

APRESENTAÇÃO DE MODELO PARA APURAR OS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS ADVINDOS DA RECICLAGEM DO LIXO: O EXEMPLO DAS LATAS DE ALUMÍNIO

RESUMO

Atualmente, tem-se notado uma crescente preocupação da sociedade em geral para as questões ambientais, despertando a atenção para suas ações não impactarem negativamente no meio ambiente. Esta preocupação pode ser atribuída à sensibilidade ecológica, tanto da sociedade como das organizações empresariais que vem se formando e transformando pela crescente visibilidade associada à repercussão negativa gerada pelos problemas ambientais e sanitários, como o acúmulo de lixo urbano gerando poluição do ar, terra e água e, conseqüente, doenças como dengue, leptospirose e problemas respiratórios. Para contornar estes problemas vários estudos são desenvolvidos, dentre eles há um modelo elaborado por Calderoni (1999) que tem como intuito apresentar a economia de recursos que se obtêm através da reciclagem de materiais. Com base neste modelo este artigo apresenta o quanto se pode obter de economia de recursos como eletricidade, matéria-prima virgem, água, entre outros, através da reciclagem de latas de alumínio no município do Rio de Janeiro e, desta forma, contribuir para o incentivo da prática da reciclagem.

Palavras-Chave: Desenvolvimento Sustentável, Reciclagem, Latas de Alumínio, Lixo.

1. Introdução

Quando Adam Smith, no século XVIII, lançou seu estudo sobre a “cultura do consumo”, que é originária da doutrina do *laissez-faire*, significando que o Estado deveria deixar o mercado e os indivíduos livres para lidar com seus próprios assuntos, ou seja, o equilíbrio do sistema econômico dar-se-ia por si só, numa ordem natural, resultante de uma “mão invisível” que auto-regulamentaria e harmonizaria os vários interesses, até mesmo conflitantes, não se podia imaginar que um dia, ao contrário da premissa básica de Smith, o Estado passaria a atuar na produção, distribuição e consumo de bens e serviços das sociedades capitalistas para regular seus movimentos.

É importante mencionar que naquela época os estudos econômicos focalizavam estritamente os problemas referentes ao uso mais eficiente de recursos materiais para a produção de bens, estudando as variações e combinações na alocação dos fatores de produção - terra, capital e trabalho - na distribuição de renda, na oferta e procura e nos preços das mercadorias. As questões ambientais não eram enfatizadas, provavelmente, pelo fato dos recursos naturais serem encontrados em abundância. Segundo Romeiro (2003, p. 7) “A economia funcionava sem os recursos naturais”. Isto quer dizer que o sistema econômico era visto como suficientemente grande para que a disponibilidade de recursos naturais se tornasse uma restrição à sua expansão.

A partir do século XIX, o crescimento econômico levou a intensificação do processo de industrialização com conseqüente aumento da demanda por recursos naturais e de danos ao meio ambiente - ar puro se tornando poluído, água potável menos disponível, solos mais degradados, etc. - constatando-se que a capacidade de suporte do planeta estava chegando ao seu limite. Esta situação apontava para uma possível incompatibilidade entre crescimento econômico e preservação dos recursos ambientais, o que afetaria num determinado ponto os

limites do próprio crescimento econômico. Neste processo, surgiu em 1968 o Clube de Roma formado por cientistas, economistas e funcionários governamentais de altos escalões, com o objetivo de produzir estudos científicos a respeito da preservação ambiental, publicando em 1972 a obra “Os Limites do Crescimento”. Esta obra aponta para um cenário catastrófico de impossibilidade de perpetuação do crescimento econômico devido à exaustão dos recursos ambientais por ele acarretada, sugerindo à proposta de um crescimento econômico “zero”.

O enfoque do crescimento econômico “zero” foi superado em 1972 na Conferência da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas – CMMAD em Estocolmo quando foi apresentada a proposição do Desenvolvimento Sustentável - DS, difundido num relatório conhecido como Relatório Brundtland de 1987 (*Our Common Future/Nosso Futuro Comum*) centrado-se em três eixos principais: crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico, sendo mais uma meta do que um estado de harmonia (CMMAD, 2008).

O Relatório Brundtland definiu o termo desenvolvimento sustentável como aquele que atende às necessidades presentes sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. Ou seja, segundo o WCED, apud Holliday, Schmidheiny et al. (2002, p.16), “o desenvolvimento sustentável procura atender às necessidades e aspirações do presente sem comprometer a capacidade de também atender às do futuro”. Portanto, admite-se que o crescimento econômico é condição necessária, mas não suficiente para eliminação da pobreza e diminuição das desigualdades sociais. Isto implica em duas condições: o desenvolvimento deve permitir a ampliação, ou pelo menos a manutenção, da qualidade de vida em um horizonte temporal longo; e manutenção, ao longo do horizonte temporal, do estoque de capital, incluindo os recursos naturais.

Conforme menciona Figueroa (1996), quando o sistema econômico criado pelo homem não é mais compatível com o sistema ecológico que a natureza oferece, se torna necessária uma nova adaptação das relações entre o Homem e a Natureza. Surge, portanto, a proposta da avaliação econômica do meio ambiente, cujo objetivo não é dar um “preço” a um certo tipo de meio ambiente, mas mostrar o valor econômico que o meio ambiente pode oferecer e o prejuízo irreversível que pode ocasionar caso seja destruído.

Diante do exposto, torna-se importante a aplicação de algumas medidas que permitam o controle da degradação do meio ambiente e, conseqüente, eliminação dos impactos gerados por este desgaste.

Assim, este artigo apresenta um modelo desenvolvido por Calderoni (1999) que mostra a economia que pode ser obtida através da reciclagem de materiais como latas de alumínio, plástico, vidro e papel. Após, tomando por base o modelo desenvolvido por Calderoni (1999) este estudo apresenta o quanto se pode obter de economia de recursos como eletricidade, matéria-prima virgem, água, entre outros, através da reciclagem de latas de alumínio no município do Rio de Janeiro, tendo como objetivo incentivar a prática da reciclagem de materiais, que traz benefícios econômicos, sociais e ambientais.

2. A Importância da Reciclagem do Alumínio

A reciclagem do alumínio é muito importante para as organizações, principalmente, para aquelas que acreditam em resultados positivos e crescentes. Hoje as empresas brasileiras do setor de alumínio vêm investindo na utilização sustentável do grande potencial mineral do Brasil, através de investimentos em programas de preservação ambiental. Um dos investimentos que cresce dia após dia, é a reciclagem de latas de alumínio, que em sua grande maioria são utilizadas pelas indústrias de refrigerantes, sucos e cervejas. Segundo a Associação Brasileira de Alumínio – ABAL (2008), esta atividade gera emprego e renda para mais de 160 mil pessoas, desde a coleta até a transformação final da sucata em novos produtos.

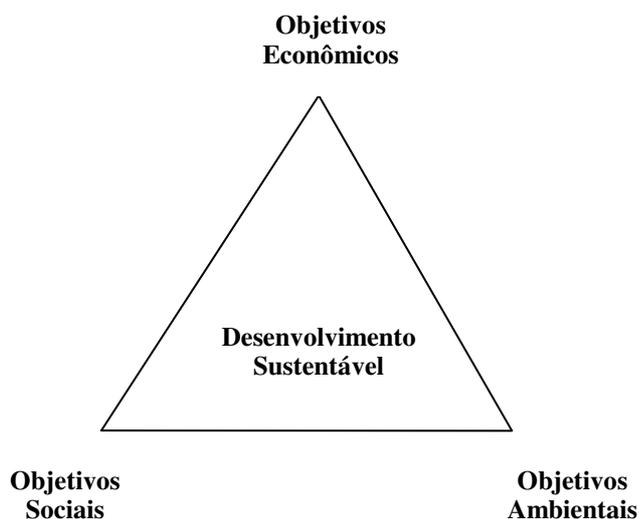
No Brasil já existe até mesmo uma Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclagem - ABRALATAS – criada em 2003 com sede em Brasília, que estabelece o intercâmbio de experiências e promove o desenvolvimento e aumento de competitividade da indústria de embalagens metálicas de alumínio e sua cadeia produtiva.

De acordo com Barcellos apud Centro Universitário Monte Serrat (2008), a reciclagem de latas de alumínio tem o potencial de proporcionar grande economia de energia, pois para produzir alumínio a partir de sua reciclagem, utiliza-se apenas 5% da energia que seria necessária para a produção a partir do minério, a bauxita.

A reciclagem tem se mostrado tão importante que atinge até mesmo as crianças, através de programas de educação ambiental desenvolvida por empresas do setor em parceria com as escolas municipais, estaduais e particulares, contribuindo para o crescimento de uma consciência ecológica.

Segundo a ABAL (2008), o crescimento de qualquer setor de atividade humana é fundamental para o desenvolvimento sustentável e, hoje em dia, vem se mostrando ser o tripé que alia três grandes objetivos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Tripé dos objetivos para o desenvolvimento sustentável



Fonte: Associação Brasileira de Alumínio – ABAL (2008)

A Figura 1 apresenta o *triple bottom line* que é o termo utilizado para refletir todo um conjunto de valores, objetivos e processos que uma companhia deve focar para criar valor econômico, social e ambiental e, através desse conjunto buscar minimizar qualquer dano resultante de sua atuação. De acordo com esse "tripé" conceitual, verifica-se que a sociedade depende da economia e que a economia depende do ecossistema global, cuja saúde representa o *bottom line*. No processo de reciclagem de alumínio o conceito de triple bottom line está presente da seguinte maneira:

- Produtos de alumínio são ideais para reciclagem porque é muito mais barato reaproveitá-los do que fazer alumínio novo do minério de bauxita, além de preservar a extração da matéria-prima.
- A reciclagem requer menos de 5% da energia usada para fazer alumínio. Reciclando uma lata de alumínio, economizamos energia para manter uma

lâmpada de 100 W acesa durante 3 horas e meia ou deixar a televisão ligada por três horas.

- O processo de reciclagem economiza etapas: a matéria é simplesmente derretida e moldada novamente, eliminando a extração, refino e redução.
- A reciclagem poupa tempo e dinheiro. Derreter latas usadas de alumínio demora metade do tempo e tem 1/10 dos custos de mineração e refino do minério, reduzindo a dependência de importação de bauxita.
- Fornecendo as latas para a reciclagem, a população ajuda a completar o ciclo do alumínio; uma lata reciclada volta aos supermercados em cerca de 90 dias, além disso, reduz a quantidade de lixo nos aterros sanitários;
- Beneficia entidades assistenciais tais como igrejas e escolas e promove o aumento de renda em áreas carentes;
- Proporciona grande economia de recursos como energia elétrica e matéria-prima virgem;
- A reciclagem de latas também tem um importante papel social. Cria novos empregos em centros de reciclagem, empresas de alumínio, transporte e empresas que dão suporte à indústria do alumínio.

A cada quilo de alumínio reciclado, cinco quilos de bauxita (minério de onde se produz o alumínio) são poupados. Para se reciclar uma tonelada de alumínio, se gasta somente 5% da energia que seria necessária para se produzir à mesma quantidade de alumínio primário, ou seja, a reciclagem do alumínio proporciona uma economia de 95% de energia elétrica. Para se ter uma idéia, a reciclagem de uma única latinha de alumínio economiza suficiente energia para manter um aparelho de TV ligado durante três horas.

O processo de reciclagem do alumínio é muito importante para o DS, pois o processamento da matéria-prima alumínio utiliza grandes quantidades de energia. A cada tonelada de alumínio extraído desperdiça-se cerca de quatro toneladas de material mineral (bauxita).

Estas informações deixam claro que se este processo - extração do recurso natural bauxita - continuar desenfreadamente, estaremos caminhando contra o processo de Desenvolvimento Sustentável, ou seja, as gerações futuras não poderão usufruir de recursos oriundos da natureza. Portanto, a reciclagem de alumínio além de economizar energia minimiza o impacto negativo na natureza da sua extração (NEAL, 2003).

Embora o Brasil já pratique a reciclagem de latas de alumínio, ainda há grande perda deste resíduo por conta do descarte inadequado, ou seja, em rios, terrenos baldios, etc., inviabilizando a coleta de 100% da fabricação anual.

É importante que a sociedade tome conhecimento de todos os benefícios gerados pela reciclagem de latas de alumínio e, passe a colaborar para melhorar o desempenho desta prática.

Portanto, será apresentado um modelo desenvolvido por Calderoni (1999) que foca a economia que pode ser obtida e, na verdade, está sendo perdida devido a não reciclagem de 100% dos resíduos fabricados anualmente de vidro, papel, plástico, latas de alumínio e de aço no Estado de São Paulo. Com base neste modelo e, através de dados mais atualizados apresentam-se os benefícios econômicos, sociais e ambientais advindos da reciclagem de 100% da produção de latas de alumínio no município do Rio de Janeiro.

3. Modelo de Calderoni (1999) – Ganho Líquido para a Sociedade Resultante da Reciclagem de Resíduos no Município de São Paulo

O modelo de Calderoni (1999) pretende apresentar o potencial de ganho econômico para cada agente envolvido, inclusive a sociedade, no processo de tratamento dos resíduos sólidos. Este modelo é expresso através da seguinte equação:

$$G = (V - V) - C + E + W + M + H + A + D$$

onde:

G = ganho líquido da sociedade com a reciclagem;

V = venda dos materiais recicláveis;

-V = compra dos materiais recicláveis;

C = custo do processo de reciclagem - custo derivado do transporte, armazenamento, enfardamento, trituração, lavagem e custos administrativos;

E = custos da Prefeitura, com disposição final do lixo, evitados pela reciclagem – custos evitados com a coleta, transporte e disposição final do lixo;

W = ganhos decorrentes da economia no consumo de energia;

M = ganhos decorrentes da economia de matérias-primas;

H = ganhos decorrentes da economia de recursos hídricos;

A = ganhos com a economia de controle ambiental;

D = demais ganhos econômicos.

O aparecimento de V positivo e negativo se explica por representar um ganho para os catadores e um dispêndio para as indústrias ao comprarem o material reciclado.

Calderoni (1999) enfatiza que cada agente envolvido no processo de tratamento dos resíduos sólidos atua segundo suas perspectivas de ganho, permitindo identificar, mesmo que de forma imprecisa, os custos e benefícios advindos deste processo para cada agente envolvido. Estes agentes são:

Prefeitura - responsável pela coleta e tratamento dos resíduos urbanos, abrangendo o processo a ser utilizado e o gerenciamento do lixo, ou seja, sua responsabilidade vai desde a implantação de programas de coleta seletiva até a escolha da destinação final do resíduo (reciclagem, incineração, aterro sanitário ou lixões a céu aberto). Desta forma, exerce grande poder de influência sobre os demais agentes envolvidos no processo. O ganho dos governos municipais está nos custos com a disposição final do lixo evitados em função da reciclagem (E) e no valor auferido com a venda dos resíduos de potencial reciclagem para indústrias que reprocessam materiais (V₁). O seu custo está associado às fases de coleta, separação, armazenamento e encaminhamento para a destinação final (C₁);

Indústria - empresas que desempenham papel ativo no reprocessamento de resíduos urbanos. Existem indústrias de reciclagem - mais conhecidas como centro de reciclagem, que atuam diretamente com este processo, como também, indústrias que utilizam matérias-primas virgem e reciclada em seus processos produtivos. Os ganhos destas indústrias com o processo de reaproveitamento dos resíduos urbanos estão relacionados aos custos evitados referentes à economia de eletricidade (W), a produção utilizando-se matéria-prima reciclada poupa as fontes de energia, visto que se necessita de menor quantidade de matéria-prima (M) no processo, pois grande parte já se encontra nos resíduos reutilizados. Outros custos evitados, pelo mesmo motivo da eletricidade (W), são com recursos hídricos (H) e controle ambiental

(A). Há outros ganhos (D_1), como o aumento da vida-útil dos equipamentos e da produtividade da empresa, pela redução de custos e, conseqüente aumento de lucros. Já os custos destes agentes estão associados à compra dos resíduos adequados para a reciclagem, que podem ser obtidos através das prefeituras, sucateiros e catadores (V).

Sucateiro - espécie de intermediário entre os catadores e a indústria de reciclagem. Como meio de facilitar o trabalho das indústrias recicladoras e, conseqüentemente, elevar o preço de venda do resíduo, alguns sucateiros praticam as etapas de prensagem, trituração e secagem. O ganho deste agente está associado ao grande poder nas negociações de vendas com as indústrias recicladoras, estipulando os preços de venda dos resíduos (V_2), já que, normalmente, faz parte de mercados oligopsônicos. Seus custos estão associados ao processamento do resíduo (C_2), ou seja, coleta, separação, armazenamento e enfardamento.

Catador – são indivíduos com baixíssima instrução que atuam recolhendo resíduos urbanos recicláveis, principalmente dos lixos residenciais e lixões a céu aberto. É o agente envolvido no processo que trabalha em condições precárias ficando expostos a diversas doenças. É uma figura muito presente em países como o Brasil devido à falta de coleta seletiva em muitos municípios. Embora se tenha notado a formação de várias cooperativas de catadores de lixo com o intuito de defender seu trabalho e interesses. Os baixíssimos ganhos desses agentes está na venda dos materiais (V_3) para os sucateiros ou indústrias de reprocessamento.

Governo Federal – embora seja responsável pela elaboração e regulação da política nacional de resíduos, não é de sua responsabilidade a gerência dos resíduos sólidos urbanos, que faz parte dos municípios brasileiros. Assim, está presente no modelo por auferir ganhos marginais relacionados aos custos evitados da atividade de reciclagem (D_2), como redução dos custos gerados pelo desemprego. A atividade de reaproveitamento de resíduos permite a geração de emprego e, conseqüentemente, renda para catadores, sucateiros, trabalhadores nas empresas recicladoras, de transportes, etc.

Governo Estadual – exerce papel importante como legislador e fiscalizador do tratamento do lixo urbano, mas como o Governo Federal não possui ligação direta com a sua gestão. Assim, seus potenciais ganhos (D_3), embora de difícil mensuração, estão associados aos custos evitados com a saúde pública, pois a prática da reciclagem proporcionará indiretamente a diminuição de doenças como dengue, malária, cólera, leptospirose, etc. devido à falta de saneamento básico e disposição indevida de resíduos.

Sociedade – o valor econômico adicionado pela reciclagem à sociedade, chamado pelo modelo como o ganho líquido da sociedade, engloba a soma dos ganhos de todos os outros agentes considerados no modelo: prefeitura, indústria, sucateiro, catador, governo federal e governo estadual.

Para haver sustentação econômica da atividade de reciclagem, é necessário que o valor de venda dos materiais reciclados (V) apresente receita superior ao custo envolvido no processo de reciclagem (C).

Como o processo de tratamento dos resíduos sólidos envolve diferentes agentes, este modelo é detalhado através de um conjunto de equações, ou seja, uma para cada agente envolvido:

a) **Prefeitura** $G_1 = E + V_1 - C_1$

b) **Indústria** $G_2 = -V + W + M + H + A + D_1$

c) **Sucateiro** $G_3 = V_2 - C_2$

- d) **Catador** $G_4 = V_3$
 e) **Governo Federal** $G_5 = D_2$
 f) **Governo Estadual** $G_6 = D_3$
 g) **Total da Sociedade** $(a+b+c+d+e+f) G = (V-V) - C + E + W + M + H + A + D$

onde: $V=V_1+V_2+V_3$; $C=C_1+C_2$; $D=D_1+D_2+D_3$

A Tabela 1 apresenta o consumo, a quantidade reciclada e o percentual de reciclagem de alguns materiais no Estado de São Paulo:

Tabela 1 – Consumo, quantidade reciclada, índice de reciclagem no Estado de São Paulo

Material Reciclável	Consumo t/mil	Reciclagem t/mil	Índice de Reciclagem %
Lata de Alumínio	24	20	85,0
Vidro	153	92	60,0
Plástico	338	29	8,5
Papel	1.153	534	46,3
Lata de Aço	192	73	38,0
Total	1.860	748	-----

Fonte: Calderoni (1999)

Com base nos materiais apresentados na Tabela 1 foi verificada a economia de recursos obtida no município de São Paulo através da reciclagem – dados apresentados na Tabela 2.

Na Tabela 3 pode-se verificar os custos evitados com a aplicação da reciclagem.

Tabela 2 – Economia obtida pela reciclagem do lixo urbano da cidade de São Paulo (R\$ mil – set. 1996)

Material Reciclável	Energia Elétrica W	Matéria-Prima M	Água H	Controle Ambiental A
Lata de Alumínio	12.491	1.224		
Vidro	2.133	8.994		
Plástico	5.569	37.636		
Papel	67.907	98.343	63.913	
Lata de Aço	13.383	8.901	1.179	548
Total	101.483	155.048	65.092	548

Fonte: Calderoni (1999)

Tabela 3 – Custos evitados com a atividade de reciclagem na cidade de São Paulo (R\$ mil – set. 1996)

Material Reciclável	Custos Evitados	Custos Incorridos
---------------------	-----------------	-------------------

	E	C
Lata de Alumínio	991	(3.856)
Vidro	4.458	(1.928)
Plástico	1.395	(1.304)
Papel	25.923	(24.023)
Lata de Aço	3.543	(1.313)
Total	36.310	(32.154)

Fonte: Calderoni (1999)

A Tabela 4 apresenta o quanto seria a economia se todo o material consumido fosse reciclado, considerando a economia de recursos e os custos evitados com pela reciclagem – custo evitado com a coleta, transporte e disposição final do lixo.

Tabela 4 – Economia total obtida através da atividade de reciclagem na cidade de São Paulo (setembro 1996)

Material Reciclável	Total R\$ mil	Total %	Vendas de Recicláveis V
Lata de Alumínio	10.850	3,3	12.852
Vidro	13.607	4,2	6.426
Plástico	43.566	13,4	3.448
Papel	232.063	71,1	80.076
Lata de Aço	26.240	8,0	4.378
Total	326.326	100,0	107.180

Fonte: Calderoni (1999)

Os resultados das Tabelas 2, 3 e 4 foram encontrados da seguinte maneira:

Energia Elétrica (W) – corresponde à economia de energia calculada com base nos índices MWh/t para cada material, após convertidos para valores em reais (R\$) de acordo com as tarifas de energia elétrica da época. Por exemplo, para o vidro foi encontrado o valor de R\$ 23,19/t e para o plástico R\$ 192,02/t, que foram multiplicados pelos volumes reciclados para se obter a economia real obtida e pelo volume consumido para se obter a economia possível de se obter se todo o material consumido fosse reciclado. O material que mais chamou a atenção foi o plástico, pois se obteve uma economia de energia elétrica (W) igual a R\$ 5.569 milhões, porém se todo o material consumido fosse reciclado se obteria R\$ 64.902 milhões, ou seja, uma economia perdida de R\$ 59.333 milhões.

Matéria-Prima (M) - para o cálculo destes valores o modelo considerou apenas as principais matérias-primas utilizadas no processo produtivo de cada item estudado, por exemplo, para o alumínio a bauxita; para os plásticos as resinas termoplásticas, etc. Desta maneira, o valor obtido é inferior ao valor encontrado se todas as matérias-primas que constituem o produto fossem consideradas. Para o cálculo considera-se o custo da matéria-prima por tonelada para cada material e o multiplica pelo volume reciclado e total consumido obtendo-se, respectivamente, a economia obtida e a possível economia obtida se todo o material consumido fosse reciclado, a diferença entre ambos resulta na economia perdida. No caso da matéria-prima o plástico também se destacou negativamente, pois o resultado mostrou que houve uma perda de economia equivalente a R\$ 405.144 milhões, representando 75% de toda a economia perdida com matéria-prima no município de São Paulo.

Custos evitados (E) – o modelo estuda os custos evitados pela Prefeitura Municipal de São Paulo e, considera os custos (R\$/t) de cada etapa do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos: coleta, transbordo e disposição final do lixo em aterro sanitário. Estes valores são multiplicados pela quantidade reciclada e somados para que se obtenha o total do item (E), bem como os custos não evitados que representa o percentual do lixo não-reciclado.

Custos incorridos (C) – refere-se aos custos relacionados ao processo de reciclagem incluindo, também, os custos de separação e transporte da sucata. Na época da aplicação do modelo os custos do processo de reciclagem já estavam incluídos nas transações entre os agentes envolvidos.

Venda de recicláveis (V) – relaciona-se às transações que envolvem materiais recicláveis, devido à transferência de renda entre os agentes envolvidos no processo, ou seja, enquanto uns vendem outros estão adquirindo o material. Estes tipos de transações ocorrem estando de um lado às indústrias e de outro os sucateiros ou catadores.

Os itens, **Água (H) e Controle Ambiental (A)**, são difíceis de mensurar, não sendo encontrado valor para alguns dos materiais analisados. Já o item **Demais Ganhos Econômicos (D)**, não foi aplicado devido à dificuldade de encontrar alguns valores como o prolongamento da vida-útil dos equipamentos como decorrência do processo de reciclagem e a redução dos custos dos governos federal e estadual na produção de energia elétrica e com saúde pública.

A Tabela 5 apresenta a consolidação dos resultados do modelo de Calderoni (1999) permitindo visualizar a viabilidade econômica da reciclagem do lixo no município de São Paulo.

Tabela 5 - Economia resultante da reciclagem de resíduos sólidos no município de São Paulo em milhões de Reais (set. 1999 / R\$ 1=US\$1)

	G	V	-C
Economia	Ganho	Venda Reciclável	Custo Reciclagem
Possível	5.835,9	1.273,3	-382,0
Obtida	1.191,6	363,3	-109,0
Perdida	4.644,5	744,4	-273,0

Fonte: adaptado de Calderoni (1999)

Continuação Tabela 5 - Economia resultante da reciclagem de resíduos sólidos no município de São Paulo em milhões de Reais (set. 1999 / R\$ 1=US\$1)

	+W	+M	+H	+A
--	-----------	-----------	-----------	-----------

Economia	Economia Energia	Economia Matéria-Prima	Economia Recursos Hídricos	Economia Custos Ambientais
Possível	1.338,9	4.170,7	704,0	4,5
Obtida	340,3	735,6	223,9	0,8
Perdida	998,6	3.435,1	480,1	3,7

Fonte: adaptado de Calderoni (1999)

Como pode ser observado na Tabela 5 há uma grande perda de recursos como energia, água e matéria-prima por não se aplicar a atividade de reciclagem para quantidade total de produtos fabricados.

Para ilustrar melhor o modelo de Calderoni (1999) a seguir será apresentada uma adaptação deste modelo para o resíduo lata de alumínio, utilizando-se como base os dados do IBGE (2008) do ano de 2007 no município do Rio de Janeiro. Tem-se como objetivo verificar o ganho líquido social da reciclagem de latas de alumínio no Município do Rio de Janeiro e, através do resultado obtido, incentivar a sua prática, sabendo-se que a reciclagem gera benefícios econômicos, sociais e ambientais.

4. Adaptação e Aplicação do Modelo de Calderoni (1999) – Ganho Líquido Resultante da Reciclagem de Latas de Alumínio no Município do Rio de Janeiro

A reciclagem do alumínio, conforme apresentado, é muito importante para o alcance do desenvolvimento sustentável, pois além da economia de recursos gera emprego e renda. Segundo a Associação Brasileira de Alumínio – ABAL (2008), esta atividade gera emprego e renda para mais de 160 mil pessoas, desde a coleta até a transformação final da sucata em novos produtos, o que garante renda para mão-de-obra pouco qualificada.

A Tabela 6 apresenta alguns dados referentes ao material lata de alumínio.

Tabela 6 – Dados Referentes ao Material Lata de Alumínio

Peso da lata de alumínio	13,5 gramas ou 0,0000135 toneladas
Uma tonelada de alumínio produz	75.000 latas de alumínio
Consumo médio per capita de latas de alumínio no Brasil (2007)	64 latas/ano
Preço médio da tonelada de bauxita (2007)	R\$ 3.500,00
Composição de uma tonelada de Alumínio	São necessárias 5 toneladas de bauxita

Fonte: Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade - ABRALATAS (2008)

Com base nos dados apresentados na Tabela 6 e considerando as informações do IBGE (2008), a população do Município do Rio de Janeiro é de 6.093.472 habitantes, sabendo-se que o consumo de latas de alumínio per capita no Brasil é igual a 64 latas por ano, tem-se um consumo total no Município do Rio de Janeiro aproximado a 389.982.208 latas de alumínio/ano (6.093.472 habitantes x 64 latas consumidas/ano). Portanto, no ano de 2007 no Município do Rio de Janeiro houve:

- o consumo aproximado de 5.265 toneladas de alumínio (389.982.208 latas consumidas/ano x 0,0000135 ton);
- a transformação de 5.000 toneladas de alumínio usado em novas latas (5.265 toneladas de alumínio consumidas/ano x 0,95 índice de reciclagem)

Em relação ao ganho com a economia de energia elétrica tomou-se como base os dados apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Produção de Lixo Urbano e Tarifa de Energia Elétrica

Município do Rio de Janeiro	Valores
Produção do Lixo domiciliar (2007)	1.495.080 toneladas/ano*
Tarifa de Energia Elétrica (2007)	R\$ 0,31869 kWh sem impostos R\$ 0,50218 kWh com impostos (PIS/COFINS 6,539% e ICMS 30%)**

Fonte: * Companhia Municipal de Limpeza Urbana - COMLURB (2008)

** Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2008)

Segundo ABRALATAS (2008) a reciclagem da lata representa uma enorme economia de energia – a produção de uma tonelada de alumínio a partir de alumínio reciclado significa uma economia energética da ordem de 95% em relação à produção de uma tonelada de alumínio a partir da bauxita. Necessita-se de 17.600 kWh para produzir uma tonelada de alumínio. Ao utilizar alumínio reciclado, a produção de uma tonelada de alumínio utilizará 700 kWh. Além disso, a cada quilo de alumínio reciclado cinco quilos de bauxita (minério de onde se produz o alumínio) são poupados.

O panorama, do ano de 2007, da reciclagem de alumínio no Município do Rio de Janeiro pode ser resumido da seguinte forma:

- Alumínio não reciclado: **265 t/ano** (5.265 toneladas de alumínio consumidas *menos* 5.000 toneladas de alumínio recicladas)
- Perda de energia elétrica por não reciclar as 265 toneladas/ano: **4.478.500 kWh/ano** (265 toneladas *vezes* 17,6 mil kWh consumo de energia para fabricar uma tonelada de alumínio a partir da matéria-prima virgem = 4.664.000 kWh), sabendo-se que para fabricar utilizando uma tonelada de alumínio reciclado consome-se 700 kWh, portanto o consumo de energia para reciclar 265 toneladas de alumínio será igual a 185.500 Kwh (265 toneladas *vezes* 700 Kwh). Perda (4.664.000 kWh *menos* 185.500 kWh).
- Montante de energia elétrica perdido por não reciclar as 265 toneladas/ano: **R\$ 2.249.013/ano** (4.478.500 kWh *vezes* 0,50218 kWh tarifa de energia elétrica no Rio de Janeiro);
- Extração de bauxita não poupada devido a não reciclagem de 265 t/ano de alumínio: **1.325 toneladas** (265 toneladas não recicladas *vezes* 5 toneladas de bauxita);

- Montante de bauxita perdido por não reciclar 265 t/ano de alumínio: **R\$ 4.637.500,00** (1.325 toneladas de alumínio vezes R\$ 3.500 preço do alumínio por tonelada).

Pode-se verificar, através dos dados obtidos que há uma grande perda econômica anualmente, por não reciclar toda a quantidade de latas de alumínio fabricada. Além disso, há prejuízo ambiental e social, por não poupar o recurso natural bauxita, e pelo descarte inadequado do montante que está se deixando de reciclar.

Ao deixar de realizar o descarte adequado se está permitindo a degradação do meio ambiente, pois o resíduo descartado pode entupir os bueiros e provocar enchentes, pode levar à contaminação do solo, à proliferação de insetos transmissores de doenças. Estes problemas geram aumento dos gastos públicos com a limpeza urbana e tratamento de saúde da população.

Segundo Calderoni (1999, p.8), a reciclagem do lixo apresenta benefícios para a sociedade no que diz respeito aos mais diversos setores da atividade humana. Em termos específicos, a reciclagem do lixo apresenta relevâncias ambientais, econômicas e sociais, com implicações que se desdobram em esferas como as seguintes:

- Organização espacial;
- Preservação e uso racional dos recursos naturais;
- Conservação e economia de energia;
- Geração de empregos;
- Desenvolvimento de produtos;
- Finanças públicas;
- Saneamento básico e proteção da saúde pública;
- Geração de renda;
- Redução de desperdícios;

Portanto, diante do exposto, é importante que a sociedade brasileira reflita sobre o lixo produzido, seu descarte e seu impacto no planeta e, saiba que a reciclagem é uma alternativa viável para contornar os problemas da geração do lixo nas esferas ambientais, sociais e econômicas. Além disso, esta conscientização poderá se transformar num grande passo para o alcance do desenvolvimento sustentável.

5. Conclusões

O avanço tecnológico que acelerou a introdução de novos produtos no mercado estimula o aumento do consumo e, conseqüente, crescimento do descarte de produtos usados, aumentando o lixo urbano por não haver um equilíbrio entre as quantidades de material descartado e reaproveitado.

Segundo Souza (2000), a concentração industrial, a urbanização, o crescimento econômico e populacional e o aumento significativo na renda e no consumo, geraram problemas ambientais que passaram a afetar o bem estar das pessoas.

É sabido que a produção de todos os bens desejados não é infinita, pois há a restrição de recursos naturais e/ou produtivos. A escassez de recursos existe se fazendo necessário o desenvolvimento de estudos sobre esse assunto e, principalmente, de meios que podem auxiliar a resolução deste problema. É neste contexto que entra a importância de se conhecer as vantagens da reciclagem de materiais.

Os resíduos sólidos, dentre eles as latas de alumínio, são um problema social que através da reciclagem pode-se chegar ao desenvolvimento econômico sustentável, ou seja, recursos como energia elétrica, água, matéria-prima virgem, entre outros, podem ser

aproveitados com racionalidade. Além disso, é possível gerar fonte de renda para mão-de-obra pouco qualificada e auxiliar em programas de levantamento de fundos para sociedade carente.

Como foi apresentado neste artigo, o lixo não pode ser tratado como algo inútil, mas sim, como uma fonte de energia, insumo produtivo e fonte de renda. Mas para isso, é fundamental que a sociedade se conscientize e mude seu comportamento para que seja possível obter posturas mais dignas quanto à resolução do problema: degradação do meio ambiente.

Assim, pretende-se com o modelo apresentado salientar os benefícios advindos da reciclagem do lixo, tendo sido utilizado como exemplo o resíduo sólido lata de alumínio, e incentivar a prática da reciclagem para a busca de um desenvolvimento econômico, social e ambientalmente sustentável.

6. Referências

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio (Online). Disponível na internet em: <http://www.abal.org.br>. Acesso em junho 2008.

ABRALATAS - Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade (Online). Disponível na internet em: <http://www.abralatas.org.br>. Acesso em junho 2008.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (Online). Disponível na internet em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em junho 2008.

BARCELLOS, C. apud Centro Universitário Monte Serrat (Online). Disponível na internet em: <http://www.unimonte.br>. Acesso em junho 2008.

CALDERONI, S. Os Bilhões Perdidos no Lixo. São Paulo, Humanitas, 1999.

COMLURB – Companhia Municipal de Limpeza Urbana (Online). Disponível na internet em: <http://www.rio.rj.gov.br/comlurb>. Acesso em junho 2008.

CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento apud Wikipedia (Online). Disponível em: <http://www.pt.wikipedia.org>. Acesso em junho de 2008.

FIGUEROA, F.E.V. Avaliação econômica de ambientes naturais - o caso das áreas alagadas - uma proposta para a represa do Lobo (Broa) – Itirapina – SP, 1996. Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental; Escola de Engenharia de São Carlos - USP; São Carlos.

HOLLIDAY, C., SCHMIDHEINY, S., et. al. Mudando de Rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente. World Business Council for Sustainable Development – WBCSD, Ed. FGV, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (Online). Disponível na internet em: <http://www.ibge.org.br>. Acesso em junho 2008.

NEAL, L. The importance of waste recycling. Oak Brook , Council of South Kesteven, 2003.

SOUZA, R.S. Entendendo a questão ambiental: temas de economia, política e gestão do meio ambiente. Santa Cruz do Sul, EDUNISC, 2000.