

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS COM A INTRODUÇÃO DE SISTEMA DE DEPÓSITO-REEMBOLSO EM UM MUNICÍPIO DE INTERESSE, COM DIFERENTES TAXAS DE DEVOLUÇÃO DOS RECIPIENTES DE BEBIDAS VAZIOS

Roberto Hitoshi da Silva Miura

Prof.Dr. Diego Corrêa Maia

Rio Claro (SP)

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

ROBERTO HITOSHI DA SILVA MIURA

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS COM A INTRODUÇÃO DE
SISTEMA DE DEPÓSITO-REEMBOLSO EM UM
MUNICÍPIO DE INTERESSE, COM DIFERENTES TAXAS
DE DEVOLUÇÃO DOS RECIPIENTES DE BEBIDAS
VAZIOS

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Engenheiro Ambiental.

Rio Claro - SP

2017

551.303 Miura, Roberto Hitoshi da Silva
M685a Avaliação de cenários com a introdução de sistema de depósito-reembolso em um município de interesse, com diferentes taxas de devolução dos recipientes de bebidas vazios / Roberto Hitoshi da Silva Miura. - Rio Claro, 2017
76 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas

Orientador: Diego Corrêa Maia

1. Sedimentação e depósitos. 2. Logística reversa. 3.
Instrumento econômico. 4. PNRS. 5. Reciclagem. I. Título.

ROBERTO HITOSHI DA SILVA MIURA

AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS COM A INTRODUÇÃO DE
SISTEMA DE DEPÓSITO-REEMBOLSO EM UM
MUNICÍPIO DE INTERESSE, COM DIFERENTES TAXAS
DE DEVOLUÇÃO DOS RECIPIENTES DE BEBIDAS
VAZIOS

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas - Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Diego Corrêa Maia (orientador)

Prof. Ma. Livia Portes Innocenti Helene

Eng. Pedro Augusto Grava da Silva

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais por darem todo o suporte necessário para que eu pudesse atingir meu objetivo de me tornar um Engenheiro Ambiental. Dona Francisca, a senhora é uma rainha. Ao meu pai, Paulo, só posso ser grato pela liberdade e confiança passada nos seus atos e falas.

Também agradeço a todos meus colegas de sala por todas as vivências e experiências proporcionadas nesses últimos anos. Gostaria de agradecer especialmente ao Carlo, Ariel, Felipe, Erik, Mari Osso, Pratti, Patrones e Inri por todos os momentos que passamos juntos, sendo eles cotidianos ou não.

À República Refúgio agradeço pelo aprendizados adquirido através da convivência com tantas pessoas, cada uma de seu jeito, com seus defeitos e qualidades.

Deixo um agradecimento especial para a Taís Salles, por ter sido minha amiga e companheira durante a maior parte da minha graduação, com quem aprendi muito sobre a vida e como aproveitá-la.

RESUMO

A produção excessiva e o gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos (RSU) causam degradação do meio ambiente. Em 2 de agosto de 2010, foi aprovada a Lei Federal 12.305 a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS –, estabelecendo diretrizes e instrumentos para uma gestão e gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Considerando que a Logística Reversa é um dos instrumentos estabelecidos para o gerenciamento de resíduos de interesse ambiental, o presente trabalho propõe cenários com a introdução de um Sistema de Depósito-Reembolso, de forma a criar um sistema embrionário de Logística Reversa.

Para a criação dos cenários, o município de Rio Claro foi escolhido seguindo uma metodologia proposta. As taxas atuais de reciclagem dos materiais analisados foram utilizadas para um primeiro cenário; e a média das taxas gerais de reciclagem de jurisdições que possuem Sistema de Depósito-Reembolso implantados para o segundo cenário. Os consumos aparentes de recipientes de alumínio, PET, vidro e tetra pak foram obtidos, gerando um número de 168 recipientes/habitante urbano por ano. Para os diferentes cenários, foram calculados os custos de instalação e operação do sistema embrionário de Depósitos de Bebidas. O sistema contaria com 7 Depósitos de Bebidas e, com a receita gerada pelos depósitos não reembolsados e a venda do material para o setor de reciclagem, teria um tempo de amortização do investimento de 2,5 anos para o Cenário 1 e de 3 anos para o Cenário 2.

Palavras-chave: Logística Reversa. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Depósito-Reembolso. Sistema de Depósito. Instrumentos Econômicos. Recipientes de Bebida.

ABSTRACT

The excessive generation and the inadequate management of municipal solid waste (MSW) causes environmental degradation. On August 2nd, 2010, the Federal Law 12.305, National Solid Waste Policy, was passed, stabilishing instruments and guidelines to an enviromentaly adequate solid waste management. As Reverse Logistics is one of the refered law's instruments to manage waste of environmental interest, the present paper proposes scenarios with the establishment of a Deposit-Refund System, so that an embryonic Reverse Logistics system is created.

To create the scenarios, the municipality of Rio Claro was chosen following a proposed methodology. The current recovery rates of recyclable materials analysed were used for a first scenario; and the average overall recovery rate of jurisdictions that have a Deposit-Refund System established was used for a second scenario. The apparent consumption of aluminium, PET, glass and tetra pak containers were obtained, generating a number of 168 containers/urban citizen per year. For each scenario, the installation and operational costs of an embryonic Beverage Container Depots system were calculated. The system would count with 7 Beverage Container Depots and, with the income generated from unredeemed deposits and the sales of recyclable materials to the recycling sector, it would have an amortization time of 2.5 years for Scenario 1 and 3 years for Scenario 2.

Keywords: Reverse Logistics. Municipal Solid Waste (MSW). Deposit Refund. Deposit System. Economic Instruments. Beverage Container.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Custos totais dos programas por recipiente recuperado, expressos em dólares canadenses.	44
Figura 2 - Setorização da coleta de resíduos em Rio Claro.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estruturas de governo dos programas de depósito.....	22
Tabela 2 - Mecanismos de financiamento usados nas jurisdições.....	33
Tabela 3 - Valores de depósito nas diferentes jurisdições.....	38
Tabela 4 - Venda per capita de recipientes do escopo limitado nas jurisdições.....	38
Tabela 5 - Taxas gerais de recuperação (todos materiais do escopo).....	40
Tabela 6 - Taxas gerais de recuperação (escopo limitado).....	41
Tabela 7 - Custos totais dos programas, expressos em dólares canadenses.....	43
Tabela 8 - Custos totais dos programas por recipiente recuperado, expressos em dólares canadenses.....	44
Tabela 9 - Consumo aparente das matérias-primas no ano de 2010.....	52
Tabela 10 - Consumo aparente dos materiais pelo setor de embalagens no ano de 2010.....	52
Tabela 11 - Consumo aparente de materiais para recipientes de bebidas no ano de 2010.....	53
Tabela 12 - Consumo aparente de unidades de recipientes dos materiais em 2010.....	53
Tabela 13 - Venda de unidades de recipientes dentro do escopo limitado per capita nas diferentes jurisdições.....	54
Tabela 14 - Quantidade diária a ser triada para diferentes taxas de devolução.....	55
Tabela 15 - Quantidade diária a ser triada distribuída nas diferentes faixas.....	55
Tabela 16 - Quantidade de triadores necessários.....	56
Tabela 17- Requisitos físicos dos depósitos.....	57
Tabela 18 - Requisitos de operação dos depósitos.....	59
Tabela 19- Quantidades de materiais em consumidos em Rio Claro.....	60
Tabela 20 - Cenário 1: Quantidade coletada com taxas atuais em Rio Claro.....	61
Tabela 21 - Cenário 2: Quantidades coletadas com taxa de retorno dos programas.....	62
Tabela 22 - Custo de instalação de um Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios.....	63
Tabela 23 - Custo de operação de um Depósito de Embalagens de Recicláveis.....	64
Tabela 24 - Custos de operação e instalação do sistema de Depósitos.....	66
Tabela 25 - Receita gerada por depósitos não reembolsados.....	67
Tabela 26 - Receita per capita gerada com depósitos não reembolsados.....	67
Tabela 27- Preço de venda dos materiais para o mercado de reciclagem, expressos em R\$/ton.....	67
Tabela 28 - Receita gerada com a venda do material para os cenários.....	68
Tabela 29 - Custo de aterramento evitado.....	68
Tabela 30 - Cenário 1: Fluxo de caixa e tempo de amortização do investimento.....	69
Tabela 31 - Cenário 2: Fluxo de caixa e tempo de amortização do investimento.....	69

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	11
2.	OBJETIVOS	13
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil	14
3.2	A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS	16
3.2.1	Logística Reversa na PNRS	16
3.3	Instrumentos Econômicos na gestão ambiental	17
3.4	Instrumentos Econômicos na gestão de resíduos sólidos	18
3.5	Sistema de depósito-reembolso	18
3.6	Relatório de Benchmarking do Programa de Administração para Reciclagem de Recipientes de Bebida Vazios da província de Alberta (BCMB)	19
3.6.1	Legislação	20
3.6.2	Modelos de estrutura de governo dos programas	21
3.6.3	Estrutura do programa	22
3.6.4	Infraestrutura e operação dos depósitos	25
3.6.5	Padronização dos depósitos	29
3.6.6	Tecnologia	29
3.6.7	Transporte	30
3.6.8	Mecanismo de financiamento	31
3.6.9	Escopo do programa	35
3.6.10	Valores de depósito	36
3.6.11	Vendas de recipientes de bebida	38
3.6.12	Taxas de recuperação	39
3.6.13	Custos	42
4.	METODOLOGIA	46
4.1	Estimativa do consumo das embalagens	46
4.1.1	Escolha dos tipos de embalagens de bebida	46
4.1.2	Cálculo do consumo aparente das embalagens	46
4.2	Quantidade diária de embalagens a ser triada	47
4.2.1	Seleção das faixas populacionais	47
4.2.2	Distribuição das embalagens pelos municípios brasileiros	48
4.3	Dimensionamento da infraestrutura e mão de obra necessária para o funcionamento dos Depósitos de Recipientes de Bebidas	48
4.3.1	Mão de obra para triagem dos materiais, distribuído de acordo com as diferentes faixas populacionais	48

4.3.2	Mão de obra necessária para a triagem das embalagens consumidas seguindo o atual índice de reciclagem	48
4.3.3	Mão de obra necessária para o total das embalagens consumidas	49
4.3.4	Infraestrutura e equipamentos	49
4.4	Escolha do local e proposição de cenários	49
4.5	Custos de instalação e operação do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas	50
4.5.1	Custo de instalação de um Depósito de Recipientes de Bebidas.....	50
4.5.2	Custo de operação de um Depósito de Recipientes de Bebidas	50
4.5.3	Custo do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas	50
4.6	Receita do sistema de depósito-reembolso	51
4.6.1	Seleção dos valores de depósito	51
4.6.2	Receita obtida da não devolução das embalagens	51
4.6.3	Valores obtidos com a venda do material retornado para o setor de reciclagem.....	51
4.6.4	Custo evitado da disposição das embalagens em aterro	51
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1	Estimativa do consumo das embalagens recicláveis de bebidas a serem incluídas no sistema de Depósito de Recipientes de Bebidas.....	52
5.1.1	Consumo aparente de embalagens no ano de 2010	52
5.2	Quantidades diárias de recipientes a serem triados	54
5.2.1	Distribuição das embalagens pelos municípios brasileiros de acordo com as diferentes faixas populacionais.....	55
5.3	Dimensionamento da infraestrutura e mão de obra necessária para o funcionamento dos Depósitos de Recipientes de Bebidas.....	56
5.3.1	Mão de obra para triagem dos materiais, distribuído de acordo com as diferentes faixas populacionais	56
5.3.2	Infraestrutura e equipamentos necessários para a operação dos Depósitos de Recipientes de Bebidas.....	57
5.4	Escolha do local e proposição de cenários	59
5.4.1	Escolha do local.....	59
5.4.2	Proposição de cenários para o município de Rio Claro.....	60
5.5	Custos de instalação e operação dos Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios	63
5.5.1	Custo de instalação de um Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios	63
5.5.2	Custo de operação de um Depósito de Embalagens de Recicláveis.....	63
5.5.3	Custo do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas	64
5.6	Receita do sistema de depósito-reembolso	66
5.6.1	Seleção dos valores de depósito	66
5.6.2	Receita obtida da não devolução das embalagens	66
5.6.3	Receita obtida com a venda do material retornado para o setor de reciclagem.....	67

5.6.4	Custo evitado da disposição das embalagens em aterro	68
5.7	Análise da viabilidade financeira dos Depósitos de Recipientes de Bebidas Vazios	69
6.	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	71
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

De acordo com o diagnóstico de manejo de resíduos sólidos urbanos realizado pelo MCIDADES (2016) a estimativa do total de resíduos sólidos urbanos (RSU) coletados no Brasil em 2014 foi de aproximadamente 64,4 milhões de toneladas, dos quais apenas pouco mais de 51,8 milhões de toneladas tiveram uma destinação final conhecida. Considerando a destinação final dada a esses resíduos coletados, 54,9% foram destinados a aterros sanitários, unidades de triagem ou de compostagem e, portanto, tiveram uma destinação considerada adequada. Assim, 45,1% dos resíduos coletados ainda têm uma destinação considerada inadequada, sendo estes destinados a aterros controlados ou lixões, os quais não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para a proteção do meio ambiente contra danos e degradações.

Além disso, o crescimento da produção de resíduos sólidos foi de 5,4% entre 2013 e 2014; já o crescimento populacional do mesmo período foi de 0,9% (MCIDADES, 2016). Este fato evidencia a tendência de aumento do poder de compra e do consumo. Assim, medidas e ações devem ser tomadas para que esses resíduos gerados sejam coletados e dispostos de maneira adequada, evitando o comprometimento do meio ambiente.

Após vinte anos de tramitação no Congresso, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos foi aprovada em 2010, estabelecendo objetivos, princípios e instrumentos que visam uma gestão integrada e gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Alguns dos principais objetivos da PNRS são a não geração, redução, reutilização e a reciclagem. A reintrodução do resíduo no ciclo produtivo através da logística reversa é uma forma de incentivar a reutilização ou reciclagem do resíduo, evitando que o valor agregado a este seja perdido caso ele fosse disposto.

98,4% das latas de alumínio são recicladas (ABRALATAS, 2015). O mesmo não é evidenciado para outros tipos de embalagem, como PET, TetraPak e vidro, com 58,9%, 30%, 47%, respectivamente (ABIPET, 2010; CEMPRE, 2016a; MME, 2011a). A alta taxa de reciclagem de latas de alumínio está associada a dependência da população mais afastadas dos trabalhos formais a essa fonte de renda, uma vez que o preço por kg do alumínio é R\$5,00, já os preços praticados para PET, Tetra Pak e vidro são, respectivamente, R\$1,40, R\$0,27 e R\$0,20 por kg, utilizando como exemplo a cidade de São Paulo (CEMPRE, 2016d).

No estudo dos benefícios econômicos e ambientais da reciclagem realizado pelo IPEA (2010), foram estimados os benefícios associados a utilização de matéria secundária originada de processos de reciclagem, no lugar de matérias primas obtidas de processos primários, o alumínio reciclado tem um benefício potencial de R\$2.941,00 por tonelada, já o plástico e o

vidro reciclado apresentam um benefício potencial de R\$1.107,00 e R\$18,00 por tonelada, respectivamente. Essa diferença justifica o maior preço pago pela sucata de alumínio, uma vez que as empresas que utilizam alumínio secundário reduzem seu custo de produção. Já as empresas que utilizam vidro em seu processo de produção, devido a pequena diferença de preço entre o vidro primário e o vidro reciclado, optam pela praticidade do vidro primário, e, assim, a baixa demanda de vidro secundário mantém o seu preço baixo.

GONÇALVES-DIAS e TEODÓSIO apud LIMPURB e PLASTIVIDA (2006) afirmam que apesar de representarem 4 a 7% em massa dos RSU, os plásticos ocupam 15 a 20% do seu volume, o que evidencia uma possível economia de recursos públicos se, ao invés da disposição do material em aterros como rejeito, este fosse destinado à reciclagem. O consumo de bebidas engarrafadas é alto; e o plástico, principalmente o PET, é muito utilizado neste setor. O pouco tempo entre o ato da compra e o descarte da embalagem se traduz numa produção constante, de grandes proporções e que tende a aumentar.

O presente trabalho analisa a viabilidade econômica de cenários com a introdução de um instrumento econômico, o sistema de depósito-reembolso, como forma de incentivo ao aumento dos índices de reciclagem de materiais usados como recipientes de bebidas, além do alumínio, o qual já possui uma alta taxa de recuperação. O sistema proposto agregaria valor de mercado às embalagens dos outros materiais, o que aumentaria o interesse por parte dos consumidores em retornar o material para os locais de devolução e o interesse dos catadores que já realizam a coleta dos materiais mais valiosos a também realizar a catação desses materiais.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo final analisar a viabilidade econômica de cenários com a introdução de um sistema de depósito-reembolso na aquisição e posterior devolução de recipientes de bebidas, visando financiar a formação de Depósitos de Recipientes de Bebidas. Esses cenários serão criados para um município de interesse, considerando diferentes taxas de devolução para os recipientes incluídos no escopo do sistema.

Para atingir o objetivo final, alguns objetivos específicos devem ser alcançados. São eles:

- Estimativa do consumo dos recipientes recicláveis de bebidas que fazem parte do escopo do sistema de depósito-reembolso proposto.
- Dimensionamento da infraestrutura e mão de obra necessários para a operação de um Depósito de Recipientes de Bebidas.
- Proposição de cenários com a introdução do Sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas em um município escolhido.
- Estimativa dos custos e receitas gerados pela introdução do Sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas para os diferentes cenários propostos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil

Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004) os resíduos sólidos são:

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

Os resíduos sólidos urbanos, RSU, englobam os resíduos domiciliares e os resíduos de limpeza urbana, respectivamente, os resíduos originados de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos originários de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010)

Segundo JACOBI e BESEN (2011) um dos maiores desafios da sociedade moderna é o equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos resíduos sólidos. A gestão e disposição inadequada dos resíduos sólidos gera impactos socioambientais como a degradação do solo, comprometimento da qualidade dos corpos d'água e mananciais, intensificação de enchentes, contribuição para a poluição do ar e proliferação de vetores de importância sanitária nos centros urbanos e catação em condições insalubres nas ruas e nas áreas de disposição final (BESEN et al, 2010).

A Lei Federal 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010) define, em seu art. 3º, inciso VII, quais são as destinações finais ambientalmente adequadas para resíduos sólidos urbanos:

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

A disposição final ambientalmente adequada dos RSU é realizada em aterros sanitários, onde os resíduos sólidos que não apresentam possibilidade de tratamento ou

recuperação, os rejeitos, são distribuídos ordenadamente em espaço designado e que contem medidas preventivas para evitar a contaminação do aquífero, do solo e do ar.

Segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS – (MCIDADES, 2016), a despesa total média com a coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos dos municípios participantes em 2014, quando rateada pelos habitantes urbanos dos respectivos municípios, gerou um indicador médio de R\$109,96/habitante por ano, o que totaliza a estimativa de 17,3 bilhões de reais gastos com manejo de RSU no país naquele ano, desconsiderando investimentos.

Estima-se que apenas 52% dos resíduos coletados são destinados a aterros sanitários (MCIDADES, 2016), sendo este tipo de disposição final o mais oneroso, além de ser o único ambientalmente adequado para a disposição de rejeitos; assume-se que os municípios que não destinam seus resíduos sólidos a aterros sanitários terão um aumento no custo de manejo de resíduos sólidos urbanos ao adotar esse método de disposição final, além de ter um custo de investimento para a implantação dos aterros sanitários. A PNRS (Brasil, 2010) estabeleceu que todos os lixões deveriam ser extintos até 3 de agosto de 2014, portanto a quantidade de municípios que destinam seu RSU coletado para aterros sanitários deve aumentarr.

De acordo com (JACOBI e BESEN, 2011), os aterros de grandes cidades metropolitanas, como a Região Metropolitana de São Paulo, caminham para a saturação, o que faz com que os resíduos percorram grandes distâncias até serem dispostos nos aterros disponíveis. Assim, a reciclagem como forma de destinação final ambientalmente adequada, além de aproveitar o valor econômico dos resíduos sólidos, evita o consumo da capacidade dos aterros sanitários, aumentando sua vida útil e diminuindo os gastos das prefeituras com o manejo de RSU.

A reciclagem, um dos objetivos da PNRS, é definida como (PNUD, 1998):

O processo de reaproveitamento dos resíduos sólidos, em que os seus componentes são separados, transformados e recuperados, envolvendo economia de matérias-primas e energia, combate ao desperdício, redução da poluição ambiental e valorização dos resíduos, com mudança de concepção em relação aos mesmos.

Aproximadamente 31,9% dos resíduos sólidos urbanos são recicláveis (IPEA, 2012b). Apesar de representar grande parte dos RSU, os recicláveis ainda não possuem canais de retorno à cadeia produtiva eficazes, sendo a coleta seletiva a iniciativa mais comum nos municípios. Em 2008 apenas 17,9% dos municípios contavam com iniciativas de coleta seletiva, essas vão desde a coleta porta a porta realizada por cooperativas ou agentes públicos até Pontos de Entrega Voluntário (PEVs). Mesmo com poucas iniciativas para incentivar o

retorno do material reciclável ao ciclo produtivo, o Brasil apresenta taxas de reciclagem elevadas para alguns materiais, como a taxa de reciclagem de latas de alumínio que é de 98% (ABRALATAS, 2015) e a do PET que chega a quase 60%.

Bosi (2008) atribui a alta taxa de reciclagem à pobreza existente no país, que faz com que milhares de pessoas se submetam a longas e árduas jornadas de trabalho garimpando material nas cidades e nos lixões.

Algumas das dificuldades em se realizar políticas voltadas a esse segmento são:

- Descentralização dos locais de consumo e, portanto, da coleta;
- Inexistência de um canal de logística reversa adequado;
- Alto volume de ocupação e uma baixa densidade do produto;
- Baixo valor agregado ao resíduo.

3.2 A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS

Para enfrentar os problemas gerados pelos resíduos sólidos no país, foi aprovada no Congresso a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS - (BRASIL, 2010), a qual estabelece objetivos, princípios e instrumentos, bem como diretrizes, metas e ações para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Um dos princípios da referida política é o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

3.2.1 Logística Reversa na PNRS

A PNRS (BRASIL, 2010) instituiu a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, estabelecendo responsabilidades aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Além disso, em seu artigo 33, ela estabelece produtos que devem ter um sistema de logística reversa implementado e estruturado, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. No parágrafo 1º do referido artigo, é afirmado que os sistemas de logística reversa serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro.

No contexto da logística reversa, fica a cargo dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a implementação e operacionalização do sistema, podendo

haver a implantação de postos de entrega de resíduos reutilizáveis ou recicláveis e a implantação de procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados; além disso pode haver uma atuação em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos das embalagens referidas no parágrafo 1º.

Em seu artigo 42, a PNRS estabelece que medida indutoras e linhas de financiamento poderão ser instituídas para atender a diversas iniciativas relacionadas a gestão dos RSU, sendo uma delas a estruturação de sistemas de coleta seletiva e logística reversa, conforme o item V do mesmo artigo.

As medidas indutoras referidas são definidas no artigo 80 do Decreto nº 7.404/2010 e são apresentadas a seguir:

- I - Incentivos fiscais, financeiros e creditícios;
- II - Cessão de terrenos públicos;
- III - Destinação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, nos termos do Decreto no 5.940, de 25 de outubro de 2006;
- IV - Subvenções econômicas;
- V - Fixação de critérios, metas, e outros dispositivos complementares de sustentabilidade ambiental para as aquisições e contratações públicas;
- VI - Pagamento por serviços ambientais, nos termos definidos na legislação;
- VII - Apoio à elaboração de projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL ou quaisquer outros mecanismos decorrentes da Convenção Quadro de Mudança do Clima das Nações Unidas.

3.3 Instrumentos Econômicos na gestão ambiental

Segundo MOTTA (2000) o uso de recursos ambientais gera custos externos negativos intra e intertemporais. Dadas as dificuldades técnica e institucional de definir direitos de propriedade entre contemporâneos e gerações presentes e passadas, o uso destes recursos não considera essas externalidades. Dessa forma, os preços de mercado ou os custos de uso destes recursos ambientais não refletem seu valor econômico (ou social).

Os instrumentos econômicos (IEs) atuam, justamente, no sentido de alterar o preço (custo) de utilização de um recurso, internalizando as externalidades e, portanto, afetando seu nível de utilização (demanda) (MOTTA, 2000).

Conforme expõem IPEA (2012b) apud Baumol e Oates (1988), os quatro principais instrumentos de política ambiental para induzir os agentes econômicos a agirem conforme as normas e os princípios de internalização de impactos ambientais são: incentivo financeiro por meio de imposto e subsídio; controle direto mediante proibição e obrigação do uso de técnicas de tratamento específicas; sensibilização social; e transferência de atividades produtivas do setor privado para o público.

3.4 Instrumentos Econômicos na gestão de resíduos sólidos

Segundo IPEA (2012b), a gestão integrada de resíduos sólidos implica em alguns problemas a serem pensados. Um deles é que a política ambiental de gestão de resíduos deve implementar instrumentos que permitam atingir a meta de uma quantidade ótima de geração de resíduos, a qual corresponde ao ponto ótimo dos custos e benefícios marginais sociais (privado e ambiental) da redução na fonte.

Esse objetivo é difícil de ser alcançado, uma vez que os instrumentos econômicos adotados para o financiamento da gestão de resíduos, geralmente, são independentes da quantidade de resíduos produzida por cada agente econômico, causando baixo incentivo à redução na fonte. Para o cálculo de uma taxa proporcional à quantidade de resíduo gerado, são necessárias informações sobre os custos e benefícios marginais da redução na fonte, por exemplo, dos custos sociais evitados da coleta e tratamento quando há redução de volume de resíduos (IPEA, 2012b).

3.5 Sistema de depósito-reembolso

Dentre os instrumentos econômicos utilizados na gestão de resíduos sólidos no mundo, destaca-se o sistema de depósito-reembolso, que consiste na cobrança de uma tarifa no ato da compra do produto pelo consumidor e o posterior reembolso dessa tarifa, ou parte dela, no ato da devolução da embalagem vazia nos postos de entrega, os chamados Depósitos de Recipientes de Bebidas. As embalagens vazias são coletadas, processadas e recicladas; permitindo que o material seja utilizado novamente, diminuindo a quantidade de resíduos sólidos dispostos no meio ambiente e a quantidade de recursos naturais extraídos (MNP, 2010).

Segundo IPEA (2012), esse instrumento econômico é utilizado com o objetivo de integrar os efeitos relacionados ao processo produtivo e ao impacto potencial no fim da vida útil do produto com seu descarte. Ao se aplicar a tarifa no preço do produto, o consumidor e o produtor se tornam os responsáveis pelo impacto causado pelo produto. Os benefícios do sistema de depósito-reembolso consistem na redução do custo da coleta seletiva domiciliar, uma vez que os próprios consumidores são responsáveis por fazer o transporte do material até os pontos de coleta.

Walls (2011) afirma que o sistema de depósito-reembolso, ao estabelecer uma tarifa associada ao consumo e proporcionar um subsídio a ações “verdes” e atividades de mitigação, atua como uma taxa pigouviana no controle de poluição ambiental. O autor expõe três vantagens do sistema de depósito-reembolso quando comparado com a taxa pigouviana:

primeiro, a taxa pigouviana pode gerar disposições ilegais dos resíduos de empresas e de lares em geral, já o reembolso estimula o consumidor do produto a devolvê-lo nos locais adequados; segundo, a taxa pigouviana necessita de monitoramento e fiscalização; por último, o sistema de depósito-reembolso não permite a evasão de taxas, uma vez que é difícil evitar taxas cobradas na venda de produtos, assim lares e empresas geralmente investem em atividades benéficas para aumentar seus reembolsos ao invés de investir em atividades prejudiciais que evitem a taxação.

Além disso, Walls (2011) expõe que o sistema de depósito-reembolso é mais eficiente que outras práticas adotadas para a redução da quantidade de resíduos sólidos dispostas, como a tarifa para disposição final, taxas para matéria-prima virgem, mandatos de recuperação de materiais, taxação de produtos com subsídio a reciclagem e padrões de conteúdo reciclado. Esses resultados foram obtidos através de modelos calibrados do sistema de resíduos e de reciclagem dos Estados Unidos.

3.6 Relatório de Benchmarking do Programa de Administração para Reciclagem de Recipientes de Bebida Vazios da província de Alberta (BCMB)

A consultoria Meyers Norris Penny (MNP) elaborou um relatório de avaliação de benchmarking do Programa de Administração para Reciclagem de Recipientes de Bebida Vazios da província de Alberta (BCMB), no Canadá, para o aumento da eficiência financeira e das taxas de reciclagem de recipientes de bebidas vazios recuperadas pelo sistema de depósito-reembolso administrado pela BCMB (MNP, 2010). O benchmarking foi realizado através de entrevistas e questionários estruturados e respondidos pelos representantes das diferentes organizações que comandam os sistemas de depósito-reembolso nas diferentes jurisdições.

O estudo foi realizado em jurisdições ao redor do Canadá, Estados Unidos e Europa e os locais foram dividido em duas camadas: camada primária, que são jurisdições que possuem um programa que, por suas características operacionais e organizacionais, eficiência geral ou práticas inovadoras, possam ser consideradas relevantes para um benchmarking efetivo; camada secundária, que são jurisdições que podem adicionar valor ao benchmarking apesar de duplicar alguns dos sistemas adotados na primeira camada ou que possuam características-chaves que limitem uma comparação direta ao programa de Alberta.

As jurisdições com programas que se enquadram na primeira camada são: British Columbia, Saskatchewan, Oregon, Califórnia, Noruega, Alemanha e Austrália do Sul.

Já as jurisdições com programas que se enquadram na segunda camada são: New Brunswick, Michigan e Suécia

No relatório são apresentadas as características dos diferentes programas, como a estrutura de administração do programa, o escopo do programa, os mecanismos de financiamento, os valores de depósito, as taxas de recuperação, a infraestrutura e operação dos depósitos e os custos do programa.

Essas características serão utilizadas para estruturar a proposição do modelo de sistema de Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios para um município de interesse.

3.6.1 Legislação

Programas de Incentivo à Reciclagem de Recipientes de Bebidas existem de diversas formas onde uma regulação define o escopo do programa, como o modelo de estrutura de governo, os materiais do escopo do programa, as metas das taxas de retorno e os valores de depósito, entre outros. Em todas as jurisdições, o objetivo da implantação de um Programa de Incentivo à Reciclagem de Recipientes de Bebidas se resume a solucionar os impactos ambientais causados pela destinação inadequada desse tipo de resíduo no meio ambiente, além de reduzir a disposição de resíduos em aterros, dando um re-uso ou reintroduzindo-o no ciclo de produção através da reciclagem.

No Canadá, as províncias começaram a legislar sobre programas de embalagens de bebidas nos anos 70, principalmente para reduzir os impactos da disposição inadequada dos resíduos nas comunidades. British Columbia liderou na introdução de legislações de programas de embalagens de bebidas ao aprovar a Regulação de Reciclagem em 1970, seguido pela província de Alberta em 1972 com o Programa de Reciclagem de Embalagens de Bebidas de Alberta. Nos meados dos anos 70 e 80, várias outras províncias canadenses e jurisdições dos Estados Unidos seguiram a tendência. Alguns países europeus e a Austrália do Sul também introduziram sua legislação sobre Programas de Embalagens de Bebidas nessa época.

Os materiais do escopo dos diferentes programas abordados geralmente começam com garrafas de refrigerantes e de cerveja e são expandidos para outros tipos de recipientes de bebidas conforme a necessidade e a tecnologia evoluem. Alberta começou seu programa com garrafas de refrigerantes e cerveja, e gradualmente adicionaram outros tipos de materiais ao escopo do programa (bi-metals, plástico e papel), além de outros conteúdos, como o suco.

3.6.2 Modelos de estrutura de governo dos programas

Os Programas de Incentivo à Reciclagem ao redor da América do Norte e da Europa são diferentemente estruturados para se adequar à economia local e ao ambiente demográfico de cada jurisdição.

Porém, os modelos de estrutura de governo dos Programas de Incentivo apresentam similaridades em todas as jurisdições analisadas; cada programa é supervisionado pelo governo, uma organização associada ao governo, ou a própria indústria de bebidas.

3.6.2.1 Organizações de responsabilidade estendida dos produtores

A legislação é instaurada para impor obrigatoriedade à reciclagem por parte dos donos de indústrias do setor de bebidas. O governo não tem influência direta em como as indústrias se adaptam e operam para se adequar as responsabilidades de reciclagem. Nestes casos, a indústria pode colaborar e estruturar um programa coletivamente ou terceirizar as responsabilidades para uma outra organização de forma que os requisitos de reciclagem sejam atingidos. A tomada de decisão ocorre de forma a atingir os interesses das empresas participantes, as quais tem fortes interesses em cumprir com suas obrigações legais.

3.6.2.2 Agência de administração governamental

Esta estrutura de governo é utilizada em Programas de Incentivo administrados pelo setor público e gerenciada pelo Ministério do Meio Ambiente do governo ou algum departamento governamental equivalente. As partes interessadas das indústrias têm participação limitada a dados e colaboração entre os agentes relevantes, mas nem eles, nem o público, tem influência direta ou poder de decisão sobre o Programa.

3.6.2.3 Organização de administração delegada (OAD)

Programas de Incentivo podem ser operados por uma organização delegada pela autoridade governamental, que recebe autoridade governamental para impor requisitos às partes interessadas do programa. OAD são singulares, uma vez que diversas partes interessadas são encorajadas a participarem, como a indústria, governo e o público. Essas partes são envolvidas primariamente no Programa de Incentivo através de designações pela Chapa de Diretores.

Jurisdição	Estrutura de governo
Alberta	Organização de administração delegada
British Columbia (BC)	Organização de responsabilidade estendida dos produtores
Saskatchewan	Organização de administração delegada
New Brunswick	Agência de administração governamental
Califórnia	Agência de administração governamental
Connecticut	Agência de administração governamental
Michigan	Organização de responsabilidade estendida dos produtores
Nova York	Agência de administração governamental
Dinamarca	Organização de administração delegada
Alemanha	Organização de responsabilidade estendida dos produtores
Noruega	Organização de responsabilidade estendida dos produtores
Suécia	Organização de responsabilidade estendida dos produtores
Austrália do Sul	Organização de responsabilidade estendida dos produtores

Tabela 1 - Estruturas de governo dos programas de depósito.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

Em muitos casos as fontes de receita para financiar o programa são definidas pela estrutura de governo. Legislações que demandam uma responsabilidade estendida dos produtores consideram a geração de renda através de depósitos não redimidos, taxas aos consumidores, taxas aos proprietários de marcas do ramo e a venda de recipientes processados. Nesses casos, a decisão crítica sobre o financiamento do programa ocorre quando os valores não redimidos e a receita da venda do material reciclável não cobrem todo o custo da reciclagem. Alberta e a maioria das outras jurisdições da América do Norte impõem uma tarifa ao consumidor, enquanto na Califórnia e algumas jurisdições Europeias, uma taxa a proprietários de marca é imposta. A legislação em cada jurisdição é diferente, com a legislação sendo muito prescritiva em relação a fontes de financiamento, enquanto em outras jurisdições, como Alberta, as legislações não mencionam outras opções de financiamento do programa além de depósitos não redimidos.

3.6.3 Estrutura do programa

Os Programas de Incentivo à Reciclagem são fundamentalmente baseados na mesma premissa: coletar e reciclar o máximo de recipientes de bebida vazios. Cada programa

apresenta características de estrutura para alcançar as necessidades de uma jurisdição. As duas variações chaves na estrutura dos programas são apresentadas a seguir.

3.6.3.1 Variações na implantação do modelo de responsabilidade estendida do produtor

Os Programas de Incentivo são regulados e legislados em todas as jurisdições estudadas. Várias jurisdições operam programas conduzidos pelo setor industrial, com o modelo de responsabilidade estendida compreendido na legislação. As jurisdições revisadas apresentaram legislações similares a respeito do modelo de governança, com a maioria direcionando o ônus aos proprietários de marcas para assegurar que seus produtos sejam reciclados e resultados ambientais satisfatórios sejam alcançados.

- A legislação de BC designa aos proprietários de marcas a responsabilidade total de incentivo à reciclagem. Eles devem apresentar um Plano de Incentivo à Reciclagem do Produto que determine as formas de coleta e de pagamento dos custos da coleta e gerenciamento dos produtos do sistema; forneça acesso às instalações de coleta para o consumidor; divulgue o programa para os consumidores; avalie a performance do programa; ofereça um processo de resolução de conflitos; e minimize os impactos ambientais do produto. Os produtores podem apontar uma agência para assumir as responsabilidades de gerenciamento. A Encorp Pacific é encarregada das responsabilidades de gerenciamento de recipientes de produtos não-cerveja, incluindo o licenciamento dos depósitos na província, e a Brewers Distributor Limited (BDL) é responsável pelos recipientes de cerveja. Para a BDL, uma taxa de recuperação dos recipientes de 75% é o único resultado prescrito na legislação. Legislação comparável existe para o fluxo de produtos não-cerveja pela Encorp. Os Planos de Incentivo à Reciclagem do Produto, que poderiam detalhar requisitos adicionais, não foram disponibilizados para o estudo de benchmarking.
- Saskatchewan não determina taxas de recuperação para os materiais do escopo do programa de Depósito de Recipientes. O governo provincial determinou uma taxa de recuperação de 75% para o programa voluntário de reciclagem de recipientes de produtos lácteos, o qual ainda não foi atingido, e o governo não fez nada para garantir essa expectativa. A SARCAN é financiada através de processos de concessão não ligados diretamente à performance do programa (dada a missão organizacional de empregar cidadãos portadores de necessidades especiais, além de ajudar a gerenciar o meio ambiente).

- New Brunswick segue um modelo de responsabilidade estendida do produtor, onde distribuidores submetem um plano de incentivo à reciclagem dos recipientes que produzem e são aprovados para venda na província. Os distribuidores podem designar as responsabilidades de gerenciamento do programa para um agente aceito pelo ministro.
- Apesar de não ter um modelo puro de responsabilidade estendida ao produtor, a Dinamarca designou a Dansk Retursystem A/S para as responsabilidades de coleta e gerenciamento, além de estabelecer linhas financeiras e monitorar a conformidade do programa. Proprietários de marca precisam registrar seus recipientes na Dansk Retursystem A/S para serem incluídos no programa. Taxas cobradas dos proprietários de marca financiam o programa.
- A legislação norueguesa é bem ampla e atribui poder de decisão ao Rei. Ela determina que qualquer produtor de bebidas tome medidas concretas para prevenir ou limitar os efeitos ambientais de cada material produzido por eles.
- Todos os recipientes vendidos na Austrália do Sul devem ter um acordo de gerenciamento de resíduos estabelecido para lidar com recipientes vazios, em alguns casos um Super Coletor (agente) deve ser selecionado para os deveres de coleta e reciclagem. Conforme muitas outras jurisdições, os proprietários de marca da Austrália do Sul são requeridos a se inscrever e terem seus recipientes de bebidas aprovados pela Autoridade para serem incluídos no programa.
- O Programa de Incentivo de Alberta é estruturada como um OAD, abaixo da OAD ele opera como um modelo de responsabilidade estendida do produtor conduzida pelo setor industrial. A Chapa de Alberta funciona como uma chapa regulatória composto de representação balanceada de produtores, depósitos e o público. Proprietários de marcas são requeridos a utilizarem um sistema de coleta e reciclagem em comum, daí a formação da ABCRC (não-cerveja) e a divisão de reciclagem (BDL) (cerveja). Em contraste com o programa de BC é operacionalizado pela Encorp que é governado por uma chapa formada pelo setor industrial. Em Alberta, o corpo governamental, a BCMB, é responsável por licenciar os depósitos, já em BC é o corpo industrial, Encorp, quem licencia os depósitos.

3.6.3.2 Valores de depósito

Taxas variáveis de depósito são um fator crucial para para as taxas de recuperação. Os valores de depósito são vistos como o maior influenciador das taxas de recuperação nas

jurisdições analisadas. Quanto maior o valor de depósito, maiores as taxas de recuperação. Geralmente, os valores de depósitos aumentam de acordo com o tamanho do recipiente, o tipo de material e/ou o tipo de bebida que o recipiente armazena. Os valores de depósito variam de R\$0,13 em Connecticut e Nova York a R\$1,49 na Dinamarca.

Em 2007, a Califórnia aumentou os valores de depósito pela segunda vez em dois anos resultando numa taxa de recuperação média de 85,2% de janeiro a junho de 2009. Alberta recentemente aumentou os valores de depósito e a taxa de recuperação aumentou 5,7%, resultando em uma taxa de recuperação média de 82,4% em dezembro de 2009.

Em algumas jurisdições, a taxa de reembolso difere se os recipientes não estiverem segregados de acordo com os tipos de materiais e tamanhos, com taxas de reembolso menores para cargas de recipientes não segregados. Uma taxa reduzida oferece ao consumidor a opção de não segregar os materiais, e provê incentivos para que uma pre-triagem seja realizada, reduzindo os custos do programa ao limitar a triagem manual dos materiais.

3.6.4 Infraestrutura e operação dos depósitos

Os depósitos representam a face pública da reciclagem de recipientes de bebidas. Sua localização, infraestrutura e organização são um mecanismo importante para atrair o consumidor que recicla.

3.6.4.1 Organização do depósito

Atualmente em Alberta, como na maioria dos outros programas de depósito de outras jurisdições revisadas, os depósitos costumam ser empreendimentos independentes licenciados pelo corpo de governo ou por organizações de proprietários de marca. Os contratos de licença variam muito, desde esquemas rigorosos de “franquias” em BC, Saskatchewan, onde a sinalização, vestimenta, horários, procedimentos, etc, são prescritos em detalhe; comparado com outros esquemas muito mais livres como os de Alberta e Califórnia que contém muito menos prescrição. Como resultado, a maioria dos depósitos em BC são estruturalmente e operacionalmente parecidos, já em Alberta e em outras jurisdições os depósitos podem ser bem diferentes uns dos outros.

3.6.4.2 Financiamento do depósito

As receitas dos depósitos são tipicamente geradas somente pelas tarifas de manejo pagas pelos esforços de coleta em estações de reciclagem. Algumas jurisdições complementam o fluxo de receita das tarifas de manejo e oferecem financiamento baseado em

incentivos para depósitos que assumem tarefas de processos de reciclagem adicionais, como a densificação e a triagem. Financiamento adicional para os centros de reciclagem cria a oportunidade de aquisição e implantação de tecnologias para melhorar a economia de escala e continuar o aumento da produção, assim potencialmente aumentando a receita dos depósitos e as taxas gerais de recuperação dos programas. Enquanto os depósitos não têm responsabilidade de manter ou aumentar as taxas de recuperação, eles podem se beneficiar financeiramente ao fazê-los por meio do aumento do volume coletado.

A BDL em BC é um desses exemplos, já que seus Depósitos de Recipientes coletam pagamento extra por recipientes previamente separados e compactados. Os depósitos podem gerar receita extra ao coordenar a coleta de recipientes vazios de licenciados, como bares, hotéis e restaurantes, diminuindo, assim, seus custos de transporte e armazenagem. A Califórnia implementou um programa onde um bônus é pago aos depósitos que alcançarem um volume pré-estabelecido, com a intenção de aumentar as taxas gerais de recuperação do estado. Alguns depósitos também receberam um bônus por qualidade, referentes ao envio de recipientes livres de contaminantes.

3.6.4.3 Localização dos depósitos

Geralmente, os depósitos estão localizados de modo a facilitar a acessibilidade e tipicamente são baseados na demografia e na distribuição populacional. Estratégias diferentes são empregadas dependendo da área onde os depósitos estão localizados, por exemplo, comercial, industrial ou varejista.

Na América do Norte, a maioria dos depósitos se encontram em áreas comerciais ou industriais devido a limitações impostas pelo governo local. Governos locais tendem a restringir os depósitos a áreas comerciais ou industriais, ao invés de áreas residenciais devido a percepção associada aos depósitos de que esses atraem clientes indesejáveis, podem ser desagradáveis visualmente, barulhentos, sujos, fedidos, e causam aumentos significantes no trânsito, incluindo o tráfego de caminhões. O custo de alocação é um segundo fator que leva os depósitos a estarem localizados em áreas comerciais e industriais, já que tendem a ser menos caras do que áreas de varejo.

A Califórnia superou as objeções do governo local através de legislação estadual que estabelece “zonas de conveniência” requisitando uma instalação de reciclagem no entorno de meia milha ao redor de um grande mercado de varejo. O resultado é que a maioria dos depósitos da Califórnia estão localizados em áreas de varejo, otimizando a conveniência para os consumidores, e superando as objeções do governo local. A maioria dos depósitos funciona

nos estacionamento de grandes cadeias de mercados, mitigando os problemas de trânsito adicional e especificamente trânsito de caminhões. Isso também apresenta uma oportunidade de mercado cruzado para o mercado varejista já que o dinheiro é redimido dentro do mercado enquanto os recipientes são coletados no depósito fora da loja.

Centros de retorno em jurisdições européias são tipicamente achadas em locais de varejo, já que o modelo de retorno ao varejo é largamente adotado ao redor da Europa.

3.6.4.4 Retorno ao varejo

Algumas jurisdições impõem, por lei, um requisito de retorno ao varejo, uma abordagem que requer que varejistas que vendam recipientes de bebidas aceitem recipientes vazios e reembolsem o depósito. Essa imposição pode ser para parte ou para todos os tipos de recipientes inclusos no programa. Recipientes de cerveja, especialmente os recipientes retornáveis, já possuem um sistema de retorno ao varejo muito antes dos programas de depósito-reembolso serem estabelecidos. Devido a isso, muitas jurisdições possuem estruturas diferentes para produtos de cerveja e outros produtos que não cerveja.

Na Europa, apesar da legislação não requerer especificamente o retorno ao varejo, esse tipo de sistema é prevalecente. Diferentemente da América do Norte, os europeus possuem hábitos de compra e armazenamento de mantimentos mais frequentes, reciclando menos recipientes mais frequentemente, o que torna o sistema de retorno ao varejo mais atrativo para este tipo de cultura.

Cerveja e outras bebidas alcoólicas eram vendidas exclusivamente em depósitos de bebidas ao redor da América do Norte, incluindo Alberta, e na maioria desses depósitos também era possível retornar os recipientes vazios. Na maioria dos casos analisados, os recipientes retornáveis de cerveja possuem a maior taxa de recuperação, seguidos de recipientes de alumínio e vidro. Cerveja e outras bebidas alcoólicas já são vendidas em outros estabelecimentos, além dos depósitos de bebidas, na maioria das jurisdições dos EUA enquanto o esquema de depósitos de bebidas e/ou cerveja geralmente prevalece no Canadá.

O programa canadense de retorno ao varejo para produtos não alcoólicos se mostrou problemático. Os varejistas historicamente desencorajaram o programa, não se estabeleceram de forma a dinamizar o processo, e essa abordagem se mostrou um inconveniente para os consumidores. Os consumidores acham desagradável e inconveniente transportar grandes volumes de recipientes pelo meio de mercados e lojas de conveniência. O resultado foi que depósitos específicos para retorno de recipientes se tornaram comuns e o volume de recipientes não alcoólicos retornados nos locais de varejo é muito baixo. Outra razão do baixo

volume de recipientes retornados ao varejo é a imposição de um limite máximo ao número de recipientes que podem ser devolvidos nesses locais, BC e Saskatchewan são exemplos de jurisdições que impõem esse limite em sua legislação.

A estrutura de retorno ao varejo é também uma iniciativa de marketing para proprietários de marcas de cervejas, ao incentivar o consumidor a retornar os recipientes de cerveja vazios nas lojas de bebidas, cria-se a oportunidade de venda de novos produtos. Outro incentivo aos consumidores é que o reembolso realizado nessas lojas de cerveja é total, enquanto o reembolso em depósitos de recipientes é parcial (exceto em Alberta, onde os consumidores sempre recebem o valor total de reembolso). Em Alberta, BC e outras jurisdições, varejistas do ramo da cerveja continuam a coletar grandes volumes de recipientes de cerveja; enquanto, historicamente, o volume de recipientes de produtos não alcoólicos retornados em mercados e lojas de conveniência continua baixo, sendo a maioria coletada em depósitos específicos.

O retorno ao varejo parece popular nos EUA para a grande parte dos tipos de recipientes, onde dez estados operam uma variedade de sistemas de depósito que incluem retorno ao varejo e depósitos específicos. A Califórnia não possui um sistema de retorno ao varejo, porém como o Estado não estabelece requisitos sobre a localização dos centros de devolução de recipientes próximos a mercados varejistas, ela parece ter alcançado o melhor dos dois modelos. Muitos mercados varejistas possuem instalações de reciclagem em seus estacionamento, oferecendo uma devolução conveniente para seus clientes. Muitas instalações possuem máquinas automatizadas de devolução para devoluções de poucos itens, enquanto oferecem opções de devolução por peso para aqueles consumidores retornando grandes quantidades de recipientes. Enquanto esse sistema não é um sistema puro de retorno ao varejo, ele funciona de uma maneira similar.

Ambos os sistemas, retorno ao varejo e o retorno à depósitos específicos, apresentam problemas.

Retorno ao varejo é conveniente para consumidores devolvendo pequenas quantidades de recipientes. Esse sistema também é efetivo economicamente em locais onde as instalações varejistas estão preparadas para a reciclagem, como as lojas de cerveja estão na maioria das jurisdições canadenses. O sistema é inconveniente para consumidores devolvendo grandes quantidades de recipientes e aqueles com recipientes de bebidas que não cerveja já que esses recipientes devem ser devolvidos em outros locais; isso piora quando o reembolso em depósitos específicos para recipientes de bebidas é diferente do praticado nas lojas de cerveja,

fazendo com que o consumidor tenha que fazer duas viagens para conseguir o reembolso integral.

Associações de varejistas ao redor da América do Norte geralmente apóiam o sistema de depósitos como alternativa ao retorno ao varejo, uma vez que, tipicamente, as lojas associadas não estão estabelecidas de forma a permitir a coleta de recipientes; além de ter a percepção de que o retorno ao varejo como algo prejudicial aos negócios (percepção dos consumidores esperando em longas filas com sacos de recipientes pingando, problemas sanitários e de contaminação, problemas de logística e espaço, custo de mão-de-obra).

Depósitos específicos são muito mais convenientes para consumidores devolvendo grandes volumes de recipientes vazios e/ou uma variedade de recipientes diferentes, e estar localizado em áreas não varejistas resulta num melhor acesso veicular. A localização dos depósitos é uma questão recorrente. Os municípios tendem a restringir os depósitos a áreas comerciais ou de baixa industrialização, tornando sua localização menos atraente ao consumidor. Um benefício de os depósitos estarem localizados em áreas não-varejistas é que o custo com a locação tende a ser menor, reduzindo os custos gerais do sistema de coleta.

3.6.5 Padronização dos depósitos

Cada jurisdição impõe diferentes níveis de padronização para os depósitos, incluindo sinalização, vestimentas, instalações e procedimentos. Além de ter que atender um mínimo de regulações de saúde e segurança, e alguns padrões de operação, o envolvimento do órgão regulador varia drasticamente. Em jurisdições como Alberta, Califórnia e Connecticut não impõe padrões de vestimentas e os operadores de depósitos podem esquematizar suas instalações como quiserem, desde que os critérios necessários sejam atendidos.

Todas as jurisdições, incluindo Alberta tentam impor algum tipo de padrões de serviço de modo a proporcionar uma experiência agradável ao consumidor. A maioria das jurisdições analisadas gostariam de caminhar para uma padronização das vestimentas corporativas e aparência das instalações, incluindo balcões, piso, iluminação, uniformes da equipe e sinalização de forma a melhorar a experiência do consumidor como forma de aumentar as taxas de recuperação dos materiais.

3.6.6 Tecnologia

Em todas as jurisdições há um consenso de que investimentos em tecnologias de triagem automatizada de alta velocidade e de compactação podem revolucionar a indústria de

reciclagem de recipientes de bebidas. A tecnologia está sendo empregada para tratar dos seguintes desafios:

- Alto nível de investimento em mão-de-obra manual requerido para os depósitos triarem e contabilizarem os recipientes que chegam, e depois triar, contar e auditar os mesmos recipientes duas ou três vezes ao longo do processo;
- Mistura de materiais que aumentam a incidência de contaminantes na cadeia de um tipo de material, reduzindo o valor de venda do material nos mercados recicladores;
- Grandes volumes de recipientes retornados requerem um grande espaço de armazenagem. O aumento das taxas de recuperação aumenta a necessidade de espaço para os depósitos, assim os custos com alocação aumentam;
- Altos custos de transporte e o impacto do tráfego de caminhões no meio ambiente. Os recipientes retornados têm uma relação de peso por volume muito baixa a não ser que muito compactados, o que resulta na maioria dos caminhões que transportam recipientes recuperados rodando bem abaixo da carga máxima;
- A triagem manual resulta em contagens erradas. A triagem e a auditoria funcionam de maneira a melhorar a limpeza do produto e pagamentos apropriados;
- Depósitos lidam com uma grande quantia de dinheiro em espécie, resultando em riscos na gestão financeira. Soluções para gestão financeira são de necessidade extrema para depósitos ao redor da América do Norte. Smart cards e outros mecanismos de transferência eletrônica estão sendo empregadas para reduzir o número de transações em moeda. Por exemplo, a Califórnia oferece recibos para serem resgatados em mercados.

3.6.7 Transporte

Os desafios do transporte surgem devido ao grande volume ocupado por recipientes vazios, apesar de serem extremamente leves, criando a necessidade de densificação significativa para melhora da eficiência. Todas as jurisdições reportam que “os caminhões estão lotados, mas longe de sua capacidade máxima”. Os depósitos, em geral, têm um processo de direção única, o que limita as possibilidades de aproveitar a viagem do caminhão até o depósito para a distribuição de outros produtos.

A maioria das jurisdições da América do Norte empregam um sistema de transporte que aumenta a área de depósito utilizável, ao adotar trailers e containers para armazenar recipientes de bebidas vazios.

Todas as jurisdições se esforçam para otimizar a eficiência do transporte. Aumentar o peso das cargas transportadas dos depósitos e aproveitar a oportunidade das viagens até o depósito para transportar outros bens é um desafio presente nessas jurisdições.

3.6.8 Mecanismo de financiamento

Programas de Incentivo à Reciclagem empregam diferentes mecanismos para coletar depósitos e cobrir os custos de operação. Estratégias como o Valor de Depósito são comuns em todas os programas das jurisdições ao redor da América do Norte e Europa, enquanto estratégias como a Taxação são muito menos comuns. O uso de múltiplos mecanismos de financiamento também ocorre em todas as jurisdições, e ele pode ser iniciado ou removido dependendo das taxas de retorno observadas em um ano de operação. Os mecanismos de financiamento são apresentados a seguir:

- **Valor de Depósito:** O regime do programa oferece compensação aos consumidores no retorno dos recipientes de bebidas de forma a incentivar a participação no programa. Os depósitos coletados de recipientes não retornados são considerados depósitos não reembolsados e usualmente são usados para cobrir o custo da reciclagem, ou são direcionados ao governo para diferentes usos tais como financiar programas ambientais, adicionar ao fundo de receita geral, ou para programas completamente não relacionados.
- **Tarifa de reciclagem ou tarifa do consumidor:** O propósito dessa tarifa é cobrir ou subsidiar o custo da reciclagem de materiais incluídos no programa. É uma tarifa não reembolsável atribuída a recipientes de bebidas e é ativada no momento de compra pelo consumidor.
- **Sistema de metade de volta:** Ao invés de reembolsar um depósito completo ao consumidor no ato de devolução de um recipiente, esse sistema proporciona apenas uma parte do reembolso, usualmente 50% do valor. A outra parte é utilizada pelo órgão administrador sistema para pagar pelo programa ou para financiar outros programas governamentais/ambientais. Sistemas de metade de volta são úteis em jurisdições nas quais o órgão administrador ou o programa de reciclagem não tem autoridade para impor uma tarifa de reciclagem.
- **Venda de recipientes coletados processados:** As operações de coleta, processamento e transporte geram custos significativos para os programas de reciclagem. A venda de recipientes processados para diferentes mercados recicladores muitas vezes ajudam a cobrir uma parte significativa dessas despesas

geradas. Os mercados para materiais recicláveis são diversos e alguns materiais, como o alumínio, possuem preços mais elevados que o restante devido, em parte, pela maior demanda.

- **Tarifa do proprietário de marca:** Coloca como requisito à indústria a contribuição financeira para pagar os custos da reciclagem dos recipientes introduzidos por eles no sistema. Esses preços podem ser repassados ao consumidor no preço de compra do produto. Tarifas de proprietários de marca podem ser calculadas como uma função do peso dos recipientes utilizando um cronograma de tarifas concordado coletivamente.
- **Taxação:** Esse modelo é utilizado mais comumente em jurisdições que não possuem depósitos, onde o município e vilarejos são responsáveis pela coleta e transporte de recipientes de bebidas vazios. Ele é único no sentido de que usuários ou distribuidores de recipientes de bebidas não são diretamente responsáveis pelo financiamento do programa, sendo os custos da reciclagem divididos igualmente pelos contribuintes da jurisdição.
- **Confisco:** Nesse caso, o governo coleta qualquer excedente que é acumulado através de depósitos não reembolsados ou outros aspectos da operação do programa. Ao invés de ser utilizado para cobrir gastos do programa (o uso mais comum), esses fundos são usados para financiar programas governamentais, muitos casos ambientais, fora do programa de reciclagem

Jurisdição	Depósitos	Tarifa de reciclagem	Tarifa ao proprietário	Taxação	Confisco
Alberta					
British Columbia					
Saskatchewan					
New Brunswick					
Califórnia					
Connecticut					
Michigan					
Nova York					
Dinamarca					
Alemanha					
Noruega					
Suécia					
Austrália do Sul					

Tabela 2 - Mecanismos de financiamento usados nas jurisdições.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

A política da Califórnia é omissa quanto a confiscos. Desde 2002 o estado direcionou mais de 500 milhões de dólares americanos para fundos públicos para aliviar dificuldades financeiras. A Califórnia é um exemplo de que confiscos podem ter um impacto negativo na integridade financeira do programa de reciclagem. Saskatchewan também confisca todos os depósitos não reembolsados, e garante à SARCAN fundos operacionais como uma entidade de caridade. Sistemas de metade de volta em New Brunswick e Nova Scotia também são formas de confisco.

Outro aspecto financeiro está no paradoxo que é criado quando depósitos não reembolsados financiam um programa de incentivo à reciclagem. O uso de depósitos não reembolsados segue o pensamento do “poluidor-pagador”, onde o consumidor gerador é definido como o poluidor, de modo que o consumidor que não recicla seus recipientes abre mão de seu depósito para pagar pela reciclagem dos recipientes que foram devolvidos por outros consumidores, os quais resgataram seus depósitos. Uma vez que o objetivo do programa de incentivo é atingir o máximo de taxa de devolução possível, a diminuição dos depósitos não reembolsados, à medida que a taxa de devolução aumenta, diminui a fonte de

receita esperada para financiar as atividades de reciclagem. Eventualmente, isso pode causar déficits financeiros.

Quando esses déficits ocorreram em Alberta e na maioria das jurisdições norte americanas, tarifas de reciclagem são aplicadas aos recipientes e o custo é cobrado de todos os consumidores (independentemente de serem geradores de resíduos ou recicladores), ou em alguns casos a tarifa é aplicada aos proprietários de marcas. Em programas baseados no princípio da responsabilidade estendida do produtor, onde os proprietários de marcas são considerados os poluidores, eles são responsáveis pela coleta e reciclagem dos materiais dos recipientes vazios, o uso da tarifa para todos os consumidores contraria essa filosofia. A Europa tipicamente adota tarifas de proprietários de marcas.

A maioria dos programas de depósitos também empregam uma tarifa ao consumidor, nessa abordagem, todos os consumidores pagam pelo custo de eventuais déficits na reciclagem de recipientes. A tarifa do consumidor é transparente, uma vez que é cobrada separadamente, dando atenção pública para o custo da reciclagem dos recipientes. Não há custo direto aos proprietários, porém existe um custo indireto já que o preço de venda ao consumidor de seus produtos é maior quando essa tarifa é adicionada, potencialmente impactando as vendas baseadas na elasticidade de preços do consumidor local.

Alberta implementou tarifas aos consumidores específicas para cada cadeia de material para cobrir déficits. A cadeia de cerveja retornável em Alberta, representando 9% dos recipientes vendidos dentro do escopo, pode ser considerada uma tarifa ao proprietário de marca, uma vez que a tarifa de reciclagem e o depósito relativo ao recipiente são aplicados ao preço cobrado dos atacadistas da província (Comissão de Jogos e Bebidas de Alberta, ou AGLC), que depois vendem aos varejistas e finalmente aos consumidores por um preço “total” incluindo o depósito e a tarifa de reciclagem de recipientes. Todos os outros produtos são vendidos aos atacadistas, varejistas e consumidores com o depósito e a tarifa de reciclagem como tarifas adicionais no momento da venda.

A abordagem de tarifação dos proprietários de marcas é empregada na Califórnia, Europa e partes das cadeias de cerveja em algumas jurisdições. A tarifa ao proprietário na Califórnia é estruturada numa base de escala inversa variável correlacionada as taxas de devolução. Cada cadeia de material possui uma escala diferente, mas os proprietários pagam um mínimo de 15% e máximo de 65% do déficit financeiro, dependendo da taxa de devolução atingida, assim há incentivo financeiro para os proprietários incentivarem esforços para a reciclagem através de mudanças de embalagens e design, iniciativas de marketing, entre

outros. Devido ao confisco dos depósitos não reembolsados realizado pelo estado, os proprietários de marcas pagaram uma porção muito maior do déficit de 2010.

Do ponto de vista do consumidor, as filosofias de “responsabilidade estendida do produtor” e do “poluidor-pagador” são indiferentes, uma vez que eventuais déficits dos programas são, ou cobrados diretamente do consumidor através de tarifas diretas, ou cobradas como tarifas diretas aos proprietários e passada aos consumidores no preço de venda dos produtos. Para o consumidor, o benefício da estrutura de tarifa aos proprietários é que proprietários individuais de marcas podem ou não repassar o custo total da tarifa aos consumidores através do preço de venda.

Todas as jurisdições analisadas adotam a filosofia de não permitir o subsídio cruzado entre cadeias de materiais diferentes (por exemplo, as vendas de alumínio não podem subsidiar as vendas de plástico, papel, etc). Essa abordagem tem dois pontos principais. Primeiro, é economicamente injusto para ambos os consumidores e proprietários. Segundo, é um incentivo aos consumidores e proprietários de marcas para se afastarem de recipientes com maiores custos de reciclagem para recipientes com maior reciclabilidade. A preferência é que a tarifa ao consumidor e ao proprietário sejam estabelecidas por tipo de recipiente baseado no déficit financeiro de cada cadeia de material. As tarifas são baixas ou inexistentes para alumínio (maior valor do preço praticado no mercado de reciclagem), e maiores em cadeias de materiais que possuem um valor de mercado baixo ou próximos de zero.

3.6.9 Escopo do programa

Todos os programas analisados incluem recipientes de alumínio, plástico e vidro em seu escopo do Programa de Incentivo. Além desse escopo principal, os programas variam muito. Quatro programas reciclam recipientes de produtos lácteos voluntariamente, fora do sistema de depósito. A adição de produtos lácteos, voluntária ou no sistema de depósito aumenta o escopo do programa apesar do aumento de volume ser pequeno.

A legislação, na maioria das jurisdições, começa com garrafas de vidro para cerveja e refrigerantes, seguido de alumínio e plástico. Estes são os recipientes de bebidas mais comuns, e com os maiores preços dos materiais recicláveis. Com a evolução dos programas, produtos de papel, como tetra paks (muito utilizados para caixas de suco) são tipicamente adicionados.

3.6.10 Valores de depósito

O depósito é a quantidade de dinheiro paga pelo consumidor no ato de compra de um produto que esteja dentro do escopo do programa. Quando o recipiente vazio é retornado no depósito, o consumidor pode redimir todo, ou parte, do valor depositado. Usualmente, os valores de depósito variam com o volume do recipiente e/ou o tipo de material.

A Tabela 3 mostra os valores de depósito utilizados nas diferentes jurisdições obtidos do relatório de benchmarking, corrigidos de dólares canadenses para o valor em reais, utilizando o preço do dólar canadense turismo (CAD\$ 1 equivalente a R\$2,62 na cidade de São Paulo).

Jurisdicção	Valores de depósito	Comentários
<i>Canadá (\$CAD)</i>		
Alberta	R\$0,26 <= 1L R\$0,65 > 1 L	
British Columbia (BC)	<i>Não alcoólicos</i> R\$0,13 <= 1L R\$0,52 > 1L <i>Alcoólicos</i> R\$0,26 <= 1L R\$0,52 > 1L	
Saskatchewan	<i>Latas de metal & plástico</i> R\$0,13 <= 1L R\$0,52 > 1L <i>Vidro não retornável</i> R\$0,26 < 300mL R\$0,52, 300mL – 1L R\$1,04 > 1L <i>Multicamadas</i> R\$0,13, todas <i>Assépticas</i> R\$0,13, todas	
New Brunswick	<i>Não alcoólicos</i> R\$0,26 < 5L <i>Alcoólicos (não retornáveis)</i>	

Jurisdição	Valores de depósito	Comentários
	R\$0,26 < 500mL R\$0,52 > 500mL <i>Alcoólicos (retornáveis)</i> R\$0,26 < 5L	Metade do depósito é devolvido
<i>Estados Unidos (\$USD)</i>		
Califórnia	R\$0,13 < 0,71L R\$0,26 > 0,71L	1 onça = 0,709764 L
Connecticut	R\$0,13, todas	
Michigan	R\$0,26, todas	
Nova York	R\$0,13, todas	
<i>Internacional (moeda local)</i>		
Dinamarca	<i>Vidro não retornável</i> R\$0,50 =< 500mL R\$1,49 > 500mL <i>Plástico retornável</i> R\$0,50 < 500mL R\$0,50, 501mL – 999mL R\$0,73 = 500mL R\$1,49 >= 1L <i>Tipo A (latas, garrafas plásticas)</i> R\$0,50 < 1L <i>Tipo B (garrafas plásticas)</i> R\$0,73 = 500mL <i>Tipo C (latas, vidro e garrafas plásticas)</i> R\$1,49 >= 1L	
Alemanha	<i>Não retornáveis</i> R\$0,89, todas <i>Vidro retornável</i> R\$0,29 <= 500mL R\$0,52 > 500mL <i>Pet retornável</i> R\$0,52, todas	
Noruega	<i>PET e alumínio (todas)</i>	

Jurisdição	Valores de depósito	Comentários
	R\$0,45 <= 500mL R\$1,15 > 500mL	
Suécia	<i>Latas de metal</i> R\$0,37, todas <i>PET</i> R\$0,37 < 500mL R\$0,0,73 >= 500 mL	
Austrália do Sul	<i>R\$0,26, todas</i>	

Tabela 3 - Valores de depósito nas diferentes jurisdições.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

3.6.11 Vendas de recipientes de bebida

Alberta e Califórnia, graças ao seu amplo escopo de materiais parte do programa, tentam captar o maior número de recipientes vendidos per capita do fluxo de resíduos. A Tabela 4 a seguir mostra apenas as quantidades de venda per capita de recipientes de alumínio, PET e vidro, em determinado ano.

Material	Venda per capita anual nas diferentes jurisdições					
	Alberta	British Columbia	Saskatchewan	Califórnia	Dinamarca	Noruega
PET	154	110	111	234	19	31
Alumínio	268	214	171	259	62	78
Vidro	107	99	31	90	11	Indisponível
Venda per capita total	530	424	314	584	92	>109

Tabela 4 - Venda per capita de recipientes do escopo limitado nas jurisdições.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

No relatório de benchmarking também é mostrado o número de vendas per capita de todas as embalagens escopo dos diferentes programas de cada jurisdição, mas optou-se por utilizar a tabela que continha apenas a informação dos três materiais, visto que, para a introdução de sistemas de depósito-reembolso, esses são os primeiros tipos de materiais incluídos no escopo do programa.

Em todas as jurisdições, os recipientes de alumínio possuem a maior quantidade de venda per capita, seguido por PET e depois vidro. Esses três materiais compõem a maioria dos recipientes dos escopos dos programas e iniciativas para aumentar as taxas gerais de

recuperação e, portanto, a eficiência dos programas, devem ser direcionadas para as cadeias produtivas desses materiais.

Recipientes de vidro retornável são uma anomalia. A maioria dos recipientes retornáveis são garrafas de cerveja. Há um número muito baixo de recipientes retornáveis de outros materiais na América do Norte. Foi previsto que a venda de cerveja em recipientes retornáveis entraria em declínio nas últimas décadas dado o alto custo de reenche-los (manuseio, quebra, limpeza, etc), mas os volumes produzidos tiveram uma diminuição marginal. Assume-se que recipientes retornáveis de vidro continuarão como uma categoria ativa.

Em junho de 2009, Alberta expandiu seu escopo de programa para incluir recipientes de bebidas lácteas, principalmente tetra pak e polietileno de alta densidade (PEAD). Esses materiais já eram parte do escopo do programa, mas, após a introdução dos recipientes da cadeia produtiva de bebidas lácteas, os números de recipientes desses materiais parte do escopo do programa dobraram. As vendas per capita de recipientes desses dois materiais aumentaram 856,4% para recipientes de tetra pak e 591,5% para recipientes de PEAD.

3.6.12 Taxas de recuperação

Recentemente, Alberta experienciou um aumento das taxas de recuperação de recipientes de bebidas. Duas mudanças significantes ocorreram nesse período, o aumento das tarifas de depósito-reembolso e a expansão da legislação relativa ao programa de incentivo para incluir recipientes de produtos lácteos no sistema de depósito-reembolso. Adiciona-se a isso uma deterioração da economia que historicamente tem um impacto positivo nas taxas de recuperação.

Em novembro de 2008, as tarifas de depósito-reembolso aumentaram de \$CAD 0,05 para \$CAD 0,10 para recipientes de um litro ou menos e de \$CAD 0,20 para \$CAD 0,25 para recipientes acima de 1 litro. Desde esse aumento, as taxas de recuperação aumentaram e começaram a estabilizar no fim de 2009.

A Tabela 5 mostra as taxas gerais de recuperação de recipientes de bebidas do escopo completo dos programas. Um problema dessa abordagem é que cada jurisdição coleta e reporta seus próprios resultados, dando margem a possíveis erros na comparação dos programas de diferentes jurisdições. Como a Tabela 5 mostra a taxa de recuperação relativa a todos os materiais do escopo de cada programa, existe uma dificuldade na comparação dos diferentes sistemas.

Michigan apresenta a maior taxa geral de recuperação de recipientes que pode ser atribuído a maior tarifa de depósito (\$0,10 USD para todos os recipientes) nos Estados Unidos e ao seu escopo restrito a alumínio para alcoólicos e não alcoólicos, plástico e vidro. Sua proximidade com cinco jurisdições que não possuem sistemas de depósito-reembolso também pode contribuir para esses resultados. A alta taxa de recuperação de Michigan pode ser considerada um valor discrepante, uma vez que sua taxa é muito maior que de todas as outras jurisdições analisadas, incluindo os programas escandinavos, os quais já possuem programas de incentivo à reciclagem estabelecidos há muito tempo. Por comparação, Alberta tem o maior escopo de materiais parte do programa e alcançou taxas de recuperação comparáveis as da maioria das jurisdições analisadas, excluindo Michigan.

Jurisdição	Taxas gerais de recuperação (escopo completo)
Alberta	76,8%
British Columbia (BC)	77,1%
Saskatchewan	79,8%
New Brunswick	80,0%
Califórnia	73,7%
Connecticut	64,0%
Michigan	96,9%
Nova York	67,8%
Dinamarca	86,9%
Alemanha	62,4%
Noruega	86,8%
Suécia	Indiponível
Austrália do Sul	Indiponível

Tabela 5 - Taxas gerais de recuperação (todos materiais do escopo).

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

A Tabela 6, por sua vez, mostra as taxas gerais de recuperação apenas para recipientes do escopo limitado a alumínio, PET e vidro, permitindo uma comparação mais consistente dos programas.

Jurisdição	Taxas gerais de recuperação (escopo limitado)
Alberta	78,7%
British Columbia (BC)	80,4%
Saskatchewan	87,8%
New Brunswick	Indiponível
Califórnia	73,8%
Connecticut	Indiponível
Michigan	Indiponível
Nova York	Indiponível
Dinamarca	86,9%
Alemanha	Indiponível
Noruega	Indiponível
Suécia	Indiponível
Austrália do Sul	Indiponível

Tabela 6 - Taxas gerais de recuperação (escopo limitado).

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

Alumínio, PET e vidro representavam 91,6% do escopo do programa de incentivo de Alberta, 87,8% em BC, 81,5% em Saskatchewan, 97,8% na Califórnia e 100% na Dinamarca. A Tabela 6 foi calculada utilizando os volumes de venda e os volumes retornados para garantir um cálculo proporcional. Em jurisdições onde a são verificados os maiores números de venda per capita de recipientes inclusos no sistema de depósito e, assim, possuem a maior oportunidade de remoção de material da cadeia de resíduos, Califórnia, Alberta e New Brunswick apresentam taxas gerais de devolução entre 74% e 80%.

A Dinamarca, com seu programa que aceita apenas os três tipos de materiais, possui uma elevada taxa de devolução. As taxas de recuperação do escopo limitado na Alemanha ultrapassam 100%, uma vez que materiais não licenciados no programa, porém recicláveis, são recuperados de outras jurisdições e a base de cálculo das taxas de recuperação consideram apenas os recipientes vendidos que fazem parte do escopo do sistema de depósito-reembolso.

Informações sobre as taxas de recuperação das jurisdições dos Estados Unidos não estavam disponíveis online e as organizações contatadas para o estudo de benchmarking não puderam fornecer essas informações de forma desagregada para os três tipos de materiais.

Em Alberta, a taxa de recuperação de recipientes de PEAD e de tetra pak era de 46% em 2008 e vinha crescendo. Após a expansão da legislação a respeito de recipientes de produtos lácteos, as taxas de recuperação de recipientes de PEAD e tetra pak, agora incluídos no sistema de depósito-reembolso, diminuíram devido ao maior número de recipientes dentro do escopo do programa, ressaltando que os produtos lácteos representam a maior parte dos produtos comercializados nesses tipos de recipientes. Após o declínio imediato das taxas de recuperação depois da introdução de produtos lácteos no programa, as taxas de recuperação de recipientes desses materiais cresceram e é esperado que essa tendência continue.

Todas as jurisdições analisadas sugerem que as tarifas de depósito-reembolso são o fator de maior influência nas taxas de recuperação.

3.6.13 Custos

Os custos dos programas de depósito variam muito nas jurisdições analisadas onde os fatores mais influentes são o escopo, volume de vendas, eficiência operacional e do programa, uso de tecnologia, geografia e elementos sócio-culturais de determinada jurisdições.

Os custos dos programas são tipicamente classificados em: transporte, coleta, transporte, processamento, administração, comunicação, depreciação e outros custos diversos.

- Custos de coleta representam comissões de manuseio a nível de depósito e são compostos primariamente por mão-de-obra e gastos com alocação.
- Custos de transporte incluem despesas relativas a movimentação dos recipientes dos depósitos para unidades centrais de processamento e para mercados finais.
- Custos de processamento cobrem os gastos com triagem centralizada, contagem e paletização antes do transporte dos recipientes para mercados finais.
- Custos de administração são os associados ao gerenciamento do programa.
- Custos de comunicação são limitados a iniciativas de marketing, como propaganda e design de web.
- Custos diversos incluem todos os gastos menores com gerenciamento e evolução do programa que não são incluídos nos custos de administração e comunicação.

As atividades relacionadas a coleta dos recipientes vazios contribuem para a maior parte do custo total dos programas canadenses. Custos de coleta representam 70% do orçamento de Alberta e Saskatchewan, e 62% e 63% para New Brunswick e BC, respectivamente.

Os custos de transporte são regidos pelo volume e pela geografia dos locais. Alberta, BC e Saskatchewan possuem áreas similares, porém a população de Saskatchewan é muito mais baixa, resultando em menores volumes de vendas e maior dificuldade para alcançar a eficiência nessa província. A distancia até o mercado final para cada cadeia de material é a maior influenciadora dos custos de transporte.

Custos administrativos tendem a serem fixos e insignificantes.

Custos de comunicação são facultativos e independentes de volume. Proprietários de marcas em Alberta gastaram \$5 milhões de dólares canadenses com marketing em 2009, enquanto BC gastou \$2,5 milhões e Saskatchewan gastou pouco mais de \$200.000,00. O orçamento para comunicação de Alberta aumentou significativamente em preparação para apoiar o aumento das tarifas de depósito e a introdução de recipientes de produtos lácteos no programa.

Os custos totais dos programas estão na Tabela 7.

	<i>Alberta</i>	<i>British Columbia</i>	<i>Saskatchewan</i>	<i>New Brunswick</i>	<i>Califórnia</i>	<i>Dinamarca</i>	<i>Noruega</i>
Coleta	41.569.177	45.731.185	14.231.513	5.961.899	45.536.407	-	12.676.362
Transporte	4.513.677	12.705.170	1.508.127	1.721.826	-		8.682.755
Processamento	5.742.452	8.835.075	2.705.141	1.442.790	1.020.341.497	18.520.000	-
Administração	2.568.909	3.472.726	1.272.083	683.591	44.436.538	16.482.800	
Comunicação	4.356.420	2.508.386	214.643	-	4.912.833	926.000	
Depreciação	508.684	375.784	604.693	31.200	-	-	9.272.831
Outros	-	-	-	-	105.390.587	555.600	1.457.247
Total (CAD \$)	59.259.319	73.628.326	20.536.200	9.841.306	1.220.617.862	36.484.400	32.089.195

Tabela 7 - Custos totais dos programas, expressos em dólares canadenses.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

Connecticut, Michigan e Nova York não possuíam informações sobre os custos de seus programas e, portanto, foram excluídas da análise de custo do relatório.

Uma comparação mais relevante pode ser feita através dos custos por recipiente recuperado como mostrados na Figura 1 e na Tabela 8.

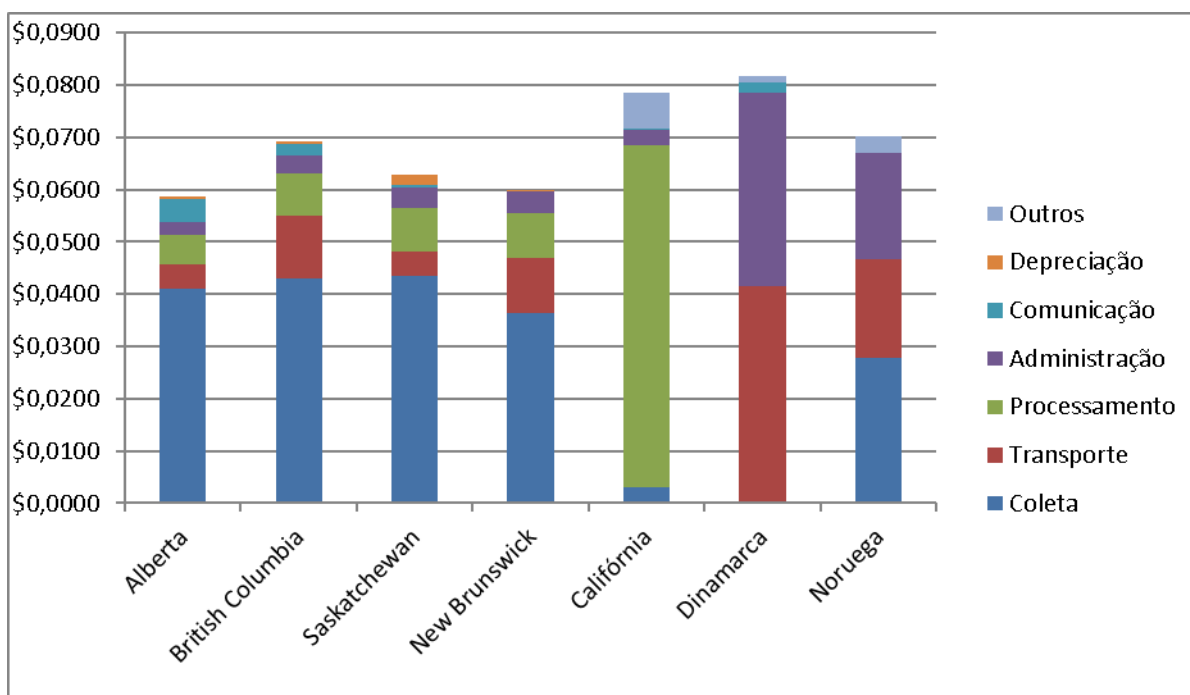


Figura 1 - Custos totais dos programas por recipiente recuperado, expressos em dólares canadenses.
FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

	Alberta	British Columbia	Saskatchewan	New Brunswick	Califórnia	Dinamarca	Noruega
Coleta	0,04114	0,04298	0,04357	0,03634	0,00293	-	0,0277
Transporte	0,00447	0,01194	0,00462	0,01049	-	-	0,01897
Processamento	0,00568	0,00830	0,00828	0,00879	0,06566	0,04152	-
Administração	0,00254	0,00326	0,00389	0,00417	0,00286	0,03696	-
Comunicação	0,00431	0,00236	0,00066	-	0,00032	0,00208	-
Depreciação	0,00050	0,00035	0,00185	0,00019	-	-	0,02026
Outros	-	-	-	-	0,00678	0,00125	0,00318
Custo total por recipiente retornado (CAD\$ / recipiente)	0,05864	0,06919	0,06287	0,05998	0,07855	0,08181	0,07011

Tabela 8 - Custos totais dos programas por recipiente recuperado, expressos em dólares canadenses.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

Numa base por unidade de recipiente retornado, os custos do programa de Alberta são os menores em cada categoria de custo, exceto na categoria de comunicação.

Custos de coleta são os maiores na maioria das jurisdições analisadas, isto ocorre devido às múltiplas viagens e ao manuseio dos recipientes. Altos custos de coleta em Saskatchewan refletem o comprometimento da SARCAN em recrutar pessoas com necessidades especiais para efetuar essas atividades, de modo a oferecer empregos para pessoas com deficiência na província.

A medida que as taxas de recuperação aumentam e o volume de recipientes coletados se aproxima do volume vendido, os custos de todas as categorias, numa base por unidade de recipiente, podem cair devido a economias de escala.

4. METODOLOGIA

4.1 Estimativa do consumo das embalagens

4.1.1 Escolha dos tipos de embalagens de bebida.

De acordo com o relatório de análise de benchmarking do programa de reciclagem de embalagens vazias da província de Alberta, no Canadá, realizado pela consultoria MNP (2010), os primeiros tipos de embalagens a serem registrados nos sistemas de depósito-reembolso ao redor do mundo são as latas de alumínio, as garrafas de plástico (especialmente PET) e garrafas de vidro. Com o desenvolver do programa de depósito-reembolso, outras embalagens de bebidas são registradas e inclusas no programa.

Para o presente estudo, além dos três tipos de embalagens citados acima, será analisada a inclusão das caixas tetra pak utilizadas para a distribuição de leite UHT no sistema de depósito-reembolso, visto que a utilização de tais embalagens é comum no mercado brasileiro.

4.1.2 Cálculo do consumo aparente das embalagens.

O consumo aparente é a soma da produção nacional mais o balanço das importações e exportações em determinado período (IPEA, 2012).

4.1.2.1 Latas de alumínio

O consumo aparente de alumínio será obtido a partir do anuário estatístico do setor metalúrgico disponibilizado anualmente pelo Ministério de Minas e Energia (MME, 2011a). Segundo IPEA (2012), 30% da produção de alumínio é destinada ao setor de embalagens, deste setor, e as latas representam cerca de 55%.

Para se obter o número de unidades de latas, considera-se que 60 latas de alumínio de 350 mL são necessárias para se obter 1 kg do material (CEMPRE, 2016b).

4.1.2.2 Garrafas PET

O consumo aparente de garrafas PET deve ser calculado a partir dos dados obtidos no Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico (ABIPLAST, 2010), disponibilizado anualmente pela ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do plástico. O consumo aparente de resinas termoplásticas é fornecido no relatório e, desse consumo, 14,5% é direcionado ao setor das embalagens. Além disso, o PET representa 9% da produção dos termoplásticos (ABIPLAST, 2010)

Para se obter o número de unidades de garrafa do material, é considerado que 20 unidades de garrafas PET são necessárias para se obter um kg do material, admitindo que toda a produção é de garrafas de 2 L (AMBIENTE BRASIL, 2011).

4.1.2.3 Garrafas de vidro

O consumo aparente do vidro será obtido a partir do anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos disponibilizado anualmente pelo Ministério de Minas e Energia (MME, 2011b). Para o cálculo da quantidade de garrafas consumidas no ano de 2010, o fator de 38%, fornecido pelo anuário citado, deve ser aplicado, onde o valor representa a capacidade instalada do setor de embalagens. Para a conversão em unidades, foi considerado que todo o consumo aparente do material foi utilizado na produção de garrafas de 350 mL, e que 7 garrafas são necessárias para formar 1 kg (MME, 2011a).

4.1.2.4 Caixas tetrapak

Para o cálculo do consumo aparente de leite, foram usados os dados da Pesquisa Industrial Anual – Produto (IBGE, 2010), que fornece a quantidade de leite UHT vendida no país naquele ano. A partir da quantidade de leite produzida, em litros, o número de caixas deve ser obtido considerando que todo leite foi embalado em caixas Tetra Pak de 1 L.

Para se obter a quantidade do material que poderia ser vendido no mercado de reciclagem conforme adiante no item 4.6.3, além da mão-de-obra necessária para a triagem do material assunto do item 4.3.1-3, ambos dependentes da quantidade do material em peso; utiliza-se o valor de 28 g por unidade de caixa Tetra Pak, portanto aproximadamente 36 unidades da embalagem são necessárias para formar 1 kg do material (CEMPRE, 2016a).

4.2 Quantidade diária de embalagens a ser triada

Visto que os dados de consumo aparente obtidos conforme o item 4.1.2 são anuais, é necessária a conversão para a quantidade de embalagens a ser triada por dia. Considerando que os Pontos de Entrega de Recicláveis funcionarão 6 dias por semana, o consumo aparente dos materiais será dividido por 313.

4.2.1 Seleção das faixas populacionais

As faixas populacionais adotadas serão as mesmas utilizadas pelo MINISTÉRIO DAS CIDADES (2012, 2016) no seu Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

4.2.2 Distribuição das embalagens pelos municípios brasileiros

Cidades mais urbanizadas e com maior população tendem a ter um padrão de consumo mais alto se comparadas com cidades de menor porte; isso pode ser verificado pelos índices de quantidade per capita de resíduos coletados nos municípios, obtidos a partir do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do ano de 2014 (MCIDADES, 2016).

Esses índices serão usados para estimar a distribuição das embalagens pelos municípios brasileiros de acordo com as diferentes faixas populacionais. Os índices de quantidade per capita de resíduos coletados escolhidos foram os gerados pelas amostras de municípios que afirmaram realizar pesagem rotineira no preenchimento do formulário utilizado pelo SNIS, garantindo maior fidelidade dos resultados.

Os índices de cada faixa populacional serão comparados com o somatório dos índices, gerando uma porcentagem que representa a contribuição dos municípios das diferentes faixas para a quantidade de resíduos coletados no país. Essa relação será utilizada para realizar a distribuição do consumo aparente dos materiais pelas diferentes faixas populacionais.

4.3 Dimensionamento da infraestrutura e mão de obra necessária para o funcionamento dos Depósitos de Recipientes de Bebidas

4.3.1 Mão de obra para triagem dos materiais, distribuído de acordo com as diferentes faixas populacionais

A mão de obra necessária para a triagem dos materiais para as diferentes faixas populacionais será obtida considerando que um triador é capaz de segregar 0,2 toneladas de material por dia (MCIDADES, 2008). O número de triadores obtidos por este método servirá para analisar a viabilidade da triagem de todo o material em cada faixa populacional.

4.3.2 Mão de obra necessária para a triagem das embalagens consumidas seguindo o atual índice de reciclagem

Para a criação de um cenário inicial de devolução dos diferentes tipos de materiais multiplica-se a quantidade diária das diferentes embalagens pelas respectivas taxas de reciclagem atuais, variando de 30% para o tetrapak e chegando a 98% para as latas de alumínio. A quantidade total de embalagens, em toneladas, é dividida pela eficiência diária dos triadores para o cálculo da mão de obra necessária para as diferentes faixas populacionais.

4.3.3 Mão de obra necessária para o total das embalagens consumidas

O cenário onde todo o consumo de embalagens é devolvido e necessita ser triado nos Pontos de Entrega de Recicláveis é obtido a partir do consumo aparente total dos diferentes tipos de embalagens, considerando 100% de taxa de devolução. A quantidade de triadores necessários, por faixa populacional, será obtida dividindo-se a quantidade total de embalagens consumidas pela eficiência dos triadores.

4.3.4 Infraestrutura e equipamentos

Para dimensionamento da infraestrutura operacional dos depósitos será utilizada como referência a lei de administração e operação de depósitos de embalagens de bebidas da província de Alberta, no Canadá (BCMB, 2010). A lei diferencia os depósitos de acordo com as características populacionais do local onde o depósito será instalado, classificando-os em depósitos de municípios rurais, urbanos e metropolitanos. A lei considera municípios rurais aqueles com população inferior a 10.000 habitantes, urbanos aqueles com população superior a 10.000 habitantes, com exceção dos municípios de Calgary e Edmonton, ambos considerados municípios metropolitanos. A população das duas cidades metropolitanas é de, aproximadamente, um milhão de habitantes.

Nela, são estabelecidos alguns requisitos mínimos para o funcionamento dos depósitos de embalagens, como requisitos da infraestrutura do depósitos, equipamentos e operação (BCMB, 2010). Entre os requisitos da infraestrutura, o número de estações de triagem mínimo é de grande importância, uma vez que esse número corresponderá à maior parte da mão de obra para a operação dos Depósitos de Recipientes de Bebidas. Os requisitos de equipamentos estão associados à movimentação dos materiais e a seu acondicionamento.

4.4 Escolha do local e proposição de cenários

Para possibilitar a análise financeira dos cenários com a introdução do Sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas, será escolhido um município enquadrado de acordo com a característica populacional estabelecida na lei de administração e operação dos depósitos de embalagens de Alberta (BCMB, 2010).

A seleção do município para a proposição do cenário com o sistema de depósito-reembolso deve considerar a disponibilidade de dados sobre a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Os dados de custo do manejo do RSU do município escolhido, obtidos do SNIS-10 (MCIDADES, 2012), serão utilizados na estimativa do custo evitado com a

reintrodução dos materiais no ciclo de produção. A setorização da coleta de resíduos sólidos do município servirá de base para a seleção dos locais de instalação dos depósitos.

Para avaliar a sustentabilidade econômica do sistema de Depósito de Recipientes de Bebidas, é necessário a proposição de alguns cenários com diferentes taxas de devolução dos recipientes. Deste modo, é possível estimar a quantidade de embalagens que serão retornadas ao sistema de Depósito de Recipientes de Bebidas no município escolhido.

4.5 Custos de instalação e operação do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas

4.5.1 Custo de instalação de um Depósito de Recipientes de Bebidas

O custo de instalação será calculado a partir do dimensionamento da infraestrutura e equipamentos necessários para a operação de uma unidade modular de Depósito de Recipientes de Bebidas, de acordo com o porte do município escolhido. Para os custos das construções civis serão utilizados os valores de Custo Unitário Básico, indicador dos custos do setor da construção civil, fornecidos pelo SINDUSCON-SP (2017).

O custo dos equipamentos será estimado a partir da consulta do preço dos equipamentos em diferentes empresas do ramo. Essa consulta deverá ser realizada em catálogos eletrônicos.

4.5.2 Custo de operação de um Depósito de Recipientes de Bebidas

O custo de operação será composto pelo salário mais encargos dos funcionários encarregados da operação do depósito, além dos custos de energia e água associados ao seu funcionamento. Outro custo fixo é a depreciação dos equipamentos, a qual deve ser estimada utilizando-se a vida útil esperada dos mesmos.

4.5.3 Custo do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas

O custo do sistema de DER será composto pelos custos de instalação e operação dos depósitos multiplicados pelo número de depósitos a serem implantados no município selecionado. A quantidade de depósitos obtida a partir da estimativa da mão de obra necessária para a triagem deve ser distribuída nos setores de coleta de resíduos do município.

A diferença entre o custo de operação e a receita gerada pelo sistema mostrará o tempo de amortização do investimento de instalação do sistema.

4.6 Receita do sistema de depósito-reembolso

4.6.1 Seleção dos valores de depósito

No relatório de análise de benchmarking do setor de reciclagem de embalagens de bebidas vazias da província de Alberta, no Canadá, elaborado por MNP (2010) são apresentados os valores de depósito das embalagens vazias dos sistemas de depósito utilizados em diferentes sistemas de depósitos em diferentes jurisdições do mundo. Com base nesses valores, serão analisadas as receitas geradas para diferentes valores de depósito para o sistema de Depósito de Recipientes de Bebidas, assim como o total do reembolso no ato da devolução das embalagens vazias.

4.6.2 Receita obtida da não devolução das embalagens

Serão calculadas as receitas obtidas caso não haja retorno das embalagens por parte do consumidor e, portanto, o depósito coletado no momento da aquisição da embalagem cheia no mercado não seria retornado para o consumidor, permanecendo retido no fundo gerido pela organização administradora do sistema. Para diferentes taxas de devolução, a receita anual será obtida multiplicando o valor de depósito pela taxa de embalagens não retornadas.

4.6.3 Valores obtidos com a venda do material retornado para o setor de reciclagem

Para o cálculo da receita obtida com a venda do material retornado aos depósitos para o setor de reciclagem serão utilizados os dados fornecidos pelo CEMPRE (2016). Os preços praticados são expressos em R\$/ton.

4.6.4 Custo evitado da disposição das embalagens em aterro

Para os diferentes cenários de devolução das embalagens, serão calculados os custos de disposição final evitados com a recaptura das embalagens que anteriormente eram coletadas pela coleta regular e dispostos em aterros. O valor de contrato para aterramento dos resíduos sólidos firmado pelo município escolhido com o operador do aterro será utilizado para tal cálculo. Esse valor é expresso em R\$/ton de material a ser aterrado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estimativa do consumo das embalagens recicláveis de bebidas a serem incluídas no sistema de Depósito de Recipientes de Bebidas

5.1.1 Consumo aparente de embalagens no ano de 2010

O consumo aparente das matérias-primas utilizadas na produção das embalagens foco do estudo, obtido conforme citado na seção 4.1.2 é apresentado na Tabela 9.

Tipo de material	Consumo aparente
Plástico (mil ton)	6.226
Alumínio (mil ton)	1.300
Vidro (mil ton)	3.093
Tetrapak, estimado usando a produção de leite UHT (mil L)	6.018.353

Tabela 9 - Consumo aparente das matérias-primas no ano de 2010.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em ABIPLAST (2010), MME (2011a,2011b) e PIA – Produto (2010).

Cabe destaque ao tetrapak, visto que seu consumo foi obtido a partir dos dados da produção de leite UHT, ao contrário dos outros tipos de embalagens, dos quais o consumo aparente foi obtido de dados do setor de transformação de matérias-primas.

A Tabela 10 mostra o quanto do consumo aparente é destinado ao setor de embalagens.

Tipo de material	Setor de embalagens
Plástico (mil ton)	903
Alumínio (mil ton)	390
Vidro (mil ton)	1.175
Tetrapak, estimado usando a produção de leite UHT (mil ton)	167

Tabela 10 - Consumo aparente dos materiais pelo setor de embalagens no ano de 2010.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em ABIPLAST (2010), IPEA (2012) e MME (2011b).

Novamente, o tetrapak merece destaque, pois a produção de embalagens foi obtida a partir da hipótese de que todo o leite vendido no país foi embalado em caixas tetrapak de 1 L e que cada caixa pese 28 g (CEMPRE, 2016a), ou seja, aproximadamente 36 caixas tetrapak são necessárias para formar 1 kg do material.

O consumo aparente das embalagens dos diferentes materiais é apresentado na Tabela 11.

Tipo de material	Consumo aparente das embalagens do sistema depósito-reembolso
Garrafa PET (mil ton)	81
Latas de alumínio (mil ton)	214
Garrafas de Vidro (mil ton)	1.175
Tetrapak, estimado usando a produção de leite UHT (mil ton)	167

Tabela 11 - Consumo aparente de materiais para recipientes de bebidas no ano de 2010.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em ABIPLAST (2010), IPEA (2012) e MME (2011b).

A seguir, na Tabela 12, são apresentados os números de unidades de embalagens dos diferentes materiais obtidos através da conversão do consumo aparente conforme descrito nos itens 4.1.2.1-4.

Tipo de material	Unidades
PET	1.624.986.000
Alumínio	12.866.040.000
Vidro	8.227.380.000
Tetrapak	6.018.353.000
Total (milhões)	28.737
População urbana brasileira 2010	160.925.792
Unidades de embalagens per capita	179

Tabela 12 - Consumo aparente de unidades de recipientes dos materiais em 2010.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em AMBIENTE BRASIL (2011), CEMPRE (2016a, 2016b).

Levando em conta que os dados fornecidos nos relatórios de manejo de resíduos sólidos urbanos consideram apenas os habitantes do perímetro urbano dos municípios, o número total de embalagens calculado para o sistema foi dividido pela população urbana brasileira do ano de 2010, obtendo-se o valor de 179 unidades per capita. Na Tabela 13, são apresentados os números de venda de unidades de recipientes dentro do escopo do programa per capita em diferentes locais no mundo e escopo do benchmarking realizado pela MNP (2010).

Venda de unidades de recipientes per capita nas diferentes jurisdições						
Material	Alberta	British Columbia	Saskatchewan	California	Dinamarca	Noruega
PET	154	110	111	234	19	31
Alumínio	268	214	171	259	62	78
Vidro	107	99	31	90	11	Indisponível
Venda per capita total	530	424	314	584	92	>109

Tabela 13 - Venda de unidades de recipientes dentro do escopo limitado per capita nas diferentes jurisdições.

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

Para uma comparação mais precisa, o valor de 141 unidades de recipientes per capita deve ser usado para o consumo brasileiro, ao invés do valor de 179 mostrado na Tabela 13. Esse valor é obtido desconsiderando o tetrapak da estimativa, visto que os dados de vendas mostrados no estudo da MNP (2010) são apenas de embalagens de bebidas PET, alumínio e vidro.

A quantidade total de unidades de recipientes per capita obtida através da metodologia é comparável aos valores obtidos das diferentes jurisdições mostradas na Tabela 13, visto que todos os locais mostrados se encontram em países mais desenvolvidos e, conseqüentemente, sua população deve apresentar padrões de consumo maiores do que o brasileiro. Outro fator que pode explicar essa diferença no consumo é o fato de todo o material PET ser considerado como matéria prima para a produção de garrafas de 2 L, fator que incorre numa subestimação da quantidade de garrafas PET consumidas.

5.2 Quantidades diárias de recipientes a serem triados

Para o dimensionamento da infraestrutura e mão de obra necessária para o funcionamento dos Depósitos de Embalagens Recicláveis, o consumo anual de embalagens apresentado na Tabela 11 foi convertido para quantidade diária a ser triada, levando em conta que os Depósitos de Recipientes de Bebidas funcionarão 6 dias por semana. O resultado é apresentado na Tabela 14, a seguir, que mostra a quantidade diária total dos recipientes recicláveis escopo do estudo que podem ser recicladas, além de fornecer as taxas atuais de reciclagem dos diferentes materiais e a quantidade diária dos materiais a ser triada se o padrão de retorno dos diferentes materiais seguirem essas taxas.

Tipo de material a ser triado	Quantidade anual (mil ton)	Taxa de devolução		
		Quantidade diária* (ton/dia)	100%	atual
PET	81	260	59	153
Latas de Alumínio	214	685	98	671
Garrafas de vidro	1.175	3.755	47	1.765
Tetrapak	167	534	30	160
	total	5.234	total	2.749
* Leva-se em conta que os depósitos funcionarão 6 dias na semana, portanto a produção anual foi dividida por 313.				

Tabela 14 - Quantidade diária a ser triada para diferentes taxas de devolução.

FONTE: Elaborado pelo autor.

5.2.1 Distribuição das embalagens pelos municípios brasileiros de acordo com as diferentes faixas populacionais

Para a distribuição das quantidades diárias de embalagens a serem triadas nas diferentes faixas populacionais adotadas pelo SNIS, utilizou-se a relação das taxas de geração de resíduos per capita de cada faixa populacional, obtidas do diagnóstico realizado pelo MCIDADES (2016). Para se obter essas relações, a taxa de geração per capita de cada faixa foi dividido pela soma das taxas de geração per capita de todas as faixas, de modo que a soma das relações seja um; assim a quantidade de material a ser triado pode ser distribuída de forma que a soma das quantidades de materiais de cada faixa resulte no total de material produzido. As quantidades diárias de recipientes a serem triados, tanto as totais quanto as quantidades com os padrões de reciclagem atual, obtidas no item 5.2 foram multiplicadas por essas relações. Desse modo, a Tabela 15 foi obtida.

Taxa de devolução	Faixas populacionais (habitantes)					
	até 30.000	de 30.001 a 100.000	de 100.001 a 250.000	de 250.001 a 1.000.000	de 1.000.001 a 3.000.000	mais de 3.000.001
	População urbana total da faixa - 2010 (habitantes)					
	29.017.305	30.683.633	25.692.530	35.662.630	22.396.904	17.472.790
	Geração per capita de RSU - 2014 (kg/hab/ano)					
	0,77	0,82	0,88	0,99	1,2	1,3
	Relação (geração/soma gerações)					
	0,13	0,14	0,15	0,17	0,20	0,22
	Quantidade diária a ser triada normalizada pela relação da geração per capita das faixas (ton/dia)					
atual	355,21	378,27	405,95	456,70	553,57	599,70
100%	676,19	720,10	772,79	869,38	1.053,80	1.141,61

Tabela 15 - Quantidade diária a ser triada distribuída nas diferentes faixas.

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em MCIDADES (2012).

Para a faixa populacional 1, o valor da quantidade diária total de materiais produzidos, 5.234 ton, foi multiplicado por 0,13, chegando ao valor da quantidade diária de material a ser triado para uma taxa de devolução de 100%. O valor mostrado na tabela difere levemente do valor obtido da multiplicação anterior devido ao número de casas decimais utilizados na construção da tabela.

5.3 Dimensionamento da infraestrutura e mão de obra necessária para o funcionamento dos Depósitos de Recipientes de Bebidas

5.3.1 Mão de obra para triagem dos materiais, distribuído de acordo com as diferentes faixas populacionais

A quantidade de triadores necessários para triar os materiais das diferentes faixas populacionais foi obtida considerando que um triador é capaz de segregar 0,2 toneladas de material por dia (MCIDADES, 2008). Utilizando-se as quantidades diárias de material a serem triadas de cada faixa populacional, a Tabela 16 foi obtida.

Taxa de devolução	Quantidade de triadores necessários					
	Faixas populacionais (habitantes)					
	até 30.000	de 30.001 a 100.000	de 100.001 a 250.000	de 250.001 a 1.000.000	de 1.000.001 a 3.000.000	mais de 3.000.001
atual	1.776	1.891	2.030	2.283	2.768	2.999
100%	3.381	3.600	3.864	4.347	5.269	5.708

Tabela 16 - Quantidade de triadores necessários.

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em MCIDADES (2008).

No ano de 2010, existiam 4.495 municípios no Brasil que se enquadravam na primeira faixa populacional (IBGE, 2010). Se distribuímos o número de triadores dessa faixa, obtidos na Tabela 16, pelo número de municípios da mesma faixa, chegamos a um número de triadores menor que um para esses municípios, mesmo com 100% de devolução das embalagens.

Para as outras faixas populacionais, o fato se repete, sendo necessários, em média, 21 triadores para triar todos os recipientes produzidos em um dos 184 municípios com população de 100.001 a 250.000 habitantes. Isso evidencia que o dimensionamento da mão de obra deve ser orientado pela qualidade no atendimento ao consumidor que retorna as embalagens recicláveis ao depósito, já que a uma baixa quantidade de triadores é suficiente para realizar a triagem de todo o material produzido.

5.3.2 Infraestrutura e equipamentos necessários para a operação dos Depósitos de Recipientes de Bebidas

5.3.2.1.1 Área física

A lei de administração e operação de depósitos de Alberta (BCMB, 2010) estabelece a área mínima para os depósitos localizados em diferentes tipos de municípios. Ela também estabelece o mínimo de estações de triagem por depósito, sendo que cada estação de triagem deve ter 1,5 metros lineares de balcão. Outros requisitos para as instalações dos depósitos são as quantidades mínimas de vagas para veículos em cada tipo de município e a presença de uma pia para que os clientes possam higienizar as mãos após a devolução das embalagens. Para o dimensionamento dos custos de instalação dos depósitos, conforme o item 5.6.1 a seguir, o projeto-padrão de galpão industrial e seu respectivo custo unitário básico (CUB) já inclui a instalação de dois banheiros, um vestiário e uma área de depósito (SINDUSCON-SP, 2017).

A Tabela 17 mostra as áreas mínimas e o número mínimo de estações de triagem dos Depósitos de Recipientes por tipo de município.

Tipo de município	Área interna mínima (m ²)	Estações de triagem	Vagas para veículos
Rural	140	2	5
Urbano	380	4	10
Metropolitano	460	5	12

Tabela 17- Requisitos físicos dos depósitos.

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em BCMB (2010).

5.3.2.2 Equipamentos

Os triadores deverão separar as embalagens recicláveis recebidas em caixas localizadas junto aos balcões de triagem. As caixas escolhidas são de PEAD, tem capacidade de 45 litros, são empilháveis e possuem dimensão de 0,28x0,4x0,6 m (altura, largura e comprimento). Quando uma ou mais caixas estiverem cheias, essas serão levadas até o polo de armazenagem por meio de esteiras transportadora com roletes. No pólo de armazenagem, as caixas serão empilhadas sobre pallets com dimensões de 1,00x1,20 m; assim, cada pallet comportará 5 pilhas de caixas de cada um dos materiais.

A movimentação dos materiais no pólo de armazenagem e carregamento dos caminhões do sistema de coleta deverá ser realizada por uma paleteira se o depósito possuir uma doca de carga rebaixada ou por empilhadeira se não a possuir (BCMB, 2010). No presente estudo optou-se pela adoção da paleteira e doca de carga rebaixada, pelo menor custo

desta opção. Essa configuração permite que os pallets com as pilhas de caixas possam ser carregados nos caminhões do sistema de coleta de cada material.

Considerando que os caminhões serão do tipo baú, de modo a facilitar a carga e descarga dos materiais, a altura da doca de carga/descarga deve ser de 1,30 m (GUIA LOG, 2017). As dimensões de um caminhão tipo baú com capacidade de 6 ton são 7,32x2,48x2,63 m (comprimento, largura, altura). Duas fileiras de pallet ocupam uma largura de 2,40 m, deixando um vão de 8 centímetros na largura do caminhão. Colocando 7 pallets em cada fileira, sobram 32 centímetros para vãos no comprimento do caminhão; assim, cada caminhão comportará 14 pallets. Como a altura de cada caixa é de 0,28 m e os pallets tem uma altura de aproximadamente 0,15 m, é possível colocar 5 pilhas de 8 caixas de PEAD em cada pallet (altura de 2,39 m), restando 0,24 m de folga até o teto do caminhão.

14 pallets com 5 pilhas de 8 caixas de PEAD resultam em 560 caixas por viagem do caminhão. Este número deve ser utilizado para organizar o estoque das caixas com recipientes de bebidas vazios, de forma que o armazenamento de cada tipo de material seja dimensionado para encher um caminhão com um tipo de material. Estabelecendo um setor de armazenagem para cada tipo de material com capacidade de estocar o equivalente a dois caminhões cheios, são necessários 112 pallets (4 tipos de materiais, estoque para dois caminhões, 14 pallets por caminhão); da mesma forma são necessárias 4480 caixas para o armazenamento de todo o estoque.

O depósito de recipientes vazios coletados ocupará 134,4 m², considerando apenas a área ocupada pelos 112 pallets. Para que os pallets possam ser manobrados até a área de carga e descarga, esse valor será acrescido de 100%, chegando a uma área de depósito de 268,8 m².

Outros requisitos de equipamentos para a administração dos depósitos, estabelecidos na lei de Alberta (BCMB, 2010), são um computador para que o depósito possa ter um e-mail ativo, um telefone e uma caixa registradora capaz de gerar recibos com: o número de embalagens retornadas com as respectivas taxas de reembolso, o reembolso total, assim como o nome, endereço e o telefone do depósito.

5.3.2.3 Mão de obra para a operação dos depósitos

Como explicitado no item 5.3.1, um número pequeno de triadores seria capaz de triar todo o material para as diferentes faixas populacionais, portanto o número de triadores será baseado no atendimento ao consumidor.

Para cada estação de triagem, um triador será responsável por triar e contar as embalagens retornadas pelo consumidor, emitindo uma nota ao final da contagem para o

reembolso do consumidor no caixa. Além disso o depósito deve contar com um funcionário para a movimentação das embalagens no pólo de armazenagem na área de carga do sistema de coleta (BCMB, 2010).

Tipo de município	Estações de triagem	Triadores	Caixa	Movimentação e carga	Total
Rural	2	2	1	1	4
Urbano	4	4	1	1	6
Metropolitano	5	5	1	1	7

Tabela 18 - Requisitos de operação dos depósitos.

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em BCMB (2010).

5.4 Escolha do local e proposição de cenários

5.4.1 Escolha do local

A lei de administração e operação de depósitos canadense (BCMB, 2010), classifica os municípios em rural, urbano e metropolitano de acordo com suas características populacionais. Como municípios rurais são considerados aqueles com população menor que 10.000 habitantes e os metropolitanos aqueles com população superior a, aproximadamente, um milhão de habitantes; os municípios urbanos são os que aqueles com população entre 10.000 e 1.000.000 de habitantes. Essa faixa populacional corresponde às faixas 2,3 e 4 utilizadas pelo SNIS, e representam a maior parte da população brasileira.

No período de 2010 a 2014 essas três faixas apresentaram o maior crescimento, em termo de número absoluto de novos municípios, com o enquadramento de 59 municípios nessas faixas. A primeira faixa teve uma diminuição de sua quantidade de municípios e a faixa 5 teve um incremento de dois municípios. A última faixa manteve o número de dois municípios, São Paulo e Rio de Janeiro (MCIDADES, 2016, 2012). Portanto, o tipo de depósito usado para a estimação dos custos do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas no estudo é o especificado para municípios urbanos.

Devido a disponibilidade de dados e do cenário de gestão de resíduos sólidos mais consolidado em relação aos demais estados, o estado de São Paulo foi escolhido para o presente estudo. O município de Rio Claro, no interior do estado de São Paulo será utilizado para a criação dos cenários com a introdução do sistema de Depósitos de Embalagens de Recicláveis, uma vez que se enquadra na terceira faixa populacional; além disso, os dados de setorização da coleta estão disponíveis no Plano de Saneamento Básico do município .

5.4.2 Proposição de cenários para o município de Rio Claro

O consumo aparente do setor de embalagens de cada tipo de material foi utilizado para se estimar a quantidade de recipientes consumidos no município. Conforme realizado anteriormente, a relação da geração de resíduos da faixa 3 foi utilizada para se estimar a quantidade de materiais que são destinados aos municípios enquadrados nessa faixa.

Rio Claro possuía em 2010 uma população urbana de 181.566 habitantes (SEADE, 2010), o que representa 0,7% da população urbana da faixa 3 do SNIS. Essa relação foi usada para estimar a quantidade anual de recipientes de materiais dentro do escopo do estudo consumidas pelos habitantes do município em 2010, que em seguida foi calculada em unidades, utilizando-se as mesmas taxas de conversão do item 4.1.2.1-4 A Tabela 19 mostra essa quantidade em unidades e em peso.

Tipo de material	Quantidade anual total (mil ton)	Quantidade anual faixa (mil ton)	Quantidade anual Rio Claro (ton)	Unidades anual Rio Claro
PET	81,25	12,19	86,13	1.722.537
Latas de Alumínio	214,43	32,17	227,31	13.638.412
Garrafas de vidro	1.175,34	176,30	1.245,90	8.721.285
Tetrapak	167,18	25,08	177,21	6.379.646
		Total	1.737,54	30.461.880

Tabela 19- Quantidades de materiais em consumidos em Rio Claro.

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em SEADE (2010) e MCIDADES (2012).

Dividindo o número total de unidades de recipientes de bebidas pela população urbana de Rio Claro, obtem-se um valor de 168 unidades/habitante

5.4.2.1 Cenário 1: taxas atuais de reciclagem

Um primeiro cenário a ser analisado é o de taxas de devolução dos recipientes iguais as taxas atuais de reciclagem para os diferentes materiais. A Tabela 20 mostra os valores do consumo aparente dos materiais em Rio Claro multiplicados pelas respectivas taxas de reciclagem.

Cenário 1		
Tipo de material a ser triado	Quantidade anual com taxas atuais (ton) - Rio Claro	Unidades anual com taxas atuais - Rio Claro
PET	50,81	1.016.297
Latas de Alumínio	222,76	13.365.644
Garrafas de vidro	585,57	4.099.004
Tetrapak	53,16	1.913.894
Total	912,31	20.394.838

Tabela 20 - Cenário 1: Quantidade coletada com taxas atuais em Rio Claro.

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em ABRALATAS (2015), ABIPET (2010), CEMPRE (2016a), MME (2011a)

Assim, no ano de 2010 foram consumidas 912,31 toneladas de recipientes provenientes desses tipos de materiais, ou 20.394.838 unidades que poderiam ter sido coletadas por um sistema de Depósito de Bebidas instalado. Portanto, subtraindo-se o número total de unidades com as taxas atuais de reciclagem do número total consumido no município naquele ano, o número total de unidades que não teriam sido retornadas ao sistema de depósito reembolso é de 10.067.041. A relação entre as unidades coletadas e as unidades consumidas naquele ano é de 66,9%, isso ocorre devido à elevada taxa de reciclagem das latas de alumínio e ao fato das latas de alumínio representarem aproximadamente 44% do número de unidades de materiais do escopo do sistema proposto.

Novamente, a subestimação do número de recipientes de material PET, ao assumir que toda a produção é de garrafas de 2L, incorre num incremento dos níveis gerais de reciclagem do sistema, uma vez que a quantidade de recipientes estimados para o sistema diminui, e a eficiência geral tende para a eficiência da cadeia de latas de alumínio. Além disso, os dados utilizados para se estimar as taxas de reciclagem, muitas vezes, não diferenciam reciclagem de material pré e pós-consumo. O material reciclável pré-consumo são sobras dos processos produtivos das indústrias, podendo resultar de falhas ou de limitações desses processos, e que é destinado diretamente para o processo de reciclagem. Ao se utilizar taxas de reciclagem que não desagregam esses dados, a quantidade de material reciclável que efetivamente seria coletado pelo sistema de depósito pode ser menor do que o estimado (IPEA, 2012b).

Com essa superestimação dos níveis de reciclagem do sistema, a estimativa da receita gerada com depósitos não reembolsados são reduzidas. Porém, essas taxas de reciclagem também elevam a estimativa da receita gerada pela venda dos materiais no mercado de reciclagem. Novamente, o alumínio representa grande parte da receita estimada, por sua elevada quantidade e pelo preço praticado para esse tipo de material pelo mercado de

reciclagem, o que diminui o efeito da superestimação das taxas de reciclagem dos outros tipos de materiais na receita gerada pela venda do material.

As quantidades estimadas serão utilizadas para o dimensionamento do sistema, já que para a eficiência financeira do programa, a superestimação das taxas de devolução representam um cenário desfavorável. Esse cenário se aproxima do objetivo dos programas de depósito reembolso, que é aumentar as taxas de recuperação de recipientes de material reciclável, diminuindo a pressão sobre os recursos naturais. Portanto, mesmo que haja uma superestimação das taxas de devolução, o programa irá proporcionar benefícios ao atingir os objetivos do sistema de depósito se essas taxas de recuperação forem atingidas, ou irá gerar uma receita elevada, através dos depósitos não reembolsados, que poderá ser utilizada para a melhoria dos programas de incentivo, de modo a elevar as taxas de recuperação para próximo do objetivo do sistema.

5.4.2.2 Cenário 2: taxas de reciclagem de jurisdições que possuem o sistema de depósito de embalagens de bebida

O cenário dois é aquele onde as taxas gerais de recuperação dos recipientes se iguala às taxas gerais de recuperação de recipientes em jurisdições que possuem um programa de depósito-reembolso. A taxa adotada foi de 70%, mantendo a taxa de reciclagem de latas em 98%, a de PET em 59% e a de vidro em 47%, e aumentando a taxa do tetra pak para 44.5%.

Cenário 2		
Tipo de material a ser triado	Quantidade anual com taxas médias dos programas (ton) - Rio Claro	Unidades anual com taxas médias dos programas - Rio Claro
PET	50,81	1.016.297
Latas de Alumínio	222,76	13.365.644
Garrafas de vidro	585,57	4.099.004
Tetrapak	78,95	2.842.370
Total	938,10	21.323.315

Tabela 21 - Cenário 2: Quantidades coletadas com taxa de retorno dos programas.

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em MNP (2010).

Dessa forma, 9.138.565 recipientes não teriam sido retornados ao sistema de depósito reembolso. O aumento das quantidades de material coletados em relação ao cenário 1 é pequeno. Novamente, a suposição de que as taxas de devolução dos recipientes serão iguais às taxas atuais de reciclagem dos materiais se mostra elevada, uma vez que com taxas de recuperação de jurisdições que possuem programa de incentivo à reciclagem o número de

unidades não retornadas ao sistema de Depósito de Recipientes diminui apenas em, aproximadamente, um milhão de unidades.

5.5 Custos de instalação e operação dos Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios

5.5.1 Custo de instalação de um Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios

Após o dimensionamento da área física e equipamentos necessários, os custos com a instalação de um Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios foram calculados conforme mostrado na Tabela 22.

Custo de instalação				
Item	un	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Obra civil	m ²	380	700	266.000
Paleteira	unidades	2	1.200	2.400
Caixas para movimentação das balagens	unidades	4.480	20	89.600
Pallets	unidades	112	40	4.480
Esteira transportadora com roletes	m	10	430	4.300
Telefone	unidades	1	100	100
Computador	unidades	1	1.800	1.800
Caixa registradora	unidades	1	700	700
Impressora de nota fiscal	unidade	1	1.400	1.400
			Total	369.380
			Total (+5%)	387.849

Tabela 22 - Custo de instalação de um Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios.

FONTE: Elaborado pelo autor.

O custo total para a instalação de um Depósito de Recipientes de Bebidas Vazios é de R\$369.380,00. Para eventuais gastos não planejados, o valor de 5% foi adicionado ao total calculado, obtendo-se o custo total de R\$387.849,00.

O custo de instalação obtido deve ser entendido como um teto, uma vez que os preços de equipamentos cotados para o estudo foram obtidos em lojas virtuais para produtos individuais. Esses valores seriam menores ao se comprar grandes quantidades.

5.5.2 Custo de operação de um Depósito de Embalagens de Recicláveis

Custo de operação			
Item	Quantidade	Valor unitário (R\$/mês)	Valor total (R\$/mês)
Triadores	8	1405,5	11.244
Operador de caixa	2	1405,5	2.811
Encarregado do transporte e armazenagem	2	1405,5	2.811
Depreciação de equipamento (paleteira - 5 anos)	-	40	40
Depreciação de equipamento (esteira - 5 anos)	-	72	72
Depreciação de equipamento (caixas – 5 anos)	-	1.493	1.493
Depreciação de equipamento (pallets - 0,5 anos)	-	747	747
Energia	-	700	700
Água	-	500	500
Telefone	-	500	500
Total			20.918

Tabela 23 - Custo de operação de um Depósito de Embalagens de Recicláveis.

FONTE: elaborado pelo autor.

Os custos com a operação dos depósitos foram obtidos conforme a Tabela 23. Os depósitos funcionarão de segunda a sábado, das 08:00 as 20:00 horas; e os funcionários serão divididos em dois turnos de seis horas e meia cada, de modo que em cada turno haja o número de funcionários estabelecidos no item 5.3.2.3. O custo por funcionário foi calculado com base no salário mínimo, acrescido de 50% de encargos sociais (SINAPI, 2015). Os custos mensais com energia elétrica e telefone foram baseados em IBAM (2012), onde o gasto com energia elétrica para um galpão de 1000 m² foi estimado em R\$1.000,00 e o gasto com telefone em R\$500,00. Como o galpão do estudo anterior é maior e possui equipamentos elétricos como prensas e balanças eletrônicas, o custo com energia foi estimado em R\$700,00 por mês.

5.5.3 Custo do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas

Rio Claro possui 17 setores de coleta de resíduos sólidos. A Figura 2 mostra a setorização da coleta de resíduos do município.

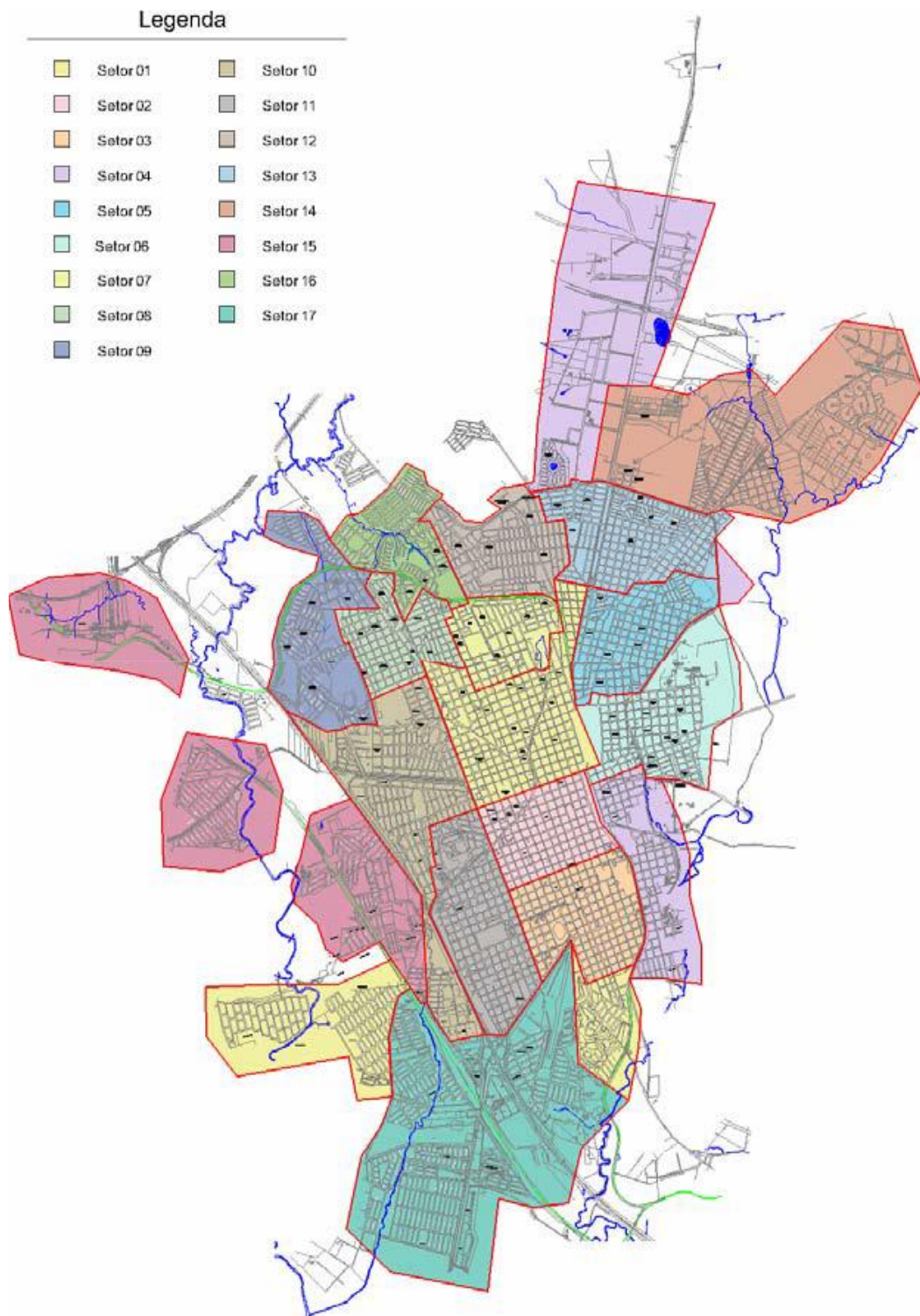


Figura 2 - Setorização da coleta de resíduos em Rio Claro.
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO (2014)

Sendo que o município possui quatro setores considerados distritos, serão estimados os custos com a implantação e operação de 7 e 13 Depósitos de Recipientes de Bebida Vazios,

de modo que a implantação ocorra gradualmente, começando com os bairros centrais e com maior número de habitantes por área e, após a avaliação dos resultados dos primeiros depósitos instalados, expandindo para os setores mais afastados. A Tabela 24 mostra os custos de implantação e operação para o sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas Vazios.

Número de depósitos	Custo de operação (R\$/mês)	Custo de Instalação (R\$)
7	146.424	2.714.943
13	271.930	5.042.037

Tabela 24 - Custos de operação e instalação do sistema de Depósitos.

FONTE: elaborado pelo autor.

Em um cenário inicial de introdução do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas Vazios, onde apenas sete setores terão depósitos instalados, o custo operacional seria de R\$146.424,00 por mês; já o custo de instalação seria de R\$2.714.943,00.

Após a implantação dos primeiros depósitos, será possível analisar o funcionamento do sistema de modo iterativo, assim a implantação de novos depósitos pode ser avaliada, de modo que o programa atinja todos os 13 setores residenciais do município. O custo de operação e implantação do sistema com todos os setores atendidos por depósitos seria de R\$271.930,00 por mês e R\$5.042.037,00, respectivamente.

5.6 Receita do sistema de depósito-reembolso

5.6.1 Seleção dos valores de depósito

A seleção de valores de depósito se baseou no relatório de benchmarking da MNP (2010), onde os valores de depósito mais comuns praticados variam de \$0,05 a \$0,20 da moeda local. Assim os valores utilizados nesse estudo variam de R\$0,05 a R\$0,20, de modo a permitir a análise da receita arrecadada com depósitos não reembolsados.

5.6.2 Receita obtida da não devolução das embalagens

Os valores totais de depósitos retidos que poderiam ter sido arrecadados no ano de 2010 foram obtidos da multiplicação do número de recipientes não retornados nos depósitos pelo preço de depósito escolhido. Esses valores são mostrados na Tabela 25.

Cenário	Total arrecadado de depósitos não reembolsados (R\$/ano)			
	Preço por unidade			
	0.05	0.1	0.15	0.2
1 - Atual	503.352	1.006.704	1.510.056	2.013.408
2 - Média dos outros programas	456.928	913.856	1.370.785	1.827.713

Tabela 25 - Receita gerada por depósitos não reembolsados.

FONTE: elaborado pelo autor.

Para o cenário 1, onde 10.067.041 unidades não seriam retornadas ao programa, o total arrecadado para uma tarifa de depósito de 20 centavos é de R\$2.013.408,00 no ano de 2010, obtido da multiplicação do número de unidades não devolvidas pela tarifa de depósito cobrada do consumidor no ato da compra.

Os valores totais per capita, considerando a população urbana do município, que poderiam ter sido arrecadados pelo sistema no ano de 2010 são apresentados na Tabela 26.

Cenário	Total per capita arrecadado de depósitos não reembolsados (R\$ per capita)			
	Preço por unidade			
	0.05	0.1	0.15	0.2
1 - Atual	2,77	5,54	8,32	11,09
2 - Média dos outros programas	2,52	5,03	7,55	10,07

Tabela 26 - Receita per capita gerada com depósitos não reembolsados.

FONTE: elaborado pelo autor.

Os valores arrecadados com depósitos não reembolsados diminuem à medida que a eficiência do sistema tende para padrões mais elevados de reciclagem.

5.6.3 Receita obtida com a venda do material retornado para o setor de reciclagem

A Tabela 27 mostra os valores praticados no mercado de reciclagem obtido de CEMPRE (2016d).

Material	Menor (R\$/ton)	Maior (R\$/ton)	Média (R\$/ton)
PET	700	1.850	1.275
Latas de Alumínio	2.200	3.900	3.050
Vidro	45	215	130
Tetra pak	100	397	248

Tabela 27- Preço de venda dos materiais para o mercado de reciclagem, expressos em R\$/ton.

FONTE: elaborado pelo autor, baseado em CEMPRE (2016d).

Para avaliar o potencial de receita das vendas dos materiais para o mercado de reciclagem foram multiplicados os valores de venda dos materiais pela quantidade de materiais que poderiam ter sido vendidas em cada cenário.

A Tabela 28 apresenta os valores que poderiam ter sido arrecadados com a venda dos materiais para o mercado de reciclagem em Rio Claro no ano de 2010.

Cenário	Valor arrecadado com a venda do material para diferentes taxas gerais de retorno (R\$/ano)		
	Mínimo	Máximo	Médio
1 - Atual	557.311	1.109.778	833.545
2 - Média dos outros programas	559.890	1.120.017	839.954

Tabela 28 - Receita gerada com a venda do material para os cenários.

FONTE: elaborado pelo autor.

Observa-se que os valores são bem parecidos, com uma variação aproximada de apenas dois mil reais entre os cenários 1 e 2, considerando o preço mínimo de mercado dos materiais. Para os valores arrecadados utilizando os preços médios e máximos de mercado essa diferença sobe para R\$6.409,00 e R\$10.239,00, respectivamente. Isso ocorre porque a variação é relativa apenas ao tetra pak, já que, com taxas atuais de reciclagem, a taxa geral de retorno estimada é de quase 67%, dando pouca margem de crescimento para as taxas de devolução dos materiais até o sistema atingir a taxa geral dos programas de depósito que é de 70%.

5.6.4 Custo evitado da disposição das embalagens em aterro

No Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Rio Claro (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO, 2014), o valor pago para o aterramento de resíduos no aterro municipal da cidade é de R\$43/ton. Assim o custo evitado com a coleta dos recipientes pelo sistema de depósito reembolso é apresentado na Tabela 29.

Quantidade desviada cenário 1 (ton)	912,31
Quantidade desviada cenário 2 (ton)	938,10
Diferença (ton)	25,79
Preço de aterramento em Rio Claro (R\$/ton)	43,00
Custo evitado (R\$)	1.109,00

Tabela 29 - Custo de aterramento evitado.

FONTE: elaborado pelo autor.

5.7 Análise da viabilidade financeira dos Depósitos de Recipientes de Bebidas Vazios

Com os custos de operação e implantação do sistema de Depósitos de Recipientes de Bebidas Vazios e as receitas geradas pelo programa, foi possível avaliar o fluxo de caixa do fundo que deverá gerir os recursos do programa, de modo a avaliar o tempo de amortização do investimento com a instalação do sistema de depósitos.

A Tabela 30 mostra esses valores.

Cenário 1 – Taxas atuais de reciclagem		
Número de depósitos	7	13
Custo de operação (R\$/mês)	146.424	271.930
Receita depósitos (depósitos de R\$0,20) não reembolsados (R\$/mês)	167.784	167.784
Receita gerada com a venda do material - preço médio (R\$/mês)	69.462	69.462
Receita total (R\$/mês)	237.246	237.246
Fluxo de caixa (R\$/mês)	+90.822	-34.684
Custo de Instalação do sistema de depósitos (R\$)	2.714.943	5.042.037
Tempo de amortização do investimento (anos)	2,5	-

Tabela 30 - Cenário 1: Fluxo de caixa e tempo de amortização do investimento.

FONTE: elaborado pelo autor.

Com a introdução dos sete depósitos iniciais, o fluxo de caixa seria de R\$90.822,00 por mês, o que cobriria o custo de investimento em um horizonte de dois anos e meio. Para um cenário onde o sistema já está consolidado e seis novos depósitos são implantados, o fluxo de caixa fica negativo, graças ao aumento nos custos de operação associados a esses novos Depósitos de Recipientes de Bebidas Vazios.

O fluxo de caixa para o cenário 2 é apresentado na Tabela 31.

Cenário 2 – Taxas de devolução de jurisdições com sistema de Depósito-Reembolso		
Número de depósitos	7	13
Custo de operação (R\$/mês)	146.424	271.930
Receita depósitos (depósitos de R\$0,20) não reembolsados (R\$/mes)	152.309	152.309
Receita gerada com a venda do material - preço médio (R\$/mes)	69.996	69.996
Receita total (R\$/mes)	222.306	222.306
Fluxo de caixa (R\$/mes)	+75.882	-49.624
Custo de Instalação do sistema de depósitos (R\$)	2.714.943	5.042.037
Tempo de amortização do investimento (anos)	3.0	-

Tabela 31 - Cenário 2: Fluxo de caixa e tempo de amortização do investimento.

FONTE: elaborado pelo autor.

No cenário 2, onde a taxa geral de devolução é mais elevada, a receita gerada com depósitos não reembolsados diminui. Para um cenário inicial com sete depósitos implantados,

apenas a receita gerada com esses depósitos retidos é suficiente para cobrir os custos de operação do sistema. Com a receita total gerada pelo sistema, seria possível quitar o investimento inicial de implantação dos depósitos em três anos.

Portanto, após a implantação do programa inicial e a coleta de dados do funcionamento do sistema obtidos nos primeiros anos de implantação do programa, a implantação dos novos seis depósitos deve ser acompanhada de mudanças na regulação do programa de forma a permitir a sustentabilidade financeira do sistema. Essas mudanças são comuns nas jurisdições com programas de depósito implementados (MNP, 2010), à medida que a receita gerada pelo sistema diminui quando as taxas de devolução se elevam.

A adoção de tarifas diferentes de depósito-reembolso, com apenas parte do valor sendo devolvido no ato de devolução dos recipientes, é uma medida comumente adotada para solucionar esses déficits financeiros. Em jurisdições onde programas de depósito já estão estabelecidos e, portanto, as taxas gerais de devolução são altas, a diferença entre a tarifa de depósito e de reembolso é utilizada para financiar a operação dos depósitos de recipientes de bebidas.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A estimativa do número de recipientes consumidos no país parece estar de acordo com as quantidades consumidas em outros países, com o consumo brasileiro calculado em 141 recipientes por habitante por ano.

O programa inicial, em Rio Claro, contaria com 7 Depósitos de Recipientes de Bebidas, cada um atendendo a vários requisitos estabelecidos por lei para o funcionamento de depósitos na província de Alberta, no Canadá, como a área do depósito de 380 m² para cidades urbanas e os 4 balcões de triagem, com 1,5 m cada. O projeto-padrão de construção de galpão industrial, utilizado para calcular o Custo Unitário Básico (CUB) da construção civil, foi adotado para o dimensionamento da infraestrutura dos depósitos. A estrutura é de concreto armado, com chão cimentado e cobertura de metal sobre estrutura metálica.

O transporte interno dos recipientes seria realizado com caixas de PEAD, e armazenados sobre pallets no pólo de estocagem. Cada material teria um setor de estocagem, com pallets e caixas suficientes para encher dois caminhões baú. O transporte dos recipientes do pólo de estocagem até a doca rebaixada para o carregamento dos caminhões seria realizado por um funcionário com o auxílio de uma paleteira.

Com a estimativa da produção brasileira de recipientes de bebidas, foi possível criar cenários para diferentes taxas gerais de devolução, levando em conta as características de consumo e geração de resíduos dos municípios de diferentes faixas populacionais.

Os cenários analisados se mostraram otimistas em relação as taxas de reciclagem atuais, já que usando essas taxas, a taxa geral de retorno dos materiais estava muito próxima da taxa geral de países que já tem programas de incentivo à reciclagem implantados há décadas. Com a superestimação das taxas de reciclagem, os cenários tendem para os piores casos, pelo menos do ponto de vista financeiro, onde a receita gerada com depósitos não reembolsados é subestimado. Visto que o objetivo dos programas de depósito é de aumentar as taxas de devolução de recipientes, parece certo adotar esses cenários.

A análise dos cenários com a introdução de um sistema de depósito-reembolso no município de Rio Claro mostrou que a receita gerada com tarifas de depósito não reembolsadas (valor de R\$0,20/unidade) e com a venda do material é suficiente para financiar o funcionamento de um programa embrionário de incentivo à reciclagem de recipientes de bebidas vazios, com a amortização do investimento de instalação em dois ano e meio.

Para uma tarifa de R\$0,20/unidade, a receita gerada com depósitos não redimidos seria, sozinha, suficiente para cobrir os custos de operação do programa. No caso de uma

tarifa de R\$0,10, a receita gerada com a venda do material seria necessária para tornar o programa financeiramente sustentável.

Apesar de se mostrar economicamente viável, algumas recomendações devem ser feitas para a implantação do sistema.

- Com a elevação da taxa geral de devolução, a receita gerada pelos depósitos não reembolsados diminui, podendo causar déficits financeiros. Assim, com a melhoria da eficiência do programa, medidas devem ser tomadas para garantir a sustentabilidade do sistema. Uma medida é adotar tarifas de depósito/reembolso diferentes, de modo que a diferença seja usada para financiar o funcionamento dos depósitos.
- Os depósitos teriam um grande fluxo de dinheiro vivo, de modo que o risco de assaltos seria alto. Métodos de reembolso alternativos, como cartão eletrônico, ou crédito/descontos em lojas devem ser avaliados.
- As altas taxas de reciclagem do país estão associados a uma camada social afastada, e que depende da venda de material reciclável para sobreviver. Os impactos causados a essa população pela introdução do sistema de depósito-reembolso devem ser avaliados.
- Devido ao histórico de corrupção das organizações brasileiras, a melhor estrutura organizacional para a administração do programa deve ser avaliada. É altamente recomendado que as cooperativas de catadores de recicláveis sejam consultadas e incluídas nos processos de implantação e operação do programa de incentivo à reciclagem.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPET – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. **6º Censo da reciclagem de PET no Brasil**. 2010.

ABIPLAST – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico**. São Paulo: ABIPLAST, 2010

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004 – Resíduos sólidos – Classificação**. 2004.

ABRALATAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FABRICANTES DE LATA DE ALTA RECICLABILIDADE. **Índices de Reciclagem de Embalagens – 1997 a 2014 (em %)**. 2015.

Disponível em < <http://www.abralatas.org.br/grafico/mundo-indices-de-reciclagem-da-lata-de-aluminio-para-bebidas-1991-a-2012/>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

BCMB – Beverage Container Management Board. **Beverage Container Depot Operation and Administration By-law**. Edmonton: BCMB, 2010.

AMBIENTE BRASIL. **Reciclagem de PET no Brasil**. 2016.

Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_pet_no_brasil.html>. Acesso em: 15 nov. 2016.

BESEN, G. R. et al. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas**. In: SALDIVA P. et al. Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.

BOSI, A. de P. A. **Organização capitalista do trabalho “informal”**. O caso dos catadores de recicláveis. Revista Brasileira de Ciências Sociais, São Paulo, v.23, n. 67, 2008.

BRASIL. Lei 12.305, 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2010.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>.

BRASIL. Decreto no 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010**, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e da outras providências. Brasília, 2010.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>.

BRASIL. Lei 11.445, 5 de janeiro de 2007. **Estabelece Diretrizes Nacionais Para o Saneamento Básico**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2007.

- CANELOI, T. P. **Reciclagem e políticas públicas**: a questão da tributação dos materiais recicláveis e reciclados. Dissertação de Pós-Graduação (Direito Político e Econômico). Universidade Presbiteriana Mackenzie: São Paulo, 2011.
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Embalagens Longa Vida**. Artigos e publicações, fichas técnicas. 2016a
Disponível em <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/9/embalagens-longa-vida>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Latas de alumínio**. Artigos e publicações, fichas técnicas. 2016b
Disponível em <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/5/latas-de-aluminio>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Pesquisa Ciclosoft 2016**. 2016c.
Disponível em <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>>. Acesso em: 25 ago. 2016
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Preço do Material Reciclável**. CEMPRE informa, número 147 maio/junho, 2016d.
Disponível em <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/72/preco-do-material-reciclavel>>. Acesso em: 25 ago. 2016
- CORTEZ, A. T. C. **Coleta seletiva de lixo**: análise da relação custo/benefício em Rio Claro (SP).
- IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica Para Implantação de Logística Reversa**. Componente: Produtos e Embalagens pós-consumo. 2012.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010 – Sinopse do Censo e Resultados Preliminares do Universo**. Rio de Janeiro, 2011.
Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000402.pdf>>.
Acesso em: 11 ago. 2016.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Anual** – Produto. 2010.
- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Instrumentos Econômicos e Sistemas de Informação para Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília: Ipea, 2012a.
- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília: Ipea, 2012b.

- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. Brasília: Ipea, 2010.
- JACOBI, P. R.; BESEN, G. R.. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. São Paulo, 2011.
Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142011000100010&script=sci_arttext.
- GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. dos S. de S. EAESP-FGV. **Estrutura da Cadeia Reversa: “Caminhos” e “Descaminhos” da Embalagem PET**. Produção, v. 16, n. 3, p. 429-441, Set./Dez. 2006
- GUIA LOG. **Medidas e capacidades de equipamentos e acessórios**.
Disponível em <<http://www.guiadelogistica.com.br>>. Acesso em: 29 mai 2017.
- MCIDADES - MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília: SNIS/MC, 2016.
- MCIDADES - MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2010**. Brasília: SNIS/MC, 2012.
- MCIDADES - MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto de galpões de triagem**. Brasília: MC/MMA, 2008.
- MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Anuário Estatístico – Setor de Transformação de Não Metálicos 2011**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília: SGM, 2011a.
- MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Anuário Estatístico – Setor Metalúrgico 2011**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília: SGM, 2011b.
- MNP – MEYERS NORRIS PERRY. **Benchmarking Evaluation of Alberta’s Stewardship Program for Recycling Empty Beverage Containers**. BCMB, 2010.
- MOTTA, R. S. **O uso de Instrumentos Econômicos na Gestão Ambiental**. 2000.
- PALMER, K.; WALLS, M. **Optimal policies for solid waste disposal taxes, subsidies, and standards**. Journal of Public Economics, v. 65, 2, p. 193-205, Aug. 1997.
- PINHEIRO, P. T.; FRANCISCHETTO, G. P. P. **A Política Nacional dos Resíduos Sólidos como mecanismo de fortalecimento das Associações de Catadores de Materiais Recicláveis**. 2016.
- PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Educação Ambiental na escola e na comunidade**. Brasília: PNUD/ONU, 1998.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO. **Plano municipal de saneamento básico do município de Rio Claro**. Novaes Engenharia e Construções Ltda. – EPP, Rio Claro, 2014.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **População urbana – Rio Claro**. IMP, São Paulo, 2010.

Disponível em <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>> . Acesso em 15 mai. 2017.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília, 2016.

Disponível em <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

SINAPI – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Encargos Sociais – Memória de Cálculo. Caixa, 2015.

SINDUSCON-SP – SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Boletim econômico** - Maio de 2017. 2017

WAGNER, T.; ARNOLD, P. **A new model for solid waste management: an analysis of the Nova Scotia MSW strategy**. Gorham, USA, 2006.

WALLS, M. **Deposit-refund systems in practice and theory**. Resources For The Future, Washington, 2011.

WALLS, M. **Extended Producer Responsibility and Product Design: Economic Theory and Selected Case Studies**. Resources For The Future, Washington, 2006.