

# Potencial Econômico da Reciclagem de Resíduos Sólidos na Bahia

## RESUMO

---

Estima a potencial economia de recursos passível de ser gerada, direta e indiretamente, a partir da atividade de reciclagem de resíduos sólidos urbanos, compreendendo a etapa de transformação de materiais recicláveis em novos produtos, em substituição à matéria-prima originalmente utilizada nos processos produtivos. O interesse se volta à soma dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e comerciais, desde que coletados conjuntamente, ou seja, à categoria dos resíduos gerados pós-consumo. Pondera que as medidas cabíveis para o estímulo à atividade de reciclagem, e conseqüente redução do desperdício de recursos naturais e econômicos, devam ser precedidas da quantificação dos impactos sobre cada agente econômico interessado. O método utilizado foi o de insumo-produto. Obteve o estoque de resíduos disponível para a reciclagem a partir de exames de gravimetria do lixo de Salvador. Os resultados apontam para uma economia potencial de 1,15% do PIB baiano, em 2003, considerando a reciclagem de todo papel, plástico e metais ainda disponíveis nos resíduos sólidos urbanos do Estado da Bahia.

## PALAVRAS-CHAVE:

---

Insumo-produto. Reciclagem. Resíduos Sólidos Urbanos.

### Lúcio Flávio da Silva Freitas

- Doutorando em Economia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
- Professor de Economia da Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP.

### João Damásio de Oliveira Filho

- Ph.D. em Economia pela *Boston University*
- Professor do Curso de Mestrado em Economia da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

## 1 – INTRODUÇÃO E NOTAS METODOLÓGICAS

O foco deste trabalho será a avaliação dos potenciais impactos econômicos da atividade de reciclagem ao longo da cadeia produtiva do Estado da Bahia. É um objetivo a estimação da potencial economia de recursos passível de ser gerada direta e indiretamente a partir dessa atividade, compreendendo a etapa de transformação de materiais recicláveis em novos produtos, em substituição à matéria-prima originalmente utilizada nos processos produtivos. O termo “potencial” possui aqui duplo significado. Em primeiro, lugar remete à reciclagem ainda não realizada, ou seja, trata-se de conhecer os impactos econômicos da eventual recuperação e reciclagem do material (papel, plástico e metal) ainda desperdiçado nos resíduos sólidos urbanos. O segundo significado diz respeito à hipótese de que todo o *quantum* de recicláveis é recuperado para o sistema produtivo. Neste sentido, não se avalia o real alcance das atividades separação, triagem e reaproveitamento destes materiais. Com vistas à estimação dos impactos da atividade mencionada sobre toda cadeia produtiva do Estado da Bahia, utilizou-se o modelo de insumo-produto.

Seguindo a abordagem de Wassily Leontief, a aplicação dos métodos quantitativos em economia deve ter como finalidade as questões de programação e planejamento. A previsão do resultado econômico a partir de um modelo factualmente embasado e a possibilidade de indução do progresso material das sociedades através da redução de riscos e perdas na utilização dos recursos disponíveis constituem a contribuição maior da análise de insumo-produto defendida pelo autor. Especialmente, o trato desagregado do sistema econômico permite que as distintas atividades produtivas sejam contempladas em um instrumento que as considera de forma individual, porém integrada, valorizando suas interfaces e complementaridades. Em seu artigo *Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States*, publicado na *Review of Economic Statistics* no ano de 1936, Leontief lançou as bases teóricas que fundaram em economia a análise multissetorial aplicada; lá está parte das matrizes e vetores definidos a seguir:

$Q = [Q_{ij}]$ ; Matriz dos insumos, onde cada  $Q_{ij}$  é a quantidade total do produto  $i$  consumida diretamente (como insumo intermediário produtivo) na produção total do produto  $j$ . Com  $i = 1, 2, \dots, n$  e  $j = 1, 2, \dots, n$ .

$q = [q_j]$ ; Vetor de produto total, onde cada  $q_j$  quantifica o total do produto  $j$  produzido na economia. Com  $j = 1, 2, \dots, n$ .

A partir daí determina-se:

$A = [A_{ij}]$ ; Matriz tecnológica, onde cada  $A_{ij}$  representa a quantidade total do produto  $i$  utilizado como consumo intermediário na produção de uma unidade do produto  $j$ . Logo,

$$A_{ij} = Q_{ij}/q_j$$

A matriz  $A$  é facilmente obtida da multiplicação:

$A = Q \langle q^{-1} \rangle$ , onde  $\langle \rangle$  indica que o vetor  $q$  foi diagonalizado, antes de invertido.

$f = [f_j]$ : vetor de produto final, onde cada  $f_j$  indica a produção líquida do produto  $j$ , depois de descontado o consumo intermediário. Este vetor corresponde, na Contabilidade Social, à demanda em seus quatro componentes somados: o consumo das famílias, o consumo do governo, a formação bruta de capital fixo e as exportações.

Portanto:

$$q = Aq + f \quad (1)$$

$$q = (I-A)^{-1}f \quad (2)$$

Onde  $I$  é a matriz identidade. Se a demanda final é exógena e o consumo intermediário uma proporção fixa da produção total, então,  $q$  é a produção necessária para o sistema econômico alcançar o vetor de demanda final dado.

Chama-se  $Z = (I-A)^{-1}$  à matriz inversa de Leontief, ou a matriz dos impactos diretos e indiretos.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Note que:  $Z = (I-A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n + \dots$ . Sendo  $A$  uma matriz produtiva, ou seja, com seu autovalor dominante menor que a unidade. Então:  $\lim_{n \rightarrow \infty} A^n = \tilde{O}$ , onde  $\tilde{O}$  é uma matriz nula. Assim:  $q = f + Af + A^2f + A^3f + \dots + A^n f + \dots$ . Os termos do lado direito da equação indicam consecutivamente o vetor de produto final, o vetor de meios de produção requeridos para a produção de  $f$ , o vetor de meios de produção requeridos para a produção de  $Af$ , assim sucessivamente.

Os coeficientes dispostos em cada coluna da matriz representam uma proporção linear entre o produto total produzido, e os insumos gastos em sua produção expressam uma relação técnica. Todavia, as matrizes de insumo-produto são tomadas, em geral, em valores monetários, dada a impossibilidade de se trabalhar com medidas físicas.<sup>2</sup> Neste contexto, os coeficientes da matriz, se interpretados nas colunas, revelam a estrutura de custos do setor considerado; se interpretados nas linhas, os coeficientes mostram a distribuição das receitas segundo as indústrias em que se originam. O balanço entre os custos e as receitas no consumo intermediário é dado pela comparação entre colunas e linhas correspondentes.<sup>3</sup>

Aqui, a matriz de insumo-produto para o Brasil, no ano de 2003, que servirá de base para a elaboração da Matriz Bahia do mesmo ano, é estimada a partir do modelo de tecnologia de setor simples, sem a dedução das margens de comércio, transporte, impostos e importação. Ou seja, a Tabela de Usos é tomada em preços de mercado, enquanto a Tabela de Recursos, em preços básicos. Com isso os setores são considerados na ponta, ou seja, já estão embutidas nos custos setoriais as margens supracitadas. A matriz regional para o Estado da Bahia foi elaborada a partir da aplicação do algoritmo RAS<sup>4</sup>, conforme descrito em Silveira (1993).

A regionalização da matriz partiu de uma matriz original nacional de insumo-produto, e os vetores marginais, que determinam a restrição do problema biproporcional, foram retirados dos dados sobre a produção setorial da região objetivo. O resultado é uma aproximação da matriz regional. A principal exigência deste método é aceitar que a matriz estimada não reflete necessariamente a estrutura produtiva regional; trata-se de uma aproximação que pressupõe a evolução biproporcional das relações intersetoriais.

2 A rigor, existem estudos que aplicam matrizes mistas de valores e de quantidades de produtos. Um exemplo é dado em Duchin (2004), que apresenta um modelo baseado em quantidades físicas, seu correspondente em unidades monetárias e seus modelos de preço em ambas as cotações.

3 Para simplificar a exposição, as matrizes e vetores até aqui apresentados não serão redefinidos em termos monetários; contudo, doravante, quando citados, devem ser assim compreendidos.

4 O nome RAS se refere à pós-multiplicação da matriz tecnológica A pelo vetor r, definido mais adiante, e sua pré-multiplicação pelo vetor s, também definido adiante.

A configuração tecnológica da matriz resultante de um processo RAS, em termos dos setores que a compõem, também é condicionada à configuração encontrada na matriz original. A preocupação em não simplesmente reproduzir em escala regional a estrutura produtiva nacional é atendida, à medida que os coeficientes tecnológicos estão sujeitos aos efeitos substituição e fabricação.<sup>5</sup> O processo iterativo  $\{Q^*(0); c; q\}$  pode ser resumido na expressão:

$${}^{t+2}Q^*(0) = {}^t\langle r \rangle \cdot {}^tQ^*(0) \cdot {}^t\langle s \rangle, \text{ onde}$$

$$\langle r \rangle = \{r_i, \frac{1}{2}r_i = (q(1)_j / {}^{t-1}q(0)_j)\} \text{ e,}$$

$$\langle s \rangle = \{s_j, \frac{1}{2}s_j = c(1)_j / {}^{t-1}c(0)_j\}.$$

O conjunto solução respeita as seguintes condições de chegada:

$${}^t\langle r \rangle \cdot {}^tQ^*(0) \cdot {}^t\langle s \rangle = Q(1)$$

$$i \cdot Q(1) = c(1)$$

$\langle a \rangle \cdot Q(1) \cdot i' = x(1)$ , o vetor  $x_j$  traz a produção intermediária.

Assim, a matriz de relações intersetoriais pode ser estabelecida a partir dos dados anuais da Pesquisa Industrial por Amostra (PIA), que fornece, em nível estadual, os dados de consumo intermediário,  $c(t)$ , e o valor total da produção setorial,  $q(t)$ .

Uma vez indicados a visão geral do trabalho e o modo de obtenção da matriz de relações intersetoriais do Estado da Bahia, o artigo segue em mais quatro seções além da nota. A primeira apresenta o modelo utilizado de insumo-produto, demonstrando sua aplicação à temática da reciclagem. A seguir é apresentada a estimativa da quantidade de materiais recicláveis existentes nos resíduos sólidos urbanos do Estado da Bahia. A seção seguinte traz os resultados estimados, em acordo com o tipo de resíduo, se papel, plástico ou metal, e os resultados globais. A quinta seção vem com as considerações finais.

5 "A proposta não é procurar diretamente a biproporcional da matriz A, para o tempo  $t = 0$ , mas, sim, de uma matriz de insumos Q, que já tenha embutida a hipótese do market-share. Este procedimento facilita as operações, uma vez que os valores passam a ser expressos diretamente em unidades monetárias. Decorre daí que variações de coeficientes estimadas podem refletir mudanças de perfil da produção, como também dos custos associados ao perfil tecnológico." (SILVEIRA, 1993, p. 208).

## 2 – INSUMO-PRODUTO APLICADO À RECICLAGEM

Toma-se a pré-multiplicação da matriz  $A$  por um vetor, dito vetor de acréscimos, cujos elementos são, à exceção daquele correspondente ao setor cuja produção se pretende variar, sempre nulos. O resultado é um vetor que retorna, para cada setor produtivo, os custos diretos requeridos para o atendimento à variação inicial na produção, conforme o vetor de acréscimo. A produção total pode ser dividida em produção intermediária e produção final, relação anotada na equação abaixo.

$$q = m + f$$

Manipulando esta equação,  $q = Aq + f_s$ , é obtida expressão  $m = Aq$ , que retorna os insumos necessários para a produção de  $q$ . Logo, se é conhecido de um setor o percentual da produção obtido por meio da reciclagem de matéria-prima, então, é possível que seja mensurado, dada a tecnologia vigente, o total de recursos poupado por este processo.

Fazendo

$$q = q_o + q_s$$

onde o subscrito 'o' indica produção a partir de matéria-prima original, e 's' a produção a partir de matéria-prima secundária.

Então,

$$m = m_o + m_s$$

$$m_o = Aq_o$$

$$m_s = Aq_s$$

Portanto,  $m_s$  é a parcela do vetor de produção intermediária equivalente à produção por meio da reciclagem. Indica os requisitos de insumos diretos que seriam exigidos para que  $q_s$  fosse alcançado pelo processo produtivo tradicional, já que, por imposição do modelo, o setor que recicla é o mesmo que produz através de matéria-prima original. Assim,  $m_s$  é também uma medida dos recursos econômicos poupados pela produção através de matéria-prima secundária. É o quanto o sistema produtivo deixa de gastar em produção primária, pois os recursos que são

reciclados, gerando  $q_s$ , e que estavam fora do sistema produtivo, substituem  $m_o$  na exata medida  $m_s$ . Não obstante, trata-se de um modelo estático para o ano de 2003, portanto, o total  $q$  é conhecido e constante. O exercício é uma simulação que, dada a tecnologia de produção observada no ano de referência, assumindo retornos constantes à escala, retorna a eventual economia de custos do setor que realiza a reciclagem, mantidos os vetores de produção e de demanda final inalterados. O mesmo tipo de interpretação pode ser utilizado com a matriz  $Z$ ; assim, serão mensuradas economias diretas e indiretas de recursos quando da produção a partir de matéria-prima secundária. Em notação matricial:

$$m_s^t = Z \cdot q_s$$

Onde  $m^t$  é o vetor que traz os totais da produção intermediária, por atividade econômica, poupada direta e indiretamente em decorrência da reciclagem, o sobrescrito  $t$  indica economia total.

A investigação conveniente diz respeito à redução dos custos, decorrente da reciclagem, nos setores específicos onde se processam as transformações industriais do material recuperado nos resíduos domésticos em matéria-prima secundária e/ou bens finais. Para tanto, o vetor acima citado  $q_s$  deve, em cada caso, pós-multiplicar as matrizes  $A$  e  $Z$ . Assim, a soma dos elementos das respectivas colunas retorna o total dos custos poupados, caso a matéria-prima existente nos resíduos domésticos fosse novamente introduzida no sistema produtivo. Cabe observar que a construção da Matriz Bahia não distingue a origem dos insumos. Portanto, a economia de recursos estimada não é limitada às fronteiras estaduais, ou seja, os insumos eventualmente substituídos nos setores recicladores pelos materiais recuperados nos resíduos domésticos não necessariamente têm origem no sistema produtivo local.

Logo, se é possível mensurar o estoque potencial de resíduos para a reciclagem, torna-se possível estimar a redução potencial nos custos de produção, dada a tecnologia. Basta, para tanto, substituir o vetor utilizado para a estimativa da variação marginal nos custos por um vetor semelhante, também de valores nulos, à exceção daqueles correspondentes aos setores de

reciclagem, cuja produção se deseja variar, conforme a quantidade de recicláveis disponíveis nos resíduos domésticos, valorados ao preço médio praticado no mercado baiano de material reciclável pós-consumo. Está implícita a hipótese de que os preços dos resíduos recicláveis são definidos de forma exógena.

### 3 – ESTIMANDO O ESTOQUE DE REICLÁVEIS NOS RESÍDUOS DOMICILIARES DA BAHIA

O cálculo da quantidade total de recicláveis ainda disponíveis no lixo gerado no Estado da Bahia baseou-se na ponderação do volume total de resíduos domésticos por sua composição gravimétrica, estimada no ano de 2004, para a cidade de Salvador. A preocupação manifestada na composição do “Relatório Técnico de Caracterização dos Resíduos Domiciliares de Salvador”, fonte da análise de gravimetria, era levantar informações acerca do potencial de reciclagem do Politereftalato de Etileno (PET)<sup>6</sup> pós-consumo.<sup>7</sup> Assim, o relatório final é mais detalhado quanto à presença do plástico nos resíduos domésticos, comparativamente aos demais materiais recicláveis. Uma vez que a análise gravimétrica foi realizada na Estação Municipal de Transbordo de Lixo, portanto, após a ação dos catadores nas ruas, e após a coleta seletiva formal da empresa de limpeza urbana, Limpurb, a quantidade de materiais recicláveis presente nos resíduos remete estritamente à reciclagem potencial, ou seja, ainda não executada.

O procedimento adotado necessariamente impõe alguma distorção na quantidade de recicláveis estimada para o estado, pois, a composição gravimétrica nas grandes cidades difere, em geral, daquela observada nos municípios de menor porte. Entretanto, deve-se notar que o volume de resíduos gerados na capital baiana alcançava, em 2000, aproximadamente 20% do total do estado e que a extrapolação é decorrente da ausência de análises semelhantes dos resíduos urbanos nos municípios do interior do estado.

6 Politereftalato de Etileno, ou PET, como é mais conhecido, é um polímero termoplástico obtido pela reação entre o ácido tereftálico e o etileno glicol.

7 O relatório foi desenvolvido no âmbito da realização do Projeto Ecopet, pela Rede de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos (Teclim), da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Segundo o Diagnóstico de Manejo dos Resíduos Sólidos, divulgado no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, do Ministério das Cidades, no ano de 2003, foram coletadas em Salvador 740.030 toneladas de resíduos sólidos urbanos. Desse total, 691.529 toneladas, ou 93%, são classificadas como resíduo domiciliar, os 7% restantes são de resíduo comercial e público. Esses percentuais devem ser aplicados à quantidade total de resíduos urbanos coletados no Estado da Bahia, cuja estimativa mais recente é a que consta da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada no ano de 2000. Logo, das 3.743.388 toneladas de resíduos urbanos coletadas no ano de referência, 3.481.350 correspondem a resíduos domiciliares. O passo seguinte é ponderar o valor obtido pela composição gravimétrica dos resíduos domiciliares da capital. A Tabela 1 a seguir traz esses resultados.

Ou seja, ainda 22% dos resíduos domiciliares do estado eram passíveis de coleta para reciclagem. Quando analisada ao longo do tempo, a gravimetria do lixo revela, no último ano considerado, 2004, uma queda na quantidade disponível de recicláveis. As séries apresentam, em geral, comportamento errático em sua trajetória. A Tabela 2 sintetiza o panorama descrito.

O aumento na série “outros” deve-se, provavelmente, ao aumento de resíduos da construção civil, originário do processo mais agudo de urbanização vivido em Salvador desde a década de 1990.

Uma vez estimada a quantidade física de recicláveis disponível é preciso sua mensuração em termos monetários. Para tanto, toma-se como referência o preço médio da tonelada de recicláveis praticado em seis cooperativas de catadores de resíduos em quatro municípios do estado.<sup>8</sup> Quando estes valores não foram assim obtidos, utilizou-se alternativamente o preço indicado pelo Compromisso Empresarial para a Reciclagem (Cempre), calculado para o mercado de recicláveis de Salvador. É importante observar que este é o preço do material prensado e limpo; portanto,

8 Dados obtidos junto ao Grupo de Estudos das Relações Intersetoriais (GERI), da UFBA – constam da pesquisa Análise do custo de geração de postos de trabalho na economia urbana para o segmento dos catadores de materiais recicláveis, realizada em 2005

antes de sofrer transformação industrial conforme classificação CNAE e em acordo com o valor que se deseja inferir, prévio à indústria. Da multiplicação entre quantidade e preço, são alcançados os valores abaixo apresentados, já deflacionados a preços de 2003, segundo o Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M).

**Tabela 1 – Composição dos Resíduos Domiciliares do Estado da Bahia**

Composição gravimétrica*	%	ton. 3.481.350
<b>Resíduos domiciliares (total)**</b>		
<b>MATÉRIA ORGÂNICA</b>	<b>54,14%</b>	<b>1.884.803</b>
<b>RECICLÁVEIS</b>	<b>22,63%</b>	<b>787.830</b>
Papel/Papelão	5,26%	183.119
Vidro	1,89%	65.798
Plásticos	12,78%	444.917
Filme	9,11%	317.151
Rígido	3,67%	127.766
PET (1)	1,24%	43.169
Colorido	0,17%	5.918
Verde	0,30%	10.444
Transparente	0,77%	26.806
PEAD (2)	0,92%	32.028
PVC (3)	0,10%	3.481
PEBD (4)	-	-
PP (5)	0,47%	16.362
PS (6)	0,54%	18.799
OUTROS (7)	0,40%	13.925
Metais	1,73%	60.227
Ferroso	1,60%	55.702
Não-ferroso	-	-
Alumínio	0,13%	4.526
Tetra pack	0,97%	33.769
<b>REJEITO</b>	<b>23,23%</b>	<b>808.718</b>
Trapo/Couro	1,79%	33.738
Madeira	0,56%	4.412
Perigosos	0,32%	586
Entulho	0,44%	290
Outros	20,11%	89.473
Fralda descartável	3,21%	10.181
Embalagem metalizada	0,44%	562
Diversos	16,46%	7.106
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>3.481.350</b>

Fonte: Elaboração Própria a Partir de \*Nunesmaia (2004) e \*\*PNSB, 2000.

**Tabela 2 – Evolução da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares (%) de Salvador, 1972/2004**

Componentes	1972	1977	1992	1995	1999	2004
Matéria orgânica	63,9	52,7	73,8	54,6	46,9	54,1
Papel/Papelão	15,5	22,6	11,9	11,9	16,2	5,3
Vidro/Louça	4,4	2,0	1,1	9,3	2,9	1,9
Plástico	-	3,4	10,1	11,3	17,1	12,8
Metal	5,5	2,6	1,7	3,2	3,7	1,7
Outros/Rejeito	10,7	16,7	1,4	9,7	13,3	23,63
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaboração Própria a Partir de Azevêdo (2004) e Nunesmaia (2004).

**Tabela 3 – Recursos Disponíveis no Lixo Doméstico, por Tipo de Reciclável, a Preços de 2003**

Material	Valores em R\$ 1.000,00
Papel	64.508,96
Plástico	266.683,40
Metal	23.730,97
<b>TOTAL</b>	<b>354.923,34</b>

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.

A agregação em apenas três tipos de materiais reflete a conciliação entre os recursos presentes nos resíduos sólidos domésticos e os setores que os demandam, transformando-os em matéria-prima secundária e bens finais. O total somado representa aproximadamente 0,52% do PIB baiano no ano de 2003.

## 4 – RESULTADOS OBTIDOS

### 4.1 – A Reciclagem de Papel

A etapa precedente à reciclagem do papel pós-consumo é a sua coleta e triagem dos resíduos sólidos urbanos. Ao conjunto das ações requeridas

neste momento denomina-se aqui como o processo de “recuperação da matéria-prima”, envolvendo a coleta seletiva e triagem dos resíduos, sua limpeza e prensagem e/ou enfardamento, deixando o papel, no caso específico, ou qualquer outro material em questão, pronto para ser transformado como matéria-prima secundária. É através da recuperação de matéria-prima que o lixo descartado, portanto sem valor econômico para seu possuidor, é novamente introduzido ao sistema produtivo.

A produção tradicional do papel envolve basicamente três etapas: i) a preparação da celulose, componente natural existente nos vegetais, ii) a produção da massa, que compreende a desagregação da fibra celulósica, principal insumo do papel, a refinação<sup>9</sup>, a preparação da receita, quando são adicionados os demais componentes utilizados na produção<sup>10</sup> e a depuração;<sup>11</sup> a partir daí, a massa segue para iii) a máquina de papel propriamente dita.<sup>12</sup>

O papel usado e recuperado como matéria-prima entra diretamente na segunda etapa acima descrita, dando origem a uma nova pasta de celulose. A fibra celulósica proveniente daí é, geralmente, utilizada na produção de papéis menos sofisticados como embalagens, papel cartão ou imprensa. (BRACELPA, 2007). Este evento é bastante oportuno, pois indica que todo o material recuperado destina-se a um único setor de atividade econômica da matriz de relações intersetoriais, facilitando a análise de seus impactos, embora imponha algum grau de generalidade, em função da hipótese de tecnologia de setor, estabelecendo que os processos de reciclagem demandam a mesma composição de insumos dos processos de produção tradicionais.

Em 2005, cerca de 50% do papel que circulou no país voltou à produção por via da reciclagem, um volume próximo a 2 milhões de toneladas, em grande

9 A refinação consiste em submeter as fibras de celulose a uma reação de corte, esmagamento ou fibrilação. (PIOTTO, 2003).

10 A depender do tipo de papel: aditivos químicos como soda caustica, peróxido de hidrogênio, cloro químico, caulim, amido e alvejante. (BRACELPA, 2007).

11 Nome que se dá à operação de limpeza da mistura de celulose com os demais componentes da receita (PIOTTO, 2003).

12 Ver Piotto (2003) para uma descrição resumida desta etapa.

maioria, 86%, gerado por atividades comerciais e industriais. (CEMPRE, 2007). Este percentual de reciclagem leva em conta tanto a recuperação dos papéis usados, pós-consumo, quanto das aparas de papel, geradas como rebarba no processo produtivo. No Brasil, as aparas e o papel usado, recuperados para servirem de matéria-prima secundária, são classificados em 26 categorias.

Para a Bahia, o exercício empírico ora desenvolvido permitiu inferir a economia de recursos possível a partir da reciclagem de resíduos domiciliares, segundo os setores de atividade econômica da matriz de insumo-produto que reflete a estrutura produtiva do Estado e em acordo com a natureza do resultado econômico, se direto, indireto, ou total. Esses valores podem ser abaixo visualizados, bem como a sensibilidade da Matriz Bahia a uma variação de R\$ 1.000.000,00 na produção de papel.

Conforme esperado, a maior redução de custos diretos, 45% do total, é verificada pela economia de recursos com o próprio setor de Papel e gráfica, principal fornecedor de insumos à sua produção. Em termos da economia total esse percentual sobe para 75%. O expressivo valor de R\$ 101.134.386,33 de economia total de recursos, direta e indireta, representa em relação ao PIB da Bahia, no ano de 2003, o equivalente a 0,14%, atingindo 4,29% do valor bruto da produção do setor neste mesmo ano.

Os dados dispostos na Tabela 4 e comentados no parágrafo anterior são traduzidos graficamente abaixo, acrescidos da distinção entre os impactos diretos e indiretos sobre o sistema produtivo.

Destaca-se acima o setor 3 – Extração de Petróleo e Gás, onde a quase totalidade da economia de recursos é indireta, resultado esperado, já que este setor é o que menos oferece insumos à produção do papel, entretanto, causa importantes impactos a montante ou jusante no sistema produtivo.

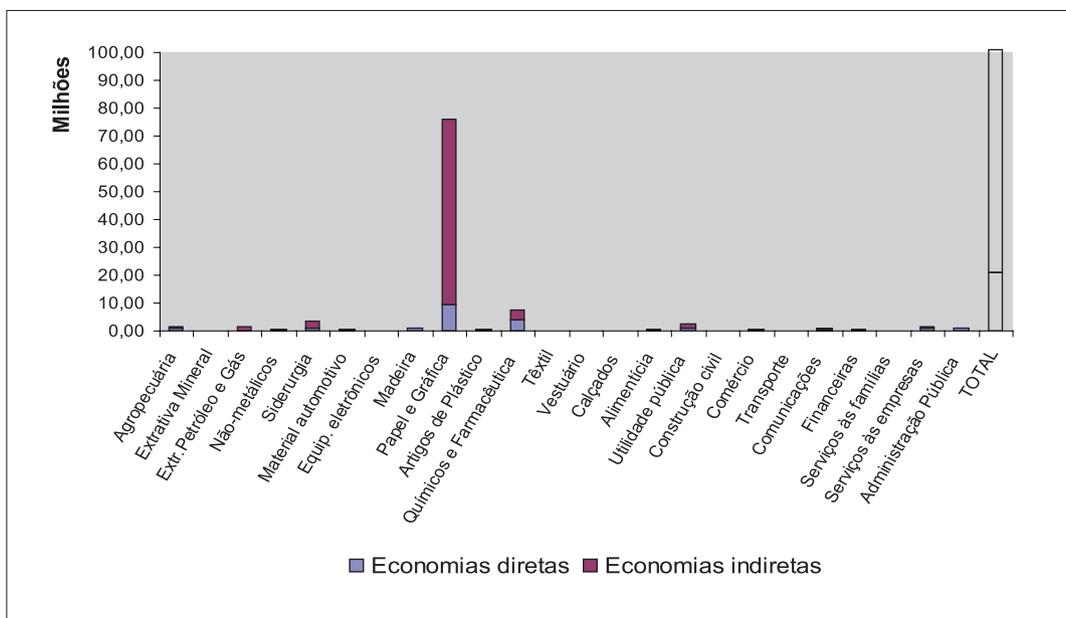
## 4.2 – A Reciclagem do Plástico

O total estimado de 444.916,53 de toneladas de plásticos recicláveis disponíveis nos resíduos domésticos da Bahia equivale a R\$ 266.683.400,68. Qual a economia possível de recursos, se todo esse

**Tabela 4 – Economia de Recursos Decorrente da Reciclagem do Papel Pós-Consumo Disponível nos Resíduos Sólidos Domésticos do Estado da Bahia, para o Ano de 2003, em R\$ 1,00**

	Economia direta da reciclagem de:	Economia indireta da reciclagem de:	Economia total da reciclagem de:			
Setor de atividade econômica	Um milhão de reais em papel pós-consumo	Total do papel pós-consumo	Um milhão de reais em papel pós-consumo	Total do papel pós-consumo	Um milhão de reais em papel pós-consumo	Total do papel pós-consumo
		(m <sub>s</sub> )		(m <sub>s</sub> <sup>i</sup> - m <sub>s</sub> )		(m <sub>s</sub> <sup>i</sup> )
Agropecuária	13.612,54	878.130,96	12.268,59	791.433,74	25.881,13	1.669.564,70
Extrativa mineral	1.034,82	66.755,36	2.209,07	142.504,32	3.243,89	209.259,68
Extração de petróleo e gás	3,8	245,34	22.687,76	1.463.563,61	22.691,56	1.463.808,95
Minerais não-metálicos	1.096,74	70.749,72	2.987,28	192.706,49	4.084,02	263.456,21
Siderurgia, metalurgia, máquinas	17.530,65	1.130.884,22	35.933,56	2.318.036,49	53.464,21	3.448.920,71
Material elétrico; Automotivos e peças automotivas	774,07	49.934,72	4.317,38	278.509,51	5.091,45	328.444,23
Equipamentos eletrônicos	353,95	22.832,99	1.758,40	113.432,22	2.112,35	136.265,21
Madeira, mobiliário e indústrias diversas	11.862,92	765.264,73	5.790,93	373.567,05	17.653,85	1.138.831,78
Papel e gráfica	148.769,19	9.596.946,18	1.030.054,91	66.447.772,92	1.178.824,10	76.044.719,10
Indústria da borracha e artigos de plástico	3.410,29	219.994,58	4.828,03	311.450,95	8.238,32	531.445,53
Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutica	59.249,58	3.822.129,01	58.666,96	3.784.544,85	117.916,54	7.606.673,86
Indústria têxtil	1.074,49	69.314,09	2.043,58	131.829,56	3.118,07	201.143,65
Artigos do vestuário	65,88	4.249,79	100,19	6.463,04	166,07	10.712,83
Fabricação de calçados	73,88	4.765,97	143,87	9.280,61	217,75	14.046,58
Indústria alimentícia	1.358,93	87.663,39	4.754,76	306.724,56	6.113,69	394.387,95
Serviços industriais de utilidade pública	17.233,84	1.111.737,39	20.967,37	1.352.583,32	38.201,21	2.464.320,71
Construção civil	1.116,99	72.055,83	1.529,97	98.697,04	2.646,96	170.752,87
Comércio	2.116,29	136.519,96	1.944,19	125.417,52	4.060,48	261.937,48
Transporte	436,27	28.143,20	1.051,36	67.822,54	1.487,63	95.965,74
Comunicações	10.902,48	703.307,50	6.678,51	430.823,80	17.580,99	1.134.131,30
Instituições financeiras	5.394,23	347.976,25	5.347,64	344.970,72	10.741,87	692.946,97
Serviços prestados às famílias	203,44	13.123,94	2.186,46	141.045,80	2.389,90	154.169,74
Serviços prestados às empresas	14.167,38	913.922,71	12.588,60	812.077,99	26.755,98	1.726.000,70
Administração pública	11.699,88	754.746,92	3.375,23	217.732,93	15.075,11	972.479,85
<b>TOTAL</b>	<b>323.542,56</b>	<b>20.871.394,79</b>	<b>1.244.214,59</b>	<b>80.262.991,54</b>	<b>1.567.757,15</b>	<b>101.134.386,33</b>

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.



**Gráfico 1 – Economia Potencial de Recursos, Direta, Indireta e Total, Decorrente da Reciclagem do Papel Pós-consumo no Estado da Bahia, 2003**

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.

material fosse reciclado? Quais seus impactos sobre a cadeia produtiva? No caso dos plásticos, a cadeia produtiva se inicia com a transformação do nafta ou do gás natural, derivados do petróleo de onde são obtidos os petroquímicos básicos, como o eteno e o propeno. Esta etapa se realiza nas centrais petroquímicas, que conformam a chamada Primeira Geração Petroquímica, constituída no Brasil por quatro grandes empresas situadas nos estados da Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo e Rio de Janeiro. (ABIQUIM, 2007). A segunda geração abrange a indústria que obtém as resinas plásticas a partir dos petroquímicos básicos.

Finalmente, a Terceira Geração Petroquímica compreende a transformação da resina em diversos produtos, desde fibras têxteis, materiais para construção civil, autopeças e embalagens a brinquedos e utilidades domésticas. Evidentemente, as empresas transformadoras têm em comum a cadeia produtiva a montante, entretanto, não são agregadas em termos da homogeneidade de seus produtos. Surge então a necessidade de identificação dos setores compradores, e respectivas demandas, do plástico recuperado nos resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar, pois, depende desta alocação a configuração do vetor que irá simular a reentrada

**Tabela 5 – Categorias de Produto, por Consumo de Resina e Código CNAE, Setor de Transformação Plástica na Bahia, em 2005**

Categorias de produtos	Todos os CNAEs	CNAE 25.2	%
	t/ano	t/ano	(CNAE 25.2 / Todos CNAEs)
Agrícola	1.152	1.152	100,0
Brinquedos	762	762	100,0
Calçados	15.528		
Componentes técnicos	23.694	20.532	86,7
Compostos	32.160	8.994	28,0
Construção civil	38.490	36.396	94,6
Descartáveis	18.624	18.624	100,0
Embalagem flexível	65.790	51.768	78,7
Embalagem rígida	38.526	38.526	100,0
Embalagens e descartáveis		10.950	100,0
Utilidades domésticas	9.354	9.354	100,0
Outros	39.516	11.268	28,5
<b>Total</b>	<b>283.596</b>	<b>208.326</b>	<b>73,5</b>

Fonte: Adaptado de Spinola (2005).

desse plástico no sistema produtivo. A princípio, são prováveis demandantes do material recuperado os setores da matriz Bahia: 10 – Indústrias da borracha e de artigos de plástico, como pode ser visto na Tabela 5, e 11 – Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutico, onde estão os fabricantes de resina. Especula-se que estão concentrados na terceira geração os maiores compradores dos plásticos recuperados dos resíduos.

Verifica-se que atividades da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 25.2), todas classificadas no setor 10 da Matriz Bahia, são predominantes entre os transformadores de plástico demandantes de resinas. A população acima corresponde às 160 empresas instaladas no Estado da Bahia, das quais 115 são classificadas no CNAE 25.2, as restantes correspondem a outros setores CNAE; é o caso, por exemplo, dos fabricantes verticalizados de bens de higiene e limpeza, que produzem suas próprias embalagens ou as empresas do setor de calçados, que produzem seus próprios componentes, ou ainda, os fabricantes de autopeças. Como a proporção em que cada atividade, ou setor de atividade, demanda materiais recicláveis não é conhecida, não se determina, *a priori*, a composição do vetor de acréscimos à produção.

Os distintos métodos de reciclagem do plástico são usualmente divididos em quatro categorias. São elas: i) a Reciclagem Primária, referente à conversão dos resíduos industriais e aparas do processo produtivo tradicional do plástico a partir dos petroquímicos básicos; ii) a Reciclagem Secundária, que transforma os resíduos provenientes dos resíduos urbanos; iii) a Reciclagem Terciária, diz respeito à obtenção de insumos químicos ou combustíveis por via da transformação do plástico dos resíduos; e iv) a Reciclagem Quaternária, que remete à produção de energia através da incineração controlada dos resíduos plásticos. (SPINACÉ; PAOLI, 2005). As duas primeiras, que conformam a reciclagem mecânica ou física, por se constituírem as principais categorias de reciclagem do plástico verificadas no Brasil, são também as mais relevantes aqui.

Este tipo de processo envolve as etapas de separação do resíduo, moagem, lavagem, secagem

e reprocessamento,<sup>13</sup> ou transformação em grânulos, matéria-prima para a fabricação de novos produtos. Piva; Bahiense Neto e Wiebeck (1999), analisando a reciclagem do Policloreto de Vinila (PVC)<sup>14</sup> no Estado de São Paulo, concluíram que 90% dos recicladores trabalham transformando o grão reciclado em produto acabado, em geral, tubos rígidos, mangueiras, sifões, eletrodutos, conexões e laminados. Aqui, seguindo a experiência citada da indústria paulistana, admite-se que o potencial de reciclagem dos resíduos plásticos será todo executado no setor 10 – Indústrias da borracha e dos artigos de plástico. Assim, os resultados obtidos foram:

Com relação aos custos diretos, a maior redução, 53% do total, é verificada na economia de recursos com o setor 11 – Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutica, fornecedor das resinas plásticas de segunda geração. Quando são computados os impactos diretos e indiretos, a maior economia se dá no próprio setor 10, alcançando 51% da economia total de recursos. Os recursos totais poupados através da reciclagem do plástico alcançam o valor de R\$ 623.300.496,51, o que representa, em relação ao PIB da Bahia no ano de 2003, o equivalente a 0,91% e, em termos do valor bruto da produção neste mesmo setor, 35% do total. O Gráfico 2 permite a imediata comparação entre as economias diretas e indiretas do setor 9 – Indústria da borracha e artigos de plástico, com cada um de seus fornecedores de insumos.

Os setores 10 – Indústria da borracha e artigos de plástico e 11 – Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutica contribuem de forma distinta para a economia de recursos advinda da reciclagem do plástico; o primeiro, majoritariamente através de impactos indiretos, enquanto o último, por via dos impactos diretos. Mais uma vez, e pela mesma razão do que ocorre na produção do papel, o setor 3 – Extração de petróleo e gás contribui essencialmente de forma indireta. O mesmo padrão é verificado no setor

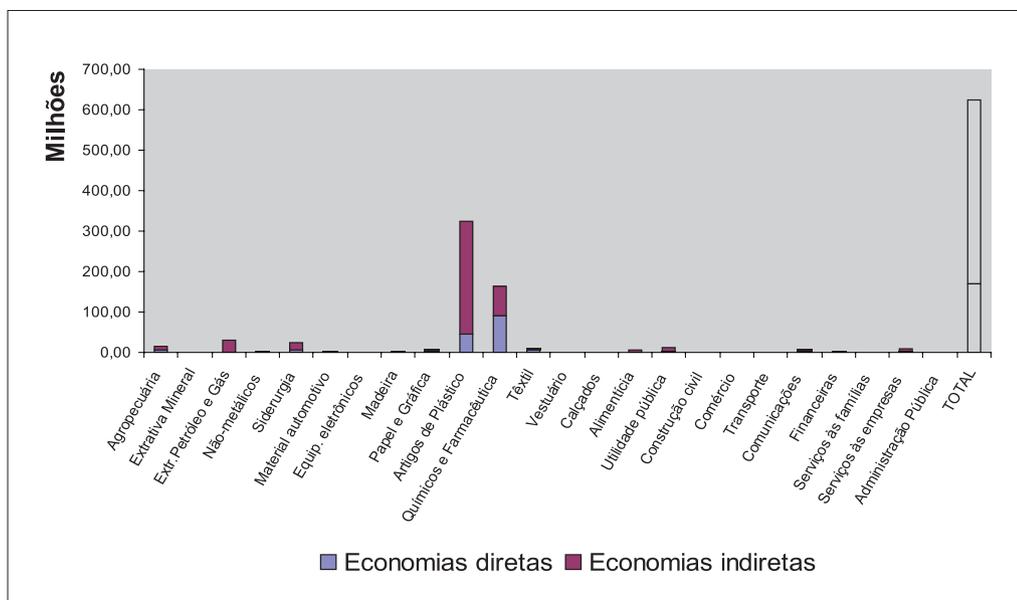
13 Uma descrição mais detida dessas etapas encontra-se em Spinacé e Paoli (2005). Vale observar que, na definição de reciclagem sugerida neste trabalho, a etapa de separação é inserida na fase de recuperação de matéria-prima dos resíduos urbanos, prévia à reciclagem em si.

14 Policloreto de Vinila, esta resina é produzida a partir de dois insumos, o cloro e a nafta leve, extraída do petróleo.

**Tabela 6 – Economia de Recursos Decorrente da Reciclagem do Plástico Pós-consumo Disponível nos Resíduos Sólidos Domésticos do Estado da Bahia, para o Ano de 2003, em R\$ 1,00**

Setor de atividade econômica	Economia direta da reciclagem de:		Economia indireta da reciclagem de:		Economia total da reciclagem de:	
	Um milhão de reais em plástico pós-consumo	Total do plástico pós-consumo	Um milhão de reais em plástico pós-consumo	Total do plástico pós-consumo	Um milhão de reais em plástico pós-consumo	Total do plástico pós-consumo
Agropecuária	23.467,51	6.258.394,34	34.469,45	9.192.430,40	57.936,96	15.450.824,74
Extrativa mineral	427,86	114.101,91	4.416,74	1.177.872,86	4.844,60	1.291.974,77
Extração de petróleo e gás	2,36	630,37	116.162,42	30.978.587,29	116.164,78	30.979.217,66
Minerais não-metálicos	1.405,96	374.945,34	6.605,20	1.761.498,79	8.011,16	2.136.444,13
Siderurgia, metalurgia, máquinas	20.227,33	5.394.292,49	69.168,83	18.446.178,50	89.396,16	23.840.470,99
Material elétrico; automotivos e peças automotivas	1.945,52	518.837,43	6.955,01	1.854.785,87	8.900,53	2.373.623,30
Equipamentos eletrônicos	377,83	100.761,27	2.314,27	617.178,14	2.692,10	717.939,41
Madeira, mobiliário e indústrias diversas	4.011,78	1.069.875,78	6.018,48	1.605.027,11	10.030,26	2.674.902,89
Papel e gráfica	10.386,58	2.769.929,20	13.789,45	3.677.415,85	24.176,03	6.447.345,05
Indústria da borracha e artigos de plástico	169.034,63	45.078.729,54	1.041.955,77	277.872.309,75	1.210.990,40	322.951.039,29
Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutica	343.182,39	91.521.046,56	274.060,79	73.087.462,85	617.243,18	164.608.509,41
Indústria têxtil	18.764,28	5.004.121,31	18.296,57	4.879.391,43	37.060,85	9.883.512,74
Artigos do vestuário	395,99	105.603,22	345,94	92.258,24	741,93	197.861,46
Fabricação de calçados	953,39	254.253,52	564,63	150.577,49	1.518,02	404.831,01
Indústria alimentícia	651,5	173.744,12	16.555,15	4.414.982,95	17.206,65	4.588.727,07
Serviços industriais de utilidade pública	14.880,05	3.968.261,58	34.450,57	9.187.396,52	49.330,62	13.155.658,10
Construção civil	880,77	234.886,97	2.423,61	646.335,47	3.304,38	881.222,44
Comércio	1.216,69	324.471,19	2.606,09	695.001,87	3.822,78	1.019.473,06
Transporte	357,71	95.396,22	1.102,47	294.008,74	1.460,18	389.404,96
Comunicações	7.944,96	2.118.787,70	10.536,46	2.809.900,75	18.481,42	4.928.688,45
Instituições financeiras	3.723,00	992.861,48	11.020,16	2.938.895,43	14.743,16	3.931.756,91
Serviços prestados às famílias	506,61	135.103,96	2.045,25	545.435,63	2.551,86	680.539,59
Serviços prestados às empresas	11.119,53	2.965.394,17	20.296,31	5.412.689,08	31.415,84	8.378.083,25
Administração pública	1.837,71	490.086,51	3.368,64	898.359,33	5.206,35	1.388.445,84
<b>TOTAL</b>	<b>637.701,92</b>	<b>170.064.516,18</b>	<b>1.699.528,26</b>	<b>453.235.980,34</b>	<b>2.337.230,19</b>	<b>623.300.496,51</b>

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.



**Gráfico 2 – Economia Potencial de Recursos, Direta e Indireta, Decorrente da Reciclagem do Plástico Pós-consumo no Estado da Bahia, 2003**

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.

15 – Indústria alimentícia, aqui os efeitos indiretos remetem talvez à compra de embalagens.

### 4.3 – A Reciclagem do Metal

O exame gravimétrico dos resíduos sólidos domiciliares de Salvador traz os metais subdivididos entre ferrosos, não-ferrosos e alumínio. Faz-se a ressalva de que os metais não-ferrosos não foram encontrados em quantidade relevante nos resíduos da capital baiana. Dentre os materiais recicláveis encontrados e recuperados, o alumínio é o que possui maior valor de mercado, no ano de 2005, o preço médio atingia R\$ 3,00 por quilo. Tal valorização justifica o sucesso da reciclagem de alumínio no Brasil, em particular das latas de alumínio, que atingiu em 2005 o índice de 95,7% em relação total produzido. Uma vez recuperado e separado, o alumínio é prensado e então vendido para a indústria metalúrgica, que executa sua fundição e prepara ligas metálicas secundárias. Neste processo não há perdas das propriedades físicas originais do metal. Já os metais ferrosos têm o preço médio de R\$ 0,24 por quilo e, nos resíduos domiciliares da Bahia, estima-se, correspondem a 55.701,60 toneladas. O processo de reciclagem destes materiais é semelhante àquele descrito para o alumínio e ocorre no mesmo setor

da Matriz Bahia de insumo-produto, o setor 5 – Siderurgia, metalurgia e máquinas. Os impactos diretos e totais sobre a economia estadual causados pela hipotética reciclagem de todo o metal ainda disponível nos resíduos domésticos da Bahia são apresentados na Tabela 7.

Verifica-se que a maior redução de custos diretos, 66% do total, ocorre na economia de recursos com o próprio setor de Metalurgia, siderurgia e máquinas. Em termos da economia total, esse índice atinge 72%. A economia total de recursos, no valor de R\$ 60.266.899,08, representa, em relação ao PIB da Bahia, no ano de 2003, o equivalente a 0,08%, representando 1,13% do valor bruto da produção do setor neste mesmo ano.

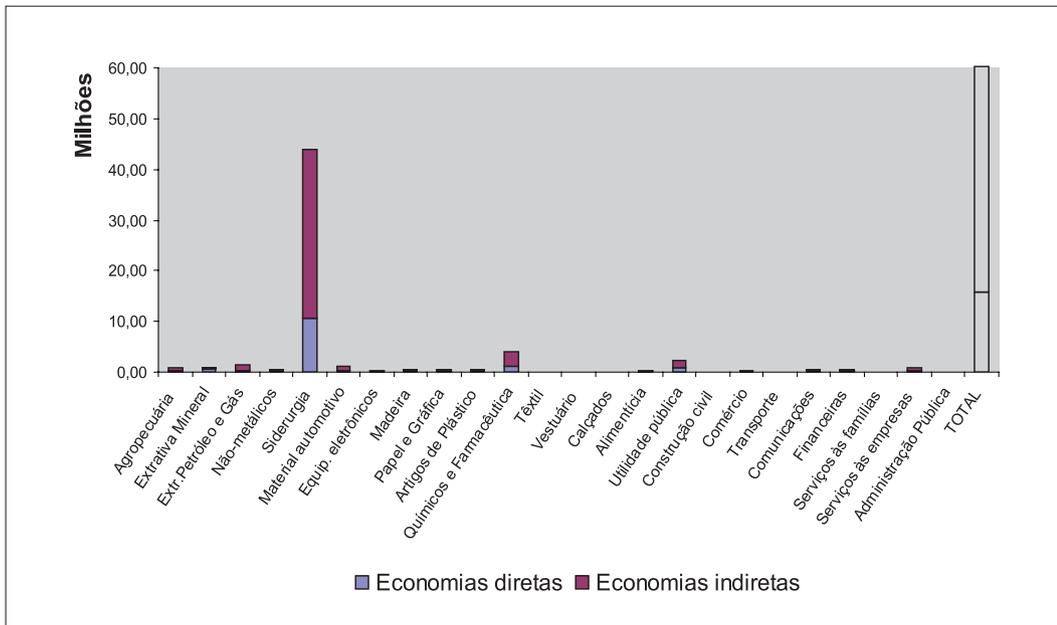
Conforme o caso do papel e plástico, segue abaixo, para o caso dos metais, a decomposição da economia total de recursos em economia direta e indireta, por setor de atividade econômica, em valores monetários.

A economia de recursos aqui é fundamentalmente com o próprio setor 5 – Siderurgia, metalurgia e máquinas e, sobretudo através de impactos indiretos, praticamente três quartos da economia total do setor.

**Tabela 7 – Economia de Recursos Decorrente da Reciclagem do Metal Pós-consumo Disponível nos Resíduos Sólidos Domésticos do Estado da Bahia, para o Ano de 2003, em R\$ 1,00**

Setor de atividade econômica	Economia direta da reciclagem de:		Economia indireta da reciclagem de:		Economia total da reciclagem de:	
	Um milhão de reais em metal pós-consumo	Total do metal pós-consumo	Um milhão de reais em metal pós-consumo	Total do metal pós-consumo	Um milhão de reais em metal pós-consumo	Total do metal pós-consumo
Agropecuária	11.332,12	268.922,32	22.785,14	540.713,40	34.117,26	809.635,72
Extrativa mineral	18.495,24	438.910,02	20.293,96	481.595,46	38.789,20	920.505,48
Extração de petróleo e gás	11.990,97	284.557,39	42.509,74	1.008.797,51	54.500,71	1.293.354,90
Minerais não-metálicos	9.963,93	236.453,71	17.159,87	407.220,34	27.123,80	643.674,05
Siderurgia, metalurgia, máquinas	441.825,25	10.484.942,38	1.407.504,90	33.401.459,01	1.849.330,15	43.886.401,39
Material elétrico; automotivos e peças automotivas	17.596,82	417.589,68	31.389,29	744.898,32	48.986,11	1.162.488,00
Equipamentos eletrônicos	2.550,28	60.520,56	6.747,43	160.123,09	9.297,71	220.643,65
Madeira, mobiliário e indústrias diversas	10.200,61	242.070,46	14.443,65	342.761,68	24.644,26	584.832,14
Papel e gráfica	6.722,03	159.520,38	14.605,28	346.597,31	21.327,31	506.117,69
Indústria da borracha e artigos de plástico	10.245,78	243.142,33	19.857,53	471.238,46	30.103,31	714.380,79
Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutica	48.397,98	1.148.531,20	123.855,65	2.939.214,90	172.253,63	4.087.746,10
Indústria têxtil	671,35	15.931,85	3.676,95	87.257,47	4.348,30	103.189,32
Artigos do vestuário	125,47	2.977,63	290,79	6.900,69	416,26	9.878,32
Fabricação de calçados	163,37	3.876,89	397,76	9.439,16	561,13	13.316,05
Indústria alimentícia	589,27	13.983,95	6.645,49	157.703,98	7.234,76	171.687,93
Serviços industriais de utilidade pública	30.790,55	730.689,77	66.500,59	1.578.123,42	97.291,14	2.308.813,19
Construção civil	1.517,77	36.018,27	3.538,77	83.978,43	5.056,54	119.996,70
Comércio	1.952,02	46.323,43	4.136,37	98.159,89	6.088,39	144.483,32
Transporte	350,57	8.319,25	1.890,78	44.870,10	2.241,35	53.189,35
Comunicações	11.839,07	280.952,54	18.371,85	435.981,84	30.210,92	716.934,38
Instituições financeiras	9.677,63	229.659,58	17.473,80	414.670,18	27.151,43	644.329,76
Serviços prestados às famílias	350,57	8.319,34	3.250,16	77.129,48	3.600,73	85.448,82
Serviços prestados às empresas	11.410,04	270.771,43	27.956,53	663.435,44	39.366,57	934.206,87
Administração pública	1.660,23	39.398,87	3.887,17	92.246,27	5.547,40	131.645,14
<b>TOTAL</b>	<b>660.418,94</b>	<b>15.672.383,23</b>	<b>1.879.169,45</b>	<b>44.594.515,83</b>	<b>2.539.588,35</b>	<b>60.266.899,08</b>

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.



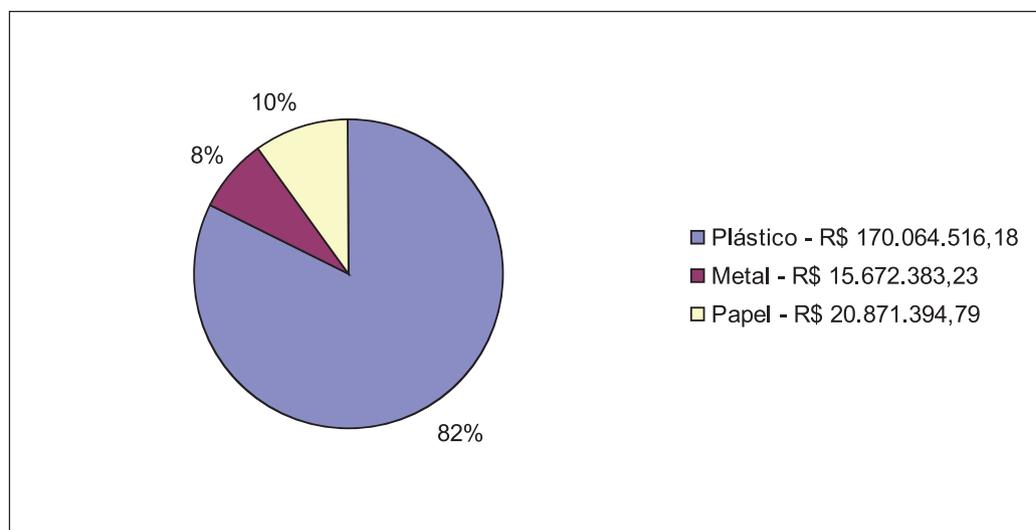
**Gráfico 3 – Economia Potencial de Recursos, Direta e Indireta, Decorrente da Reciclagem do Metal Pós-consumo do Estado da Bahia, em 2003**

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.

#### 4.4 – Resultados Globais

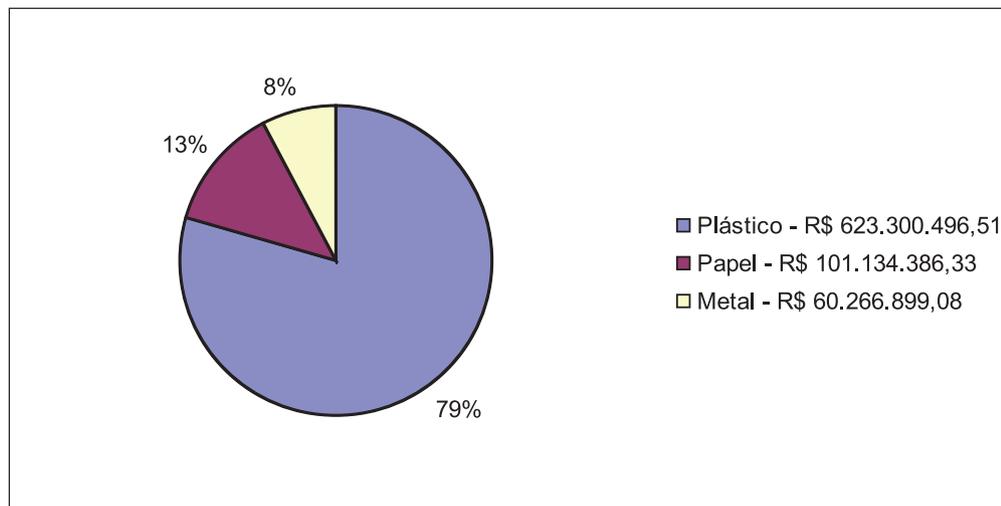
Considerando o somatório das economias com a reciclagem de plástico, metal e papel, a maior economia direta de insumos pela indústria baiana é com o setor de Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutica, cerca de 50% do total. O resultado é decorrente do fornecimento por este setor das resinas plásticas e da grande relevância do plástico entre os

bens produzidos no Estado da Bahia, denotando fortes relações intraindustriais neste setor. Também contribui a forte presença do plástico nos resíduos sólidos urbanos e o seu preço de mercado quando recuperado. De fato, quando se avalia a composição do Valor Bruto da Produção (VBP) baiana, o evento torna-se claro. O setor de Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutica responde por 22% do total do VBP, seguido pelo setor de Administração pública, com



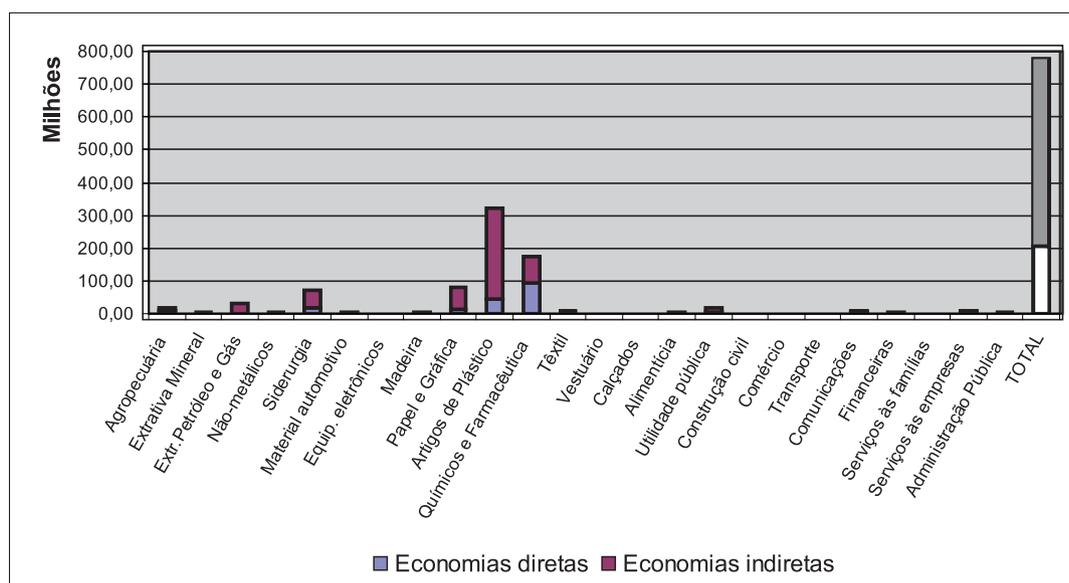
**Gráfico 4 – Participação dos Recicláveis na Potencial Economia Direta de Recursos**

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.



**Gráfico 5 – Participação dos Recicláveis na Potencial Economia Total de Recursos**

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.



**Gráfico 6 – Economia Potencial de Recursos, Direta e Indireta, Decorrente da Reciclagem Pós-consumo no Estado da Bahia, 2003**

Fonte: Elaboração Própria dos Autores em 2007.

11%. O segundo setor industrial mais importante é o de Siderurgia, metalurgia, máquinas, com 6% do VBP.

A participação de cada reciclável na potencial economia direta de recursos (R\$ 206.608.294,20) pode ser visualizada no Gráfico 4.

O equivalente a 41% da economia total acontece no setor Indústria da borracha e artigos de plástico; outros 23%, no setor de Elementos químicos, refino

do petróleo e farmacêutica. A estimativa dos recursos economizados direta e indiretamente, em todos os setores da matriz de relações intersetoriais, alcança 1,15% do PIB baiano. O Gráfico 5 traz a participação de cada reciclável na potencial economia de recursos advinda da reciclagem para o Estado da Bahia, ou seja, o quanto da economia total de recursos pode ser atribuído à recuperação e reciclagem de cada tipo de material analisado.

Comparativamente à economia direta de recursos, os percentuais correspondentes a cada tipo de reciclável apresentaram pequenas alterações. Vide o aumento no percentual correspondente à economia derivada da reciclagem do papel em detrimento do plástico, eventualmente, em razão dos encadeamentos a montante do setor 9 – Papel e gráfica.

A comparação entre a participação dos efeitos diretos e indiretos na economia de recursos a partir da reciclagem é apresentada no Gráfico 6.

Verifica-se que os dois setores que mais contribuem para a economia de recursos em função da reciclagem são os setores 10 – Indústria da borracha e artigos plásticos e 11 – Elementos químicos, refino do petróleo e farmacêutica, ambos ligados principalmente à reciclagem do plástico. A economia potencial de recursos pela reutilização de matéria-prima é muito mais significativa em termos da economia indireta de recursos. Mais de 70% do montante passível de ser poupado através da reciclagem são devidos aos efeitos indiretos da produção.

## 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, o objetivo a ser cumprido limitava-se à mensuração dos ganhos econômicos advindos da reciclagem. A eficiência econômica e o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis requerem informação prévia acerca do comportamento da produção total frente a alterações nas quantidades recicladas por tipo de resíduo reciclável. Este trabalho permitiu inferir como reage o vetor de produção intermediária diante de variações marginais nas quantidades recicladas dos materiais, papel, plástico e metal, disponíveis nos resíduos domiciliares do Estado da Bahia. Também foi estimado o potencial econômico da reciclagem ou, mais precisamente, assumindo um modelo de insumo-produto estático para o ano de 2003, os recursos econômicos necessários para a produção dos materiais que acabaram desperdiçados em aterros ou lixões. Pôde-se inferir que foi perdido no lixo domiciliar um montante que equivaleu a pouco mais de 1,15% do PIB baiano naquele ano.

Outro elemento relevante é a separação dos impactos potenciais da reciclagem entre seus efeitos

diretos e indiretos. Uma vez que são maiores os impactos indiretos dentro do sistema produtivo, representantes de cerca de 70% do total, sua mensuração traz à tona uma economia potencial de recursos que escapa à observação imediata. O conhecimento deste valor e sua análise desagregada entre os setores de atividade econômica possibilitam o dimensionamento mais apurado dos impactos sobre cada indústria, apontando aquelas que mais seriam afetadas pela reciclagem.

A produção de mercadorias através do reaproveitamento e reciclagem de resíduos tem-se mostrado nos últimos anos uma prática tecnologicamente viável, ambientalmente correta e economicamente eficiente. Entretanto, sua contribuição ao sistema produtivo e interface com outras atividades ainda carecem mensuração e estudo mais detalhado. Este artigo pretendeu contribuir para o preenchimento desta lacuna oferecendo um instrumento rigoroso de análise e primeiros subsídios ao planejamento econômico. A agenda de pesquisa porvir remete à discussão acerca dos instrumentos de mercado e mecanismos de comando e controle que possam incentivar a produção limpa pelas indústrias e a redução do desperdício de matéria-prima pela recuperação de recicláveis nos resíduos sólidos urbanos.

## ABSTRACT

This paper aims the estimation of the potential economy of resources which could be direct and indirectly generated from the activities of recycling solid waste, which means the stage of processing of recyclable materials into new products, replacing the original raw material used in production processes. The interest goes to the addition of urban solid residues from houses and businesses since collected together, it means, a category of residues generated pos consume. It is pondered that doable measures to stimulate the recycling activity and consequent reduction of waste of natural and economic resources should be preceded by the quantification of the impact on each economic agent concerned. The methodology adopted was the input-output. The stock of available waste for recycling was obtained from tests of the

waste composition of Salvador. The results point to a potential economy of 1,15% of Baiano PIB in 2003, considering the recycling of all paper, plastic and metal still available in the urban solid residues of the state of Bahia.

## KEY WORDS:

Input-output. Recycling. Urban Solid Residues.

## REFERÊNCIAS

ABIQUIM. Disponível em: <www.abiquim.org.br>. Acesso em: 13 jun. 2007.

ABNT. Disponível em: <www.abnt.org.br>. Acesso em: 13 jun. 2007.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. [S.l.], 2006. Mimeografado.

AZEVEDO, G. O. **Por menos lixo**: a minimização dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Salvador/Bahia. 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Ambiental e Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

BRACELPA. Disponível em: <www.bracelpa.org.br>. Acesso em: jun. 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos**. Disponível em: <www.snis.gov.br>. Acesso em: jun. 2007.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas Publicações, 1997.

CEMPRE. **Compromisso empresarial para a reciclagem**. Disponível em: <www.cempre.org.br>. Acesso em: 1 set. 2007.

DAMÁSIO, J.; CRUZ, R.; VALVERDE, R. Construção de matrizes interindustriais regionais: o exemplo da Bahia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA – ANPEC, 15., 1987, Salvador. **Anais ...** Salvador: ANPEC, 1987. V. 2. p. 427-441.

DUCHIN, F. Input-output economics and material flows. **Rensselaer Working Papers**, n. 0424, p. 1-19, Dec. 2004.

FORLIN, F. J.; FARIA, J. A. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002.

GERI. **Análise do custo de geração de postos de trabalho na economia urbana para o segmento dos catadores de materiais recicláveis**: relatório de pesquisa. Salvador, 2004a.

\_\_\_\_\_. **Efeitos da cobrança do recurso água sobre agregados da economia brasileira**: relatório de pesquisa. Salvador, 2004b.

GRIMBERG, E. **Coleta seletiva com inclusão social**: Fórum Lixo e Cidadania na Cidade de São Paulo: experiência e desafios. São Paulo: Instituto Pólis, 2007. 148 p. (Publicações Pólis, n. 49).

IBGE. **Classificação Nacional das Atividades Econômicas**: CNAE. Disponível em: <www.cnae.ibge.gov.br>. Acesso em: jun. 2007a.

\_\_\_\_\_. **PNSB**: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: jun. 2007b.

\_\_\_\_\_. **Sistema de contas nacionais 2003**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: jun. 2007c.

\_\_\_\_\_. **Tabelas da matriz de insumo-produto de 1996**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: jun. 2007d.

IPEADATA. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: junho de 2007.

JUCÁ, J. F. Destinação final dos resíduos sólidos no Brasil: situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 10., 2002, Braga. **Anais ...** Braga: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

LEONTIEF, W. Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. In: KURZ, H.; DIETZENBACHER, E.; LAGER, C. **Input-output analysis**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 1998a. (Elgar reference collection, v. 2).

\_\_\_\_\_. Quantitative input and output relations in the

economic system of United States. In: KURZ, H.; DIETZENBACHER, E.; LAGER, C. **Input-output analysis**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 1998b. (Elgar reference collection, v. 2).

NUNESMAIA, M. F. **Gestão sócio-ambiental do PET pós-consumo**: relatório técnico da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares de Salvador – BA. Salvador: Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, 2004.

PADILHA, G. M.; BOMTEMPO, J. V. A inserção dos transformadores plásticos na cadeia produtiva de produtos plásticos. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 3, p. 86-91, jul./set. 1999.

PIVA, A. M.; BAHIANSE NETO, M.; WIEBECK, H. A reciclagem de PVC no Brasil. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 195-200, out./dez.1999.

PIOTTO, Z. C. **Eco-eficiência na indústria de celulose e papel**: estudo de caso. 2003. 379 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVEIRA, A. H. P. Uma variante do método bi-proporcional para a estimativa de relações inter-setoriais na ausência de dados sobre produção intermediária. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 21., 1993, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte: Associação Nacional de Centros de Pós-Graduação em Economia, 1993.

SNIS. Disponível em: <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)>. Acesso em: jun. 2007.

SPINACÉ, M. A.; PAOLI, M. A. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 65-72, 2005.

SPÍNOLA, V. **A estrutura da indústria de transformação plástica na Bahia**. Salvador: Desenhahia, 2005. (Relatório 02/05).

TENÓRIO, J. A.; ESPINOSA, D. C. Controle ambiental de resíduos. In: PHILIPPI JR, A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. São Paulo: Manole, 2003.

WANDERLEY, L. A. **Economia regional e conceitos de espaço e região**. Salvador: UFBA, 2004. Mimeografado.

---

Recebido para publicação em: 23.09.2008