar recursos emprestados de longo prazo (GITMAN, 2002). Ele é função dos passivos identificados nos empréstimos e financiamentos mantidos pela empresa.

De acordo com o mesmo autor, a maioria das dívidas de longo prazo são assumidas através da venda de obrigações. Dessa forma o custo de dívida, em termos gerais pode ser determinado através dos seguintes fatores:

- Nível atual das taxas de juros: conforme as taxas de juros vão aumentando, teoricamente o custo de dívida da empresa também crescerá;
- Risco de inadimplência: quanto maior for o risco de não pagamento de suas obrigações (*default*), maior o custo para a empresa tomar dinheiro emprestado;

Em suma, o custo de dívida de uma empresa representa o custo marginal de obtenção de dívida da mesma, ou seja, quais seriam as taxas cobradas se a empresa fosse obter financiamentos.

2.2.4. WACC (Custo Médio Ponderado de Capital)

Segundo Gitman (2002), o WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) reflete o custo médio esperado de fontes de recurso de longo prazo, obtido pela ponderação de cada tipo específico de capital por sua proporção na estrutura de capital da empresa.

Dessa forma, o WACC deve:

- Ser calculado após os impostos, visto que o fluxo de caixa livre é calculado depois de impostos;
- Refletir a média ponderada dos custos de todas as fontes de capital, uma vez que o fluxo de caixa livre representa o fluxo disponível para todos os fornecedores de capital;

- Utilizar taxas nominais de retorno, já que o fluxo de caixa livre previsto é expresso em termos nominais (ou reais, caso os efeitos inflacionários sejam desconsiderados);
- Considerar as ponderações do valor da empresa para os elementos de financiamento, já que o valor da empresa reflete os efeitos econômicos de cada tipo de financiamento;

Sob a forma de equação, o custo médio ponderado de capital pode ser escrito:

$$WACC = \frac{E}{D + E} * K_e + \frac{D}{D + E} * (1 - t) * K_d$$

Equação 9: WACC

Em que:

E = valor de mercado; D = valor da dívida; K_e = custo de capital próprio; t = taxa de imposto marginal; K_d = custo de dívida

2.3. Fluxo de Caixa para a Empresa

Segundo Damodaran (2002), o fluxo de caixa livre descontado utilizado na avaliação de uma empresa é igual ao lucro operacional depois do pagamento de impostos, mais encargos não-caixa (depreciação e amortização), descontando os investimentos em capital de giro operacional, instalações, equipamentos e outros ativos. Vale ressaltar que ele não considera quaisquer fluxos de caixa ligados as atividades financeiras, como despesas com juros ou dividendos e itens excepcionais à operação da empresa.

Dessa forma, a fórmula para o cálculo do fluxo de caixa livre de uma empresa é a seguinte:

$$\text{Fluxo de Caixa Livre} = [(EBIT) * (1 - t)] + D \& A - \text{Variação de CG} - \text{Investimentos}$$

Equação 10: Fluxo de Caixa Livre para a Empresa

Em que:

EBIT = lucro bruto descontado das despesas com vendas, gerais e administrativas; t = taxa de imposto; D&A = Depreciação e amortização; Variação de CG = variação de capital de giro.

Cabe ressaltar que o investimento referente ao fluxo de caixa será denominado Capex ao longo do trabalho, de modo a não criar uma confusão com a conta Investimento contido no Balanço Patrimonial.

2.4. Externalidades

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2000), as externalidades são efeitos das atividades de produção e consumo que não se refletem diretamente na economia. Elas são um exemplo de falha de mercado, pois este não é capaz de quantificar seus efeitos (do ponto de vista econômico). Como consequência, as externalidades dão origem a questões de política pública.

De acordo com Vasconcellos e Oliveira (2000)¹, a presença de externalidades faz com que o mercado torne-se ineficiente, pois este não é capaz de refletir no preço de um ativo o valor (custo) social da externalidade.

As externalidades podem surgir entre produtores, entre consumidores ou entre consumidores e produtores. Externalidades negativas ocorrem quando a ação de uma das partes impõe custos à outra, e externalidades positivas ocorrem quando a ação de uma das partes beneficia a outra. (PINDYCK; RUBINFELD, 2000).

2.4.1. Externalidades negativas

Como mencionado anteriormente, externalidades negativas ocorrem quando a ação de uma da parte (empresas ou indivíduos) impõe custos à outra. Um bom exemplo é o feito por Lorenzoni (2005): quando uma usina siderúrgica despeja seus efluentes em um rio do qual os pescadores dependem para a sua pesca diária. Quanto mais efluentes forem despejados no rio pela usina, menos peixes haverá. A usina, entretanto, não tem incentivo para responder pelos custos externos impostos aos pescadores quando toma sua decisão de produção. Além disso, não existe um mercado no qual esses custos externos possam ser repassados para o preço do aço.

¹ Vasconcellos e Oliveira (2000 *apud* CARVALHO, LEE, AGUIAR, 2005)

2.4.2. Formas de corrigir falhas de mercado

Falhas de mercado (no caso tratando de emissões de poluentes) podem ser corrigidas através de três medidas: (i) fixação de padrão de emissões, através de um limite legal que uma empresa está autorizada a emitir; (ii) taxa para emissão, através de uma cobrança imposta sobre cada unidade de poluente emitida por uma empresa; ou (iii) a distribuição de permissões transferíveis para emissões, através de um sistema de permissões negociáveis, alocadas entre as empresas, as quais especificam o nível máximo de emissões que podem ser geradas. (PINDYCK; RUBINFELD, 2000).

Segundo o mesmo autor, considerando que o despejo de lixo envolve custos privados nulos ou pequenos, a sociedade produzirá um excesso de lixo. A utilização excessiva de novos materiais e a subutilização de material reciclado resultará em uma falha de mercado. Esta falha pode ser corrigida através de uma intervenção estatal, por exemplo, com a criação de um incentivo à reciclagem de produtos.

Vale ressaltar que mesmo sem a intervenção governamental, alguma reciclagem ocorrerá se os preços dos materiais novos forem excessivamente altos².

2.4.3. Mercado de Crédito de Carbono

O mercado de crédito de carbono é um exemplo de mecanismo de internalização através do controle de quantidades, buscando fixar um limite global para o volume da externalidade. (MENDES et al., 2007)

Os controles de quantidades são implementados através de sistemas de negociação de títulos. Nestes sistemas, uma autoridade negocia (geralmente através de leilões) direitos de emissões às empresas participantes para um determinado período. De acordo com Mendes et. Al (2007), o ponto crucial deste sistema está no fato de que as empresas possuem total liberdade para comprar e vender esses títulos entre si. Podendo optar entre: (i) limitar sua produção à quantidade correspondente à sua quota de emissões, (ii) reduzir suas emissões (via melhoramentos tecnológicos ou reduções na produção) de forma a poder vender os títulos

² Para maiores detalhes sobre a reciclagem como solução para uma externalidade, pode-se consultar ACKERMAN, Frank. **Why Do We Recycle? : Markets, Values, and Public Policy**. Washington DC: Island Press, 1997.

excedentes a outras empresas; ou então (iii) emitir mais do que a sua quota e comprar títulos de emissão de outras empresas ao preço de mercado.

No Brasil, o instrumento do protocolo de Kyoto aplicado ao país é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), conhecido como “créditos de carbono”. Muitas empresas e agentes de mercado brasileiros já o utilizam como fonte de recursos para a implantação de projetos limpos.

Este sistema (usado em países que não constam no Anexo I³, como por exemplo, China, Brasil, Índia e México) se baseia no caráter não localizado dos impactos das emissões de gases do efeito estufa. Desta forma, o MDL funcionaria como um meio para que países do Anexo I financiem reduções de emissões em países em desenvolvimento, onde o custo marginal de abatimento de poluentes é consideravelmente menor. Em contrapartida, o MDL possibilita a remuneração de países em desenvolvimento por uma externalidade positiva de produção gerada. (MENDES et. al, 2007)

2.5. Balanço Ambiental

O balanço ambiental é uma análise que expressa o ativo e passivo ambiental num determinado período. Segundo Lopes de Sá⁴, ele evidencia os fenômenos ambientais ocorridos num determinado período na gestão ambiental da célula social. É uma demonstração que apresenta do lado do ativo os recursos e investimentos feitos no meio ambiente, e do lado do passivo, os danos e impactos sobre o mesmo.

Segundo o ISAR (*International Standards on Accounting and Reporting*) *apud* Lopes de Sá⁵, um ativo ambiental deve apresentar benefícios econômicos futuros gerados para a empresa, diretos ou indiretos, resultantes de: (i) aumento da capacidade ou um melhoramento da segurança ou uma eficiência dos outros ativos da empresa; (ii) redução ou preservação da contaminação ambiental que seja provável que se produza como resultado das operações futuras; e (iii) conservação do meio ambiente.

³ Para maiores detalhes sobre o Protocolo de Kyoto e seus mecanismos, pode-se consultar o site disponível em http://www.onu-brasil.org.br/doc_quioto.php. Acessado em Outubro de 2008

⁴ Disponível em www.lopesdesa.com.br. Acessado em Outubro de 2008

⁵ Id. <www.lopesdesa.com.br>

Quanto ao passivo ambiental, o ISAR orienta que deve ser reconhecido quando a entidade tem a obrigação de cobrir um custo ambiental. A existência do passivo ambiental é atualmente discricionária, ou seja, não está ligada a uma imposição legal, podendo ser também uma posição ética ou estratégica por parte da empresa.

Considera-se que o balanço ambiental é positivo quando os ativos ambientais são quantitativamente maiores que os passivos, e vice-versa (Lopes de Sá⁶).

Esse conceito é importante e decisivo para este trabalho, pois um processo de reciclagem só deve ser aplicado quando o balanço ambiental é positivo. Por mais que esta conclusão seja óbvia, muitas vezes o cálculo não é feito, e o que antes se acreditava ser uma atividade ambientalmente correta é na verdade prejudicial.

⁶ Id. <www.lopesdesa.com.br>

3. A INDÚSTRIA DE RECICLAGEM NO MUNDO: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

Este capítulo irá apresentar estudos de caso sobre a evolução e a dinâmica da reciclagem em países como a Alemanha, EUA e Japão, onde a indústria da reciclagem já apresenta uma estrutura relativamente sólida e desenvolvida, podendo servir de referencial de como ela poderá se desenvolver no Brasil.

3.1. Alemanha – Logística Reversa para as Embalagens

Na Alemanha, a indústria da reciclagem se desenvolveu junto com a formulação de políticas ambientais voltadas ao princípio de responsabilidade do produtor, o chamado *EPR (Extended Producer Responsibility)*, ou Responsabilidade Ampliada do Produtor. Uma forma de transferência dos custos ambientais do setor público para o setor privado e para os consumidores. Ela geralmente se dá através dos repasses de preço ao produto, reforçando assim o princípio do poluidor pagador. (RODRIGUES, 2007).

Segundo McKerlie *apud* Rodrigues (2007), a primeira grande e bem sucedida experiência de programa de *EPR* ocorreu na Alemanha - *Avoidance of Packaging Waste Ordinance* em 1991, também conhecida por *German Green Dot Packaging* (Ponto Verde). Esta política tornava os produtores e distribuidores (varejistas) responsáveis pela coleta, processamento e reciclagem das embalagens que acompanhavam seus produtos vendidos.

Devido à dificuldade de recolher o seu próprio lixo, muitas indústrias decidiram pagar empresas terceirizadas para coletar e reciclar as embalagens. A maior dessas organizações é a *Duales System Deutschland* (DSD – Sistema Dual Alemão), criada em 1990. Segundo Sasse (2003), a DSD é uma companhia sem fins lucrativos resultante da fusão de várias empresas de reciclagem, ela tem sido responsável pela coleta e reciclagem de embalagens de quase 100% das residências na Alemanha.

Um ponto verde na embalagem de um produto indica que o fabricante paga uma taxa à DSD para financiar o sistema de coleta e reciclagem. Desta forma, ao pagar esta taxa, a companhia transfere sua responsabilidade de reciclagem para a DSD.

A taxa é firmada com a empresa em função do tipo de material e na tecnologia de reciclagem existente para cada material. A taxa para os plásticos, por exemplo, é cerca de 15 vezes mais cara do que a do vidro. (SASSE, 2003).

Em 2004, a DSD coletou um total de 5,2 milhões de toneladas de embalagens em lixos urbanos e contêineres⁷. Cerca de 4,3 milhões de toneladas de embalagens foram recicladas, o que está em acordo com as metas estabelecidas pela lei das Embalagens de 1998.

- Desvantagens e problemas iniciais do DSD

De acordo com Müller & Brown *apud* Sasse (2003), em muitos casos, o sistema DSD não funcionou como o esperado. Por exemplo, ele teve tanto êxito no início que foram recolhidas 400 toneladas de plástico no primeiro ano, ao invés das esperadas 100 toneladas. Na época, a DSD não tinha capacidade de reciclagem para esse volume e acabou pagando outras empresas pelo trabalho, aumentando seus custos. Outro ponto curioso foi que muito lixo sem o ponto verde foi colocado nos sacos amarelos e por volta de 50% das empresas não pagaram suas taxas de licença no prazo.

Em 1993, os custos aumentaram de US\$ 1,7 bilhão para US\$ 2,1 bilhões, instaurando uma crise financeira na DSD, tornando-se necessária a intervenção governamental para salvar a empresa. (SASSE, 2003).

Segundo Sasse (2003), no início, devido à falta de espaço para armazenagem, grande parte das embalagens foram exportadas para serem recicladas em países subdesenvolvidos. A mídia criticou muito esta atitude, o que abalou a reputação da DSD e do governo alemão.

Desde 1994 existe uma tendência de queda dos custos com o Ponto Verde para os licenciados. De acordo com Sasse (2003), os principais motivos foram o ganho de escala e os avanços tecnológicos no campo da triagem e reciclagem.

- Contestação do Monopólio da DSD

Desde 2002 a DSD defende o seu idealismo ambiental contra as forças do livre mercado de lixo que movimentava em 2002 cerca de 40 bilhões de euros no país. Desde sua criação, a

⁷ Fonte: Disponível em: < www.gruener-punkt.de >. Alemanha. Acesso 20 jul 2008.

DSD atua com cerca de 80% de participação de mercado, com o monopólio garantido pelo governo.⁸

As barreiras para a entrada de um novo competidor são muito altas. Pedir para os consumidores preencherem dois ou mais contêineres diferentes em função do sistema de reciclagem usado seria improdutivo ou até mesmo inviável.

Empresas como a Wella AG e L'Oreal querem implementar o seu próprio sistema de coleta e reciclagem, e acusam a DSD de praticar preços abusivos⁹.

3.2. Estados Unidos – Solução de Mercado

Pelo fato de não existir uma política nacional para os resíduos sólidos, a reciclagem nos EUA é legislada através dos estados e municípios. Um grande número de estados americanos possui leis que estabelecem pagamento de benefícios para embalagens de bebidas, enquanto outros estados possuem leis que estabelecem metas de reciclagem ou proibições de aterros. Cidades como Nova Iorque e Seattle criaram leis que impõem a aplicação da multa sobre os cidadãos que jogam fora certos materiais recicláveis¹⁰.

De maneira geral, as regulamentações e leis estaduais recaem em duas principais categorias: proibição de aterros e metas para a reciclagem. A proibição de aterros torna ilegal a disposição de uma enumerada quantidade de materiais. No caso da categoria por metas para a reciclagem, os estados incentivam a reciclagem e reuso de embalagens de bebidas através de pagamento de benefícios. Na maioria dos estados, esse incentivo é de cerca de US\$ 0,05 por unidade¹¹.

No início, os custos industriais para a reciclagem eram tão grandes ou mesmo superiores aos da disposição em aterros. Opositores da reciclagem argumentavam que o custo financeiro do estado para apoiar a reciclagem era no curto prazo superior aos custos de um aterro. Segundo Logomasini (2002), os esforços para a reciclagem em Nova Iorque custam US\$52 milhões por ano. Para refutar este argumento, apontaram-se os benefícios sociais e ambientais da reciclagem como representativos desta diferença em custo.

⁸ EUROPE INFORMATION SERVICE EUROPEAN REPORT. Londres. 25 de Maio de 2007. *Court Vindicates Commission In Green Dot Case*

⁹ Id., 2007

¹⁰ Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Recycling_in_the_United_States>. Acessado em 10 out. 2008.

¹¹ Disponível em: < <http://www.serconline.org/bottlebill/stateactivity.html>>. Acessado em 10 out. 2008.

Segundo a agência IBISWorld (2007), existe uma tendência atual de privatização do setor de coleta de lixo, passando a responsabilidade da coleta do Estado para instituições privadas.

Em suma, pode-se dizer que de maneira geral a reciclagem nos Estados Unidos ainda é fortemente impulsionada por fatores econômicos, e apenas nos últimos anos, leis municipais e estaduais estão sendo criadas de forma a incentivar a reciclagem.

Em junho de 2008, houve a fusão das duas maiores empresas de “*Waste Management*” dos EUA, a *Allied Waste* e a *Republic Services*. A transação representou a fusão de duas companhias que possuem um valor da empresa combinado, estimado na época em US\$ 20,5 bilhões. A nova entidade possui uma receita anual estimada de US\$ 9 bilhões, e possui mais de 35 mil funcionários. Esta fusão mostra claramente que este já é um mercado que movimenta uma grande quantidade de dinheiro.

3.3. Japão – Questão Cultural e Geográfica

No Japão os índices de reciclagem são muito superiores aos vistos nos EUA. Segundo a Japan Information Network¹², cerca de 50% dos resíduos sólidos são reciclados no Japão, em comparação aos 30% verificados nos EUA.

Os japoneses são naturalmente e culturalmente mais responsáveis quanto ao meio ambiente que os cidadãos americanos, no entanto, o que explica a diferença principal entre os índices de reciclagem é a diferença geográfica entre os países (National Council on Economic Education¹³).

Enquanto o Japão possui uma área territorial de 374 mil km², os EUA possuem 9.827 mil km² para uma população apenas duas vezes maior que a do Japão. Em média, os custos de aterro são muito mais baixos nos EUA do que no Japão. Assim, pode se dizer que a reciclagem é uma solução que se torna viável economicamente no Japão de forma muito mais fácil do que nos EUA, dado os custos de aterro.

¹² Fonte: Disponível em: <jin.jcic.or.jp/>. Acesso 15 out 2008

¹³ Fonte: THE ECONOMICS of Recycling, EUA. National Council on Economic Education. <www.econedlink.org> Acesso 15 out 2008

Em 2001, o Japão aprovou a lei que obriga varejistas e produtores a receber de volta e reciclar seus produtos usados como ar condicionado, televisores, máquinas de lavar, e geladeiras.

Apesar de esta lei impor a responsabilidade financeira sobre os produtores, os consumidores também assumiram um papel importante. Consumidores devem iniciar a transferência de seus produtos usados para os locais designados e pagar aos varejistas uma taxa adicional para coleta e reciclagem.

A lei também requer que os produtores, varejistas e importadores publiquem suas taxas de coleta e reciclagem. Nos valores da época (2001), as taxas eram de cerca de: US\$ 20 para máquinas de lavar, US\$ 22 para televisores, US\$ 29 para ar condicionado e US\$ 38 para geladeiras¹⁴.

¹⁴ INFORM, Inc. Nova Iorque. Inform: 2003. *Electric Appliance Recycling in Japan*

4. A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM NO BRASIL

O objetivo deste capítulo é apresentar uma breve análise setorial da reciclagem no Brasil, de forma a entender e mostrar que esta é uma indústria com um potencial econômico ainda não desenvolvido. Maiores detalhes desta análise podem ser encontrados no apêndice A deste trabalho.

Esta análise servirá de base para o entendimento da dinâmica do setor e também para embasar as soluções a serem propostas.

4.1. Definição do Setor

- Definição de Reciclagem

Antes de definir o setor é preciso definir o que é reciclagem. Apesar de existirem diversas definições para o termo, será considerada a definição do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente): “A reciclagem é definida como reprocessamento dos resíduos num processo de produção para o fim original ou para outros fins.” (Portaria CONAMA 15/96, de 23 de janeiro de 1996)

- Definição do Setor de Reciclagem

No âmbito deste trabalho, será considerada a definição feita pela agência de pesquisa IBIS:

“O setor de reciclagem abrange estabelecimentos primariamente voltados para (1) a operação de plantas para a separação e triagem de materiais recicláveis provenientes dos resíduos sólidos não perigosos e/ou (2) para a operação de plantas onde materiais recicláveis misturados, como papel, plástico, latas de bebida, e metais, são separados em categorias distintas.” (IBIS World Industry Report, **Recycling Facilities in the US**. EUA. IBISWorld Inc. 2007, p. 3, tradução do autor)

4.2. Histórico

A reutilização e a reciclagem são práticas bastante antigas. Segundo Taguchi, (2001), um dos mais antigos sucateiros recolhiam espadas nos campos de batalha para reciclá-las e fazer novas armas.

No Brasil, até 1869, nenhuma cidade brasileira possuía um serviço de coleta de lixo. Foi neste ano que a Câmara Municipal de São Paulo resolveu contratar carroceiros para recolher o lixo das casas.

De acordo com Wells (1997), ainda que de forma precária, as primeiras iniciativas de coleta seletiva começaram a surgir no Brasil ao final da década de 70 .

O lixo brasileiro é considerado um dos mais valiosos do mundo (devido à baixa quantidade de materiais orgânicos), no entanto, sua reciclagem é fortemente sustentada pela catação informal¹⁵. Até hoje não existe um programa nacional para a coleta seletiva no país. Apenas alguns casos pontuais são observados.

Em um levantamento feito pela Unicef¹⁶ (2005) sobre a destinação final do lixo no Brasil, constatou-se que a maioria dos municípios (88%) não possuem um órgão formal responsável pelo controle dos problemas ambientais.

4.3. Legislação Brasileira Para a Reciclagem

Ainda não existe no Brasil hoje uma lei federal que obrigue ou incentive a reciclagem. Existia uma expectativa de que uma Política Nacional para os Resíduos Sólidos fosse votada no final de 2008, mas uma série de pontos continuam pendentes, principalmente a questão da responsabilidade compartilhada do produtor. Além disto, acredita-se que a crise financeira deixou em espera muitas questões ambientais.

Uma das principais questões sendo debatidas sobre a gestão do lixo envolve a responsabilização dos geradores pela coleta e destinação final de rejeitos. Segundo o deputado federal Arnaldo Jardim¹⁷: "Quem produz deve ter responsabilidade pelo destino do resíduo, do processo industrial ou das embalagens e outros itens em descarte final".

¹⁵ O Lixo nosso de cada dia. **Compam**, 2005. Disponível em < http://www.compam.com.br/art_lixodia.htm>. Acesso em: 12 ago. 2008

¹⁶ UNICEF - Fundo das Nações Unidas para Infância. **Jornal Em Ação**, Rio de Janeiro, maio, 2005.

¹⁷ BOURSCHUIT, A. **Projeto de lei para resíduos avança no Congresso**. Valor Econômico, Brasília, 20/08/08. Disponível em: < <http://www.arnaldojardim.com.br/lerNoticia.asp?NOTICIA=1496>>. Acesso em: 5 mai. 2009.

Segundo reportagem do Mercado Ético (2007)¹⁸, a medida também é defendida pelo governo e ONGs, que acreditam que o repasse de custos ao setor privado seja uma alternativa viável e consolidada, conforme observado no estudo de caso apresentado sobre a Alemanha, e também em outros países europeus. Nesta hipótese, os canais de distribuição seriam utilizados para a coleta dos resíduos, a chamada logística reversa.

Conforme pode ser observado nos microcenários apresentados no apêndice A, o Brasil situa-se hoje entre os países com um dos maiores índices de reciclagem. Contudo, de acordo com a Abrelpe (2008), em termos de coleta seletiva, somente 65% dos municípios brasileiros contam com alguma iniciativa. Além disto, apenas 39% dos municípios brasileiros dão destino e tratamento adequados aos resíduos.

Segundo Gomes e Carvalho (2003), existe uma incoerência entre os altos índices de reciclagem no Brasil, e o baixo grau de desenvolvimento da coleta seletiva no país. Este estudo demonstra que os altos índices de reciclagem no Brasil são obtidos graças à informalidade e a crise social brasileira, onde pessoas se submetem a condições anormais de trabalho.

“A crise social existente no Brasil, que tem uma das piores distribuições de renda do mundo, tem levado um número cada vez maior de pessoas a buscar sua sobrevivência através da coleta de materiais recicláveis. Trabalhando geralmente em locais e condições degradantes e em um mercado informal.”¹⁹

Em suma, os altos índices de reciclagem no Brasil são obtidos à custa da crise social do país.

4.4. Dinâmica Econômica da Reciclagem

A dinâmica econômica e ambiental da reciclagem funciona de maneira relativamente distinta entre os diversos tipos de resíduos. Assim, esse trabalho apresenta uma análise individual da dinâmica dos principais microcenários da indústria da reciclagem (latas de alumínio, papelão, PET, latas de aço, papel branco, vidro, embalagem longa vida e plástico rígido). Esta análise pode ser encontrada no apêndice A deste trabalho.

¹⁸ PRADO, N. Reciclagem: a responsabilidade do poder público. São Paulo. Disponível em: <http://mercadoetico.terra.com.br/arquivo/reciclagem-a-responsabilidade-do-poder-publico/>. Acesso em: 12 ago 2008.

¹⁹ Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/manualrs/cap11-9.pdf>> .p.116. Acesso em: 12 ago 2008.

Cada microcenário segue uma dinâmica econômica distinta. No entanto, conforme será mostrado abaixo, existe uma “dinâmica macro” que pode ser aplicada ao setor da reciclagem como um todo.

A partir da análise setorial da indústria de reciclagem no Brasil, o é possível inferir que os principais aspectos para que hoje o reciclável possua uma alta taxa de reaproveitamento são: preço do resíduo, volume (escala) e viabilidade tecnológica.

O gráfico e a tabela compilados abaixo demonstram claramente esta relação entre taxa de reciclagem e atratividade econômica do resíduo (preço e volume).

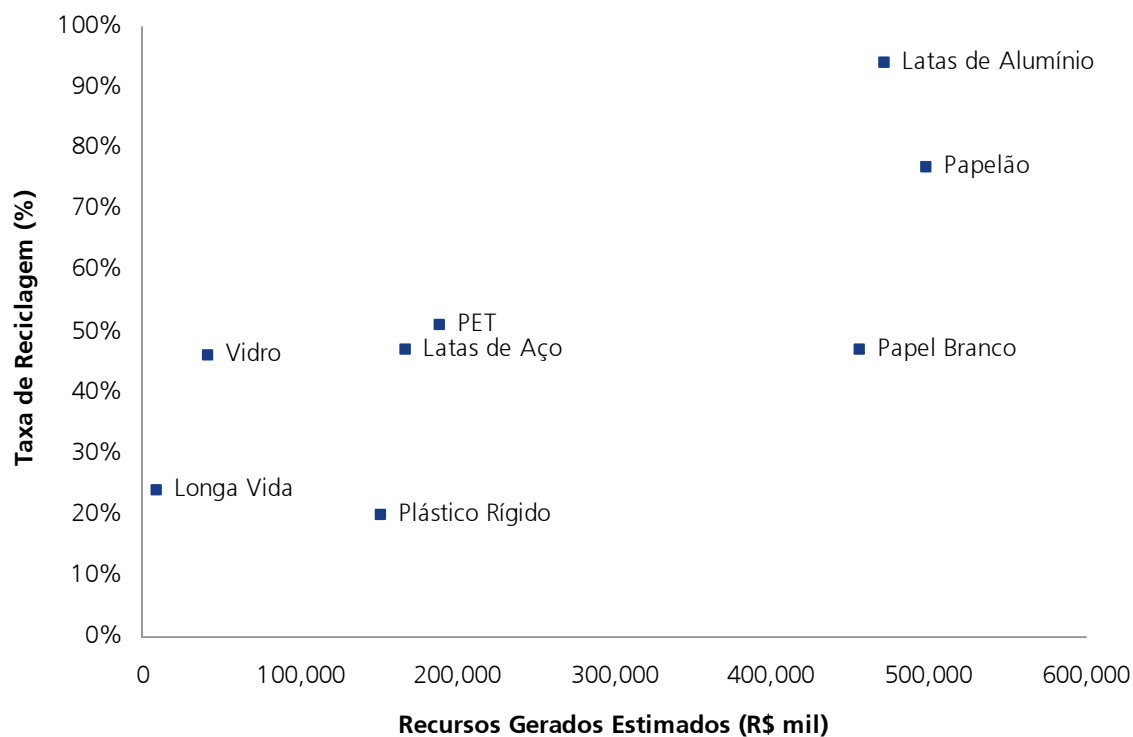


Figura 4: Relação entre a taxa de reciclagem e a atratividade econômica
Fonte: CEMPRE - compilado pelo Autor

Material	Índice de Reciclagem (%)	Preço (R\$ / ton)	Volume Reciclado (mil ton)	Recursos Gerados (R\$ mil)
Latas de Alumínio	94%	3,391.3	139	471,723
Papelão	77%	228.9	2,178	498,520
PET	51%	977.8	194	189,591
Latas de Aço	47%	268.9	622	167,249
Papel Branco	47%	342.2	1,332	455,840
Vidro	46%	109.6	390	42,744
Longa Vida	24%	220.0	46	10,120
Plástico Rígido	20%	760.1	200	152,025

Tabela 1: Quadro Resumo da Indústria da Reciclagem
(fonte: CEMPRE, Compilado pelo Autor)

Pode-se dizer que os principais problemas que viabilizam/inviabilizam a reciclagem do ponto de vista econômico são:

- Preço, relação entre o preço do reciclado e da matéria prima
- Disponibilidade do reciclável em quantidade que permita obter ganho de escala e perenidade dos fluxos
- Qualidade do reciclável e do reciclado

Desta forma, analisando os dados à luz dos pontos mencionados acima, pode-se dizer que os índices de reciclagem são diretamente proporcionais aos (i) preços dos resíduos, (ii) à qualidade do reciclável, (iii) à qualidade do reciclado e (iv) à disponibilidade dos resíduos. A tabela abaixo ajuda a explicar esta relação econômica.

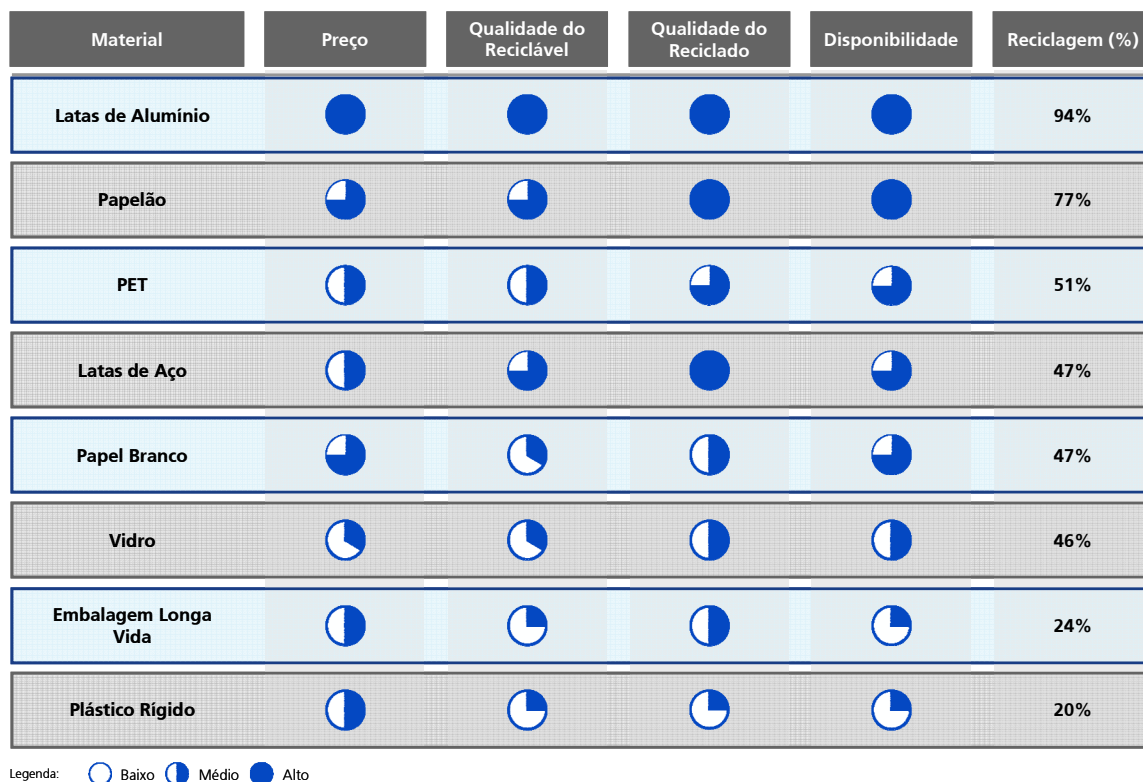


Figura 5: Reciclagem e o Impacto de Seus Principais Fatores
(fonte: CEMPRE - Elaborado pelo Autor)

Como apontado, quando os efeitos da geração de resíduos não se refletem diretamente no mercado, ou seja, não obedecem à relação proposta acima, são considerados externalidades negativas.

De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2000), em muitos casos, uma das formas de corrigir esta falha de mercado é através de uma intervenção governamental visando à criação de um incentivo apropriado para a reciclagem.

Em suma, pode-se resumir a dinâmica da reciclagem da seguinte maneira: existem resíduos para os quais a dinâmica econômica mostrada acima é capaz de incentivar a reciclagem. Para aqueles resíduos que não obedecem à lógica econômica é necessário criar incentivos (leis, benefícios, etc.) para viabilizar a reciclagem.

4.5. Conclusão Sobre o Panorama da Reciclagem no Brasil

Segundo a análise da evolução dos índices de reciclagem feita pela ABRELPE, verifica-se existe uma tendência de estabilização destes índices. Com relação à reciclagem de latas de

alumínio, aço e papel esta tendência é natural, visto que estes materiais já apresentam altos índices. Para os demais resíduos, o principal gargalo para o aumento dos coeficientes de reciclagem são os problemas logísticos para o retorno do resíduo.

Ainda sem uma definição quanto à política de resíduos sólidos, e com um sistema que vive à custa da informalidade da coleta, o autor acredita que a dinâmica atual da reciclagem no Brasil sofrerá mudanças estruturais no curto/médio prazo.

Conforme mostrado anteriormente, países como a Alemanha, Bélgica e Japão se encontram em uma dinâmica bem mais consolidada e desenvolvida que a brasileira. Pela maneira como vem sendo conduzidos os debates sobre a política nacional de resíduos sólidos, tudo indica que o Brasil deve seguir esta mesma dinâmica.

A partir desta constatação, no próximo capítulo serão propostas soluções fundamentadas no cenário apresentado e nas premissas que foram feitas acima.

5. AVALIAÇÃO DAS POTENCIAIS SOLUÇÕES PARA A RECICLAGEM NO BRASIL

Do ponto de vista de um potencial investidor no setor de reciclagem, é preciso entender e tentar “decifrar” qual será a estratégia adotada pela indústria para os próximos anos. Acredita-se que a dinâmica atual da reciclagem do Brasil não deverá prevalecer por muito tempo, e sendo assim esse trabalho buscará identificar e avaliar as potenciais soluções que poderão ser tomadas para o tratamento de resíduos sólidos e para a reciclagem no Brasil. Essas soluções se enquadram dentro de medidas públicas (leis, taxas, etc.) ou privadas (investimentos em P&D, novos tipos de serviços prestados, etc.).

Primeiramente serão apresentados: (i) os critérios de avaliação das soluções, (ii) a importância relativa de cada um deles (escala de prioridade), e (iii) uma escala que indica o grau de impacto da solução sobre o critério. Em seguida, serão expostas e avaliadas as soluções selecionadas segundo as escalas apresentadas.

5.1. Critérios de Avaliação Qualitativos

Os critérios utilizados para avaliação das soluções foram identificados e selecionados com base nas principais políticas de resíduos sólidos estabelecidas nos países ditos de primeiro mundo (basicamente Alemanha, EUA e Japão).

Desta forma, os critérios de avaliação identificados foram: (i) impacto da solução apresentada sobre os índices de reciclagem, (ii) impacto sobre a formalização da cadeia da reciclagem, (iii) impacto econômico da solução para a cadeia da reciclagem, (iv) impacto na redução da produção de lixo, e (v) impacto no incentivo ao ecodesign.

Para estabelecer uma prioridade entre os critérios, foi atribuída uma pontuação de 1 a 3. Sendo o nível de prioridade inversamente proporcional a sua pontuação. Ou seja:

Pontuação	Prioridade
3	Alta
2	Média
1	Baixa

Tabela 2: Prioridade dos critérios de avaliação

- Impacto da solução apresentada sobre os índices de reciclagem

Este critério visa avaliar qualitativamente e comparativamente o quanto uma solução é capaz de melhorar os índices de reciclagem.

Visto que o Brasil já possui, de maneira geral, altos índices de reciclagem, acredita-se que a prioridade deste critério possa ser considerada como média. Além disto, uma solução deve inicialmente buscar a redução da produção de lixo, para depois buscar seu reaproveitamento .

- Impacto sobre a formalização da cadeia da reciclagem

Um dos pontos mencionados durante a conclusão da análise setorial foi que a indústria de reciclagem no Brasil se apóia na condição miserável e informal dos catadores de lixo. Desta forma, este critério visa avaliar qual o impacto que a solução teria sob uma potencial formalização e melhoria da qualidade de trabalho do catador.

Este é um critério que o autor considera importante, mas ele não deve prevalecer sobre os critérios econômicos e ambientais. Portanto sua prioridade é baixa.

- Impacto econômico da solução para a cadeia da reciclagem

Primeiramente deve ser feita uma ressalva quanto a este critério, pois conforme foi visto ao longo da análise setorial, o acesso a dados e informações precisas sobre o setor é muito restrito. Portanto neste momento não será feita uma análise quantitativa sobre o impacto, e sim uma análise qualitativa e comparativa sobre o impacto econômico da solução sobre os diversos elos da cadeia da reciclagem.

Para o autor, existe uma correlação muito forte entre a eficácia da solução e o impacto econômico que esta apresenta. Quanto maior o impacto econômico, maior será a eficácia da solução. Desta forma, a prioridade deste critério é alta.

- Redução da produção de lixo

Este critério visa avaliar se a solução promove a redução da produção de lixo.

Segundo o princípio ambiental dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), a solução deverá enfatizar prioritariamente a redução da produção de lixo. Por isso, este critério possui prioridade alta.

- Incentivo ao ecodesign

Ecodesign é o termo utilizado para designar projetos que buscam a obtenção de produtos e serviços que reduzam o uso de recursos não-renováveis ou minimizem o impacto ambiental.

Segundo o site Zero Resíduos²⁰, os princípios do Ecodesign são: (i) escolher materiais menos poluentes, reciclados, ou que requeiram menos energia na sua fabricação; (ii) utilizar processos de fabricação que demandem menos energia; (iii) obter produtos que durem mais tempo e funcionem melhor gerando consequentemente menos resíduos; (iv) criar objetos cujas peças possam ser trocadas em caso de defeito; (v) propor objetos feitos a partir da reutilização ou reaproveitamento de outros objetos; (vi) projetar o objeto para sobreviver a seu ciclo de vida,.

O Ecodesign serve de auxílio muitas vezes para a redução e para a melhoria da qualidade do reciclado. Portanto este critério tem prioridade média.

Segue abaixo um quadro resumo com os critérios de avaliação e suas respectivas ponderações:

Critério de Avaliação	Prioridade	Ponderação
A Impacto sobre os índices de reciclagem	Média	2
B Impacto sobre a formalização da cadeia da reciclagem	Baixa	1
C Impacto econômico para a cadeia da reciclagem	Alta	3
D Redução da produção de lixo	Alta	3
E Incentivo ao ecodesign	Média	2

Tabela 3: Quadro resumo com os critérios de avaliação e suas respectivas ponderações

Uma escala de 1 a 5 foi criada de forma a avaliar as soluções em função dos critérios. Sendo que quanto maior o índice da escala, maior é o efeito/impacto da solução sobre o critério em avaliação.

²⁰ ZERO RESÍDUOS PORTUGAL. Portugal. Apresenta os princípios do Ecodesign. Disponível em: http://www.zeroresiduos.info/index.php?option=com_compostagem&task=view&id=149&Itemid=114. Acesso em: 13 set 2008.

Escala	Impacto
5	Muito Alto
4	Alto
3	Médio
2	Baixo
1	Muito Baixo

Tabela 4: Escala de Impacto

5.2. Potenciais Soluções

A seguir, serão detalhadas as principais soluções que em sua pesquisa o autor identificou como as mais comentadas e aplicadas no cenário internacional. Após isto, será feita uma matriz de decisão, de forma a apresentar qual delas se apresenta como a melhor solução segundo os critérios estabelecidos.

- Redução da tributação sobre os materiais recicláveis

Quando, por exemplo, uma lata de alumínio é produzida a partir da matéria prima, sobre ela incidem todos os impostos devidos. Quando se utiliza o alumínio do processo de reciclagem, esses impostos são pagos novamente, ocorrendo a bitributação.

A tributação excessiva diminui a atratividade econômica do reciclado em comparação à matéria prima. Portanto, a redução da carga tributária sobre o material reciclável aumentaria o interesse econômico de empresas em utilizá-lo.

A redução da tributação faz com que haja um aumento da atratividade econômica do reciclado, levando a um aumento dos índices de reciclagem. No entanto, pelo fato da reciclagem não ser uma imposição formal (como é o caso de uma lei), considera-se que o grau de impacto da redução da tributação sobre os índices de reciclagem é alto.

O impacto desta solução sobre a formalização da cadeia é muito baixo, pois nenhuma mudança estrutural da cadeia é feita. Apesar da solução poder estimular os catadores a coletar o material, estes continuarão trabalhando nas mesmas condições.

O impacto econômico desta solução é sentido de forma direta apenas pelo elo da cadeia recicladora, e secundariamente pelo elo da coleta, não abrangendo diretamente toda a cadeia da reciclagem. Portanto, o impacto econômico sobre a cadeia como um todo é baixo.

A redução da tributação não incentiva diretamente a redução da produção de lixo e tampouco o ecodesign. O aumento da reciclagem substitui o uso da matéria prima, mas nenhuma medida direta por parte das empresas é tomada de forma a incentivar a redução e o ecodesign.

- Princípio do poluidor pagador (EPR) que incentiva a logística reversa

De acordo com Rodrigues (2007), o princípio do poluidor pagador, conhecido no mundo como EPR (*Extended Producer Responsibility*) é uma estratégia desenvolvida pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) para viabilizar a integração dos custos ambientais associados aos produtos com seus respectivos preços de mercado. Este princípio impõe que empresas produtoras, importadoras, ou mesmo varejistas de produtos e embalagens sejam obrigados financeira ou fisicamente a se responsabilizarem por tais produtos depois de sua vida útil (lógica do “crédito de carbono”).

As empresas têm de optar entre aceitar a devolução dos produtos ou delegar esta responsabilidade a um terceiro, serviço este que deve ser pago pelo produtor. Desta forma, o princípio transfere a responsabilidade pelo resíduo do poder público para o setor privado, obrigando produtores, importadores e/ou varejistas a internalizar os custos de gestão de resíduos no preço de seus produtos. (RODRIGUES, 2007)

O princípio do poluidor pagador conforme visto nos países europeus impõe uma meta de reaproveitamento. Desta forma, o índice de reciclagem para os produtos que atualmente não são reaproveitados é claramente impactado. No entanto, alguns estudiosos acreditam que se a logística reversa for aplicada à reciclagem de latas de alumínio é possível que o índice de reciclagem seja impactado negativamente, uma suposta visão onde a formalização engessaria a dinâmica existente. Portanto, o autor considera que em média o impacto desse princípio sobre os índices de reciclagem é alto.

Conforme pode ser observado no caso alemão, a logística reversa impactou diretamente na formalização da cadeia da reciclagem com a criação da empresa responsável pela coleta e reciclagem (DSD). Não necessariamente haveria necessidade de surgir no Brasil uma empresa

nos mesmos moldes da Alemanha (monopolista e sem fins lucrativos), dado, por exemplo, suas dimensões continentais.

O impacto econômico desse princípio sobre a cadeia da reciclagem é sentido diretamente por todos os elos, seja positivo (recicladores) ou negativo (produtores).

De acordo com o princípio do poluidor pagador, quanto maior for a produção, maior será o custo da reciclagem para o produtor, o que incentiva a redução da produção.

Como são estipuladas metas para a reciclagem, o produtor buscará através do ecodesign a utilização de materiais reaproveitáveis que consumam menos energia e trabalho no processo de reciclagem.

- Pagamento de benefícios para quem recicla

Este instrumento de pagamento de benefícios para quem recicla é uma forma de incentivar a reciclagem através de um benefício econômico, seja para o consumidor que efetue a coleta seletiva, seja para a empresa que recicla o material.

Muitas vezes esta solução ajuda a viabilizar reutilização de materiais cuja receita com a venda do reciclado não supera os custos incorridos. No entanto, as soluções propostas até hoje visam o incentivo da coleta por parte dos consumidores finais. O que não vem sendo muito eficaz.

Assim como a redução da tributação, o impacto sobre a formalização da cadeia é muito baixo, pois nenhuma mudança estrutural da cadeia é feita.

Esta solução em muito se assemelha à redução da tributação. Do ponto de vista econômico, o impacto é praticamente igual. No caso da redução da tributação é criada uma receita aparente, enquanto no pagamento de benefícios, a receita é real.

O pagamento de benefícios não incentiva diretamente a redução da produção de lixo e tampouco o ecodesign. O potencial aumento da reciclagem substitui o uso da matéria prima, mas não é tomada nenhuma medida de forma a incentivar a redução e o ecodesign.

- Incentivos em P&D para o desenvolvimento de tecnologias para a reciclagem

O incentivo governamental e a busca por parcerias para o desenvolvimento de novas tecnologias para a reciclagem visam estimular o reaproveitamento de materiais que antes não o seriam.; Visam também reduzir os custos de processamento e/ou melhorar a qualidade do material reciclado.

Um exemplo desta solução foi a parceria feita entre as empresas Klabin, Tetra Pak, Alcoa, TSL Ambiental e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) para o desenvolvimento de uma planta de reciclagem de embalagens cartonadas. A tecnologia busca agregar valor à cadeia de reciclagem. Como exemplo, a tonelada de embalagem longa vida pós-consumo girava em torno de R\$ 250,00. Acredita-se que a demanda gerada pela nova tecnologia propiciou um aumento significativo deste preço. (CEMPRE, 2008)

Assim como a redução da tributação, o impacto desta solução sobre a formalização da cadeia é muito baixo, pois nenhuma mudança estrutural da cadeia é feita.

Algumas tecnologias podem ser desenvolvidas para melhorar a qualidade e condições de trabalho do catador, por isso o autor considerou o seu impacto um nível superior a tributação e ao pagamento de benefícios.

Uma nova tecnologia pode incentivar o desenvolvimento de todo um setor, mas a sua eficácia não é tão alta. A tecnologia para o Tetrapak teve um impacto econômico substancial para os recicladores e catadores, mas o seu impacto é bem inferior do que outras soluções/estratégias apontadas.

O incentivo para a P&D não estimula diretamente a redução da produção. O aumento da reciclagem substitui o uso da matéria prima, mas nenhuma medida direta por parte das empresas é tomada de forma a incentivar a redução.

O incentivo a P&D pode ser voltado para o ecodesign, buscando incentivar pesquisas que aumentem a reciclabilidade de produtos. Portanto o impacto desta solução/estratégia sobre o ecodesign é muito alto.

- Proibição de aterros sanitários

Nos países Europeus é proibido construir aterros sanitários desde 2006. Como consequência, estes países precisam destinar o seu lixo para a reciclagem, compostagem ou incineração.

A proibição do uso de aterros sanitários irá seguramente aumentar os índices de reciclagem, mas antes disto ela pode incentivar a redução da produção de lixo e até mesmo a incineração. Portanto o seu impacto sobre os índices de reciclagem é médio.

Esta solução fará com que sejam necessárias soluções inteligentes e pessoas especializadas para lidar com a coleta. O que indiretamente influenciará na formalização da cadeia. De qualquer maneira, a proibição de aterro reduzirá a cena constante em que catadores buscam materiais recicláveis sobre a pilha de lixo.

O impacto econômico desta solução não é certo, visto que o resíduo poderia ser encaminhado diretamente para a incineração, não criando oportunidades para a reciclagem e coleta.

Como no Brasil a coleta de lixo é geralmente de responsabilidade municipal, uma proibição de aterros possivelmente aumentaria a taxa sobre o lixo produzido. Assim, acredita-se que indiretamente incentivaria o ecodesign, e a redução da produção de lixo.

5.3. Resultado da Avaliação

Conforme a tabela de apoio à decisão construída abaixo, nota-se que o princípio da logística reversa é claramente a melhor estratégia/solução para a indústria de reciclagem no Brasil.

Os principais critérios que destacam a logística reversa como melhor solução são:

- Forte impacto sobre a formalização da cadeia da reciclagem (ex. Alemanha)
- Potencial criação de valor para toda a cadeia da reciclagem (produção, coleta e reciclagem)
- Forte estímulo a redução da produção de lixo (transferência da responsabilidade do lixo do setor público para o privado)

	Critério de Avaliação					Pontuação Total
	A	B	C	D	E	
Redução da tributação sobre os materiais recicláveis	4	1	2	1	1	20
Princípio da Logística Reversa	4	5	5	5	4	51
Pagamento de Benefícios para Quem Recicla	3	1	3	1	1	21
Incentivos em P&D para o Desenvolvimento de Tecnologias para a Reciclagem	5	2	2	1	5	31
Proibição de Aterros Sanitários	3	3	2	4	2	31
Ponderação	2	1	3	3	2	

Tabela 5: Análise a Tomada de Decisão sobre a melhor solução para a Reciclagem

, As escalas de avaliação podem ser encontradas nas tabelas 3 e 4 acima.

Cabe ressaltar que as soluções não são excludentes, e por isso não necessariamente apenas uma destas estratégias/soluções poderá ser adotada. Provavelmente uma combinação delas (ou até mesmo todas juntas) possa ser a melhor opção. Mas fica claro que a logística reversa é uma tendência que deverá ser aplicada em um futuro próximo.

6. VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA LOGÍSTICA REVERSA

Até este ponto, o trabalho mostrou a dinâmica atual da indústria de reciclagem no Brasil (“Aonde Estamos?”), suas falhas e qual a potencial estratégia para se chegar a uma dinâmica que concilie um melhor resultado econômico, ambiental e social (“Aonde Chegar?”).

Portanto, com a análise aqui feita pode-se estabelecer o seguinte processo lógico:

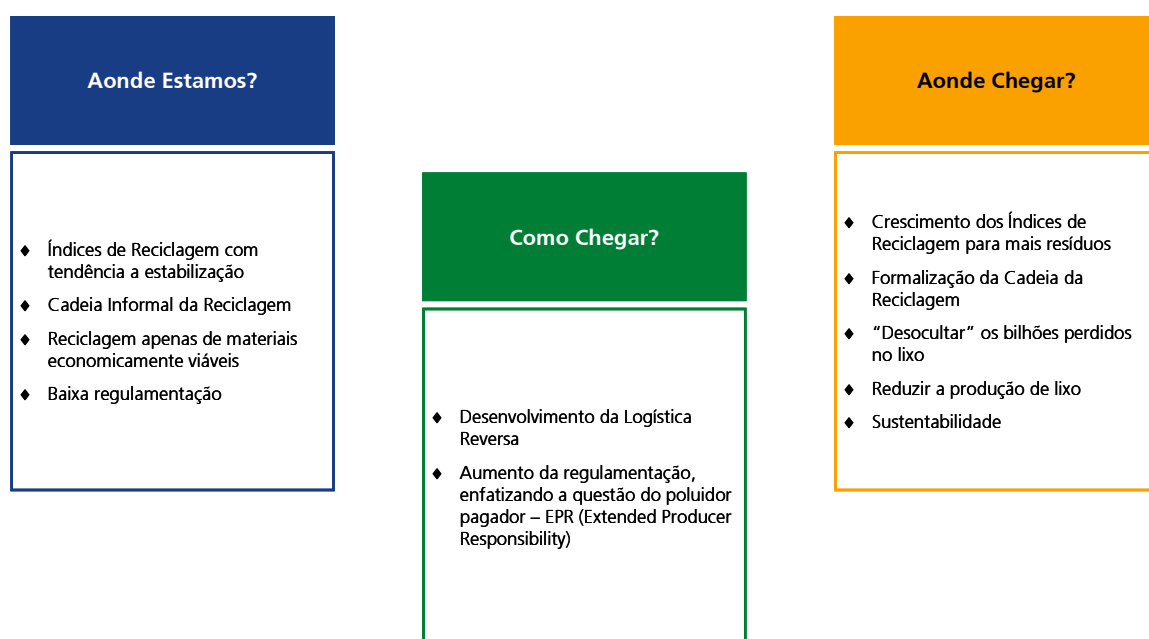


Figura 6: Processo Lógico de Pensamento Estratégico para a Reciclagem

Para detalhar a etapa “Como Chegar?”, o autor irá mostrar que a logística reversa é uma solução/estratégia técnica e economicamente viável através de um estudo de caso e uma análise econômico-financeira de uma empresa cujo principal negócio é a logística reversa.

6.1. Estudo de Caso do PRAC (Logística Reversa para a Reciclagem de Baterias)

Através de contatos com profissionais que atuam na indústria da reciclagem, mais especificamente com a Sra. Katy Corban (qualificar), foi possível obter acesso e conhecimento sobre o PRAC e seu fundador, o empresário André Saraiva (qualificar).

Com base em entrevista realizada com o próprio André Saraiva, e em informações disponíveis na internet, o autor apresenta a seguir o modelo de negócios desenvolvido pelo PRAC.

O PRAC (Programa de Responsabilidade Ambiental Compartilhada) foi criado em 2001 em parceria com a Newpower, empresa fabricante de acumuladores. O objetivo do PRAC era tornar-se um facilitador no descarte ambientalmente adequado de baterias chumbo-ácido.

O PRAC foi criado na época da publicação da Resolução CONAMA 257, que orienta as empresas sobre o descarte ambientalmente correto de baterias chumbo ácidas. De acordo com Saraiva (2008), o PRAC surgiu como forma de garantir e ajudar as empresas fabricantes na adequação do descarte do resíduo de acordo com a resolução.

O sistema criado e gerenciado pelo PRAC pode ser resumido da seguinte forma: (i) os transportadores realizam a coleta das baterias chumbo-ácido em fim de vida útil e as transportam para uma recicladora credenciada; (ii) as baterias são armazenadas em área específica e são separadas por modelos; (iii) é feita a triagem e a separação dos componentes internos (plástico, o chumbo e o ácido). Todo o material é reaproveitado no ciclo de produção de uma nova bateria: o plástico se transforma em novos invólucros e tampas; o chumbo retorna para a produção de novas baterias e com o ácido pode ser reutilizado após correção na solução. No sistema PRAC, todos estes novos insumos são encaminhados para uma empresa fabricante de baterias, no caso, a Rondopar. (SARAIVA, 2008)

Com este sistema inovador o PRAC desvinculou-se da Newpower, tornando-se uma empresa pioneira na implementação da Logística Reversa,. Esta solução mostrou-se ambientalmente correta e socialmente adequada.

Segundo o mesmo autor, a resolução que inicialmente era vista pelas empresas como uma nova obrigação, possibilitou ao PRAC criar um sistema que reduz a necessidade de importação de chumbo para os fabricantes de baterias, impulsionando a reciclagem deste material.

Segundo Saraiva (2008), para os clientes do PRAC, a credibilidade e a confiança de que o seu resíduo está sendo destinado de forma correta e segura é de fundamental importância.

O PRAC mostra-se um modelo de negócios que além de aplicar a Logística Reversa nas empresas, garante o cumprimento das exigências de certificações ambientais como a ISO 14000.

Os principais parceiros do PRAC para completar toda a cadeia da logística reversa são: a Tamarana Metais Ltda. (recicladora de chumbo) e a Rondopar Energia Acumulada Ltda. (fabricante de baterias), que atendem a todas as exigências e conformidades ambientais exigidas pelo PRAC. (SARAIVA, 2008)

A empresa que utiliza o PRAC se desresponsabiliza sobre o seu resíduo (agora a cargo do PRAC). A figura abaixo estabelece o fluxo de relacionamento do PRAC com os atores da sua cadeia.



Figura 7: Fluxograma da Cadeia de Relacionamento do PRAC
(Elaborado pelo Autor)



Figura 8: Conceito de Venda de Energia do PRAC
(Elaborado pelo Autor)

(1) Cliente destina as baterias para o PRAC, para posterior remessa a Tamarana; (2) de posse deste material, o PRAC envia para a Tamarana para serviços de mão de obra de reciclagem,

para posterior envio à Rondopar; (3) Rondopar recebe por conta e ordem do PRAC insumos da Tamarana para industrialização; (4) PRAC recebe a bateria da Rondopar; (5) PRAC, em posse de sua bateria, fornece energia para o Cliente.

A figura acima deixa claro o conceito de venda de energia, pois neste modelo de negócios, a Sadia não imobiliza as baterias, ela apenas recebe a energia fornecida pelo PRAC. A bateria é imobilizada no balanço do PRAC.

Além de ser um modelo de negócios tecnicamente viável, o PRAC já recebeu diversos prêmios, entre eles:

Prêmio Banco Boas Práticas Fundação Nacional da Qualidade (2008), Prêmio Global Fórum América Latina - FGV-Gvces (2008), Prêmio SENAI/Patrono 3ª Turma: Curso - Tec. Ambiental Industrial (2008), Prêmio CNI - Cat. Ecologia - Conservação dos Insumos da Produção (2004), Prêmio Ambiental von Martius - Câmara Brasil Alemanha (2004), Prêmio FIESP de Mérito Ambiental (2004).

Atualmente, os principais clientes do PRAC são: EDP Energias do Brasil, Brasil Telecom, Arcelor Mittal, Elektro, Embratel, Furnas, General Motors, Gerdau, Telefonica, Glaxo Smith Kline, L'Oréal, Mercedes Benz, Nestlé, NHS, Petrobras, Rexam, Rhodia, Sadia, Delta, Force Line, SMS, Seara, etc.

- Problemas encontrados pelo autor

Durante a busca por uma empresa de logística reversa que concordasse em receber o autor para que fosse feita uma análise financeira, foram identificadas diversas empresas que possuem diferentes modelos de negócio. Em grande parte dos casos o autor se deparou com grandes casos de sucesso como o próprio PRAC, a TCG Recycling, Oxil, GM&C, Goldenplast, ADS Micrologística, Interamerican entre outros.

Apesar de ter sido recebido por muitas delas, o autor se deparou com a questão da confidencialidade não somente das informações, mas também do modelo de negócios, visto que estas empresas são hoje as que chamamos de “*first movers*” de um mercado onde as barreiras de entrada ainda são muito baixas, e, portanto é necessário manter o sigilo do

modelo de negócios. Assim, o autor não conseguiu autorização para mostrar neste trabalho os modelos de negócio e avaliação financeira destas empresas.

O PRAC foi dentre os modelos de negócio, um dos mais inovadores e interessantes. Assim como as demais empresas estudadas, a questão da confidencialidade dos dados foi levantada.

Desta forma, conforme sugerido pelo próprio Sr. André Luis Saraiva²¹, diretor executivo do PRAC, o autor decidiu partir do modelo de negócios do PRAC para aplicá-lo a um outro produto diferente da bateria, o computador.

6.2. Aplicando o modelo de negócios do PRAC para a reciclagem de computadores

Conforme sugerido pelo Sr. André Saraiva (PRAC), o modelo de negócios do PRAC poderia ser aplicado à logística reversa de computadores, pois o mercado de resíduos tecnológicos está se desenvolvendo de maneira semelhante ao mercado de baterias inservíveis²².

Já existem normas internacionais obrigando os produtores a se responsabilizar pela destinação final do computador, e conforme mencionado neste trabalho, em breve deverá entrar em vigor no Brasil uma regulamentação neste sentido. Além disto, já existem recicladores de computadores que pagam pela sucata (por exemplo, a TCG Recycling), o que garante que o modelo de negócios também funcionaria para equipamentos eletrônicos.

A LRC (Logística Reversa de Computadores), empresa fantasia criada pelo autor, atuará na logística reversa de computadores assim como o PRAC atua para as baterias. Por questões práticas, a LRC limitará sua atuação para apenas o Estado de São Paulo.

Observando as mudanças nas leis e práticas ambientalmente corretas, a LRC possui como estratégia atuar como facilitadora no descarte ambientalmente adequado de computadores e acessórios, demonstrando critérios rigorosos em conformidade legal.

Através da emissão de um certificado, a LRC tomará para si a responsabilidade de dar uma destinação final adequada aos computadores de seus clientes. Em contrapartida, a LRC se beneficiará dos ganhos da venda da sucata para a empresa recicladora.

²¹ Neste ponto, agradecimento especial deve ser feito ao Sr. André Luis Saraiva, diretor executivo e fundador do PRAC, o qual colaborou muito com explicações, estimativas e sugestões

²² Para maiores detalhes sobre a reciclagem de resíduos tecnológicos favor consultar o apêndice A deste trabalho.

A grande vantagem para os clientes da LRC é a garantia (através de um certificado) de que os seus computadores estão tendo uma destinação final adequada e a custo zero. Além disto, o serviço prestado pela LRC permite que o seu cliente não precise dedicar esforços para se alinhar aos padrões ambientais, podendo assim focar em seu *core business*.

A LRC extrairá os seus resultados a partir da venda da sucata de computadores. Esta sucata possui um grande valor econômico graças à existência de metais preciosos em sua composição. Segundo estudos feitos pela National Safety Council (1999)²³, 1 tonelada de sucata de computadores possui uma quantidade de ouro equivalente ao que é extraído a partir de 17 toneladas de minério de ouro.

- Atores envolvidos na cadeia de logística reversa de computadores

Assim como o PRAC, os clientes da LRC serão empresas de médio-grande porte que precisam dar uma destinação final adequada para os seus computadores em final de vida útil.

Através de pesquisas informais realizadas pelo autor junto a bancos e algumas empresas, não existe hoje um programa efetivo de reciclagem de computadores. Atualmente as empresas ou estocam os seus computadores antigos, ou doam para entidades carentes, prolongando assim a vida do produto e não garantindo uma destinação final adequada.

A principal recicladora de computadores existente no Brasil é a TCG Recycling, uma multinacional instalada em Jaguariúna, uma das únicas especializadas em reciclagem de computadores que possui certificação ISO 14000.

Idealmente, a LRC deveria atuar de maneira idêntica ao PRAC, onde após feita a reciclagem da bateria, os insumos retornariam ao fabricante que revenderia novamente a bateria.

No entanto, o ciclo de reciclagem do computador é muito mais longo que o ciclo da reciclagem da bateria. Isto é, para que os metais preciosos de um computador em fim de vida útil retornem ao fabricante é preciso que estes passem por um extenso processo de beneficiamento que envolve uma série de diferentes atores.

²³ Fonte: Disponível em < www.eoearth.org/article/Computer_recycling > Acesso 10 out 2008.

Por isto, esta longa cadeia inviabiliza que a LRC tenha o controle sobre todo o processo de reciclagem. Desta forma a LRC atua somente ligando a ponta geradora da sucata (empresas-clientes) à recicladora (TGC Recycling).

O fluxograma da cadeia de reciclagem de computadores da LRC seria da seguinte forma:

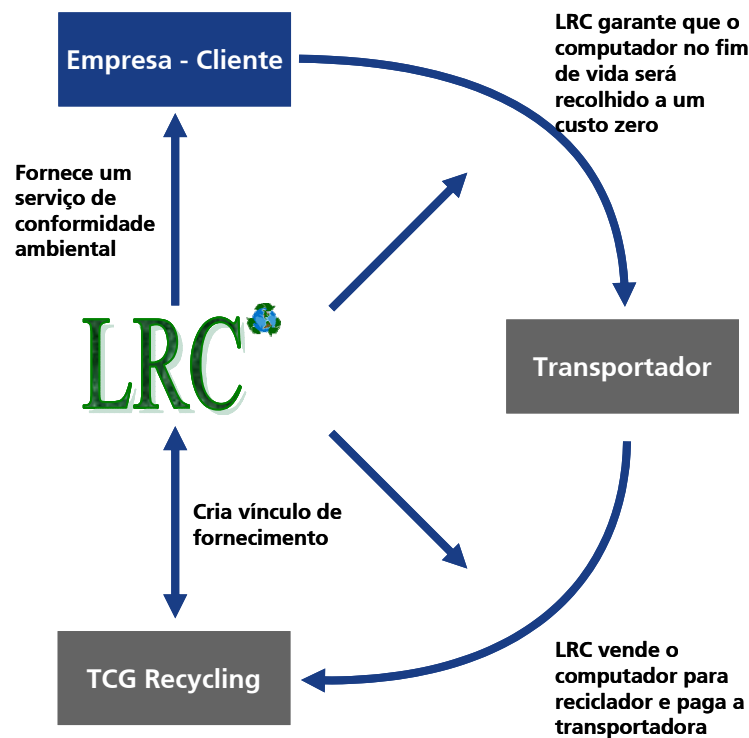


Figura 9: Fluxograma da Cadeia de Relacionamento da LRC (Elaborado pelo Autor)



Figura 10: Modelo de Negócio da LRC (Elaborado pelo Autor)

- (1) Empresa destina seus computadores para a LRC, para posterior remessa a TCG Recycling;
- (2) de posse deste material, o LRC envia para a TCG Recycling para a reciclagem.

De maneira geral o modelo de negócios da LRC pode ser exposto da seguinte maneira: A LRC inicialmente recolhe os computadores em fim de vida útil de seus clientes, livrando-os do encargo e responsabilidade sobre o resíduo. Através de uma transportadora contratada pela LRC, os computadores são enviados à TCG Recycling para a reciclagem. A TCG, por acreditar no valor do material reciclado, compra da LRC os computadores. O Lucro Bruto da

LRC decorre da diferença entre a receita da venda dos computadores para a TCG, e os custos incorridos para o pagamento à transportadora.

De forma a controlar e administrar este sistema logístico de coleta e envio à reciclagem, a LRC dispõe de uma pequena equipe administrativa, de logística e de TI: a equipe administrativa gerencia a empresa e os contratos com a TCG Recycling, a equipe de logística gerencia a transportadora e seus respectivos contratos, e a equipe de TI administra e controla o estoque e a vida útil dos computadores dos clientes da LRC, de forma a planejar, dimensionar e organizar o momento exato da coleta dos computadores.

O Lucro operacional da LRC é obtido a partir do Lucro Bruto deduzido das despesas incorridas pela equipe administrativa e pelo aluguel do escritório.

O capital inicial necessário para o funcionamento da LRC deve ser dimensionado para a aquisição de um sistema de TI para controle do estoque de computadores dos clientes, e também na certificação ambiental da Companhia, de maneira a garantir aos clientes a conformidade do serviço prestado.

Estes ativos serão adquiridos com recursos próprios da LRC, ou seja, foi adotada uma premissa de uso apenas de recursos próprios, e não de terceiros. Estes ativos adquiridos serão depreciados e/ou amortizados, representando um custo não caixa, mas que são dedutíveis de impostos.

Os impostos aplicados ao lucro da LRC são o imposto de renda e contribuição social sobre o lucro líquido, totalizando 34%. Ou seja, após o pagamento destes impostos chega-se ao lucro líquido da Companhia, finalizando o ciclo operacional / financeiro da LRC.

6.3. Avaliação por fluxo de caixa da LRC

Uma vez que foi entendido o passo a passo do modelo de negócio da LRC, será apresentada abaixo uma avaliação econômico-financeira através da metodologia de fluxo de caixa descontado.

O objetivo desta análise é mostrar que o modelo de negócios da LRC é não somente técnica e ambientalmente viável como também economicamente rentável.

Dentre as metodologias de avaliação existentes, o autor acredita que a análise por fluxo de caixa descontado é a que melhor captura as especificidades de um modelo de negócios. Além disto, uma análise por múltiplo não seria adequada pois não existem empresas comparáveis com informações financeiras públicas.

Para a análise por fluxo de caixa descontado da empresa, foram utilizadas informações estimadas a partir do caso PRAC, ponderadas as conversas com outras empresas (Dell, TCG Recycling e transportadoras); além do uso de dados financeiros e operacionais estimados pelo autor e com o auxílio do Sr. André Saraiva (PRAC), Utilizou-se o conceito de VPL (Valor Presente Líquido) para avaliar os fluxos de caixa da empresa que foram descontados pelo custo médio ponderado de capital (WACC). Além disso, a empresa foi avaliada considerando em um cenário o seu valor na perpetuidade, e em outro cenário sem perpetuidade, indicando que a empresa “fecha as portas” ao final do período projetado.

Dessa forma, o valor da empresa foi obtido através do valor presente dos fluxos de caixa, que deduzido da dívida líquida atual da companhia, resultará no valor para o acionista.

A dinâmica da avaliação econômica por fluxo de caixa descontado é ilustrada a seguir:

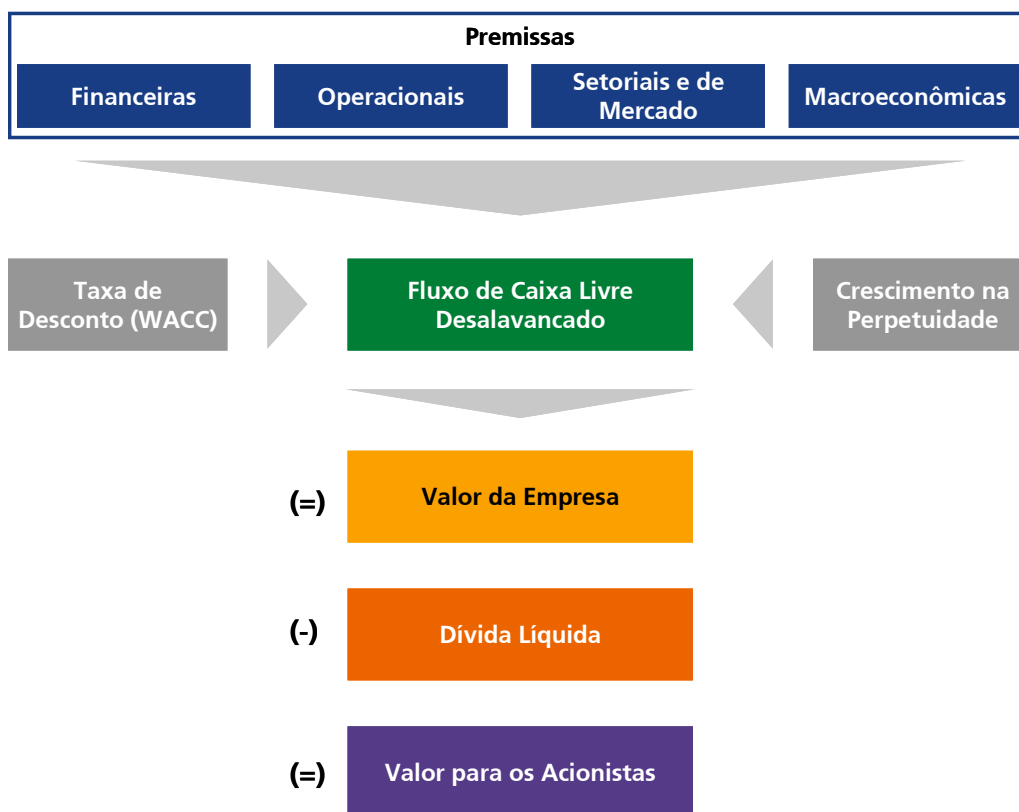


Figura 11: Dinâmica da Metodologia por Fluxo de Caixa Descontado

- Premissas Macroeconômicas e Financeiras

O modelo de avaliação foi feito em bases nominais, ou seja, levando-se em conta os efeitos da inflação. Além disto, o autor decidiu por um cenário de projeção de 10 anos, visto que não é adequado um horizonte de projeção mais curto por tratar-se de um novo negócio, e também não razoável estender muito este período de projeção devido à imprecisão dos dados futuros.

As premissas macroeconômicas adotadas (projeções sobre o crescimento do PIB Brasileiro, inflação nacional, taxa de juros e taxa de câmbio) foram obtidas no site do relatório Focus do Banco Central²⁴. A tabela dessas premissas macroeconômicas e o detalhamento completo do modelo de avaliação podem ser consultados no anexo deste trabalho.

Os parâmetros do setor adotados foram obtidos e elaborados de acordo com a análise setorial realizada neste trabalho..

6.3.1. Construção da receita (*Revenues build-up*)

A receita bruta da LRC é formada a partir da venda dos computadores em fim de vida útil dos clientes da LRC para a recicladora (TCG Recycling).

Para calcular a receita bruta, o autor primeiramente estimou qual seria a quantidade de computadores em fim de vida útil vendidos anualmente.

O número de computadores disponível para a reciclagem (C) é função do número de empresas-clientes (X) da LRC, da quantidade média de funcionários por empresa-cliente (F), do número de computadores por funcionário (N) e da vida útil do computador (V). Este número pode ser obtido através da seguinte fórmula:

$$C = \frac{X * F * N}{V}$$

**Equação 11: Número de Computadores Disponíveis para a Reciclagem
(Elaborado pelo Autor)**

²⁴ As premissas macroeconômicas do Bacen estão disponíveis no site: <http://www4.bcb.gov.br/?FOCUSERIES>

Conforme indicado no modelo de negócios da LRC, ela trabalhará apenas com grandes clientes, que geralmente estão mais sujeitos a pressões sobre as questões ambientais. Segundo o IBGE²⁵, o número médio de funcionários de uma grande / média empresa brasileira é de cerca de 2 mil. Portanto, neste modelo, o número médio de funcionários por empresa (F) será constante e igual a 2 mil.

Segundo a área de TI do Banco UBS Pactual, é possível assumir que o número médio de computadores por funcionário (N) é igual a 1. O UBS Pactual também estima que a vida útil média de um computador (V) é de 4 anos. Desta forma, neste modelo, N e V serão constantes e iguais a 1 e 4, respectivamente.

Para estimar o número de clientes no primeiro ano de operação da LRC, foi estimado que a empresa deveria trabalhar em seu ponto de *breakeven*. Ou seja, o autor calculou qual seria a quantidade mínima vendida de computadores em fim de vida útil no ano que resultasse em um lucro líquido igual a zero.

Com base nesta premissa, o número de clientes (X) em 2010 deverá ser igual a 10, e portanto o número de computadores disponíveis para reciclar em 2010 deverá ser igual a 5 mil. É possível considerar este número conservador, dado que ele representa uma taxa de penetração de apenas 0,07% no mercado do Estado de São Paulo²⁶.

- Premissas para a projeção do número de clientes até 2019

Para projetar o crescimento do número de clientes da LRC, o autor propôs 2 diferentes cenários: (i) crescimento anual semelhante a indústria de reciclagem alemã (15% a.a.²⁷) caso seja aprovada a legislação ambiental; (ii) crescimento anual semelhante a indústria de reciclagem americana (9% a.a.²⁸), caso a lei não seja aprovada.

A partir da projeção, do número de clientes da LRC, é possível calcular o número de computadores enviados a reciclagem, visto que as demais variáveis são mantidas constantes.

²⁵ Fonte: Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em 12 out 2008.

²⁶ Chega-se a taxa de penetração dividindo o número de computadores enviados a reciclagem pela LRC pelos computadores em fim de vida útil no Estado de São Paulo. Este cálculo foi feito com base nos dados e projeções da Abinee sobre o número de PCs vendidos ao setor corporativo desde 2004. Considerando uma vida útil de 4 anos para os PCs corporativos, é possível calcular quantos computadores em fim de vida útil existem em São Paulo.

²⁷ Fonte: Disponível em: <http://www.gruener-punkt.de>. Acesso em 12 out 2008.

²⁸ Fonte: IBIS World Industry Report, **Recycling Facilities in the US**. EUA. IBISWorld Inc., 2007.

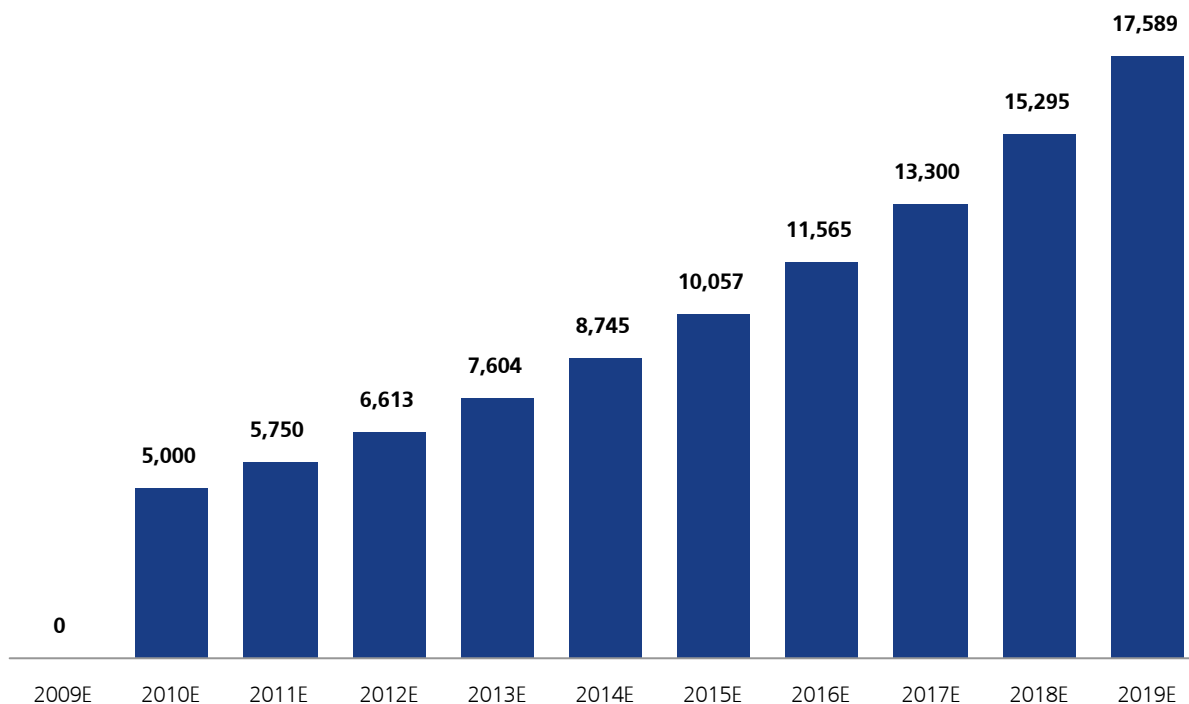


Figura 12: Projeção do Número de Computadores Enviados para a Reciclagem
(Elaborado pelo Autor)

6.3.2. Premissas de preço da sucata

O preço da sucata de computador foi obtido com a TCG Recycling. Ela disponibilizou uma tabela que detalha todos os preços por cada tipo de componente de um computador. Esta tabela se encontra no anexo C.

Segundo a TCG Recycling, o preço médio em 2008 era de R\$ 4,00 por quilo de sucata de PCs, já em 2009, este preço caiu para R\$ 3,50 por quilo.

- Premissas para a projeção do preço da sucata

Segundo a TCG Recycling, os principais *drivers* do preço da sucata do computador são os metais preciosos que a compoem (60% ouro, 20% prata e 20% platina). Desta forma, a projeção do preço da sucata será função dos preços destes metais preciosos. As projeções de preços do ouro, prata e platina foram obtidas com o departamento de pesquisa do UBS Pactual (Abril de 2009).

As projeções de preço do UBS Pactual se limitam até 2011. Após isto, o autor assumiu que os preços destes metais acompanharão o índice da inflação americana.

Um computador do tipo *desktop*, comumente usado em escritórios, possui hoje cerca de 9 kg. Assim, com o preço por quilograma (R\$ / kg) e o número de computadores enviados para a reciclagem é possível chegar a receita bruta da LRC.

Nota-se que uma redução no peso do computador irá impactar negativamente a receita da LRC, por isto, cabe salientar que na análise de sensibilidade o autor analisará os potenciais efeitos da variação do peso do computador no valor da Companhia.

- Impostos sobre a Receita Bruta e Devoluções

Os computadores estão isentos a PIS, COFINS. Por isso o autor considerou que a sucata também não terá impostos sobre a receita bruta.

Além dos impostos, muitas empresas contam com eventuais devoluções de produtos com defeitos. Este não é o caso da LRC, pois estamos tratando de uma empresa cujo produto são resíduos em fim de vida útil e, portanto, a eventual devolução está sendo desconsiderada.

Com base nesta premissa é possível chegar a receita líquida da LRC (em R\$ mil).

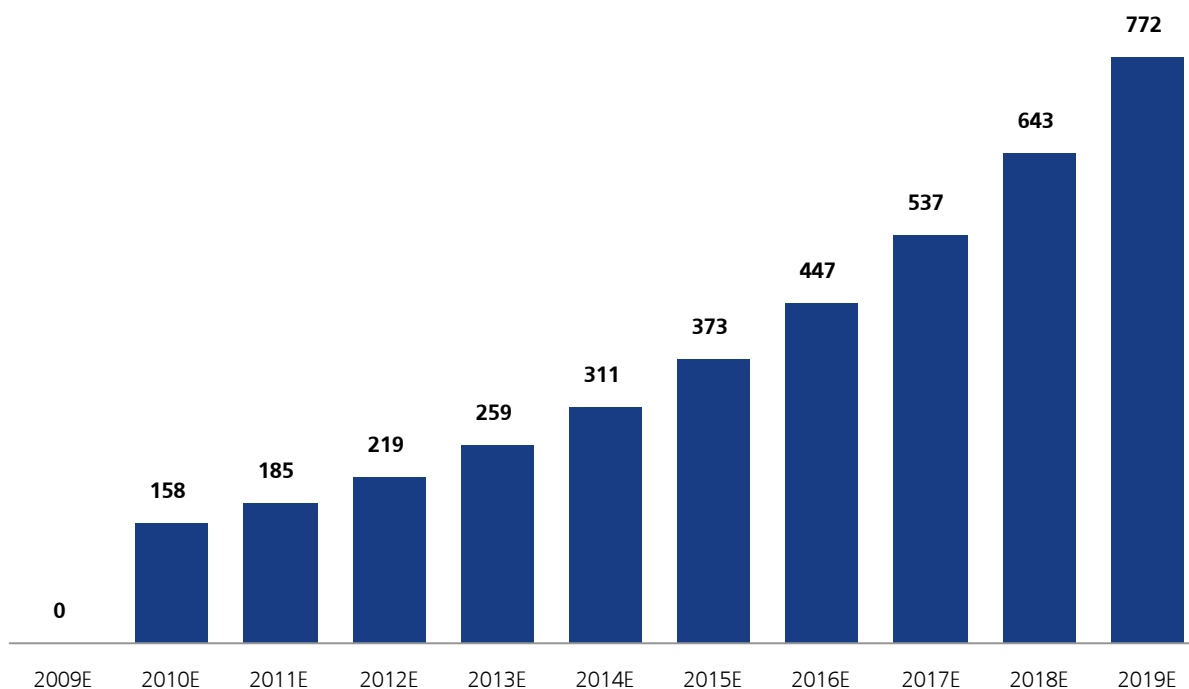


Figura 13: Projeção da Receita Líquida da LRC
(em R\$ mil, Elaborado pelo Autor)

6.3.3. Construção dos custos e despesas

- Custos

Os custos da LRC são basicamente os custos com frete para transportar a sucata até a TCG Recycling em Jaguariuna (113km) de São Paulo.

Segundo a tabela da consultoria RLV (anexo D), o custo do frete rodoviário é de R\$ 2,00 / (km *tonelada). Para as projeções, este custo é apenas inflacionado ao longo dos anos projetados.

Estes custos proporcionam uma margem bruta média para a RLC de 85%.

- Despesas

Para avaliar as despesas envolvidas, o autor se inspirou no modelo de negócios do PRAC, por meio de consulta ao seu diretor executivo.

Visto que a imagem da empresa é extremamente importante para assegurar a qualidade dos serviços prestados, será necessário gastar uma quantia expressiva com marketing (terceirizado). Assim, o autor utilizou como comparáveis empresas nas quais a marca é essencial: Positivo Informática (8.3% da Receita Líquida), Sadia (7%), Vale (5%)²⁹. O autor considerou no caso um percentual de 6% sobre a Receita Líquida.

Visto que a LRC é basicamente uma prestadora de serviços, sua principal despesa são os gastos com pessoal. Para tanto, assumiu-se a existência de 3 diferentes profissionais: diretor comercial e executivo; supervisor; e assistente. Com base em conversas com executivos do PRAC, assumiu-se que a LRC precise apenas um diretor comercial e executivo, e que o número de supervisores e assistente varia em função do número de clientes da Companhia: 20 clientes por supervisor e 15 clientes por assistente.

Os salários foram estipulados com base no Guia RH³⁰, e foram apenas inflacionados ao longo dos anos projetados.

A LRC alugará um espaço em um *private office* em função do número de funcionários (5m² por funcionário³¹). As despesas de aluguel são de R\$ 20 / m² por mês. Este valor foi apenas inflacionado ao longo dos anos projetados.

Após a dedução dos custos e despesas, obtém-se o lucro operacional antes de juros, impostos depreciação e amortização (LAJIDA ou EBITDA).

²⁹ Os gastos com marketing podem ser consultados nos relatórios das companhias disponíveis no site da CVM (Comissão de Valores Mobiliários). Disponível em: <www.cvm.org.br>

³⁰ Fonte: Guia RH Disponível em: <www.guiarh.com.br/tabeladesalarios.htm>. Acesso em: 20 out 2008.

³¹ Fonte: Osvaldo Roberto Stuart, da empresa Stuart Engenharia e Construção Ltda.

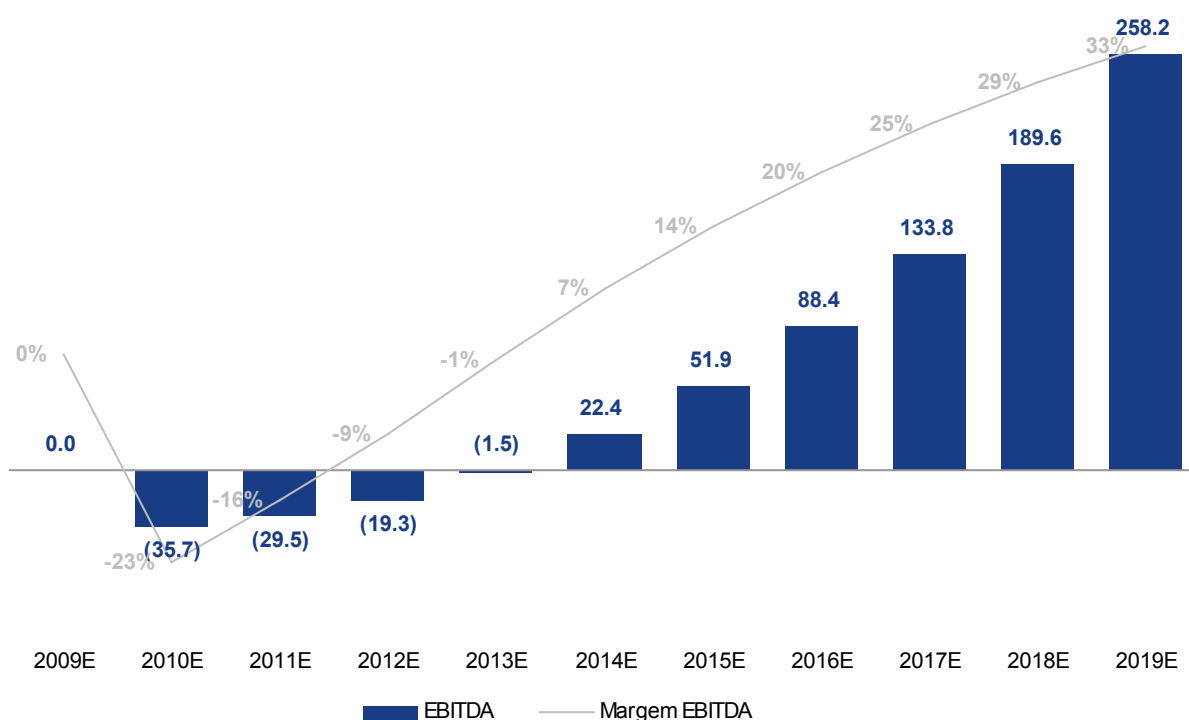


Figura 14: Projeção do EBITDA
(em R\$ mil, Elaborado pelo Autor)

6.3.4. Capex, Depreciação & Amortização

De acordo com conversas com executivos do PRAC, são necessários investimentos na certificação ambiental ISO 14.000 para poder garantir e emitir um certificado aos seus clientes de que a sucata terá uma destinação final correta. Segundo a TCG Recycling, o custo desta certificação é de cerca de R\$ 30 mil. Esta certificação deve ser renovada ano a ano, o que representa um capex de manutenção da certificação de R\$3 mil por ano.

Além disso, é necessário investir em um sistema de TI para controle de estoques. Segundo o PRAC, este sistema custa cerca de R\$ 5 mil. E deve ser renovado de 5 em 5 anos.

Todos esses investimentos estão sendo amortizados a uma taxa de 10% ao ano para o certificado, e 20% ao ano para o sistema de TI.

6.3.5. Capital de giro

Por ser uma empresa que não possui grandes estoques por períodos de tempo longos (a LRC apenas estoca no momento em que seus produtos são transportados até a recicladora), a empresa possui baixa necessidade de capital de giro.

Considerou-se que a LRC terá as suas contas pagas pela TCG Recycling em um prazo médio de 15 dias (estimativa TCG Recycling), e suas contas a pagar terão prazo médio de 20 dias.

6.3.6. WACC (*Weighted Average Cost of Capital*)

O WACC da LRC é calculado em dólares nominais por ser uma prática tradicional de mercado. Para calculá-lo, é necessário determinar a estrutura de capital, o custo do capital próprio e o custo do capital de terceiros da LRC.

A avaliação da LRC assume que a Companhia não possui e nem possuirá dívidas com terceiros. Assumiu-se esta premissa devido aos seguintes motivos: (i) escassez de crédito no mercado, (ii) alto custo da dívida atual, (iii) baixo investimento fixo necessário para realizar o plano de negócios, (iv) pequeno porte da empresa. Desta forma, o WACC da LRC será igual ao seu K_e (custo de capital próprio).

- Cálculo do CAPM

O custo de capital próprio será calculado pela determinação da taxa livre de risco, do prêmio de mercado, de risco país e do coeficiente Beta, que relaciona a empresa com o mercado na qual está inserida.

Taxa Livre de Risco

Os títulos da dívida norte-americana representam a busca por financiamento de uma instituição forte como o Estados Unidos e possuem um nível de risco baixo: o título escolhido foi o *US Treasury* de 10 anos.

Prêmio de Mercado

O prêmio de mercado é calculado com base na média histórica dos retornos das empresas componentes do S&P500, entre 1926-2008, segundo cálculo da Ibboston (2009). O valor deste prêmio é de 6,5%.

Risco País

O Risco Brasil busca quantificar o risco de se investir no país. Este risco é expresso pela diferença entre o *US Treasury* de 10 anos e o Brasil 17 com vencimento em 17 de Janeiro de 2017. O valor do risco país é de 3,1%.

Beta

Para o cálculo do Beta, que será utilizado no CAPM, foi obtido primeiramente o Beta alavancado das empresas comparáveis através do *software Bloomberg* (Beta histórico de 2 anos, calculado pela fórmula já mencionada).

Visto que não existem no mercado empresas semelhantes à LRC, o autor considerou as *tradings* como empresas comparáveis, dada a semelhança relativa dos modelos de negócio (a companhia funciona como um “intermediador” de negócios e produtos).

O preço das ações das empresas selecionadas é fortemente correlacionado ao preço das commodities, à variação cambial e aos custos de frete. Estes são também os drivers que influenciam diretamente o valor da LRC, o que ajuda a validar a escolha destas empresas como comparáveis.

Finalmente, realavancando o Beta das empresas comparáveis através da alíquota de impostos do Brasil e pela estrutura de capital alvo da LRC, obtém-se o Beta alavancado da LRC.

	Beta Alavancado	D / E	Alíquota de IR & CSSL	Beta Desalavancado
Mitsubishi Corp.	1.17	204.0%	40.7%	0.53
Mitsui & Co. Ltd	1.16	183.8%	40.7%	0.56
MMTC Ltd. (BSE:513377)	1.06	6.4%	40.7%	1.02
Itochu Corp.	1.11	301.8%	40.7%	0.40
Samsung C&T Corporation	1.46	29.2%	27.5%	1.20
Toyota Tsusho Corp.	1.43	179.0%	40.7%	0.69
Média	1.22			0.73
LRC	0.73	0.0%	34.0%	0.73

**Tabela 6: Cálculo do Beta da LRC
(Elaborador pelo Autor)**

Size Premium

O Ibbotson Associates sugere também um prêmio em função do tamanho da Companhia³². No caso da LRC, o autor considerou que o *size premium* deve ser de 5,8%.

Após a definição das parcelas do custo de capital próprio, o mesmo pode ser calculado pela equação:

$$K_e = 2,9\% + (0,73 * 6,5\%) + 3,1\% + 5,8\% = 16,6\%$$

Equação 12: Cálculo do Custo de Capital Próprio

Conforme mencionado acima, visto que a LRC não possui endividamento, o WACC da companhia será igual ao K_e , ou seja 16,6% em dólares nominais, o que representa cerca de 14,3% em R\$ desconsiderando-se os efeitos da inflação.

Esta taxa de desconto está em linha com o mercado, pois ela apresenta um prêmio sobre o retorno exigido em um investimento de longo prazo de baixo risco., Como por exemplo, títulos do governo brasileiro, atualmente oferecem um retorno de cerca de 10,25% ao ano. Desta forma a LRC oferecerá um prêmio de cerca de 4 % sobre um investimento de baixo risco

³² *Size premium* é o retorno a ser adicionado em companhias com baixa capitalização de mercado sobre companhias com alta capitalização de mercado. O *size premium* deve ser adicionado baseando-se na idéia de que existe uma relação entre o tamanho da empresa e o retorno esperado. Ele pode variar de 1% a 4% (Fonte: Ibbotson Associates)

6.3.7. Fluxo de caixa descontado

Finalmente, é possível calcular o fluxo de caixa livre da empresa. Como a taxa desconto, WACC, foi calculada em dólar, o fluxo de caixa livre obtido em cada período de projeção será convertido através da utilização da taxa do dólar médio de cada período.

O crescimento adotado para o período de perpetuidade foi de 0% ao ano em termos reais, ou seja, o fluxo de caixa da Companhia irá crescer somente o equivalente a inflação. Visto que a companhia é uma *start-up*, é de se esperar que grande parte do valor da empresa se concentre no valor da perpetuidade. Por isso, o autor também analisou um cenário desconsiderando este valor.

VALIAÇÃO POR FLUXO DE CAIXA LIVRE PARA A EMPRESA		2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E
EBIT	R\$ mil	0	(40)	(34)	(23)	(5)	18	48	84	130	186	253
(-) EBIT*(1-t)	R\$ mil	0	0	0	0	0	(6)	(16)	(29)	(44)	(63)	(86)
(+) D&A	R\$ mil	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
(-) Capex	R\$ mil	0	(35)	0	0	0	0	(5)	0	0	0	(1)
(-) Variação do Capital de Giro	R\$ mil	0	(5)	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(5)
Fluxo de Caixa Livre para a Empresa	R\$ mil	0	(75)	(30)	(20)	(3)	14	28	57	86	122	166
FCFF	US\$ mil	0	(34)	(13)	(9)	(1)	6	12	23	34	47	62
WACC (US\$ Nominal)	%	16.6%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%
Ano	#	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fator de Desconto	#	1.00	0.86	0.74	0.63	0.54	0.46	0.40	0.34	0.29	0.25	0.22
	US\$ mil	0	(29)	(10)	(6)	(1)	3	5	8	10	12	13
US\$ mil												
Resumo		Cálculo do Valor Terminal										
VP do FCFF	5	Crescimento Implícito na Perpetuidade (US\$)	1.5%	0%								
Valor Terminal	416	Valor Terminal (US\$mil)	416									
VP do VT	90	Valor Terminal (R\$mil)	1,134									
Valor Total Para a Firma (US\$mil)	95	Múltiplo de saída EV / EBITDA implícito	4.39x									
		Valor Terminal como % do Valor da Empresa	95%									
R\$ mil												
Taxa de Câmbio 28 de Abril de 2009 (R\$ / US\$)	2.20											
Valor para a Firma (R\$mil)	208											
Dívida Líquida	0											
Valor para os Acionistas (R\$mil)	208											

Tabela 7: Projeção do Fluxo de Caixa Livre
(Elaborado pelo Autor)

Como podem ser observados, os fluxos de caixa dos primeiros anos são negativos, pois a companhia ainda não atingiu um ganho de escala (as despesas são relativamente altas dado o pequeno número de clientes), por isto a LRC apresenta nos seus primeiros anos uma margem operacional negativa. Além disto, nos primeiros anos são feitos os investimentos para a implementação de um sistema de TI e um certificado ambiental. Também são necessários desembolsos de caixa para o capital de giro. Somente após 4 anos de operação a LRC começa a apresentar um fluxo de caixa positivo.

Este fluxo inicial negativo pode ser considerado relativamente normal dado que a LRC é uma empresa *start-up*, em um segmento que exige um investimento inicial relativamente alto (equipamento de TI e certificado ambiental). À medida que a Companhia aumente sua base de clientes e ganhe credibilidade junto ao mercado, será possível a diluição dos custos e ganhos de escala, o que tornará a LRC rentável operacionalmente.

Vale ressaltar que não foi considerado nenhum eventual benefício fiscal e/ou linhas de financiamento subsidiadas, ainda que a Companhia atue no mercado de reciclagem, ou seja qualquer política oficial de incentivo à reciclagem impactará positivamente no valor da Empresa

O resultado da soma do valor presente do fluxo de caixa do período de projeção com o valor presente da perpetuidade pode ser observado no gráfico abaixo:

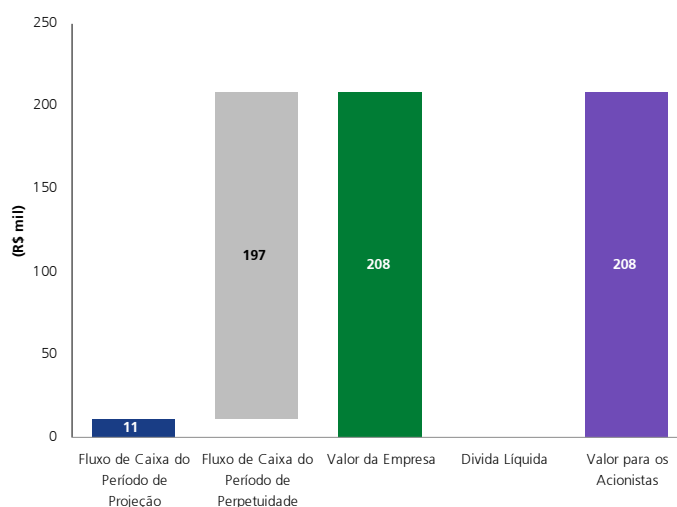


Figura 15: Valor para os Acionistas da LRC
(Elaborado pelo Autor)

Dessa forma, através da metodologia de fluxo de caixa descontado, foi possível chegar a um valor para os acionistas da LRC de R\$208 mil.

6.3.8. Análise de sensibilidade

Para verificar o impacto da variação de algumas premissas que foram estabelecidas para avaliar a empresa, julgou-se necessário a realização de uma análise de sensibilidade. Essa análise é importante para observar como a variação de alguns fatores impactam o valor da empresa.

Em todas as análises foram apresentados dois cenários: (i) considerando o valor na perpetuidade, e (ii) sem considerá-lo. Os valores apresentados encontram-se em milhares de reais.

- WACC versus crescimento na perpetuidade

A análise de sensibilidade do crescimento na perpetuidade é importante, já que o valor presente do valor terminal calculado para a LRC foi superior ao valor presente do período de projeção dos fluxos de caixa.

		WACC (%)				
		15.6%	16.1%	16.6%	17.1%	17.6%
Crescimento na perpetuidade	0.5%	231	212	194	178	163
	1.0%	239	219	201	184	169
	1.5%	248	228	208	191	175
	2.0%	258	236	216	198	181
	2.5%	268	245	225	205	188

Tabela 8: Sensibilidade WACC vs. Crescimento na Perpetuidade
(Elaborado pelo Autor)

Em um cenário sem adicionar o valor na perpetuidade, nota-se que a empresa continua tendo um valor presente líquido positivo (por mais que este seja pouco expressivo), o que reforça o potencial econômico da LRC.

	WACC (%)				
	15.6%	16.1%	16.6%	17.1%	17.6%
	18	14	11	8	5

Tabela 9: Sensibilidade do WACC (s/ perpetuidade)
(Elaborado pelo Autor)

- Valor da empresa em função da vida útil do computador

Quanto mais curta for a vida útil de um computador, maior será o número de computadores enviados para a reciclagem, o que aumenta o valor da empresa. O aumento da vida útil do computador levaria a uma redução do valor da empresa.

	Vida útil do computador (anos)				
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
	696	424	208	34	(111)

Tabela 10: Sensibilidade do Valor da Empresa vs a Vida Útil do Computador (c/ perp.)
(Elaborado pelo Autor)

	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
	311	147	11	(101)	(196)

Tabela 11: Sensibilidade do Valor da Empresa vs a Vida Útil do Computador (s/ perp.)
(Elaborado pelo Autor)

Nota-se que em ambos os cenários, o modelo de negócios da LRC perde sua atratividade econômica quando a vida útil do computador é igual ou superior a 4,5 anos. O que mostra a fragilidade deste negócio frente a melhorias na longevidade dos computadores.

- Valor da empresa em função do preço da sucata

Tendo em vista a recessão mundial, o UBS Pactual estima uma redução nos preços dos metais preciosos para 2009, o que impactará negativamente o preço da sucata. Quanto menor o valor da sucata, menor o valor da empresa, e vice-versa.

	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	(257)	(18)	208	424	630

Tabela 12: Sensibilidade do Valor da Empresa vs o Preço da Sucata (c/ perpetuidade)
(Elaborado pelo Autor)

	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	(294)	(135)	11	147	272

Tabela 13: Sensibilidade do Valor da Empresa vs o Preço da Sucata (s/ perpetuidade)
(Elaborado pelo Autor)

Nota-se que em ambos os cenários, o modelo de negócios da LRC perde sua atratividade econômica quando o preço da sucata é igual ou inferior a R\$ 3,00 / kg. O que mostra a fragilidade deste modelo de negócios frente aos preços dos metais preciosos.

Apesar da crise econômica, o preço da sucata de computador não caiu muito entre 2008 e 2009. Isto ocorreu pois o preço da sucata é muito influenciado pelo preço do ouro, metal que teve aumento do seu preço devido a perda de confiança dos investidores no padrão dólar americano.

- Valor da empresa em função do peso do computador

Existe uma tendência mundial para a redução do peso dos computadores (maior utilização de notebooks, etc). Por isso, o autor simulou cenários que apresentem uma tendência de redução no peso. Esta tendência impacta negativamente o valor da empresa.

	Redução anual do peso do computador (%)				
	0.0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%
	208	164	120	79	38

Tabela 14: Sensibilidade do Valor da Empresa vs o Peso do Computador (c/ perpetuidade)
(Elaborado pelo Autor)

	Redução anual do peso do computador (%)				
	0.0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%
	11	(9)	(29)	(49)	(68)

Tabela 15: Sensibilidade do Valor da Empresa vs o Peso do Computador (s/ perpetuidade)
(Elaborado pelo Autor)

No cenário sem o valor na perpetuidade, o modelo de negócios da LRC perde sua atratividade econômica quando a redução anual do peso do computador é superior a 0,5%.

Nos últimos anos o peso do computador vem caindo a taxas muito superiores a 0,5%, no entanto o autor não acredita que esta taxa deva continuar constante. Ao longo dos próximos anos, o peso dos computadores tenderá a se estabilizar.

- Valor da empresa em função da aprovação da política nacional de resíduos sólidos

Segundo a premissa de crescimento adotada, a aprovação da política nacional de resíduos sólidos acelera o crescimento da base de clientes da LRC. Portanto, o quanto antes esta lei for aprovada, maior será o valor da empresa.

	Anos para a lei entrar em vigor				
	1	2	3	4	5
208	208	208	208	159	117

Tabela 16: Sensibilidade do Valor da Empresa vs Ano em que a Lei entra em Vigor (c/ perpetuidade)
(Elaborado pelo Autor)

	Anos para a lei entrar em vigor				
	1	2	3	4	5
11	11	11	11	(19)	(43)

Tabela 17: Sensibilidade do Valor da Empresa vs Ano em que a Lei entra em Vigor (s/ perpetuidade)
(Elaborado pelo Autor)

No cenário sem o valor na perpetuidade, o modelo de negócios da LRC perde sua atratividade econômica quando uma potencial lei que responsabilize as empresas por sua própria produção de resíduo levar mais de 4 anos para entrar em vigor.

6.3.9. Comparação dos resultados obtidos em 2008 e em 2009

Foi possível realizar a mesma avaliação durante dois períodos determinados e distintos. Um deles foi durante o terceiro trimestre de 2008, e em um segundo momento o autor avaliou o mesmo modelo de negócios no primeiro trimestre de 2009.

Como pode ser observado, o panorama macroeconômico brasileiro e mundial mudou completamente de um período para o outro: ao longo do terceiro trimestre de 2008 o Brasil ainda vivia a euforia de um mercado com altas expectativas, ao passo que o primeiro trimestre de 2009 foi marcado por uma das piores crises econômicas que já existiram (se não a pior).

As principais mudanças que afetaram negativamente a avaliação da empresa foram: (i) desvalorização do real (empresa possui receita dolarizada e custos em reais); (ii) redução da expectativa de crescimento econômico no Brasil e no Mundo, afetando a taxa de crescimento das vendas de computadores; e (iii) queda dos preços das commodities, afetando diretamente o preço da sucata.

Por outro lado, as principais mudanças que afetaram positivamente a avaliação da empresa foram: (i) queda das taxas de juros, reduzindo o custo de oportunidade, e por consequência o WACC; (ii) resiliência do preço do ouro, que ajudou a evitar uma queda brusca dos preços da sucata.

Desta forma, os valores obtidos em cada um dos períodos foram: (i) R\$477 mil em 2008; e (ii) R\$208 mil em 2009.

6.3.10. Conclusão sobre a avaliação da LRC

A avaliação por fluxo de caixa da LRC mostrou que o VPL da empresa é positivo tanto para o cenário com valor na perpetuidade, quanto para o cenário sem valor na perpetuidade.

Ao sensibilizar o VPL em função das principais premissas, o autor observou que o modelo de negócios proposto deixa de ser viável economicamente quando uma das premissas abaixo atinge os seguintes valores:

- Vida útil do computador igual ou superior a 4,5 anos
- Preço da sucata igual ou inferior a R\$ 3,00 / kg
- Redução anual do peso do computador superior a 0,5%

O autor acredita que a chance de ocorrência dos dois primeiros cenários é remota.

Hoje, a vida útil de um computador é de em média 4 anos, e existe uma tendência clara de redução, e não de aumento, o que dificulta a ocorrência do 1º cenário.

Apesar da recente queda dos preços das commodities, a tendência no longo prazo é sempre de aumento de preços, visto que os recursos não são ilimitados. Por isso, considera-se que são baixas as chances do preço da sucata ser inferior aos valores atuais (R\$ 3,50 / kg). Levando-se em conta também que o ouro é um metal que tende a se valorizar em épocas de crise, dificilmente o preço da sucata chegará a níveis mais baixos que o atual.

Com a recente tendência de utilização de notebooks, existe a clara possibilidade de redução no peso do computador. No entanto, esta perda de peso pode ser compensada através de investimentos na prospecção de novos clientes, o que aumentaria o valor absoluto em toneladas disponíveis para a reciclagem.

O autor está ciente da existência de cenários onde o modelo de negócios deixa de ser viável economicamente, no entanto deve-se notar que tais cenários são válidos apenas quando o valor na perpetuidade é desconsiderado. Quando o valor na perpetuidade é considerado, o

valor das premissas onde o VPL é menor que zero podem ser desprezados por estarem muito longe da realidade.

Mais do que isto, a análise de sensibilidade demonstrou que o modelo é economicamente viável mesmo em um cenário que desconsidere a aprovação da legislação sobre os resíduos sólidos. Ou seja, a LRC praticamente não depende da existência de uma lei para que tenha um VPL positivo.

Em suma, existem alguns cenários onde o valor presente líquido da LRC é menor que zero, mas na grande maioria dos cenários possíveis o modelo de negócios se mostra viável economicamente, mesmo em uma conjuntura macroeconômica desfavorável como a atual.

7. CONCLUSÃO

A partir de uma análise setorial crítica da indústria da reciclagem, mostrou--se que a dinâmica existente está fadada ao insucesso no curto/médio prazo. Os atuais ganhos econômicos e índices de reciclagem são mal interpretados e explorados, visto que a indústria se sustenta na informalidade e na miséria dos catadores de lixo.

Dentre as potenciais soluções apresentadas para o problema identificado, a logística reversa se mostrou a melhor opção do ponto de vista ambiental, econômico e social.

Através da avaliação por fluxo de caixa, este trabalho mostrou que o modelo de negócio proposto além de ser ambientalmente e socialmente adequado, é viável do ponto de vista econômico-financeiro. Mais do que isso, as análises de sensibilidade mostraram que o modelo é economicamente viável mesmo em um cenário que desconsidere a aprovação da legislação sobre os resíduos sólidos.

Segundo Calderoni (1999), bilhões de reais são perdidos no lixo por ano. Acredita-se que o modelo de negócio proposto é capaz de se destacar neste mercado, ainda não adequadamente explorado.

O próximo passo natural para o desenvolvimento mais profundo do modelo de negócios apresentado seria uma avaliação da viabilidade técnica da logística reversa. Por isso, acredita-se que este trabalho poderá servir como base para o desenvolvimento de estudos e avaliações que poderão levar ao desenvolvimento real desta empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL (Associação Brasileira do Alumínio). Brasil. <<http://www.abal.org.br>>. Acesso 20 de mai. 2008.

ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica). Brasil. Disponível em: <www.abinee.org.br> . Acesso: diversas datas.

ABIPET (Associação Brasileira da Indústria do PET). Brasil. <<http://www.abipet.org.br>>. Acesso 17 jul. 2008.

ABIVIDRO (Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro). Brasil. <<http://www.abividro.org.br>>. Acesso 15 jul. 2008.

ABRE (Associação Brasileira de Embalagem). Brasil <<http://www.abre.org.br>>. Acesso 15 jul. 2008.

ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo. Abrelpe, 2007.

ACKERMAN, Frank. **Why Do We Recycle?: Markets, Values, and Public Policy**. Washington DC: Island Press, 1997.

ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos). Brasil <www.anip.com.br>. Acesso 20 set. 2008.

BRACELPA (Associação Brasileira de Celulose e Papel). Brasil <www.bracelpa.org.br>. Acesso 20 set. 2008.

CALDERONI, Sabetai. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo: Editora Humanitas, 1999.

CARVALHO, A., LEE, F., AGUIAR, M. **A Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos no Brasil**. Goiás, 2005.

CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem). Brasil. <www.cempre.org.br> Acesso: diversas datas.

CEPI (*Confederation of European Paper Industries*). Bélgica. <www.cepi.org>. Acesso: Acesso 17 ago. 2008.

CONAMA. Brasil <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>> Acesso 20 de mai. 2008

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Avaliação de Empresas – Valuation: Calculando e Gerenciando o Valor das Empresas**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

CVM. Brasil <www.cvm.gov.br> Acesso 20 out. 2008.

DAMODARAN, Aswath. **Finanças Corporativas Aplicadas**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.

DER GRÜNE PUNKT – DUALES SYSTEM DEUTSCHLAND GMBH. Alemanha. Apresenta os principais dados da empresa. Disponível em: <<http://www.gruener-punkt.de/>>. Acesso em 10 ago. 2008

DIAS, S.; TEODÓSIO, A. **Reciclagem do PET: desafios e possibilidades**. ENEGEP XXVI, 2006, Fortaleza.

FICHAS TÉCNICAS. São Paulo: Cempre, 2008 – Disponível em <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: diversas datas.

FIESP. **Programas Tentam Amenizar Impactos na Hora do Descarte**. 2007. Disponível em < <http://www.prac.com.br/download/fiespbolsa.pdf>>. Acesso em: Outubro de 2008.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 7. ed. São Paulo: Editora Harbra, 2002.

GOMES E CARVALHO, Julia Maria. **Vida E Lixo: A Situação De Fragilidade Dos Catadores De Material Reciclavel Em Marilia E Os Limites Da Reciclagem**. São Paulo, 2003.

IBIS World Industry Report, **Recycling Facilities in the US**. EUA. IBISWorld Inc., 2007.

IBS (Instituto Brasileiro de Siderurgia). Brasil. <www.ibs.org.br>. Acesso 12 jun. 2008.

JUNKES, Maria Bernadete. **Procedimentos Para Aproveitamento De Resíduos Sólidos Urbanos Em Municípios de Pequeno Porte**. Florianópolis. 2002

LOGOMASINI, A. **Forced Recycling Is a Waste**. EUA: The Wall Street Journal, Março de 2002.

LOPES DE SÁ. Brasil < www.lopesdesa.com.br > Acesso 27 ago. 2008.

LORENZZONI, Grasielle. **A Água Como Valor Econômico e O Brasil No Mercado De Água Mineral**. Florianópolis, 2005.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos**. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

MENDES, L., ABREU, L., ARAUJO, V. **Créditos de Carbono como fonte de financiamento auxiliar na criação, expansão ou melhoramento de plantas químicas no Brasil**. São Paulo, 2007

NASCIMENTO, M. **Matéria prevê destino para lixo tecnológico**. Assembléia Legislativa do MT. Disponível em: < http://www.al.mt.gov.br/V2008/ViewConteudo.asp?no_codigo=16620 > Acesso em: 20 jul 2008.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 5. ed. Toronto: Macmillan: Maxwell Macmillan Canada, 2000.

PLASTIVIDA. **Reciclagem**. Brasil. <www.plastivida.org.br>. Acesso 20 jul 2008.

PRODUÇÃO, Consumo e Meio Ambiente: Impasses Atuais para a Sustentabilidade. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/ImpactosREEE/cap2.pdf>. Acesso em: 10 out. 2008.

RECICLAGEM.NET. Brasil < <http://www.reciclagem.net/> > Acesso 15 jul. 2008.

REVIVERDE. Rio de Janeiro. Apresenta informações sobre a reciclagem de pneus. Disponível em: <<http://www.reviverde.org.br/pneus.htm>>. Acesso em: 20 Jul 2008.

RODRIGUES, Angela Cassia. **Impactos Sócio-Ambientais dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Estudo da Cadeia Pós-Consumo no Brasil**. Santa Bárbara D'Oeste: Universidade Metodista de Piracicaba, 2007.

ROSA, S., COSENZA, J., BARROSO, D. **Considerações sobre a Indústria de Vidro no Brasil**. Rio de Janeiro. BNDES Setorial, n. 26, p.101-138, set. 2007.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração Financeira**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

SASSE, Júlia. **A Deposição de Lixo na Alemanha: alternativas para um programa brasileiro de administração do lixo**. São Paulo: Unimep, 2003.

SARAIVA, André Luis. Programa de Responsabilidade Ambiental Compartilhada. 2008. Disponível em <
http://gfal.v1.vflow.com.br/files/files/report/E2008_T00035_PCN32947.pdf>. Acesso em: Outubro de 2008.

SIMEÃO, Liliane. **Situação Alarmante**. Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <
<http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=115>>. Acesso em: 22 Mar 2009.

TAGUCHI, Viviane. **Lixo Orgânico = Fertilizante**. Revista Escala Rural, Ano 3, n. 9 São Paulo, S.P. – Ed. Globo, jun 2001, p. 26-31.

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para Infância. **Jornal Em Ação**, Rio de Janeiro, maio, 2005.

WELLS, Christopher: **Caderno de Reciclagem 2: O papel da Prefeitura**, 3.ed,CEMPRE – Compromisso Empresarial Para Reciclagem, São Paulo, 1997. 40p.

APÊNDICE A – ANÁLISE DOS MICROCENÁRIOS

A dinâmica econômica e ambiental da reciclagem funciona de maneira relativamente distinta para os diversos tipos de resíduos. Assim, foi inicialmente feita uma análise individual da dinâmica dos principais tipos.

Conforme foi mencionado anteriormente, além da escassez de fontes de informações seguras sobre o setor, tanto as informações estatísticas, como as informações sobre a dinâmica da reciclagem ainda não são analisadas sob a ótica da Engenharia de Produção. Desta forma, o autor buscou apresentar os dados públicos disponíveis de uma forma que permita a análise do setor da reciclagem como um todo.

As principais fontes de informações utilizadas foram as associações setoriais como ABAL, ABIPET, ABIVIDRO, ABRE, ABRELPE, BRACELPA, ANIP, CEMPRE, PLASTIVIDA; e também sites especializados.

Latas de Alumínio

A reciclagem de latas de alumínio é no Brasil uma atividade altamente rentável para todos os elos da cadeia. Graças aos altos preços pagos pela latinha, a estrutura de catadores e cooperativas existentes, o Brasil se situa entre os principais recicladores deste material.

De acordo com a ABAL (Associação Brasileira do Alumínio), a reciclagem do alumínio além de economizar recursos naturais, possibilita a redução do consumo de energia elétrica (no processo, consome-se apenas 5% da energia necessária para produção do alumínio primário).

Os principais compradores de alumínio reciclado são as indústrias produtoras de latas, ferro-ligas ou fundição de autopeças. Assim como todo material reciclável, a demanda pela sucata de alumínio depende da relação entre os preços do alumínio (matéria-prima) e da sucata. (CEMPRE¹). Quando os preços do alumínio estão em alta, aumenta a procura pela sucata, e vice-versa.

¹ O Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre) é uma associação sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo. Fundado em 1992, o Cempre é mantido por empresas privadas de diversos setores. Disponível no website: < www.cempre.org.br >.

De acordo com o CEMPRE, a oferta de latas de alumínio para reciclagem depende basicamente do consumo de bebidas. O consumo de bebidas é sazonal, sendo maior durante o verão. No longo prazo, o consumo é fortemente correlacionado com o crescimento do PIB.

De acordo com pesquisas da ABAL, em 2006, as principais fontes de coleta de latas de alumínio foram: cooperativas/associações (58%), condomínios/clubes (20%), depósitos (13%), escolas (5%), supermercados (3%) e eventos (1%).

	2005	2006
Recursos Gerados (R\$ mm)	496	541
Empregos Gerados (mil)	160	170
Latas Consumidas (bilhões)	9.7	10.7
Latas Recicladas (bilhões)	9.4	10.3
Índice de Reciclagem (%)	96.2	94.4

Tabela 18: Evolução da Reciclagem de Latas de Alumínio
(Fonte: ABRELPE, Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2007)

- Ciclo da reciclagem

O ciclo da reciclagem da lata do alumínio pode ser sintetizado nos seguintes passos: (i) coleta e prensa das latinhas, (ii) o material é enfardado pelos sucateiros e cooperativas, e repassado para indústrias de fundição, (iii) nos fornos, as latinhas são derretidas e transformadas em lingotes de alumínio que por sua vez são vendidos para fabricantes de lâminas de alumínio, que por fim, (iv) comercializam as chapas para os fabricantes das latas (ABAL).

Com a evolução do processo de coleta, este ciclo dura apenas 33 dias (ABAL).

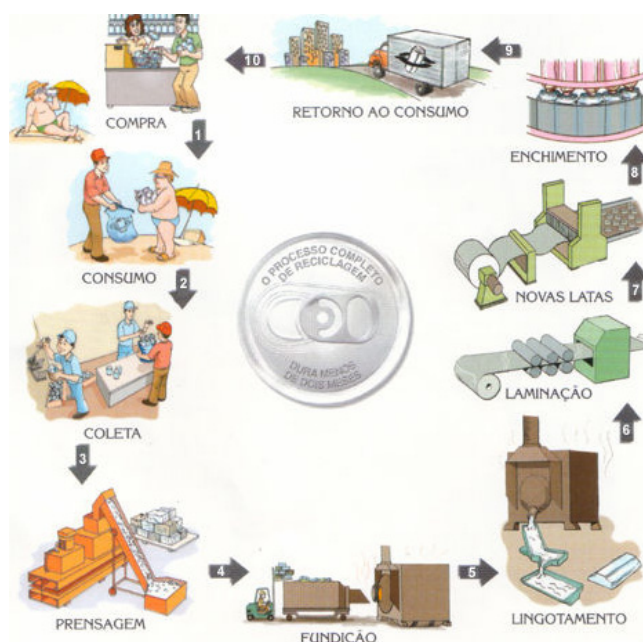


Figura 16: Fluxo da Reciclagem da Lata de Alumínio
(fonte: ABAL)

- Concentração da Indústria / Principais Competidores

A concentração de empresas recicladoras de latas de alumínio é alta, operando praticamente em regime de monopólio. Os principais competidores são: Alcan, Tomra Latasa, Imco (antiga Recipar). Cerca de 70% de toda sucata é recuperada por estas 3 empresas².

- Localização Geográfica

O Município de Pindamonhangaba responde por 82%³ da reciclagem de latas produzidas no Brasil. Sua localização é estratégica para as empresas, visto que se situa entre os dois maiores centros urbanos do País (São Paulo e Rio de Janeiro), e à infra-estrutura oferecida pelo município, que vem investindo forte na expansão industrial.

- Preços (em 14 de outubro de 2008)

² TODO mundo virou reciclador. Cuiabá. 2004. Disponível em: <www.setorreciclagem.com.br>. Acesso em 20 ago. 2008.

³ PINDA é o pólo nacional de reciclagem. Vale do Paraíba. 2002. Disponível em: <http://jornal.valeparaibano.com.br>. Acesso em 20 ago. 2008.

Região	Alumínio (em R\$ / ton)
ES	
Guarapari	3.700 PL
MS	
Brasilândia	2.900L
MG	
Itabira	3.400PL
PE	
Camaragibe	-
PN	
Londrina	3.500
RN	
Natal	2.800L
SP	
Paulínia	4.230PL
Santo André	3.200PL
São Bernardo	3.400PL

Tabela 19: Preços da Sucata de Alumínio
(fonte: CEMPRE, P=prensado, L=limpo)

- Tecnologia aplicada

O processo industrial de reaproveitamento da sucata do alumínio obedece às seguintes etapas:

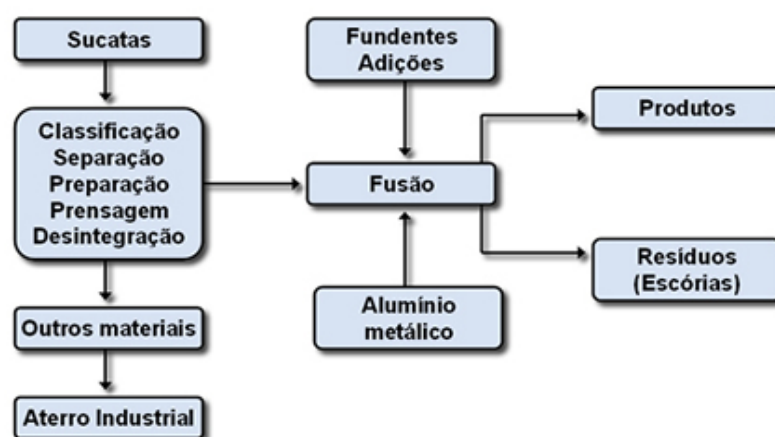


Figura 17: Processo Industrial de Reciclagem do Alumínio
(fonte: ABAL)

Os Fornos de Fusão elétricos são próprios para a fundição da sucata de alumínio.

- Cenário internacional

De acordo com dados da ABAL, em 2006, o Brasil reciclou 139,1 mil toneladas de sucata de latas. O índice brasileiro (94,4%) é maior do que a média mundial, que é de 29%. O Brasil lidera o ranking de recicladores de latas de alumínio para bebidas a mais de 6 anos. Este dado é válido mesmo entre os países em que a atividade não é obrigatória por lei, como no Japão, que em 2006 reciclou 90,9% de latas.

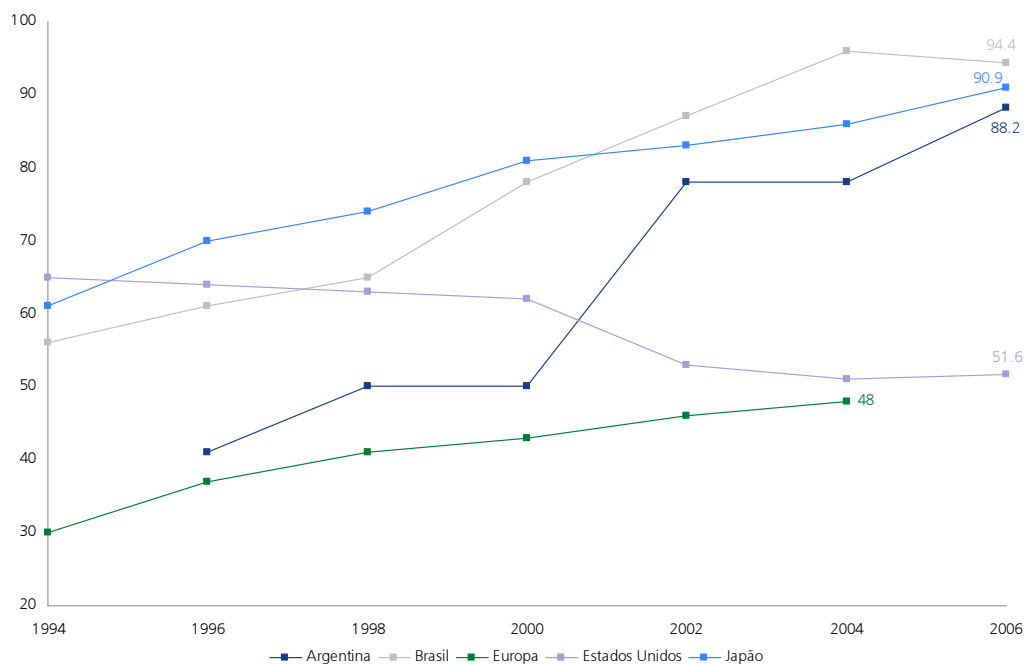


Figura 18: Evolução dos Índices de Reciclagem de Latas de Alumínio
(fonte: ABRALATAS)

Aço

Assim como a reciclagem de latas de alumínio, a reciclagem do aço em geral é uma atividade altamente rentável. Do ponto de vista ambiental, uma tonelada de aço produzida com sucata consome apenas um terço da energia que é utilizada para gerar uma tonelada de aço a partir do minério de ferro. (CEMPRE, 2008).

A principal demanda pelo resíduo de aço provém das usinas siderúrgicas, que usam a sucata para produzir um novo aço. Os principais compradores de sucata são as aciarias elétricas de usinas semi-integradas, que a derretem, transformando-a em produtos ou novas chapas de aço. (CEMPRE, 2008).

Segundo Simeão (2004), o setor de reciclagem de aço era composto (em 2004) por cerca de 2.500 empresas espalhadas por todo o país, com capacidade instalada para processar até 420 mil toneladas de sucata por mês. Segundo dados do Sindinesfa⁴, trata-se de empresas de pequeno e médio porte, muitas vezes de origem familiar e, em alguns casos, com mais de 50

⁴ SINDINESFA – Sindicato do Comércio Atacadista de Sucata Ferrosa e Não Ferrosa do Estado de São Paulo-SP (organização sindical patronal estadual). Disponível em: <www.sindinesfa.org.br>. Acesso em 21 ago 2008.

anos de existência. De acordo com o instituto, cerca de 225 mil postos de trabalho são gerados pela indústria de reciclagem de aço.

A Gerdau é hoje a líder em reciclagem de aço na América Latina. Ela utiliza cerca de 50% de sucata na produção do aço. A empresa investe na coleta, transporte, armazenagem e beneficiamento da sucata. Uma das maiores recicladoras de latas de aço, a Reciclaço (pertencente à CSN), localiza-se em Maracanaú (CE) e não possui fins lucrativos. (CEMPRE, 2008).

A coleta da sucata é feita por diversas cooperativas de sucateiros. Segundo a Sindinesfa, os sucateiros do aço estão retraídos, mas não por falta de demanda, nem devido à concorrência da matéria-prima virgem mas pelo fato das próprias siderúrgicas decidirem se equipar para comprar e beneficiar a sucata.

- Principais Dados Estatísticos

	2005	2006
Empregos Gerados (mil)	55	50
Volume Reciclado (mil t)	18.1	19
Índice de Reciclagem (%)	88	85

Tabela 20: Evolução da Reciclagem de Latas de Aço
(Fonte: ABRELPE)

- Ciclo da reciclagem

O ciclo do reaproveitamento do aço pode ser sintetizado da seguinte forma: (i) triagem do material através de separadores eletromagnéticos, (ii) as latas são então prensadas em fardos para facilitar o transporte até as indústrias recicladoras; (iii) fundição da sucata nos fornos elétricos ou a oxigênio; (iv) venda do reciclado para vários setores industriais: montadoras de automóveis, fábricas de latinhas em conserva, etc. (CEMPRE, 2008).

Segundo o Cempre, as aciarias com fornos elétricos de médio porte processam a sucata por custo inferior ao das siderúrgicas tradicionais.



Figura 19: Fluxo da Reciclagem do Aço
(fonte: IBS)

- Determinantes da demanda

De acordo com o IBS (Instituto Brasileiro de Siderurgia), a demanda pela sucata do aço depende principalmente da demanda do aço pelo setor automotivo, e da construção civil. Assim como todo reciclado/reciclável, a demanda pela sucata de aço depende da relação entre os preços do minério de ferro (matéria-prima) e da sucata. Quando os preços do minério de ferro estão em alta, aumenta a procura pela sucata, e vice-versa.

- Preços (em 14 de outubro de 2008)

Região	Latas de Aço (R\$ / ton)
ES	
Guarapari	190L
MS	
Brasilândia	250L
MG	
Itabira	350PL
PE	
Camaragibe	150
PN	
Londrina	170L
RN	
Natal	300L
SP	
Paulínia	290
Santo André	320PL
São Bernardo	400PL

Tabela 21: Preços da Lata de Aço
(fonte: CEMPRE, P=prensado, L=limpo)

- Tecnologia aplicada

A indústria brasileira de reciclagem de aço surgiu na década de 70, e desde então não foram feitos investimentos significativos na renovação de equipamentos. Segundo Elias Bueno da Inesfa⁵, falta uma política que incentive a coleta seletiva e estimule novos investimentos no setor.

O equipamento de última geração existente, e que é utilizado pela Gerdau é o Shredder. A tecnologia do equipamento foi importada dos Estados Unidos. Sua função é triturar e limpar a sucata que entra na máquina com cerca de 30% de impurezas. (CEMPRE, 2008).

- Cenário internacional

As taxas de reciclagem no Brasil são comparáveis às taxas dos principais recicladores europeus (no caso de latas de aço para bebidas, 88% em 2006). Na Europa, a reciclagem cresceu em 2006 5% sobre 2005, uma taxa de 66%. No ano, foram recicladas cerca de 2,5 milhões de toneladas de latas de aço para comida e bebida, entre outros tipos de embalagens. Os países que apresentam as maiores taxas de recuperação são a Bélgica (93%) e a Alemanha (89%). Esse crescimento pode ser explicado pela melhoria na separação do aço (devido às suas propriedades magnéticas) e pelo aumento da demanda por esse material (aumento dos preços do minério de ferro). (CEMPRE, 2008).

⁵ Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br>>

País	Taxa de Reciclagem
Bélgica	93%
Alemanha	89%
Brasil (latas p/ bebidas)	88%
Espanha	69%
Portugal	69%
Itália	66%
Noruega	66%
Estados Unidos	63%
Finlândia	53%
Brasil	40%

Tabela 22: Reciclagem de Embalagens de Aço no Mundo
(fonte: CEMPRE)

Embalagens de Vidro

A reciclagem do vidro, diferente da reciclagem do aço e alumínio, possui algumas limitações técnicas, geralmente por culpa de impurezas do material secundário, levando a um índice de recuperação mais baixo. Além disso, de acordo com o Cempre, o estímulo à reciclagem também se transformou em ferramenta para combater à indústria de falsificação de embalagens.

O principal comprador de vidro usado é a própria indústria vidreira, que compra o material de sucateiros ou o recebe diretamente de suas campanhas de reciclagem. (CEMPRE, 2008).

No caso do vidro, os principais recicladores são diversas empresas de pequeno porte que vendem o caco do vidro limpo para as vidrarias. Aparentemente a concentração é baixa. Segundo o Cempre, o investimento inicial para se criar uma mini-usina de beneficiamento é baixo, o que viabiliza a existência de diversos competidores de pequeno porte.

Visto que o caco de vidro pode ser utilizado novamente nos fornos, podemos considerar que a demanda é uma função da qualidade (pureza) do reciclado e da relação entre o preço das matérias primas e o caco de vidro limpo.

Segundo a ABRE (Associação Brasileira de Embalagem, 2007) o vidro reciclado é 40% procedente da indústria de envase, 40% do mercado difuso, 10% do "canal frio" (bares, restaurantes, etc) e 10% do refugo da indústria.

De acordo com Rosa, Cosenza e Barroso (2007), o sistema de embalagens retornáveis está em declínio no Brasil. A redução dos custos das embalagens descartáveis, e os custos de

manuseio e estocagem por parte dos varejistas colaboram para reduzir o uso de embalagens retornáveis. No entanto, o acredita-se que seja possível uma reversão dessa tendência, graças à crescente preocupação com o meio ambiente e à futura elevação dos custos da energia. Potenciais alterações na legislação ambiental poderão contribuir para o consumo de embalagens de vidro, exemplo que já pode ser verificado atualmente na União Européia (UE).

Segundo a ABIVIDRO (Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro), com um quilo de vidro é possível se fazer outro quilo de vidro, com perdas próximas de zero e baixo impacto ao meio ambiente. Além da vantagem do reaproveitamento do caco, a reciclagem reduz o uso de matérias primas como areia, barrilha, calcário, etc.

- Principais Dados Estatísticos

	2005	2006
Volume reciclado (mil toneladas)	390	400
Índice de reciclagem	45%	45%
Recursos investidos para reciclagem (R\$ mil)	700	500
Recursos gerados com a reciclagem (R\$ milhões)	65	68
Empregos diretos e indiretos gerados na reciclagem (mil)	3	3

Tabela 23: Evolução da Reciclagem de Embalagens de Vidro
(Fonte: ABRELPE)

- Ciclo da recuperação

De acordo com o Cempre (2008), nos sistemas modernos de reciclagem de vidro, o reciclável é submetido a um eletroímã para separação dos metais contaminantes. Após isto, o material segue para lavagem e separação final, para que assim possa ser triturado e enviado as vidrarias.

- Preços (em 14 de outubro de 2008)

Região	Vidro incolor (R\$/ton)	Vidro colorido (R\$/ton)
ES		
Guarapari	-	-
MS		
Brasilândia	-	-
MG		
Itabira	190PL	135PL
PE		
Camaraçibe	-	-
PN		
Londrina	50L	50L
RN		
Natal	80L	80L
SP		
Paulínia	120L	120L
Santo André	150L	90L
São Bernardo	150	100

Tabela 24: Preços do Vidro
(fonte: CEMPRE, P=prensado, L=limpo)

- Cenário internacional

Em 2006 a taxa de reciclagem no Brasil ficou acima da norte-americana, de 40%, o que corresponde a 2,5 milhões de toneladas (CEMPRE, 2008). Nos EUA, o vidro é o segundo material em massa mais reciclado, ficando atrás apenas do papel para jornais. A taxa de reciclagem da Bélgica supera os 100% pois o país recicla materiais oriundos da importação de vidro para a reciclagem.

País	Taxa de Reciclagem
Bélgica	109%
Alemanha	97%
Suécia	96%
Noruega	89%
República Tcheca	80%
França	71%
Brasil	46%
Estados Unidos	40%
Polônia	38%
Portugal	1%

Tabela 25: Reciclagem de Vidro no Mundo
(fonte: CEMPRE)

Embalagens PET

A Reciclagem de PET é, no Brasil, uma atividade recente sob a ótica industrial. Desde 1994 a ABIPET (Associação Brasileira da Indústria do PET) busca mensurar este mercado e seu desempenho.

Segundo a ABIPET (2007), a reciclagem de plástico PET movimenta cerca de R\$ 1 bilhão em negócios no Brasil. O País reciclou 230 mil toneladas do material em 2007, ficando atrás apenas do Japão. Atualmente 53,5% do material retorna à indústria. Sendo os principais compradores o setor têxtil, o de embalagens e o de materiais para construção.

Segundo reportagem do site Recicláveis⁶, grande parte do PET reciclado é retirado diretamente de lixões pelos sucateiros. Após uma pré-seleção, os recicláveis são revendidos a grandes sucateiros, nos quais ocorre então uma separação manual ou mecânica para seleção dos diferentes tipos.

A principal utilização do PET reciclado é para a produção de fibra de poliéster para indústria têxtil, usada na fabricação de fios de costura, forrações, tapetes, etc. (CEMPRE, 2008). Hoje ainda é proibido o uso de embalagens recicladas para produtos alimentícios, por isso ainda não é possível observar o “ciclo” completo da reciclagem do PET.

De acordo com a Plastivida (2005, apud Dias et al., 2006), as empresas recicladoras de PET se concentram principalmente na região Sudeste e Sul. O principal problema da reciclagem do PET é que este, diferente do alumínio, possui uma baixa densidade e grande volume, o que dificulta o desenvolvimento de uma infraestrutura para a coleta. De acordo com Dias (2006), a cadeia de reciclagem do PET se desenvolveu às custas da estrutura já existente para a reciclagem do alumínio.

A oferta de PET depende principalmente logística do setor e do preço pago ao catador pelo material. Diferentemente de outros tipos resíduos, os resíduos plásticos possuem densidade menor, o que dificulta a organização de uma infra-estrutura de coleta (ABIPET, 2007).

⁶ “Linhas de moagem, lavagem e descontaminação de PET”. Disponível em <<http://www.reciclaveis.com.br/negocios/Pet/LinhaPET.htm>> . Acesso em: 5 mai. 2009

- Principais Dados Estatísticos

	2005	2006
Capacidade Instalada (ktons/ano)	241	242
Número de Empresas	na	67
Volume Reciclado (mil ton)	173	194
Índice de Reciclagem	48%	51%

Tabela 26: Evolução da Reciclagem do PET
(Fonte: ABRELPE)

- Principais Mercados

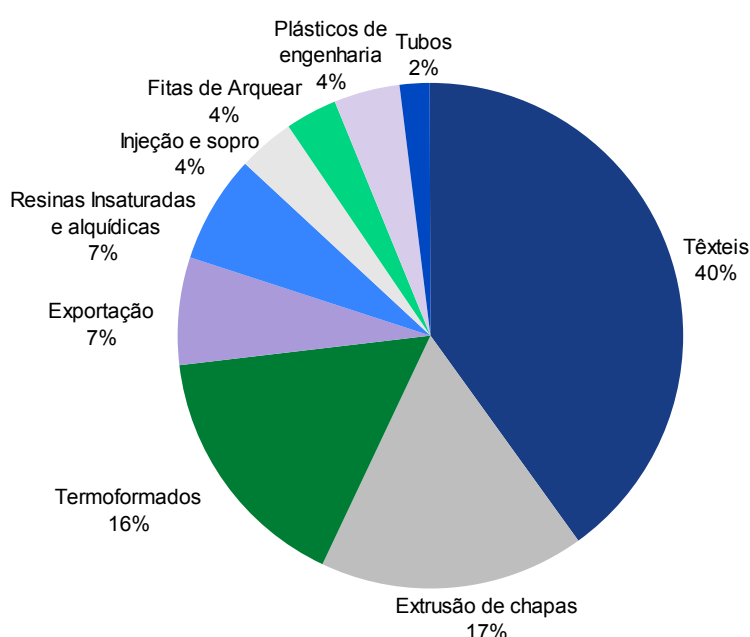


Figura 20: Distribuição Percentual dos Mercados para PET Reciclado
(fonte: ABIPET)

- Concentração da Indústria / Principais Competidores

No estudo feito pela ABIPET (2007), foram considerados como recicladores aqueles agentes que compram PET regularmente sob a forma de garrafas, ou sob o formato de qualquer tipo de resíduo ou rejeito industrial, e vendem *flakes* ou grânulos de PET. Os resultados desta pesquisa indicaram que em 2007 existiam no Brasil 67 empresas que se dedicam à reciclagem do PET.

Segundo Dias et al. (2006), os sucateiros não conseguem repassar a variação do preço da sucata para os elos subsequentes da cadeia, pois o poder de barganha se encontra nas mãos das grandes empresas recicladoras.

Segundo o mesmo autor, o porte dos recicladores especializados na produção de *flake* é geralmente pequeno ou médio. Existe um *trade-off* entre escala e custo de transporte, e para que a atividade de reciclagem de PET seja lucrativa é necessário uma grande quantidade de resíduos plásticos coletados, em média 150 toneladas/mês, o que limita a região para implantação de uma empresa. (DIAS et al., 2006).

- Preços (em 14 de outubro de 2008)

Região	PET (em R\$ / ton)
ES	
Guarapari	900
MS	
Brasilândia	700PL
MG	
Itabira	1.200PL
PE	
Camaragibe	950
PN	
Londrina	900P
RN	
Natal	600L
SP	
Paulínia	1.300PL
Santo André	1.150PL
São Bernardo	1.100P

Tabela 27: Preços do PET
(fonte: CEMPRE, P=prensado, L=limpo)

- Tecnologia aplicada

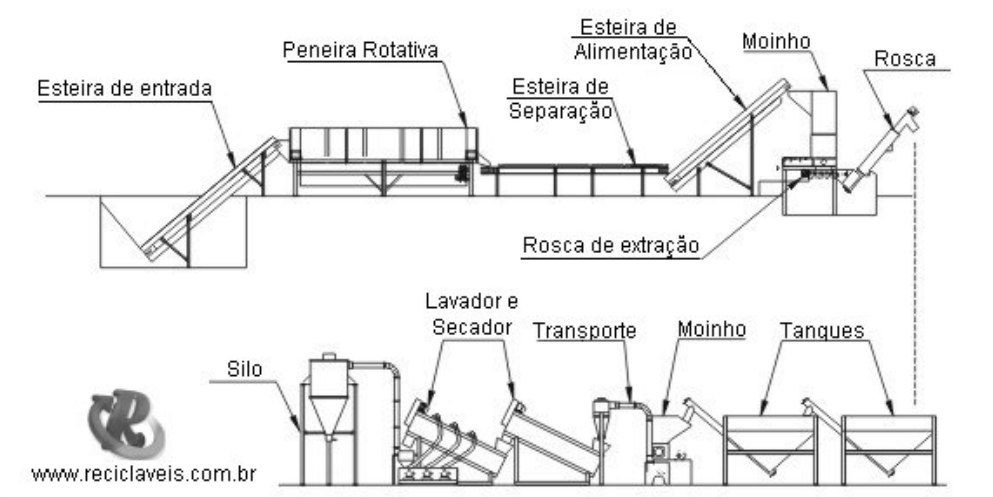


Figura 21: Linha de Moagem e Lavagem de PET
(fonte: site <Recicláveis.com.br>)

A reciclagem mecânica do PET é o principal processo utilizado no Brasil; suas principais vantagens são: (i) baixa necessidade de investimento; (ii) menor necessidade de mão-de-obra qualificada. (DIAS et al., 2006).

- Balanço ambiental e energético

De acordo com o biólogo Marcelo Novaes⁷, o balanço ambiental da reciclagem do PET é negativo: "[...] sua lavagem usa muita água, pois precisa estar muito limpo para ser reutilizado". E também não haveria, segundo ele, vantagem econômica: "Com esses custos, o valor da resina virgem torna-se muito menor do que o do PET reciclado [...]".

- Cenário internacional

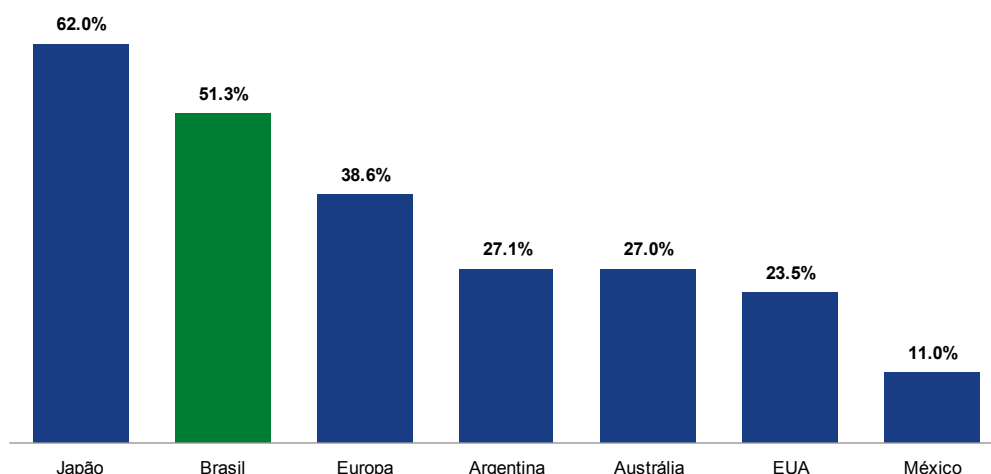


Figura 22: Taxas de Reciclagem de PET
(fonte: ABIPET)

A reciclagem de PET no Brasil ocupa um bom lugar no levantamento feito pela ABIPET. Segundo o Cempre, o uso têxtil desse material vem caindo nos Estados Unidos em função das exportações para a Ásia.

⁷ Fonte: PEREIRA, Alessandra. **A Outra Face da Reciclagem**. São Paulo. <www.pagina22.com.br>. Acesso 11 Ago 2008.

Embalagens Longa Vida

De acordo com um artigo do site Reporter Social⁸, em Piracicaba funciona a primeira planta de reciclagem de embalagens longa vida do mundo. A fábrica, fruto de investimento de quatro empresas (Klabin, Tetra Pak, Alcoa e TSL), utiliza a tecnologia de plasma, para separar o alumínio do plástico que compõem a embalagem.

Segundo esta mesma reportagem, os principais mercados para os materiais resultantes da reciclagem da embalagem longa vida são as próprias indústrias da cadeia produtiva: Klabin, Alcoa no caso do papel e do alumínio. A parafina é vendida para a indústria petroquímica. Visto a nova tecnologia desenvolvida, a concentração da indústria de reciclagem de embalagens longa vida é muito alta.

A principal fonte de coleta são os sucateiros e cooperativas. Existe também a crescente colaboração das prefeituras através da implementação da coleta seletiva.

	2005	2006
Volume Reciclado (mil ton)	40	46
Índice de Reciclagem (%)	23.0%	24.2%
Número de Empresas Recicladoras	23	27
Número de empregos gerados com a reciclagem	200	220

Tabela 28: Evolução da Reciclagem de Embalagens Longa Vida
(Fonte: CEMPRE)

- Preços (em 14 de outubro de 2008)

Segundo o Cempre (2008), estima-se que novas tecnologias favoreçam o aumento do valor da tonelada das embalagens longa vida pós-consumo. A entidade acredita em um aumento de 30% no valor pago pela empresa recicladora às cooperativas de catadores.

⁸ REPORTER SOCIAL. **Método nacional de reciclagem de embalagens longa-vida chama atenção internacional**, 2005. Disponível em: <http://www.reportersocial.com.br/noticias.asp?id=1022&ed=empresas>. Acesso em: 13 set. 2008.

Região	Longa Vida (em R\$ / ton)
ES	
Guarapari	-
MS	
Brasilândia	100PL
MG	
Itabira	350PL
PE	
Camaragibe	-
PN	
Londrina	130P
RN	
Natal	-
SP	
Paulínia	250P
Santo André	200PL
São Bernardo	290P

Tabela 29: Preços do Longa Vida
(fonte: CEMPRE, P=prensado, L=limpo)

- Tecnologia aplicada

De acordo com o mesmo artigo, para a construção da planta foi necessário um investimento de cerca de R\$ 12 milhões, compartilhados entre as quatro empresas.

A tecnologia desenvolvida utiliza energia elétrica para produzir um jato de plasma que aquece a mistura de plástico e alumínio. No processo, o plástico transforma-se em parafina e o alumínio é totalmente recuperado em forma de lingotes de alta pureza. A aplicação dessa tecnologia para reciclagem de embalagens longa vida foi inédita e desenvolvida no Brasil, tendo já despertado o interesse de diversos países europeus. (CEMPRE, 2008).

- Cenário internacional

De acordo com a ABRE (Associação Brasileira de Embalagem), no Brasil, é previsto um aumento da reciclagem devido às iniciativas de coleta seletiva e ao desenvolvimento de novos processos tecnológicos. A taxa de reciclagem mundial é de 16,6% de Embalagens Longa Vida pós-consumo.

A tecnologia do plasma, que foi desenvolvida no Brasil, já ganhou expressão internacional. Em 2005, a TSL Ambiental fechou uma parceria com uma indústria espanhola para a construção de uma usina de reciclagem de embalagem longa-vida em Valência. (ABRE).

Papel e Papelão

A reciclagem do papel data desde a sua descoberta. De acordo com o Cempre (2008), visto que o suprimento de fibras é escasso, as aparas industriais se tomaram sinônimo de fibra secundária.

De acordo com a Reviverde⁹, o ciclo da recuperação do papel pode ser resumido nos seguintes passos: (i) separação e revenda do papel usado para sucateiros; (ii) o papel é enfardado e encaminhado aos aparistas; (iii) classificação das aparas, processamento e revenda para as fábricas de papel.

Segundo a ABRE¹⁰, os principais compradores de aparas são a indústria de papel e celulose e a indústria de embalagens, responsáveis por cerca de 64,5% das aparas recicladas no Brasil.

No Brasil, apesar da grande disponibilidade de aparas de papel, ainda assim as empresas precisam importar para suprir a sua demanda. Quando há escassez da celulose e por consequência o aumento dos preços do reciclado, as indústrias recorrem à importação de aparas (CEMPRE, 2008). Em contrapartida, quando a demanda por aparas diminui, ocorre um forte abalo na estrutura de coleta, que demora para se normalizar novamente.

De acordo com a ABRELPE, existem no país cerca de 135 fabricantes/recicladores de papéis. Pode-se dizer que o mercado é pouco concentrado, dado o baixo investimento necessário para a reciclagem, principalmente para a reciclagem para a produção de papel ondulado. A maioria dos competidores atua nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e Paraná.

Dentre os benefícios da reciclagem do papel estão: a redução do uso de recursos naturais (matéria-prima, energia e água), a redução da poluição e da quantidade de lixo enviada aos aterros. (ABRELPE, 2008).

⁹ REVIVERDE. São Paulo. Reciclagem do Papel. Disponível em: <<http://www.reviverde.org.br/papel.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

¹⁰ Fonte: ABRE (Associação Brasileira de Embalagem). Brasil <<http://www.abre.org.br>>. Acesso 15 jul. 2008.

- Principais Dados Estatísticos

Tipologia	Consumo aparente papel (mil ton)		Papéis recicláveis recuperados (mil ton)		Taxa de recuperação (%)	
	2002	2004	2002	2004	2002	2004
Imprensa	495.0	482.0	220.2	225.6	44.5	46.8
Imprimir e escrever	1,732.0	1,853.0	428.3	512.0	24.7	27.6
Embalagem kraft	444.0	482.0	234.8	260.9	52.9	54.1
Papel ondulado	2,515.0	2,730.0	1,944.8	2,157.4	77.3	79.0
Embalagem em geral	263.0	285.0	20.6	21.9	7.8	7.7
Papel cartão	484.0	480.0	146.8	158.7	30.3	33.1
Sanitários	627.0	685.0	-	-	-	-
Cartolinas, papelão, e polpa	220.0	232.0	21.9	23.7	10.0	10.2
Papéis especiais	99.0	104.0	-	-	-	-

Tabela 30: Evolução da Reciclagem de Papel
(Fonte: ABRELPE)

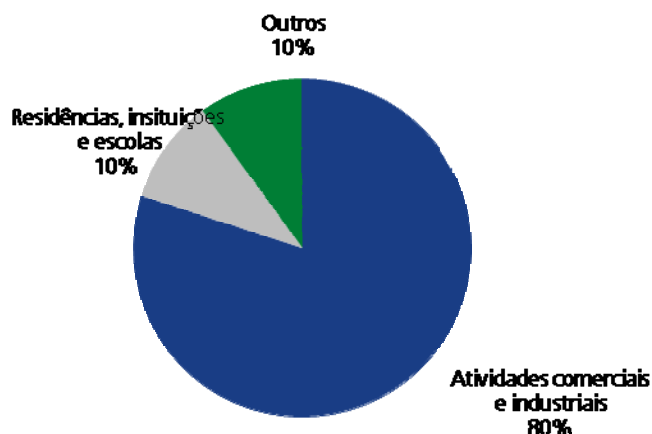


Figura 23: Principais Fontes de Coleta de Papel
(Fonte:CEMPRE)

Estado	mil ton	Part. (%)
São Paulo	1,258.0	36.0%
Santa Catarina	705.9	20.2%
Paraná	452.3	12.9%
Minas Gerais	429.6	12.3%
Rio de Janeiro	180.2	5.2%
Rio Grande do Sul	120.9	3.5%
Pernambuco	118.8	3.4%
Bahia	91.2	2.6%
Paraíba	44.1	1.3%
Amazonas	35.5	1.0%
Pará	25.0	0.7%
Ceará	9.9	0.3%
Goiás	8.5	0.2%
Sergipe	8.0	0.2%
Maranhão	6.0	0.2%
Rio Grande do Norte	2.6	0.1%
Total	3,496.5	100.0%

Tabela 31: Distribuição Estadual do Consumo de Aparas e Papéis Usados
(fonte: BRACELPA, 2006)

- Preços (em 14 de outubro de 2008)

Região	Papelão (R\$ / ton)	Papel Branco (R\$ / ton)
ES		
Guarapari	190L	180L
MS		
Brasilândia	200PL	150PL
MG		
Itabira	250PL	520PL
PE		
Camaragibe	130	200
PN		
Londrina	200	360
RN		
Natal	320PL	350L
SP		
Paulínia	260PL	390PL
Santo André	200	400L
São Bernardo	310PL	530PL

Tabela 32: Preços do Papel
(fonte: CEMPRE, P=prensado, L=limpo)

- Determinantes da oferta

De acordo com informações corporativas da International Paper¹¹, no Brasil a demanda por fibras recicladas é tão grande que muitas vezes as indústrias recorrem à importação de aparas. O artigo conclui que a oferta de aparas é relativamente inelástica frente ao crescimento de demanda por produtos reciclados.

- Tecnologia aplicada

A reciclagem do papel é feita em uma máquina similar a um grande liquidificador, chamado "*Hidrapulper*". Nele, o papel é desagregado e misturado com água, formando uma pasta de celulose. Neste processo são aplicados compostos químicos para retirar as tintas e tratar a fibra, antes que esta retorne as máquinas de fabricar papel. (CEMPRE, 2008).

- Cenário internacional

De acordo com a Bracelpa (2007), o Brasil é um dos maiores recuperadores de papéis recicláveis, com índice de 45,4%. Em 2006 foram consumidas 3,5 milhões de toneladas de aparas oriundas de empresas recicladoras.

¹¹ A International Paper é uma das maiores fabricantes de papel e embalagens do mundo. A informação foi obtida em: **Ecoforum Setorial ANAVE**. São Paulo. 2008. Disponível em: <www.anave.org.br>. Acesso 10 Set 2008.

País	Índice de Reciclagem
Alemanha	75%
Japão	73%
Polônia	65%
Espanha	59%
Estados Unidos	52%
Brasil	45%
China	34%

Tabela 33: Reciclagem de Papel e Papelão no Mundo
(fonte: CEMPRES)

Plásticos

Existe hoje cerca de 500 mil catadores informais¹² que recolhem os resíduos e os revendem. As condições atuais de informalidade das pequenas empresas recicladoras são bastante significativas.

De acordo com o Cempre (2008), a reciclagem do plástico começou a ser feita pelas próprias empresas visando o reaproveitamento das perdas de produção. O principal mercado consumidor de plástico reciclado são as indústrias de artefatos plásticos, que utilizam o material na produção de produtos com finalidades diferentes das originais: baldes, cabides, garrafas de água sanitária, etc. A falta de tecnologia e a existência de leis que proíbem o uso do plástico reciclado para embalagens de produtos alimentícios possibilitaram o desenvolvimento de novos mercados para o uso do plástico reciclado.

Segundo a mesma fonte, no caso da indústria de reciclagem do plástico, os principais recicladores não são os principais produtores de plástico. Este mercado é bem pulverizado com diversas pequenas empresas.

Existem atualmente 3 diferentes tipos de reciclagem de plástico: mecânica, química e energética. A reciclagem mecânica é a que possui maior aplicação no Brasil. Seu processo consiste na transformação dos descartes plásticos em grânulos que geralmente são utilizados na produção de outros produtos. Estima-se que no Brasil sejam reciclados mecanicamente 15% dos resíduos plásticos pós-consumo¹³.

As principais etapas do processo de reciclagem mecânica são: coleta; separação e triagem dos diferentes tipos de plásticos; limpeza para retirada de sujeiras; transformação em grânulos.

¹² Fonte: Plastivida. Brasil <www.plastivida.org.br>. Acesso 20 jul. 2008

¹³ Fonte: Plastivida. Brasil <www.plastivida.org.br>. Acesso 20 jul. 2008

A reciclagem do plástico exige cerca de 10% da energia utilizada no processo primário (Cempre, 2008).

	2005
Número de Empresas	512
Faturamento (R\$ bi)	1.6
Capacidade Instalada (mm ton)	1.28
Produção (mil ton / ano)	767.5
Índice de Reciclagem	19.8%
Nível Operacional	60.9%
Número de Empregos Diretos	17,548

Tabela 34: Evolução da Reciclagem Mecânica do Plástico
(Fonte: PLASTIVIDA)

Empresas	ton/ano	Part. (%)
Utilidades Domésticas	130,555	16.6%
Têxtil	106,770	13.6%
Descartáveis	81,828	10.4%
Construção Civil	71,881	9.1%
Automobilístico	63,047	8.0%
Industrial	59,066	7.5%
Agropecuária	53,813	6.8%
Limpeza doméstica	49,091	6.2%
Brinquedos	37,321	4.7%
Calçados, couro e afins	33,757	4.3%
Eletroeletrônico	25,193	3.2%
Móveis	21,177	2.7%
Outros	20,304	2.6%
Alimentício	19,931	2.5%
Bebidas	7,200	0.9%
Acessórios Uso Pessoal	6,570	0.8%
Total	787,504	100.0%

Tabela 35: Mercados Consumidores de Plástico de Reciclagem Mecânica
(fonte: PLASTIVIDA)

Região	Pós-Consumo		Industrial		Total
	ton/ano	%	ton/ano	%	ton/ano
Centro-Oeste	15,472	89.5%	1,816	10.5%	17,288
Norte	0	0.0%	6,515	100.0%	6,515
Nordeste	100,232	91.7%	9,116	8.3%	109,348
Sul	117,439	50.0%	117,403	50.0%	234,842
Sudeste	304,780	60.9%	195,440	39.1%	500,220
Total	500,672	59.4%	342,517	40.6%	843,189

Tabela 36: Origem do Resíduo Plástico Consumido por Região
(fonte: PLASTIVIDA)

Empresas	Quantidade #	Tempo de Atuação anos	Valor da Produção R\$ mm	Empregos #	Cap. Instalada mil ton/ano
Reciclador	248	11	616.9	6,587	550.7
Recicladoras Verticalizadas em Triagem	99	12	569.1	6,688	431.5
Recicladoras Verticalizadas Transformadoras	131	19	239.3	3,757	239.3
Recicladoras Verticalizadas em Triagem e Transformado	34	14	199.6	535	60.2
Total	512	56	1,625	17,567	1,282

Tabela 37: Dimensionamento Geral da Indústria Mecânica de Reciclagem de Plástico
(fonte: PLASTIVIDA)

Região	Faturamento Bruto R\$mm	%	Faturm. R\$ / ton
Centro-Oeste	15.1	0.9%	989
Nordeste	139.5	8.3%	1,421
Norte	12.1	0.7%	2,165
Sudeste	924.3	55.2%	2,061
Sul	583.4	34.8%	2,676
Brasil	1,674	100.0%	2,131

Tabela 38: Faturamento Bruto por Região
(fonte: PLASTIVIDA)

- Preços (em 14 de outubro de 2008)

Visto que hoje a demanda é muito superior que a oferta, existe uma variação considerável no preço do material em função da qualidade e diversidade do tipo de plástico reciclado ofertado (Cempre, 2008).

Região	Plástico Rígido (R\$ / ton)	Plástico Filme (R\$ / ton)
ES		
Guarapari	550	450
MS		
Brasilândia	400L	400PL
MG		
Itabira	851PL	1200PL
PE		
Camaragibe	-	600
PR		
Londrina	950P	450P
RN		
Natal	500L	500L
SP		
Paulínia	1080P	1050P
Santo André	900P	470P
São Bernardo	850P	950P

Tabela 39: Preços do Plástico
(fonte: CEMPRE, P=prensado, L=limpo)

- Cenário internacional

País	Índice de Reciclagem
Alemanha	32%
Bélgica	25%
Suíça	23%
Suécia	22%
Brasil	20%
Noruega	17%
França	14%
Portugal	11%

Tabela 40: Reciclagem de Plástico no Mundo
(fonte: CEMPRE)

Quanto à reciclagem mecânica, o país fica bem posicionado, ficando atrás apenas da Alemanha, Bélgica, Suíça e Suécia.

Pneus

O Brasil produziu em 2006, 54,5 milhões de unidades de pneus. Em média, 300 mil toneladas são descartadas anualmente. Em 2006, o descarte superou esta média em 330 mil toneladas, apresentando uma taxa de 73% de reciclagem. (CEMPRE, 2008).

De acordo com o Cempre (2008), existe um mercado comprador de pneus passíveis de recauchutagem, no entanto, pneus não recuperáveis têm valor negativo. Geralmente os geradores da sucata pagam às empresas de limpeza urbana para o recebimento do material.

Existem hoje os chamados “Ecopontos”, criados pela Anip (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos) para a recepção dos pneus inservíveis. Estes “Ecopontos” ajudam a formalizar o mercado, pois até hoje muitos pneus inservíveis são enviados para depósitos irregulares que acabam por não dar uma destinação ambientalmente adequada.

Segundo o Cempre (2008), existem no Brasil cerca de 30 empresas que reciclam pneus. Em 2007, a capacidade instalada de reciclagem era de cerca de 300 mil toneladas por ano. Estima-se que este número atinja 350 mil toneladas em 2008.

O principal gargalo para a reciclagem do pneu é encontrar novas aplicações e tecnologias para os pneus considerados inservíveis. Ou seja, para o desenvolvimento deste segmento é preciso investir em inovações e novas utilizações.

	2005	2006
Recursos investidos para a reciclagem (R\$mm)	22	30
Volume destinado para a reciclagem (mil ton)	127.0	123.0
# de pneus de carros de passeio reciclados (milhões)	25.4	24
Volume de pneus produzidos (milhões)	53.4	54.5
Ecopontos (centrais de recepção de pneus inservíveis)	134	220
Índice de Reciclagem	na	73.0%

Tabela 41: Evolução da Reciclagem de Pneus
(Fonte: ANIP)

- Ciclo da recuperação

Segundo o site Reviverde¹⁴, por questões regulatórias, o pneu inservível para uso veicular deve ser retirado adequadamente em todo o Território Nacional.

Algumas das aplicações para o pneu inservível são a transformação em: combustível na produção de cimentos, asfalto borracha, ou utilização em novos artefatos, como tapetes para carros, etc (Reviverde¹⁵).

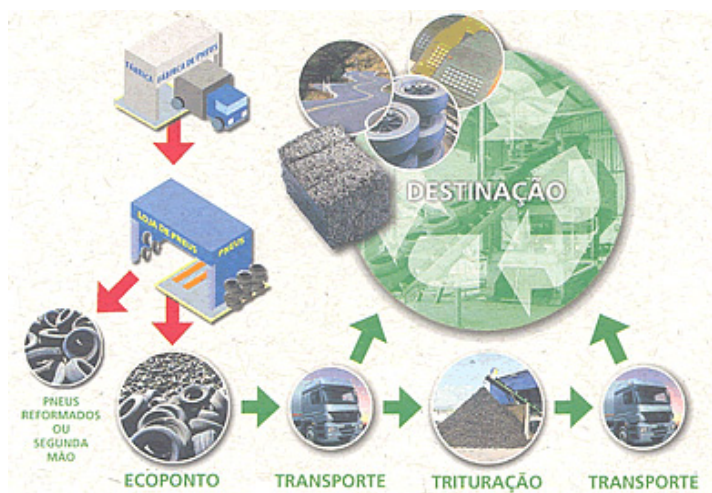


Figura 24: Fluxo da Reciclagem de Pneus
(fonte: ANIP)

Destinação	2002		2003		2004	
	ton	%	ton	%	ton	%
Laminadoras	59,766	60.5%	27,099	44.0%	81,617	60.5%
Cimenteiras	24,298	24.6%	23,327	37.8%	42,886	31.8%
Xisto	892	0.9%	3,065	5.0%	319	0.2%
Outros (exportação, teste de queim)	13,870	14.0%	8,143	13.2%	10,177	7.5%
Total	98,826	100.0%	61,634	100.0%	134,999	100.0%

Tabela 42: Formas de Destinação de Pneus Inservíveis
(fonte: IBAMA, 2005)

- Cenário internacional

País	Índice de Reciclagem
EUA	75%
Brasil	73%
Europa	66%
Japão	54%

Tabela 43: Índice de reciclagem de Pneus no Mundo
(fonte: CEMPRES)

¹⁴ REVIVERDE. Rio de Janeiro. Apresenta informações sobre a reciclagem de pneus. Disponível em: <<http://www.reviverde.org.br/pneus.htm>>. Acesso em: 20 Jul 2008.

¹⁵ Id., Acesso em: 20 Jul 2008.

Equipamentos eletrônicos – “E-Lixo”

De acordo como a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica), é muito recente a reciclagem de equipamentos eletrônicos como computadores, aparelhos celulares, baterias, etc. Sua importância do ponto de vista ambiental e econômico tem aumentado principalmente devido a: (i) aumento do consumo e dos preços das matérias primas necessárias para a produção dos equipamentos, (ii) rápida obsolescência destes produtos, o que aumenta a quantidade de lixo gerado, e (iii) nocividade dos resíduos gerados por estes produtos.

Cerca de 50 milhões de toneladas de lixo proveniente de equipamentos eletrônicos são descartados anualmente no mundo. No Brasil cerca de 11 toneladas de baterias para celulares são jogadas no lixo comum. Segundo o site Setor Reciclagem¹⁶, o destino do lixo eletrônico, além de não ser adequado, está prejudicando países em desenvolvimento. A China é um forte exemplo onde a reciclagem de equipamentos eletrônicos aumenta vertiginosamente, mas ao mesmo tempo segue um processo de reciclagem que muitas vezes é prejudicial ao meio ambiente.

De acordo com Nascimento (2008), no Brasil, o Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) por meio da Resolução 257, a destinação correta de pilhas e baterias é uma obrigação dos fabricantes e importadores. Estes são obrigados pela lei a criar e implantar mecanismos de coleta do material que produzem.

Segundo a mesma reportagem, o ambiente regulatório criado tanto no Brasil quanto no exterior (através da *Waste Electrical and Electronic Equipment Directive*), e a necessidade de mecanismos especiais para a coleta e reciclagem incentivam fortemente o desenvolvimento da logística reversa.

No caso das lâmpadas, segundo a recicladora Bulbox¹⁷, apenas 2% dos 100 milhões de lâmpadas fluorescentes descartadas por ano no Brasil são recicladas. Por conter mercúrio e fósforo, elas não podem ser postas no lixo comum, tornando-se um problema ambiental.

¹⁶ Disponível em: <www.setorreciclagem.com.br>. Brasil. Acesso 20 jul 2008.

¹⁷ Disponível em: <www.bulbox.com.br>. Brasil. Acesso 20 jul 2008.

Quanto à logística reversa, de acordo com a empresa Interamerican¹⁸, os atuais índices de retorno de produtos através da logística reversa é o seguinte:

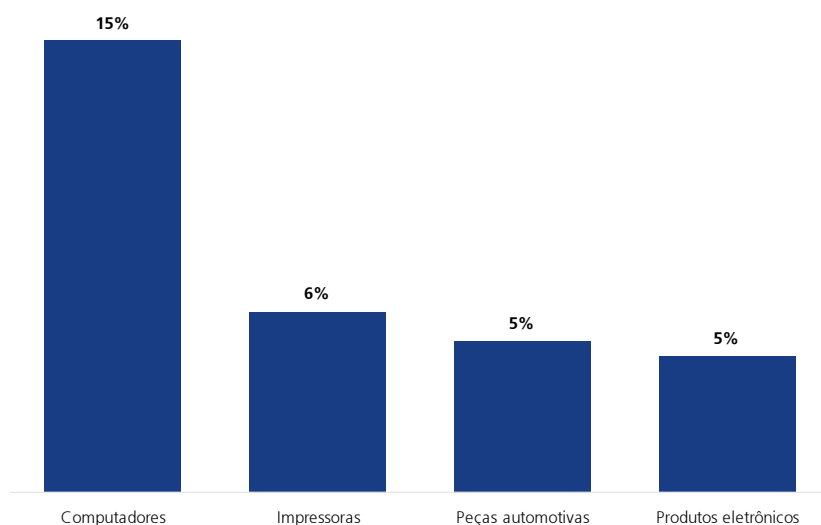


Figura 25: Índices Atuais de Retorno de Produtos Através da Logística Reversa (fonte: Interamerican)

Os números sobre a reciclagem de equipamentos eletrônicos no Brasil ainda são incipientes, dado que esta atividade é muito recente e que existe uma dificuldade de mensuração, visto que existe um grande fluxo de importação e exportação destes resíduos entre os países.

¹⁸ Disponível em: < www.interamerican.com.br >. Brasil. Acesso 20 jul 2008.

APÊNDICE B – PREMISSAS OPERACIONAIS

[illegible]

APÊNDICE C – RECEITAS

RECEITAS		2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E
Principais drivers de crescimento												
Ouro	%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Prata	%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Platina	%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Ouro	US\$ / Oz	1,000	900	914	927	941	955	970	984	999	1,014	1,029
Prata	US\$ / Oz	15	13	13	13	13	14	14	14	14	14	15
Platina	US\$ / Oz	1,100	1,175	1,193	1,211	1,229	1,247	1,266	1,285	1,304	1,324	1,343
Ouro	R\$ / Oz	2,260	2,016	2,065	2,123	2,183	2,277	2,374	2,476	2,582	2,692	2,808
Prata	R\$ / Oz	33	29	29	30	31	32	34	35	37	38	40
Platina	R\$ / Oz	2,486	2,632	2,695	2,772	2,851	2,973	3,100	3,232	3,371	3,515	3,665
Variação												
Ouro	%		-11%	2%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Prata	%		-14%	2%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Platina	%		6%	2%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Venda para a recicladora												
Preço da sucata	R\$ / kg	4,00	3,50	3,58	3,69	3,79	3,95	4,12	4,30	4,48	4,67	4,87
Peso do Computador	kg	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Redução do peso do computador	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Receita total	R\$ mil	0	158	185	219	259	311	373	447	537	643	772
Impostos	R\$ mil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% da receita bruta	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Receita Líquida	R\$ mil	0	158	185	219	259	311	373	447	537	643	772
crescimento	%			18%	18%	18%	20%	20%	20%	20%	20%	20%

APÊNDICE D – CUSTOS E DESPESAS

CUSTOS		2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E
Frete para a reciclagem (terceirizado)	R\$ / (ton*km)	2.00	2.09	2.18	2.27	2.37	2.47	2.58	2.69	2.80	2.92	3.05
Distancia SP - Jaguariuna	km	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
Frete para a reciclagem	R\$ / ton	452	471	492	513	535	558	582	607	633	660	688
Frete para a reciclagem	R\$ / comp	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6
Custo de Frete	R\$ mil		35	41	47	49	52	57	62	67	73	79
Lucro Bruto	R\$ mil	0	123	145	173	211	259	316	385	469	570	692
crescimento	%			18%	19%	22%	23%	22%	22%	22%	22%	21%
Margem Bruta	%		78%	78%	79%	81%	83%	85%	86%	87%	89%	90%
DESPESAS OPERACIONAIS												
Despesas de Vendas												
Marketing (% sobre a Rec. Líquida)	%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Total Despesas com Vendas	R\$ mil	0	9	11	13	16	19	22	27	32	39	46
Despesas Administrativas												
Diretor Comercial e Financeiro	#	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Supervisor	#	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Assistente	#	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Total	#	1	2	2	3	3	3	3	4	4	5	5
Salários												
Diretor Comercial e Financeiro	R\$ mil / ano	98	102	106	111	115	120	126	131	137	142	148
Supervisor	R\$ mil / ano	65	68	71	74	77	80	84	87	91	95	99
Assistente	R\$ mil / ano	16	16	17	18	18	19	20	21	22	23	24
Total Despesas Administrativas	R\$ mil		146	160	175	193	213	237	264	296	334	378
Despesas Gerais												
Aluguel escritório												
m2 por funcionário	m2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R\$ / m2	R\$ / m2	240	250	261	273	284	296	309	322	336	351	366
Total Despesas Gerais	R\$ mil		3	3	3	4	5	5	6	7	8	9
Despesas Totais	R\$ mil		159	174	192	212	236	264	297	335	381	434

APÊNDICE E – DRE

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADOS		2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E
Receita Bruta	R\$ mil	0	158	185	219	259	311	373	447	537	643	772
Impostos	R\$ mil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Receita Líquida	R\$ mil	0	158	185	219	259	311	373	447	537	643	772
Custo dos Produtos Vendidos	R\$ mil	0	35	41	47	49	52	57	62	67	73	79
Lucro Bruto	R\$ mil	0	123	145	173	211	259	316	385	469	570	692
	#DIV/0!		78.0%	77.9%	78.6%	81.2%	83.1%	84.7%	86.2%	87.5%	88.6%	89.7%
Despesas Operacionais	R\$ mil	0	159	174	192	212	236	264	297	335	381	434
% sobre receita líquida	%	#DIV/0!	101%	94%	87%	82%	76%	71%	66%	63%	59%	56%
EBITDA	R\$ mil	0	(36)	(30)	(19)	(1)	22	52	88	134	190	258
Margem EBITDA	%	#DIV/0!	-23%	-16%	-9%	-1%	7%	14%	20%	25%	29%	33%
Depreciação	R\$ mil	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
EBIT	R\$ mil	0	(40)	(34)	(23)	(5)	18	48	84	130	186	253
Margem EBIT	%	#DIV/0!	-25%	-18%	-11%	-2%	6%	13%	19%	24%	29%	33%
Despesas Financeiras	R\$ mil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Receitas Financeiras	R\$ mil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EBT	R\$ mil	0	(40)	(34)	(23)	(5)	18	48	84	130	186	253
IR & CSSL	R\$ mil	0	0	0	0	0	4	11	20	31	57	86
Taxa de imposto	%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%
Lucro Líquido	R\$ mil	0	(40)	(34)	(23)	(5)	14	36	64	99	129	167
Margem Líquida	%	#DIV/0!	-25%	-18%	-11%	-2%	4%	10%	14%	18%	20%	22%

APÊNDICE F – IMPOSTO DE RENDA E CONTRIBUIÇÃO SOCIAL

IMPOSTO DE RENDA E CONTRIBUIÇÃO SOCIAL		2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E
Alíquotas												
Imposto de Renda	%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
CSSL	%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
Total	%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%
Cálculo do Imposto												
EBT	R\$m	0	(40)	(34)	(23)	(5)	18	48	84	130	186	253
IR - Marginal	R\$m	0	0	0	0	0	5	12	21	32	46	63
CSSL - Marginal	R\$m	0	0	0	0	0	2	4	8	12	17	23
Total IR + CSSL	R\$m	0	0	0	0	0	6	16	29	44	63	86
Saldo Inicial de Créditos no Início do Período	R\$m	0	0	13	25	33	35	33	28	19	6	0
Redução no Pagamento dos Impostos	R\$m	0	0	0	0	0	(2)	(5)	(9)	(13)	(6)	0
Adições aos Créditos	R\$m	0	13	11	8	2	0	0	0	0	0	0
Saldo Final de Créditos no Início do Período	R\$m	0	13	25	33	35	33	28	19	6	0	0
Total de Impostos Pagos	R\$m	0	0	0	0	0	4	11	20	31	57	86
Alíquota efetiva de IR & CSSL	%	#DIV/0!	0%	0%	0%	0%	24%	24%	24%	24%	31%	34%

APÊNDICE G – CAPEX E D&A

CAPEX		2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E
Certificação Ambiental	R\$ mil		30									
Manutenção do certificado	R\$ mil		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de TI	R\$ mil		5					5				5
Total do Capex	R\$ mil	0	35	0	0	0	0	5	0	0	0	5

DEPRECIACÃO & AMORTIZAÇÃO

Depreciação do Certificado (% por ano)		10%
2009E	0	0
2010E	30	3
2011E	0	3
2012E	0	3
2013E	0	3
2014E	0	3
2015E	0	3
2016E	0	3
2017E	0	3
2018E	0	3
2019E	0	3

Depreciação do Sistema de TI (% por ano)		20%
2009E	0	0
2010E	5	1
2011E	0	1
2012E	0	0
2013E	0	0
2014E	0	0
2015E	5	0
2016E	0	1
2017E	0	0
2018E	0	0
2019E	5	0

[illegible]

APÊNDICE H – CAPITAL DE GIRO

CAPITAL DE GIRO		2009E	2010E	2011E	2012E	2013E	2014E	2015E	2016E	2017E	2018E	2019E
Ativos												
Contas a Receber	R\$ mil	0	6	8	9	11	13	15	18	22	26	32
Dias de Receita Bruta	dias	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Passivos												
Contas a Pagar	R\$ mil	0	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4
Dias de Custos Operacionais	dias	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Capital de Giro	R\$ mil	0	5	5	6	8	10	12	15	18	22	27
Variação do Capital de Giro	R\$ mil	0	5	1	1	2	2	2	3	3	4	5

ANEXO B – TABELA DE PREÇOS TCG RECYCLING



TCG Brasil Reciclagem Ltda.
 Rua Eugênio Bertini, 445 - São Luiz
 13477-570 / Americana / SP
 Fone: (19) 3468-3882 Fax: (19) 3478-2023
 www.tcgrecycling.com

Tabela de Preços - Setembro/2008

Material	Valor unitário (R\$/KG)
Adaptadores AC - AC adapters	0,08
Alumínio com outros metais - Dirty Aluminum	1,23
Alumínio Limpo - Clean Aluminum	1,30
Bandejas de componentes (Pretos) - IC Trays	0,18
Bandejas de componentes (Azuis) - IC Trays	0,18
Baterias chumbo-ácido - Lead-Acid Batteries	(0,10)
Baterias secas - Batteries	(3,50)
Bombonas Plástica - Plastic Gaylords / Barrels	0,01
Borracha - Rubber	0,00
Cabos - Cables	1,12
Capacitores - Capacitors	0,00
Circuitos Integrados Solto - IC's Loose	2,23
Circuitos Integrados Solto Mistos - IC Scrap	1,12
Cobre - Copper	3,16
Conectores dourados - Gold Connectors	2,99
Conectores não dourados (sucata) - No Gold Connectors-Scrap	0,06
Ferro/Aço - Steel	0,09
Fontes de Alimentação - Power supplies	0,08
HD - Drives-Hard	0,84
Lâmpadas fluorescentes - Fluorescent Bulbs	(3,50)
Latão - Brass	0,56
LCD's bons - Good LCD's	1,50
LCD's ruins (sucata) - LCD Scrap	(3,50)
Lixo (restos de embalagem) - Trash	0,00
Pallets - peso e QUANTIDADE	0,00
Papel - Paper	0,00
Papelão - Cardboard	0,06
Pasta de solda - Solder Paste & Rags	0,00
Placas Lisas (Não Rebarbas) - Bare Boards	(0,30)
Placas lisas com ponteiros de Ouro - Bare Boards-Gold fingers	0,75
Placas com Componentes com Ponteiros de Ouro - Populated Boards - Gold Fingers	1,13
Placas com conectores dourados - Gold Connector Board	1,49
Placas de celulares com componentes - Populated cell Boards	4,29
Placas de celulares sem componentes - Bare cell boards	2,45
Placas com componentes (Médio valor para refinaria) - Boards – Populated for refining	3,16
Placas pesadas (Baixo valor para refinaria) - Low grade boards for refining	0,18
Plástico de engenharia limpo - Plastic de engenharia limpo	0,14
Plástico contaminado - Dirty Plastic	(1,00)
Rebarbas - Trims	(0,30)
Teclados - Keyboards	0,00
Ventoinhas - Fans	0,00
Vidro - Glass	0,00
Drives p/ disquetes e CD's - Drives - 1.44, CDs, Tape - peso e QUANTIDADE	0,05
LCD's bons - Good LCD's	2,14

ANEXO C – CUSTO DO FRETE

Responsável Técnica:

**Central de
Custos e Preços**



Transporte de Cargas - Frete Empresa - Tonelada

Última Atualização. 10/2/2008

Distância em km	Tipo de Caminhão				
	Leves R\$/ton	Médios R\$/ton	Semi-Pesados R\$/ton	Pesados R\$/ton	Bi-trem R\$/ton
0 - 50	67.19	44.27	23.36	20.94	18.54
51 - 100	107.22	65.88	34.64	27.89	24.62
101 - 150	147.26	87.49	45.92	34.83	30.70
151 - 200	187.30	109.10	57.20	41.78	36.78
201 - 250	227.34	130.71	68.48	48.73	42.86
251 - 300	267.38	152.32	79.76	55.68	48.94
301 - 350	307.41	173.93	91.04	62.63	55.02
351 - 400	347.45	195.54	102.32	69.58	61.09
401 - 450	387.49	217.15	113.60	76.53	67.17
451 - 500	427.53	238.76	124.88	83.48	73.25
501 - 600	507.60	281.98	147.45	97.38	85.41
601 - 700	587.68	325.20	170.01	111.27	97.57
701 - 800	667.75	368.41	192.57	125.17	109.72
801 - 900	747.83	411.63	215.13	139.07	121.88
901 - 1,000	827.90	454.85	237.69	152.97	134.04
1001 - 1,100	907.98	498.07	260.25	166.87	146.19
1101 - 1,200	988.06	541.29	282.81	180.77	158.35
1201 - 1,300	1,068.13	584.51	305.37	194.66	170.51
1301 - 1,400	1,148.21	627.73	327.93	208.56	182.67
1401 - 1,500	1,228.28	670.95	350.49	222.46	194.82
1501 - 1,600	1,308.36	714.16	373.05	236.36	206.98
1601 - 1,700	1,388.43	757.38	395.61	250.26	219.14
1701 - 1,800	1,468.51	800.60	418.17	264.16	231.29
1801 - 1,900	1,548.58	843.82	440.73	278.05	243.45
1901 - 2,000	1,628.66	887.04	463.29	291.95	255.61
2001 - 2,200	1,788.81	973.48	508.41	319.75	279.92
2201 - 2,400	1,948.96	1,059.91	553.53	347.54	304.24
2401 - 2,600	2,109.11	1,146.35	598.66	375.34	328.55
2601 - 2,800	2,269.26	1,232.79	643.78	403.14	352.86
2801 - 3,000	2,429.41	1,319.23	688.90	430.93	377.18
3001 - 3,500	2,829.79	1,535.32	801.70	500.43	437.96
3501 - 4,000	3,230.17	1,751.41	914.50	569.92	498.75
4001 - 4,500	3,630.55	1,967.51	1,027.30	639.41	559.53
4501 - 5,000	4,030.93	2,183.60	1,140.11	708.90	620.32
5001 - 5,500	4,431.30	2,399.69	1,252.91	778.39	681.11
5501 - 6,000	4,831.68	2,615.79	1,365.71	847.88	741.89