

# Relatório de Pesquisa

Pesquisa sobre Pagamento por  
Serviços Ambientais Urbanos para  
Gestão de Resíduos Sólidos



Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur)

Brasília, 2010

# Relatório de Pesquisa

Pesquisa sobre Pagamento por  
Serviços Ambientais Urbanos para  
Gestão de Resíduos Sólidos

Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur)

Brasília, 2010

## **Governo Federal**

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da  
Presidência da República**  
**Ministro** Samuel Pinheiro Guimarães Neto



Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

### **Presidente**

Marcio Pochmann

### **Diretor de Desenvolvimento Institucional**

Fernando Ferreira

### **Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais**

Mário Lisboa Theodoro

### **Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia**

José Celso Pereira Cardoso Júnior

### **Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**

João Sicsú

### **Diretora de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais**

Liana Maria da Frota Carleial

### **Diretor de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

Márcio Wohlers de Almeida

### **Diretor de Estudos e Políticas Sociais**

Jorge Abrahão de Castro

### **Chefe de Gabinete**

Persio Marco Antonio Davison

### **Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação**

Daniel Castro

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

# Relatório de Pesquisa

Pesquisa sobre Pagamento por  
Serviços Ambientais Urbanos para  
Gestão de Resíduos Sólidos

Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur)

Brasília, 2010

**ipea**

### **Ficha Técnica**

A pesquisa que deu origem a este relatório foi realizada pela Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur), do Ipea, no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica firmado entre o Ipea e a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, do Ministério do Meio Ambiente (SRHU/MMA). Esta pesquisa teve como objetivos principais estimar os benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem de resíduos sólidos urbanos e propor diretrizes para possíveis esquemas de pagamento por serviços ambientais urbanos provenientes dessa atividade.

### **Coordenação-Geral**

Liana Maria da Frota Carleial – Ipea

Bruno Oliveira Cruz – Ipea

### **Coordenação Técnica**

José Aroudo Mota – Ipea

### **Equipe Técnica**

Bruno Milanez – Ipea

Gustavo Luedemann – Ipea

João Damásio de Oliveira Filho – Bolsista PNPd/Ipea, UFBA

Jorge Hargrave Gonçalves da Silva – Ipea

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO EXECUTIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>PARTE 1</b>	
ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA RECICLAGEM .....	11
1 Apresentação .....	11
2 Os benefícios econômicos e ambientais associados à reciclagem.....	12
3 Panorama da geração e destinação de materiais recicláveis no Brasil .....	22
4 Cálculo dos benefícios atuais e potenciais gerados pela reciclagem.....	26
<b>PARTE 2</b>	
CONSIDERAÇÕES SOBRE UMA POLÍTICA DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS URBANOS.....	29
5 O pagamento por serviços ambientais.....	29
6 Definição do problema.....	33
7 Diretrizes para política de Psau para a reciclagem.....	34
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>



## SUMÁRIO EXECUTIVO

A Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos é fruto de uma demanda da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, do Ministério do Meio Ambiente (SRHU/MMA), solicitada para subsidiar a elaboração da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos (Psau). Nesse contexto, esta pesquisa foi elaborada em duas partes. Em primeiro lugar, foram feitas estimativas dos benefícios, atuais e potenciais, econômicos e ambientais gerados pela reciclagem de resíduos sólidos urbanos (RSUs) no país. Em segundo lugar, foram propostas diretrizes para possíveis esquemas de pagamento por serviços ambientais urbanos focados em catadores de material reciclável.

Para a realização da primeira parte, foi necessário, primeiramente, estimar quais os benefícios, atuais e potenciais, gerados pela reciclagem dos principais materiais recicláveis. Esses benefícios foram definidos como a diferença entre os custos gerados pela produção a partir de matéria-prima virgem e os custos gerados para a produção dos mesmos bens a partir de material reciclável. Nesse sentido, a metodologia proposta para este trabalho segue a literatura existente para o caso do Brasil, como os estudos realizados por Calderoni (1999) e Sayago, Oliveira e Serôa da Motta (1998). Entretanto, a pesquisa aqui apresentada avança em relação aos trabalhos anteriores, uma vez que utilizou dados mais desagregados tanto para os benefícios econômicos quanto para os benefícios ambientais associados à reciclagem. Especialmente para os benefícios ambientais, este estudo inova ao incluir explicitamente os custos evitados dos danos ambientais não só da disposição de resíduos, mas também aqueles associados à produção a partir de matérias-primas virgens. Além disso, na maior parte dos casos, utilizaram-se dados empíricos da realidade brasileira.

No escopo da pesquisa, buscou-se incluir tanto benefícios econômicos como ambientais da reciclagem em relação à produção a partir de matéria-prima virgem. Os econômicos incluem primordialmente o custo evitado pela reciclagem em termos de consumo de recursos naturais e de energia. Já os benefícios ambientais são associados aos impactos sobre o meio ambiente devido ao consumo de energia, às emissões de gases de efeito estufa (GEEs), ao consumo de água e à perda de biodiversidade. Por conta da heterogeneidade dos resíduos encontrados nas cidades, foi necessário escolher um grupo específico de materiais: aço, alumínio, papel (celulose), plástico e vidro. Optou-se por esses materiais devido a sua grande presença nos resíduos sólidos urbanos e por esse agrupamento ser a forma com que os dados estatísticos são normalmente apresentados na literatura. Dadas a complexidade do problema proposto, as limitações de fontes de informações consistentes e algumas diferenças nos métodos de cálculo entre os materiais, os valores apresentados devem ser entendidos como estimativas e utilizados com cautela. Entretanto, acreditamos que essas são as melhores e mais completas estimativas feitas até hoje sobre o tema.

Após a avaliação dos benefícios gerados pela reciclagem de uma tonelada de cada material estudado, foi necessário avaliar a quantidade de cada material disponível nos resíduos sólidos urbanos. Para essa estimativa, foram utilizadas diferentes fontes de informação, tendo sido as mais relevantes o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), mantido pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2009a), e o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) (2006, 2007, 2008). Como no caso anterior, nem sempre essas fontes eram consistentes entre si, uma vez que apresentavam agrupamentos de cidades por classes distintas de população, tratavam de forma diversa resíduos domiciliares e resíduos públicos e agrupavam alguns materiais diferentemente – por exemplo, separando ou não metais ferrosos e não ferrosos. Por esse motivo, a compatibilização dessas duas fontes exigiu uma série de pressupostos.

Os resultados da primeira parte da pesquisa são resumidos na tabela 1. A conclusão apresentada indica que os benefícios potenciais da reciclagem para a sociedade brasileira, caso todo o resíduo reciclável que é encaminhado para aterros e lixões nas cidades brasileiras fosse reciclado, são estimados em R\$ 8 bilhões anuais.<sup>1</sup>

Embora os benefícios econômicos apareçam na tabela 1 de forma relativamente mais significativa do que os benefícios ambientais, essa diferença se deve principalmente à limitação de dados específicos para a valoração ambiental de vários impactos ambientais. Apesar de o estudo considerar uma série de impactos, muitos outros, por falta de dados, deixaram de ser incluídos neste estudo, como a contaminação hídrica, a poluição atmosférica local e a geração de resíduos sólidos industriais.

---

1. Neste relatório, todos os preços são apresentados em reais correntes de 2007.



TABELA 1

## Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem

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

Fonte: Ver anexo 1.

Um segundo exercício foi feito utilizando-se dados dos totais efetivamente reciclados pela cadeia da reciclagem e estimativas sobre a coleta seletiva. A partir dessas estimativas, que têm de ser vistas com extrema cautela, dados os pressupostos necessários para efetuar os cálculos, avalia-se que, considerando os atuais índices de reciclagem do país, essa atividade já geraria benefícios entre R\$ 1,4 bilhão e R\$ 3,3 bilhões anuais.

A segunda parte do relatório tece considerações sobre como poderia ser estruturada uma política de Psau. Nesse contexto, entende-se que os municípios possuem papel fundamental na minimização dos problemas associados à gestão dos resíduos sólidos e no desenvolvimento de programas de coleta seletiva com inclusão social; porém, defende-se que tais iniciativas tendem a se fortalecer e se consolidar com o envolvimento direto do governo federal.

Primeiramente, apresenta-se o conceito de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) em sua forma tradicional, por meio do resumo da literatura disponível sobre o assunto. Após breve apresentação de conceitos teóricos e práticos relacionados à implementação de políticas de PSA, a discussão sobre o tema é trazida para o contexto urbano e propõe-se novo entendimento acerca de serviços ambientais urbanos que norteia este relatório. Entende-se como serviços ambientais urbanos as atividades realizadas no meio urbano que gerem externalidades ambientais positivas, ou minimizem externalidades ambientais negativas, sob o ponto de vista da gestão dos recursos naturais, da redução de riscos ou da potencialização de serviços ecossistêmicos, e assim corrijam, mesmo que parcialmente, falhas do mercado relacionadas ao meio ambiente. Um instrumento de Psau seria aquele que fosse pago aos produtores de serviços ambientais urbanos, a fim de estimulá-los a continuar ou intensificar suas atividades. No contexto deste relatório, o foco dos serviços ambientais urbanos e dos mecanismos de Psau será a atividade de reciclagem, mais especificamente, as atividades de catação e triagem de resíduos sólidos urbanos efetuados por catadores de materiais recicláveis.

Uma vez delineado o foco dos mecanismos de Psau a serem propostos, passa-se à análise dos pressupostos que nortearão os instrumentos. Os pressupostos mais importantes levantados são:

- O pagamento deve se dirigir a cooperativas de catadores, e não a catadores individualmente.
- O pagamento deve ter a contrapartida do serviço ambiental prestado.
- Os mecanismos devem premiar a eficiência na prestação do serviço ambiental.

Na seção seguinte, analisam-se as características específicas das cooperativas de catadores de materiais recicláveis que seriam o foco do Psau, utilizando-se dados coletados em pesquisa de campo por Damásio (2006, 2007, 2009). A análise mostra como existe grande heterogeneidade entre as cooperativas de catadores, tanto em termos de produtividade física – com valores que variam entre 606 kg/catador até 1.608 kg/catador por mês<sup>2</sup> – como em termos dos preços a que as sucatas são vendidas pelas diferentes cooperativas e também em termos da receita mensal obtida por catador – por exemplo, a receita para um quilograma de material ferroso pode variar entre R\$ 0,07 e R\$ 0,93. A partir dessa análise, conclui-se que as cooperativas aptas a receber o Psau devem ser classificadas em grupos, de acordo com as diferenças de produtividade. As cooperativas devem receber por tonelagem recolhida, de maneira que os pagamentos por catador sejam diferenciados entre os grupos, em um sistema que ofereça incentivo à melhoria da eficiência física dos catadores, ao mesmo tempo em que contemple certa justiça distributiva. Argumenta-se que tal prática faz sentido também do ponto de vista ambiental, já que os catadores que coletarem maior quantidade de sucata estarão produzindo maior serviço ambiental para a sociedade. É apresentada uma proposta de agrupamento de cooperativas que refletiria quatro níveis de produtividade.

2. Média mais ou menos um desvio-padrão.

Uma vez definidos os pressupostos e caracterizados os recebedores, passa-se à análise dos instrumentos de implementação de um Psau. Primeiro, tecem-se alguns comentários sobre por que um pagamento igualitário para todos os catadores não seria o mecanismo mais adequado nem econômico nem ambientalmente. Um mecanismo como esse iria contra alguns princípios gerais das políticas de PSA e também contra os pressupostos desejados de premiação e estímulo da eficiência desejados. Em seguida, passa-se à apresentação de três instrumentos de Psau. Essas propostas foram elaboradas buscando atingir os seguintes objetivos:

- Elevar a renda média dos catadores.
- Reduzir a oscilação dos preços pagos aos catadores por materiais recicláveis.
- Estimular o grau de formalização em cooperativas e incentivar o aumento de eficiência.
- Aumentar a chance de sucesso das cooperativas a médio e longo prazos.

Os instrumentos propostos são entendidos como, por um lado, complementares, na medida em que são interligáveis e sua implementação conjunta iria ao encontro de todos os objetivos traçados como prioritários para o Psau e atingiria o máximo do resultado esperado. Por outro lado, esses mecanismos também são independentes, uma vez que poderiam ser implementados separadamente. O primeiro instrumento proposto, o pagamento por produtividade, seria constituído de pagamentos periódicos às cooperativas de catadores de resíduos sólidos urbanos por tonelagem de resíduo coletado, independentemente do tipo de material. A remuneração deveria ser feita de maneira diferenciada por grupo de cooperativa, como proposto anteriormente. Para esse e para os demais instrumentos, são apresentados seus objetivos, sua descrição, os resultados esperados e suas limitações.

Em seguida, analisa-se a pertinência de uma política de preços mínimos para materiais recicláveis como possível instrumento de Psau. Argumenta-se que esse tipo de política, da forma como é praticada tradicionalmente para mercados agrícolas, não é o mais adequado para garantir maior estabilidade à atividade de reciclagem e aos rendimentos dos catadores, pois esse mercado possui produtos muito diferenciados no tempo e no espaço, de forma que seria muito difícil determinar um preço único para cada tipo de material que valesse em todo o Brasil. Nesse contexto, são propostos alguns ajustes à política de preços mínimos, na forma do instrumento de acréscimos compensatórios graduados. Esse segundo instrumento visa possibilitar formas discricionárias de intervenções sobre os valores recebidos pelas cooperativas por grupos de materiais recicláveis, de acordo com o objetivo da autoridade ambiental e com a conjuntura de preços dos materiais secundários. Essas intervenções podem objetivar tanto corrigir uma depressão nos preços em tempos de crise, quanto incentivar o recolhimento de materiais recicláveis de alto potencial poluidor que apresentem baixos valores médios de mercado, mesmo em condições normais. O instrumento caracteriza-se por ser um fator multiplicador, estabelecido por classe de material reciclável, que será multiplicado pelo valor a ser pago por tonelada recolhida para cada classe de material, conforme estabelecido pelo mecanismo de pagamento por produtividade.

O terceiro instrumento, chamado de fundo cooperativo, teria o objetivo de aumentar a chance de sucesso e a produtividade das cooperativas e o rendimento de seus cooperados a médio e longo prazos. O mecanismo consistiria em um fundo de crédito, que pode adquirir diversas formas de operacionalização, que visaria incentivar programas de capacitação de cooperativas, compra de máquinas e equipamentos e diversificação da produção das cooperativas, entre outros aspectos. Não se chegou a uma definição estrita sobre como se daria a participação de cada cooperativa no fundo. Uma das alternativas, mais ligada aos outros instrumentos, seria repassar um percentual predefinido do Psau a ser pago para cada cooperativa, não em dinheiro corrente, mas para o fundo e creditado na “conta” da cooperativa. Esse valor poderia, então, aumentar o limite de crédito, ou ser usado para pagar crédito previamente contraído, para diversos tipos de investimento. Esse percentual poderia ser igual para cada cooperativa ou proporcional à produtividade da cooperativa – cooperativas com produtividades diferentes receberiam percentuais distintos de sua receita na forma desse repasse.

Sendo assim, os três instrumentos propostos buscam contribuir para a superação de diversos desafios enfrentados pelas cooperativas de catadores de material reciclável; em particular, elevar sua receita média, reduzir a variação dessa receita e possibilitar que melhorias estruturais de médio e longo prazos sejam alcançadas por estas. Todavia, aqui são apresentadas apenas diretrizes gerais, nas quais se buscou seguir os princípios adotados pela Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e pelas propostas da Política Nacional de Resíduos Sólidos e da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, em tramitação no Congresso. O detalhamento de tais instrumentos, porém, é necessário e deve ser construído em diálogo com as partes interessadas, tais como catadores de material reciclável, apuristas, empresas recicladoras, entre outras.



## ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA RECICLAGEM

### 1 APRESENTAÇÃO

Esta parte do trabalho consiste em um exercício em que se busca valorar os benefícios ambientais e econômicos, atuais e potenciais, gerados pela atividade de reciclagem de resíduos sólidos urbanos. Para tanto, foi necessário, primeiramente, estimar quais os benefícios gerados pelo reaproveitamento dos principais materiais recicláveis por tonelada de material. Em seguida, procurou-se estimar a quantidade desses materiais presente nos resíduos sólidos urbanos e as quantidades recolhidas hoje já recicladas, para, por último, calcularem-se os valores agregados dos benefícios atuais e potenciais da reciclagem.

O trabalho inspira-se nas metodologias utilizadas por Calderoni (1999) e Sayago, Oliveira e Serôa da Motta (1998); entretanto, representa avanço em relação aos exercícios anteriores porque utilizou dados mais desagregados para o cálculo dos benefícios econômicos e trouxe nova metodologia para o cálculo dos benefícios ambientais, levando em consideração os impactos ambientais da extração das matérias-primas e da produção de energia. Além disso, sempre que possível, foram utilizados dados empíricos para a realidade brasileira. Essas informações foram obtidas a partir de ampla revisão de literatura, de relatórios setoriais, de reuniões com representantes dos diferentes setores<sup>3</sup> e da Matriz de Insumo – Produto (MIP) (IBGE, 2007a).<sup>4</sup> Dadas a complexidade do problema proposto e as limitações de algumas informações, foram necessárias simplificações para realizar esses cálculos; dessa forma, todos os valores apresentados devem ser entendidos como estimativas e utilizados com cautela. Entretanto, considera-se que o presente estudo significa avanço importante em relação ao conhecimento dos benefícios econômicos e, principalmente, ambientais derivados da produção a partir de materiais recicláveis que substituem matérias-primas virgens para cada um dos materiais foco da pesquisa.

Ao longo da seção 2, são apresentados os benefícios associados à reciclagem que puderam ser estimados, dadas as limitações de tempo e de bases de dados. Como forma de se avaliar esses benefícios, eles foram definidos como a diferença entre os custos gerados para a produção de bens a partir de matéria-prima virgem (produção primária) e os custos gerados pela produção de bens a partir da reciclagem. No escopo da pesquisa, buscou-se incluir tanto benefícios econômicos como ambientais, sendo os econômicos primordialmente associados ao consumo de recursos naturais e de energia. Devido à heterogeneidade dos resíduos encontrados nas cidades, foi necessário escolher um grupo específico de materiais: aço, alumínio, papel (celulose), plástico e vidro. Os valores estimados para esses benefícios, ao longo dessa seção, são sempre apresentados com base em uma tonelada de material.

A seção 3 apresenta estimativa da presença de cada um dos materiais listados acima nos resíduos sólidos urbanos. Essa seção trata de questões ligadas à coleta dos resíduos e a sua destinação, de forma a estimar a quantidade desses materiais que estaria disponível para a reciclagem. Além disso, faz-se estimativa de quanto material reciclável é hoje recolhido e reciclado.

A seção 4 consolida as seções anteriores e estima o total de benefícios, atuais e potenciais, da reciclagem em reais correntes de 2007.

3. Os pesquisadores agradecem à colaboração dos representantes das várias instituições que estiveram presentes na oficina realizada em Brasília, no dia 26 de janeiro de 2010, contribuindo para a realização da pesquisa, entre estas: Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET), Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST), Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), Associação Brasileira do Alumínio (Abal), Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade (Abralatas), Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP), Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre), Confederação Nacional da Indústria (CNI), Instituto Aço Brasil, Instituto do PVC, Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCMR), Plastivida Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos.

4. Os pesquisadores agradecem ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por ter fornecido os dados da MIP no nível de desagregação de trabalho do instituto, o que permitiu a realização deste trabalho.

## 2 OS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS À RECICLAGEM

### 2.1 Os benefícios associados ao processo produtivo

#### 2.1.1 Alguns pressupostos

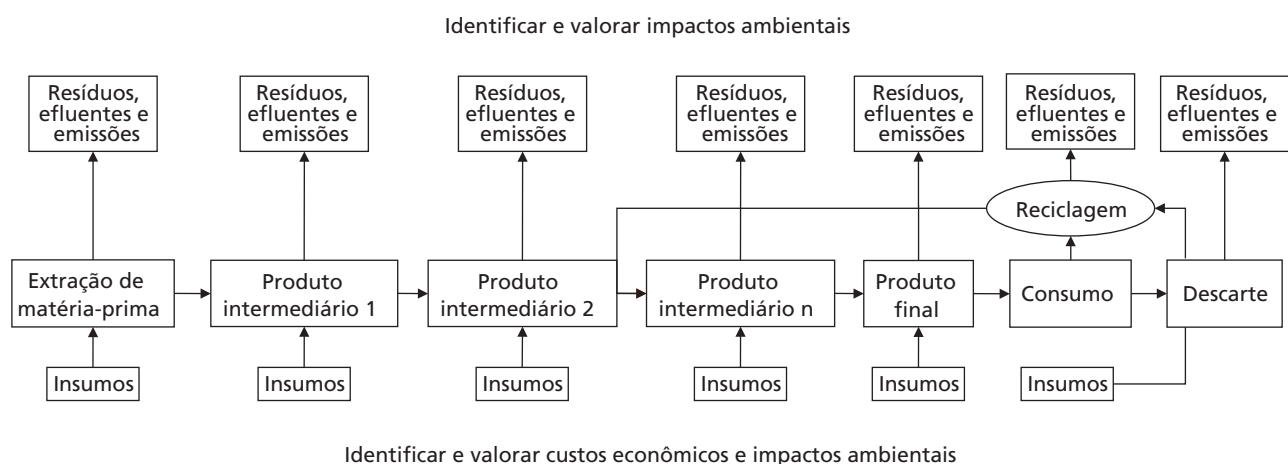
Os benefícios econômicos relacionados à reciclagem foram calculados pela diferença entre os custos de insumos para a produção de bens a partir de matéria-prima virgem e os custos de insumos para a produção de bens a partir de material secundário. Para cada um dos materiais estudados, identificaram-se as principais matérias-primas utilizadas, a quantidade de energia e água consumida, bem como os resíduos – sólidos, líquidos e gasosos – gerados. Para tanto, foram utilizados coeficientes de eficiência física, sempre que possível, relativos à realidade da indústria brasileira. Estes coeficientes foram então convertidos em valores, utilizando-se estimativas de preço médio dos insumos, calculado na Pesquisa Industrial Anual (PIA) (IBGE, 2007b), e de preço médio da eletricidade industrial<sup>5</sup> (BRASIL, 2008b).

Estes custos, entretanto, foram contabilizados somente até a produção de um bem intermediário determinado, o qual foi identificado como aquele que poderia ser substituído diretamente por um material secundário.<sup>6</sup> Nesse sentido, partiu-se do pressuposto de que produtos intermediários produzidos a partir de matéria-prima virgem podem ser substituídos por materiais secundários sem perda de qualidade do produto final.

Conforme ilustra a figura 1, foi também necessário assumir que a reinserção de um produto secundário na cadeia produtiva evitaria os impactos ambientais a montante do ponto de reinserção. Esse raciocínio foi considerado válido, principalmente para os recursos naturais não renováveis. Por exemplo, ao se reciclar uma lata de aço ou de alumínio, deixaria de ser necessário extrair quantidade correspondente de minério de ferro ou bauxita necessária para se produzir uma lata de aço ou alumínio.

FIGURA 1

Representação do modelo adotado para estimativas dos custos econômicos



Elaboração dos autores.

Considerando outros insumos, porém, o benefício econômico não poderia ser considerado integral, uma vez que, por exemplo, a transformação da lata de aço ou alumínio em um lingote ou bobina necessita de energia e água, além de também gerar resíduos e emissões. Dessa forma, além dos custos econômicos evitados pela reciclagem (os custos de produção a partir de matérias-primas virgens), também se buscou estimar os custos econômicos gerados pela reciclagem (os custos de produção a partir de material secundário). Nesse caso, os elementos considerados foram a água e a energia consumidas e a própria sucata.

Por fim, apesar de se ter assumido que materiais secundários poderiam, qualitativamente, substituir produtos fabricados a partir de matéria-prima virgem, não se propõe que essa substituição seja plenamente viável do ponto de vista quantitativo e que o aumento da reciclagem leve ao fechamento de minas ou de fábricas de celulose. Pelo contrário, argumenta-se apenas que o aumento da taxa de recuperação de materiais secundários poderá aumentar a vida útil das reservas de recursos não renováveis e diminuir a pressão sobre recursos renováveis.

5. Ver nota 1.

6. Esses materiais foram aço bruto, alumínio primário, pasta mecânica de celulose, resina plástica e vidro branco.

### 2.1.2 Benefícios econômicos

A seguir, são apresentadas a metodologia e as fontes de informação utilizadas para a estimativa dos benefícios gerados pela reciclagem, cujos resultados são resumidos na tabela 2. As memórias de cálculo relativas a esses valores são apresentadas de forma mais detalhada no anexo 1.

- **Aço:** segundo informações do Instituto Aço Brasil, existem duas rotas tecnológicas principais para a produção de aço no Brasil, quais sejam, a produção em fornos a oxigênio – 76% da produção nacional –, que usa predominantemente matéria-prima virgem, e a produção em fornos a arco elétrico, alimentada quase que exclusivamente por sucata – 24% da produção nacional (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2010b). Dado esse cenário, buscou-se, a partir das estatísticas nacionais divulgadas pelo próprio Instituto Aço Brasil (IBS, 2008; INSTITUTO AÇO BRASIL, 2010a) e pelo Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2008c), isolar o consumo de recursos naturais para cada uma dessas rotas. Como os dados disponíveis não permitiam que se fizesse a separação do consumo de energia elétrica, optou-se por utilizar valores de referência da literatura (IPTS, 2001a).
- **Alumínio:** o método de cálculo para os custos da produção primária de alumínio foi distinto daquele descrito para o aço. Nesse caso, como não foram identificadas rotas tecnológicas distintas para a produção de alumínio a partir de matéria-prima virgem e para a reciclagem, considerou-se como linha de base o cenário atual – que já inclui certo percentual de reciclagem. Esses dados foram obtidos a partir das médias nacionais e de valores divulgados pelo governo federal e pela associação setorial (ABAL, 2008; BRASIL, 2008d). Essa informação foi complementada por dados produzidos em pesquisa de campo por Valt (2004) e a partir de compilação de dados da literatura (IPTS, 2001b).
- **Celulose:** os dados para o custo da produção primária para o setor de celulose foram mais difíceis de estimar devido à diversidade maior de seus produtos intermediários, à variedade de empresas e à ausência de um órgão que centralizasse essas informações. O setor varia de acordo com o grau de integração vertical das empresas (plantas integradas e plantas de celulose) e pelo produto (celulose de fibra curta e celulose de fibra longa). Buscou-se utilizar como fonte principal os dados fornecidos por um estudo encomendado pela Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (BACHMANN & ASSOCIADOS; ABTCP, 2008) que apresenta valores médios para 14 fábricas no país. Entretanto, como houve alguns indicadores cujos valores não foram levantados para esse estudo, ele foi complementado com informações fornecidas pelo Relatório de Sustentabilidade da Aracruz Celulose (ARACRUZ, 2008). A escolha da Aracruz foi baseada no fato de esta ser a maior produtora de pasta de celulose do país, sendo responsável por 28% da produção nacional (BRACELPA, 2009). Um limitante dessa escolha deve-se ao fato de a Aracruz produzir apenas celulose de fibra curta; portanto, esses valores poderão diferenciar-se um pouco daqueles relativos às empresas que utilizam fibra longa.
- **Plástico:** devido à complexidade da indústria petroquímica, este segmento foi tratado de forma diferente dos demais, sendo o valor dos custos da produção primária estimado a partir de dados da MIP (IBGE, 2007a) e da PIA (IBGE, 2007b). Devido ao nível de agregação desses documentos, somente foi possível calcular os custos da produção de um “plástico misto” teórico.<sup>7</sup> Esses dados, porém, não disponibilizaram o consumo de água para a atividade de produção, que foi estimado a partir dos dados coletados para politereftalato de etileno (PET) em pesquisa de campo de Valt (2004).
- **Vidro:** a metodologia para estimativa dos custos da produção primária do vidro foi semelhante àquela usada no caso do alumínio. Aqui também foi usado para o cálculo dos custos o consumo médio nacional de recursos naturais, conforme divulgado pelo MME (BRASIL, 2008d). Da mesma forma que no caso do alumínio, esse valor já incorpora certo percentual de reciclagem.

Os valores dos custos da produção primária dos produtos descritos acima foram, então, confrontados com os custos gerados pela reciclagem. Este segundo grupo de valores foi calculado, considerando-se o custo do material secundário, da água e da energia; além disso, partiu-se do pressuposto de que uma tonelada de material secundário poderia ser convertida em uma tonelada de produto final.<sup>8</sup> Na tabela 2, subtraindo o custo da produção primária do custo da reciclagem, chegamos ao que chamamos de benefício líquido da reciclagem.

7. Não se quer dizer aqui que exista tal plástico representativo, mas que os dados se referem à soma de insumos e produtos do setor produtor de resinas termoplásticas.

8. Apesar da adoção dessa metodologia, reconhece-se que, em muitos casos, na prática, a reciclagem é feita com uma mistura de sucata e matérias-primas virgens.

TABELA 2  
Estimativa dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos

Materiais	Custos dos insumos para produção primária (R\$/t)	Custos dos insumos para produção a partir da reciclagem (R\$/t)	Benefícios líquidos da reciclagem (R\$/t)
Aço	552	425	127
Alumínio	6.162	3.447	2.715
Celulose	687	357	330
Plástico	1.790	626	1.164
Vidro	263	143	120

Fonte: Ver anexo 1.

Obs.: Os custos da produção primária referem-se aos custos relativos aos insumos para a produção de bens a partir de matéria-prima virgem; os custos da reciclagem dizem respeito aos custos relativos aos insumos para a produção de bens a partir de material secundário (sucata); os benefícios líquidos da reciclagem foram calculados como a diferença entre os custos da produção primária e os custos da reciclagem.

É importante lembrar que muitos pressupostos e simplificações foram necessários para que se chegasse às estimativas apresentadas na tabela 2. Por esse motivo, tais valores devem ser considerados apenas como indicativos da ordem de grandeza dos benefícios da reciclagem. Ao mesmo tempo, comparações entre os diferentes materiais devem ser feitas com cautela, uma vez que o valor associado a cada material foi estimado a partir de metodologias e fontes de informação distintas.

Apesar de reconhecer as limitações dos cálculos, certas comparações mostram que os valores apresentam algum grau de consistência. Na tabela 3, é apresentada comparação dos custos da produção primária com os preços de mercado dos materiais intermediários brutos e com as respectivas sucatas. As estimativas do custo dos insumos da produção primária situam-se entre esse dois preços. Por um lado, esse custo de insumos deveria estar abaixo do preço de mercado, uma vez que é parte constituinte deste. O preço de mercado deveria ser a soma desse custo com os custos de outros insumos, a mão de obra e o *mark-up* das indústrias. Por outro, espera-se que esse custo seja superior<sup>9</sup> ao preço das sucatas porque, do contrário, a reciclagem não seria economicamente viável. A única exceção foi o custo da produção primária do alumínio; o valor encontrado foi superior ao respectivo preço do material porque, como opção metodológica, utilizou-se o preço médio nacional da eletricidade industrial, que é superior ao preço pago pelas empresas fabricantes de alumínio.

TABELA 3  
Custos dos insumos para produção primária, preços de produtos e preços de sucata

Materiais	Custos da produção primária (R\$/t)	Preços de mercado dos materiais (R\$/t)	Preços das sucatas de material reciclagem (R\$/t)
Aço	552	932	423
Alumínio	6.162	4.725	3.447
Celulose	687	879	356
Plástico	1.790	2.186-3.516	440-750
Vidro	263	1.036	142

Fontes: IBGE (2007b), Cempre (2007) e anexo 1.

### 2.1.3 Benefícios ambientais

Nesta subseção são apresentados valores dos benefícios ambientais associados com a reciclagem. Estes valores, porém, devem ser entendidos como valor mínimo, já que foram adotadas perspectivas conservadoras em seus cálculos. Ao mesmo tempo, a falta de dados consistentes que pudessem ser aplicados a todos os materiais impediu a valoração de muitos aspectos ambientais, tais como poluição atmosférica local, poluição hídrica ou geração de resíduos sólidos industriais. Ou seja, a análise foi limitada pela disponibilidade de dados específicos para cada tipo de material. Dessa forma, mais ainda do que no caso dos custos econômicos, as comparações entre materiais devem ser evitadas. Além disso, custos ambientais decorrentes do transporte de materiais, como emissões de gases de efeito estufa, não foram incluídos devido à dificuldade de se fazer o balanço entre a diferença do transporte dos insumos para a produção a partir de matéria-prima virgem e a partir de material secundário.

9. Para o cálculo dos benefícios econômicos da reciclagem, buscou-se utilizar o preço médio nacional da eletricidade industrial como medida do custo de oportunidade para a sociedade. Em outras palavras, se aquela quantidade de energia não estivesse sendo utilizada para produzir alumínio, por exemplo, ela poderia ser apropriada para a produção de outros bens industriais.

### 2.1.3.1 Benefícios associados à redução do consumo de energia

Um aspecto comum a praticamente todos os materiais estudados é que suas produções a partir de matérias-primas virgens são intensivas em energia. Assim, a reciclagem, ao diminuir a necessidade desse tipo de insumo, pode proporcionar substancial economia de energia para a sociedade. Dado que todas as formas de geração de energia produzem algum tipo de dano ambiental, pode-se estimar, por meio de métodos de valoração ambiental, qual seria o valor dos danos causados ao meio ambiente pela produção de energia para a produção de uma tonelada de cada material a partir de matérias-primas virgens ou de sucata. Assim, uma vez que a reciclagem pode evitar esses custos – a diferença de gasto de energia entre produção primária e reciclagem –, tentaremos aqui estimar a economia, em termos monetários, mas baseados na proteção do meio ambiente, derivada da menor produção de energia possibilitada pela reciclagem dos materiais estudados.

A metodologia utilizada para tal foi a de estimar os custos ambientais associados à geração de energia para a produção a partir de matérias-primas virgens e subtrair desta os custos ambientais associados à geração de energia para a reciclagem. O resultado é o que chamamos de benefício líquido da reciclagem em termos de economia de energia. Esse cálculo foi feito a partir de uma pesquisa bibliográfica com foco em pesquisas que avaliassem os custos ambientais de cada uma das principais formas de geração de energia no Brasil.

Uma vez que o tema “valoração ambiental” é relativamente novo e ainda não possui base conceitual amplamente aceita, optou-se por focar a análise em apenas alguns aspectos do meio ambiente que são afetados mais diretamente pelos empreendimentos geradores de energia. Dadas essas limitações metodológicas e a pequena quantidade de estudos disponíveis sobre o tema, optou-se também pelo foco em apenas algumas formas de geração de energia e por usá-las como aproximação para as demais formas. Pelo exposto, os resultados apresentados nesta subseção devem ser utilizados com cautela e entendidos como cálculo conservador dos custos ambientais trazidos pela geração de energia utilizada pelas indústrias.

Os textos em que se baseiam nossas análises utilizam-se de diversas metodologias de valoração ambiental, métodos diretos e indiretos, entre os quais os da produtividade marginal, custos de reposição/restauração, função dose – resposta, preços hedônicos e custos de viagem, entre outros (REIS, 2001; SINISGALLI, 2005). Para cada fonte de geração de energia e, mais especificamente, para cada tipo de problema ambiental associado, algumas metodologias se mostram mais apropriadas do que outras.

O cálculo de custos ambientais de hidrelétricas baseou-se em Sinisgalli (2005). Esse estudo faz ampla revisão de diversos estudos que tentam valorar diversos aspectos ambientais afetados, ou potencialmente afetados, pela instalação de hidrelétricas em cada um dos maiores biomas brasileiros. Na tabela 4 são apresentados os principais métodos de valoração específicos utilizados nos estudos que deram base a nossas análises para hidrelétricas.

Para as termoelétricas, os cálculos foram feitos com base em Reis (2001). Esse estudo valora os danos ambientais de termoelétricas, com foco nas emissões de gases de efeito estufa e danos causados à saúde dos homens associados ao funcionamento de termoelétricas.<sup>10</sup>

Para alguns processos produtivos, como no caso dos plásticos principalmente, é difícil separar as emissões de GEEs advindas da geração de energia daquelas provenientes do processo produtivo em si. Desse fato, derivam-se duas opções metodológicas importantes: a primeira delas, também devido à falta de literatura especializada, foi excluir da contabilidade de custos ambientais a geração de energia a partir de algumas fontes – petróleo e lixívia, respectivamente, para plástico e papel.<sup>11</sup> Uma segunda opção foi excluir dessa subseção os valores associados à emissão de GEEs. Esses valores serão analisados em seção específica. Assim, os aspectos ambientais que foram levados em consideração para a valoração das economias ambientais derivadas da economia de energia pela reciclagem foram os seguintes:

- perda de recursos madeireiros;
- perda de recursos não madeireiros;
- danos ao ciclo hidrológico;
- perda de biodiversidade;
- perda de potencial de desenvolvimento de novas drogas;

10. Não usaremos seus cálculos para emissão de GEEs.

11. A contabilidade dos impactos das emissões dessas fontes dar-se-á, no âmbito deste estudo, apenas em termos de emissões de GEEs e em seção específica.



- impactos sobre a saúde ocupacional;<sup>12</sup> e
- danos à saúde humana de emissões atmosféricas.<sup>13</sup>

TABELA 4  
Metodologias de valoração ambiental por tipo de dano para hidrelétricas

Tipo de dano	Abrangência	Método
Benefícios privados locais		
Perda de produtos extrativos madeireiros e não madeireiros	Área inundada	Produtividade marginal
Benefícios públicos locais		
Aumento da erosão do solo	Entorno do reservatório	Produtividade marginal
Redução da disponibilidade de recursos minerais	Área inundada e entorno	Receita líquida
Benefícios globais		
Perda do potencial de desenvolvimento de novas drogas – plantas medicinais	Área inundada	Participação nas vendas líquidas de produtos farmacêuticos ( <i>royalties</i> )
Perda da biodiversidade	Área inundada	Valoração contingente
Aumento da emissão de carbono	Área inundada	Custo de oportunidade

Fonte: Tolmasquim (2000) *apud* Sinisgalli (2005).

A partir da análise desses aspectos, tendo em vista as escolhas metodológicas acima citadas, com base na literatura, calcularam-se os custos ambientais associados à geração de energia para a produção baseada em matérias-primas virgens e em sucata, separadamente, por modalidade de geração da energia consumida.

Então, com base nos coeficientes de produção a partir de matérias-primas virgens e a partir de material secundário, apresentados no anexo 1, que incluem a fonte e a quantidade de energia utilizada para a produção de uma tonelada de cada material, estimamos o custo ambiental associado à geração de energia para cada uma das modalidades de produção. A diferença entre esses custos é usada como aproximação para o que chamamos de benefício ambiental da reciclagem derivado da economia de energia. A tabela 5 resume os resultados das economias ambientais ligadas à economia da geração de energia pela reciclagem de uma tonelada dos diferentes materiais.

TABELA 5  
Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia<sup>1</sup>

Materiais	Custos ambientais associados à geração de energia para produção primária (R\$/t)	Custos ambientais associados à geração de energia para reciclagem (R\$/t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	34,18	7,81	26,37
Alumínio	176,78	7,92	168,86
Celulose	11,98	2,26	9,72
Plástico	6,56	1,40	5,16
Vidro	23,99	20,81	3,18

Fontes: Sinisgalli (2005), Reis (2001), Brasil (2008b) e Banco Central do Brasil (Bacen) (2010).  
Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Não estão computados aqui custos ambientais associados à lixívia para o papel e ao petróleo para o plástico. Essa contabilização se encontra feita apenas em termos de emissões de GEEs, em seção específica a esse respeito.

### 2.1.3.2 Benefícios associados à redução da emissão de GEEs

Os GEEs foram valorados pelo preço de mercado da permissão de emissões para uma tonelada de carbono no esquema europeu de comércio de emissões, o European Union Emission Trading System (EU ETS). Tal sistema comercializa “créditos de carbono” obtidos segundo as normas do Protocolo de Quioto. Este mercado reflete com maior fidelidade a possibilidade de obtenção de recursos no Brasil pela redução dessas emissões, por ser o propulsor do chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que possibilita a geração dos “créditos de carbono” no Brasil pelas normas estabelecidas no âmbito do Protocolo de Quioto – as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs). O valor médio das estimativas do preço da tonelada evitada de CO<sub>2</sub> – ou de outros GEEs calculados em equivalentes de toneladas de CO<sub>2</sub>, segundo seu potencial de aquecimento global – foi de € 15,4, equivalente a R\$ 33,42.<sup>14</sup>

12. Somente para termoeletricitricas.

13. Somente para termoeletricitricas.

14. Foi utilizada a cotação €/real média de janeiro/fevereiro de 2010, deflacionado para 2007 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

TABELA 6  
Estimativa de preços de créditos de carbono para 2010

Analista	Preços (€/t CO <sub>2e</sub> )
BarCap	14,3
Coer2 Commodities	18,0
Daiwa	13,3
Deutsche Bank	15,0
Nomisma Energia	14,2
Point Carbon	18,0
Sagacarbon	15,5
SocGen/Orbeo	16,1
UniCredit	14,6
Média	15,4

Fonte: Chestney e Szabo (2010).

Quando as emissões são decorrentes de energia elétrica, utilizou-se o fator de emissão do sistema interligado nacional. O fator utilizado foi 0,034 t CO<sub>2</sub>/MWh, que corresponde à média dos valores mensais divulgados de três anos até novembro de 2009<sup>15</sup> (BRASIL, 2009b). O cálculo das emissões de cada material foi feito da seguinte forma:

- **Aço:** as emissões de GEEs para a produção de aço a partir de matéria-prima virgem foram calculadas considerando os valores indicados pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) para fornos a oxigênio. As emissões da reciclagem contabilizaram as emissões médias da rede elétrica brasileira.
- **Alumínio:** devido ao uso de per-flúor-carbonos (PFCs) como catalisador, há grande emissão de GEEs considerados os valores em equivalentes de CO<sub>2</sub>. Como não há estas emissões na produção de objetos de alumínio a partir de sucata de alumínio, há considerável economia de emissões. O valor de emissões foi obtido com a pressuposição de que a melhor tecnologia possível esteja sendo empregada, uma vez que os coeficientes utilizados são de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) após sua implementação.
- **Celulose:** as emissões da produção da celulose a partir de matéria-prima virgem foram estimadas, considerando as contribuições das fontes utilizadas pelo setor de papel e celulose declarada no balanço energético nacional (BRASIL, 2008b). Para as emissões da reciclagem, porém, foi considerada apenas a quantidade emitida pelo sistema interligado.
- **Plástico:** foi encontrada grande dificuldade em se calcular um valor para a geração das emissões ligadas ao plástico. Por esse motivo, elas foram estimadas considerando-se as emissões da produção de PET, conforme calculado por Fabi (2004). As emissões geradas pela reciclagem foram estimadas proporcionalmente à redução do consumo de energia, conforme indicado na literatura (CALDERONI, 1999).
- **Vidro:** as emissões da produção de vidro a partir de matéria-prima virgem foram calculadas com base nos dados fornecidos pelo MME (BRASIL, 2008d). Para a produção a partir de caco de vidro, considerou-se apenas o consumo energético – 35% inferior aquele relativo à produção a partir da matéria-prima virgem –, uma vez que não há emissões de materiais carbonados.

A tabela 7 resume as emissões a partir de matérias-primas virgens e de material reciclável e o benefício gerado por tipo de material.

TABELA 7  
Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEEs

Materiais	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para produção primária (t CO <sub>2e</sub> /t)	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para reciclagem (t CO <sub>2e</sub> /t)	Benefício líquido da reciclagem (t CO <sub>2e</sub> /t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	1,46	0,02	1,44	48,12
Alumínio	5,10	0,02	5,08	169,77
Celulose	0,28	0,01	0,27	9,02
Plástico	1,94	0,41	1,53	51,13
Vidro	0,60	0,35	0,25	8,36

Fonte: Ver anexo 2.

15. Último valor disponível no *site* do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), que divulga estes fatores.

### 2.1.3.3 Benefícios associados à redução do consumo de água

Para o cálculo do valor ambiental da água, foi adotada a metodologia utilizada pelo Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Esta escolha deveu-se, principalmente, por esta ser uma das experiências de cobrança pelo uso da água mais consolidadas do país. Isto se deve, entre outras coisas, ao fato de ter sido a primeira experiência em um rio federal, envolvendo atores de três estados. Além disso, como existe intensa presença de indústria na bacia do Paraíba do Sul, este sistema foi profundamente discutido com representantes do setor industrial.

A proposta do CEIVAP constitui-se de três componentes, sendo eles: o volume captado, o volume consumido e o volume de efluentes despejados no rio. Estes valores são calculados de acordo com a seguinte fórmula (CEIVAP, 2001):

$$C = (Q_{cap} \times K_0 \times PPU) + (Q_{cap} \times K_1 \times PPU) + [Q_{cap} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times PPU]$$

Em que:

$C$  = valor a ser cobrado;

$Q_{cap}$  = quantidade captada;

$K_0$  = multiplicador de preço unitário – definido pelo CEIVAP para o setor industrial como 0,4;

$K_1$  = relação entre volume consumido e volume captado;

$K_2$  = relação entre volume de efluentes tratados e volume total de efluentes gerados;

$K_3$  = nível de eficiência de remoção de DBO; e

PPU = preço público unitário – definido pelo CEIVAP para o setor industrial como R\$ 0,02/m<sup>3</sup>.

Devido à insuficiência dos dados, não foi possível calcular os valores referentes ao consumo de água ou aos efluentes, sendo obtidos somente os valores de captação, conforme apresentado na tabela 8.

TABELA 8  
Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de água

Materiais	Quantidade de água captada para a produção primária (m <sup>3</sup> /t)	Benefício ambiental associado à redução do consumo de água (R\$/t)
Aço	13,4	0,11
Alumínio	31,2	0,25
Celulose	40,5	0,32
Plástico	1,95	0,02
Vidro	1,0	0,01

Fontes: Aracruz (2008), IBS (2008), Brasil (2008c, 2008d) e Valt (2004).

Conforme indicado na tabela 8, os valores ambientais associados ao consumo da água para produção a partir de matéria-prima são bastante baixos. Ao se tentar estimar os respectivos custos associados à reciclagem, estes se mostraram insignificantes e, por isso, não foram incluídos no cálculo trabalho.

### 2.1.3.4 Benefícios associados à preservação da biodiversidade e de recursos não madeireiros

Outra possível economia gerada pela reciclagem diz respeito à proteção da biodiversidade e ao uso de recursos não madeireiros. Principalmente no caso da produção de aço e papel a partir de matérias-primas virgens, verifica-se intensiva e extensa utilização de áreas de florestas plantadas como fonte de matéria-prima. A reciclagem desses dois materiais pode possibilitar menor área de florestas homogêneas plantadas com espécies exóticas, o que viabiliza a existência de florestas nativas e, com isso, maior proteção da biodiversidade, assim como a exploração de recursos não madeireiros de maneira sustentável. Nos casos de alumínio, plástico e vidro, esse tipo de problema ambiental acontece em menor escala, uma vez que a extração de matéria-prima se dá mais concentrada no espaço.

As estimativas aqui apresentadas se baseiam em uma série de estudos sobre o valor da biodiversidade e da exploração de produtos não madeireiros compilada por Sinisgalli (2005). A tabela 9 apresenta os valores estimados dos benefícios ambientais geradas a partir da reciclagem de uma tonelada de aço e papel. Para esse cálculo, não há custos ambientais associados à reciclagem, uma vez que nenhuma área de extração de madeira é necessária.

**TABELA 9**  
**Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para monocultura de árvores – eucalipto**

	Área de monocultura de árvores necessária para a produção primária (ha. ano/t)	Custos ambientais associados à perda de biodiversidade (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à perda de produtos não madeireiros (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à instalação da monocultura de eucalipto (R\$/ha. ano)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	0,001	35,76	353,45	389,21	0,47
Papel	0,014	35,76	353,45	389,21	5,38

Fontes: Sinisgalli (2005), Foelkel (2008) e Bacen (2010).

Elaboração dos autores.

Obs.: Os custos ambientais associados à biodiversidade devem-se às perdas de usos indiretos, tais como polinização, controle de pragas e equilíbrio das cadeias tróficas.

### 2.1.3.5 Resumo dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem

A partir das diferentes estimativas feitas para os vários impactos das atividades produtivas e da reciclagem, calculou-se o benefício ambiental total gerado pela reciclagem, conforme apresentado na tabela 10.

**TABELA 10**  
**Estimativa dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem**

Materiais	Geração de energia (R\$/t)	Emissões de GEEs (R\$/t)	Consumo de água (R\$/t)	Biodiversidade (R\$/t)	Total (R\$/t)
Aço	26	48	< 1	< 1	<b>74</b>
Alumínio	169	170	< 1	–	<b>339</b>
Celulose	10	9	< 1	5	<b>24</b>
Plástico	5	51	< 1	–	<b>56</b>
Vidro	3	8	< 1	–	<b>11</b>

Fontes: Ver anexo 1.

Os resultados mostram que, para todos os materiais estudados, os maiores benefícios ambientais viriam da economia de energia e de emissões de GEEs. É necessário lembrar, entretanto, que nos dados de geração de energia, diversos fatores foram levados em consideração, conservação da biodiversidade, controle de erosão etc. Outros aspectos ambientais – como poluição atmosférica e hídrica locais, saúde dos trabalhadores – ainda foram deixados de lado por falta de dados e metodologias disponíveis. Assim, esse exercício deve ser interpretado como valor mínimo de cálculo de benefícios ambientais da reciclagem e não como trabalho exaustivo. Ainda nesse sentido, a comparação entre materiais deve ser feita com cautela, uma vez que limitações distintas foram encontradas para cada um deles.

A interpretação dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem é a de que, em termos ambientais, a reciclagem de uma tonelada de cada um dos materiais, ao evitar a produção de uma tonelada do material a partir de matérias-primas virgens, reduziria, pelo respectivo valor, os danos causados ao meio ambiente. Em outras palavras, ao reciclar, a sociedade se beneficiaria por ter um meio ambiente mais limpo, e o valor que se atribui ao bem-estar produzido por isso está refletido nessas estimativas. É evidente que há de se reconhecer as limitações desses exercícios de valoração – eles são aqui interpretados como valores mínimos indicativos. Entretanto, há de se reconhecer também que os danos causados ao meio ambiente provocam perdas de bem-estar também à sociedade, e é necessário tentar estimá-los para que essas perdas sejam incorporadas ao sistema de preços relativos, a fim de que se criem incentivos à conservação dos recursos naturais.

## 2.2 Os benefícios associados à gestão de resíduos sólidos urbanos

Com relação aos benefícios ligados à gestão de resíduos sólidos urbanos, foram feitas análises do ponto de vista da coleta e da disposição final dos resíduos. O estudo ligado à coleta compara os custos da coleta regular<sup>16</sup> e os custos da criação ou expansão dos sistemas de coleta seletiva. Já o estudo da disposição final apresenta os custos evitados da instalação e operação dos aterros sanitários.

### 2.1.2 Benefícios associados à coleta de resíduos

O debate sobre os custos de coleta de resíduos nesta subseção parte da comparação entre os custos da coleta regular e os custos da coleta seletiva. Entretanto, a estimativa dos custos evitados e gerados por tais atividades depende do desenho dos possíveis cenários, que são discutidos após a apresentação dos dados.

16. O termo “coleta regular” é utilizado para fazer referência à coleta tradicional de resíduos, na qual todos os resíduos urbanos – recicláveis ou não – são coletados de forma conjunta. O termo “coleta seletiva” refere-se à coleta segregada apenas dos materiais que deverão ser encaminhados para a reciclagem.

A coleta regular de resíduos, na maior parte dos municípios, é feita – parcial ou integralmente – pela própria administração municipal ou por empresas terceirizadas. Os dados apresentados na tabela 11 foram obtidos a partir de amostra de 204 municípios que responderam à pergunta sobre custo de coleta<sup>17</sup> da edição de 2007 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, pesquisa organizada pelo Ministério das Cidades (2009).

TABELA 11  
Estimativa dos custos da coleta regular

Número de municípios	204
Despesa com coleta (R\$/ano)	1.867.930.246,89
Quantidade coletada (t/ano)	23.280.607,21
Custo médio da coleta regular (R\$/t)	80,24

Fonte: Brasil (2009a).

Apesar de apresentar importantes dados sobre a coleta coletiva em diferentes municípios, o SNIS não trata da questão de custos. Por esse motivo, estas informações foram obtidas pela pesquisa Ciclossoft, realizada pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2008). Esta pesquisa é realizada a cada dois anos, porém tem caráter muito mais restrito. Os dados referem-se a um grupo de 19 municípios, dos quais apenas 12 responderam à pergunta sobre custo da coleta, cujos dados são apresentados na tabela 12.

TABELA 12  
Estimativa dos custos da coleta seletiva

Número de municípios	12
Despesa com coleta (R\$/ano)	22.988.418,91
Quantidade coletada (t/ano)	106.632,00
Custo médio da coleta seletiva (R\$/t) <sup>1</sup>	215,59

Fonte: Cempre (2008).

Nota: <sup>1</sup> Segundo os dados apresentados no site do Cempre, o valor médio da coleta seletiva no Brasil seria de US\$ 221 – ou R\$ 375,00, utilizando a taxa cambial indicada pela instituição. A diferença se deve ao fato de o Cempre calcular a média dos custos médios das cidades, enquanto neste trabalho optou-se por calcular a média a partir dos valores totais.

Assim, a confrontação entre esses valores deve ser feita de forma cuidadosa. Os dados do Cempre consideram municípios que realizam coleta seletiva por meio da coleta porta a porta, Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) e em parceria com cooperativas de catadores de material reciclável; porém, não permitem associar os custos da coleta seletiva às formas específicas de coleta.

Dependendo da forma de coleta seletiva, os custos podem variar bastante. De forma geral, pode-se assumir que os sistemas porta a porta feitos por pessoal da prefeitura ou por terceirizadas apresentam custo mais alto do que os PEVs, elevando consideravelmente os custos médios de operação.

Com respeito aos catadores, os custos variam bastante, de acordo com o grau de institucionalização das cooperativas e do apoio dado pelas prefeituras. Existem alguns casos em que as cooperativas atuam independentemente das prefeituras, o que significa custo zero de coleta seletiva para a administração municipal. Em outras situações, as prefeituras oferecem alguma infraestrutura ou apoio gerencial – galpões, custeio de despesas das cooperativas com água, luz, combustível, técnicos administrativos do quadro –, tendo custos variáveis, mas dificilmente contabilizados. Após a aprovação da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), as prefeituras foram autorizadas a contratar, independentemente de licitação, cooperativas de catadores para realizar coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos recicláveis. Ainda existem poucas experiências nesse campo, e não há clareza sobre qual valor será adotado em tais contratos, embora seja possível que as cooperativas recebam valores próximos àqueles pagos pelas prefeituras às empreiteiras pela coleta regular.

Dada essa situação, apresentam-se na tabela 13 três cenários distintos para os custos gerados pela coleta seletiva, que poderiam variar da economia de R\$ 80,00 até o gasto adicional de R\$ 136,00. Ainda seria possível vislumbrar um quarto cenário, no qual as cooperativas receberiam algum apoio da prefeitura; porém, assume-se que, na média, esse valor dificilmente ultrapassaria o valor médio da coleta seletiva já identificado. Para a realização desse relatório, optou-se por adotar a postura mais conservadora possível, assumindo-se o terceiro cenário apresentado, em que os custos da coleta seletiva seriam superiores aos custos da coleta regular.

17. Os dados do SNIS não mencionam os custos de transbordo, o que sugere que os custos levantados apenas fazem referência às despesas relativas à coleta de resíduos sólidos.

**TABELA 13**  
**Possíveis cenários para estimativas dos benefícios e custos gerados pela coleta seletiva**

Cenários	Custo da coleta seletiva (A) (R\$/t)	Custo da coleta regular (B) (R\$/t)	Benefício (custo) líquido da coleta seletiva (B - A) (R\$/t)
Coleta realizada por catadores sem apoio da prefeitura	0	80	80
Coleta realizada por catadores remunerados de acordo com pagamento da coleta regular	80	80	0
Coleta realizada com remuneração similar aos custos atuais	216	80	(136)

Fonte: Ver anexo 1.  
 Elaboração dos autores.

### 2.2.2 Benefícios associados à disposição final de resíduos

Diferentemente do debate sobre custos de coleta regular e coleta seletiva, os benefícios gerados pela reciclagem com relação à disposição final são mais simples de identificar. Para isto, pode-se partir do princípio de que resíduos que são encaminhados para a reciclagem não vão para as unidades de disposição final, gerando economia total destes gastos.<sup>18</sup>

Estas unidades podem ser lixões, aterros controlados ou aterros sanitários, cada uma com um impacto ambiental diferente. A maioria dos resíduos sólidos dispostos no país ainda é encaminhada para lixões ou aterros controlados. Estas formas de disposição predominam devido ao menor custo de implantação e operação. Entretanto, essa “economia” por parte das prefeituras é transformada em externalidades negativas na forma de contaminação do solo, poluição hídrica e emissões atmosféricas.

De forma a tentar incluir tanto os benefícios econômicos quanto os ambientais da reciclagem, aqui se considera o aterro sanitário como a forma de disposição padrão, que deveria ser implantada em todo o país. Sendo a economia gerada pela reciclagem equivalente ao custo de instalação e operação desse tipo de aterro.

Segundo dados do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009a), o valor médio contratual de aterramento em 2007 para amostra de 30 municípios era de R\$ 22,64 por tonelada, sendo esse valor assumido como o benefício gerado pela reciclagem com relação à disposição final de resíduos sólidos.

### 2.3 Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais da reciclagem

Ao longo da seção 2, buscou-se, a partir de diferentes perspectivas, calcular os benefícios gerados pela reciclagem de diferentes materiais. Conforme mencionado anteriormente, esses benefícios foram calculados como a diferença entre os custos da produção primária e os custos a partir de matéria-prima secundária. Somam-se a essa diferença os benefícios associados à gestão de resíduos sólidos urbanos, calculados pela diferença entre os custos de coleta regular – disposição final e os custos de coleta seletiva. A estimativa desses benefícios é resumida na tabela 14.

**TABELA 14**  
**Estimativa dos benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem**

Materiais	Benefícios relacionados ao processo produtivo (R\$/t)		Benefícios (custos) associados à gestão de resíduos sólidos (R\$/t)		Benefício total (R\$/t)
	Benefícios econômicos	Benefícios ambientais	Coleta	Disposição final	
Aço	127	74	(136)	23	<b>88</b>
Alumínio	2.715	339	(136)	23	<b>2.941</b>
Celulose	330	24	(136)	23	<b>241</b>
Plástico	1.164	56	(136)	23	<b>1.107</b>
Vidro	120	11	(136)	23	<b>18</b>

Fonte: Ver anexo 1.  
 Elaboração dos autores.

18. Cabe notar que os impactos ambientais dos materiais recicláveis em aterros sanitários e lixões, com algumas exceções, são muito baixos, uma vez que esses materiais não geram chorume e têm baixo potencial de emissões atmosféricas e de contaminação do solo. O papel é a principal exceção nesse caso, devido à emissão de metano durante o processo de decomposição. Logo, os custos ambientais relacionados à disposição de resíduos sólidos urbanos não foram explicitados nesse estudo.

### 3 PANORAMA DA GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NO BRASIL

Para se calcular, em visão agregada, os benefícios atuais e potenciais gerados pelas atividades recicladoras para a sociedade, é necessário analisar as quantidades de materiais potencialmente recicláveis que são consumidos pela sociedade, assim como a atual destinação dos resíduos pós-consumo. Nesse item, apresenta-se um exercício de compatibilizar diversas bases de dados para se chegar a uma estimativa, por material, dos seguintes dados:

- coleta regular de resíduos sólidos urbanos e de coleta seletiva;
- destinação atual dos resíduos sólidos urbanos – lixões, aterros, reciclagem etc.;
- consumo aparente de materiais recicláveis por material; e
- potencial de reciclagem de resíduos sólidos urbanos por material.

Por um lado, é necessário salientar que, uma vez que a análise é feita a partir de diversas bases de dados diferentes, a precisão destes pode ser comprometida em alguns casos. Por outro lado, uma vez que esse exercício é inovador, pode-se considerar que é um avanço em relação às análises existentes. Mais do que números precisos, interessa-nos aqui chegar a ordens de grandeza que ajudem na formulação de aspectos gerais para subsidiar decisões em políticas públicas.

As estimativas de coleta e destinação de resíduos sólidos urbanos foram baseadas nos dados do SNIS (BRASIL, 2009a) e nos dados fornecidos pela Abrelpe (2006, 2007, 2008) em seus informes anuais sobre resíduos sólidos no Brasil. Devido ao diferente agrupamento de municípios nos relatórios utilizados, foi necessário criar nova divisão de tamanhos de municípios para possibilitar que dados de ambas as publicações fossem comparados.

#### 3.1 Coleta de resíduos sólidos urbanos e coleta seletiva

Primeiramente, estimou-se o total de resíduos sólidos urbanos coletados por tamanho de município.<sup>19</sup> Nesse contexto, os RSUs incluem resíduos domiciliares (RDOs) e resíduos públicos urbanos (RPU). As análises a seguir baseiam-se em dados primários do SNIS (BRASIL, 2009a).<sup>20</sup>

Além dos ajustes gerais já mencionados, foi necessário refazer a expansão dos dados do SNIS para o universo da população urbana dos municípios em questão. A partir dos dados médios de RSU coletados por habitante e das populações, calculou-se, por faixa de município, os totais de RSUs coletados para cada faixa. Na tabela 15, apresenta-se tanto a quantidades de RSUs coletadas *per capita* quanto o total coletado por tipo de município.

Em linha com o esperado, a coleta de RSUs é maior, em termos *per capita*, nos maiores municípios – aqueles geralmente mais ricos e também com sistemas de coleta mais organizados. Em termos de coleta absoluta, os três grupos apresentam participações similares.

TABELA 15  
Coleta de resíduos sólidos urbanos por tamanho do município

Municípios	População urbana (mil hab.)	Coleta <i>per capita</i> (kg/hab./dia)	Coleta total (t/ano)
Grandes	37.631	1,15	15.759.364
Médios	57.280	0,84	17.555.946
Pequenos	58.125	0,74	15.715.370
<b>Total/média</b>	<b>153.036</b>	<b>0,88</b>	<b>49.030.680</b>

Fonte: Brasil (2009a).

O SNIS traz também dados sobre coleta seletiva nos municípios analisados. Entretanto, alguns de seus dados trazem informações que contrariam o senso comum. O volume de coleta seletiva *per capita* para os municípios menores é, em geral, muito maior do que para os municípios maiores.<sup>21</sup> O senso comum de especialistas na área aponta que cidades maiores têm, em geral, maior nível de organização da coleta de resíduos, maior nível de consciência sobre a coleta seletiva, maior nível de consumo de materiais recicláveis e, portanto, espera-se que o peso *per capita* de coleta seletiva seja maior nesses municípios.

19. Os municípios foram agregados, de acordo com suas populações, da seguinte forma: pequenos – população menor do que 100 mil habitantes; médios – população entre 100 mil e 1 milhão de habitantes; grandes – população maior do que 1 milhão de habitantes.

20. É importante lembrar que a amostra utilizada pelo SNIS é mais significativa para os municípios maiores do que para os menores.

21. O SNIS não faz um levantamento da abrangência da coleta seletiva em cada um dos municípios da amostra; ou seja, municípios que têm coleta seletiva em 10% de seus domicílios e outros que têm em 90% de seus domicílios são tratados conjuntamente. Além disso, não leva em conta aquilo que é recolhido nas ruas e revendido diretamente a atravessadores ou empresas recicladoras.

Uma hipótese para a explicação dos dados do SNIS é que há um viés de seleção nas respostas dos municípios pequenos. Como a resposta ao formulário enviado pela pesquisa é voluntária e depende do nível de organização das prefeituras consultadas, imagina-se que somente as prefeituras mais organizadas respondam aos questionários. As prefeituras que têm menor nível de organização e conhecimento sobre sua gestão de resíduos sólidos e, logo, menor chance de ter coleta seletiva, tendem a apresentar menor nível de resposta aos formulários e logo estariam sub-representadas na amostra. Outra hipótese é a de que, em cidades maiores há mais catadores independentes que fazem coleta de materiais de forma paralela àquela organizada pela prefeitura. Dessa forma, aquilo que eles coletam e vendem fica de fora das estatísticas municipais.

Sendo assim, optou-se por se utilizar a média nacional de peso de materiais recicláveis *per capita* para todas as faixas de municípios para estimar o total de materiais recicláveis coletados seletivamente por meio da organização das prefeituras. Esse cálculo indica uma coleta seletiva de 0,02 kg/habitante/dia, ou 1,2 milhão de toneladas de RSUs coletados seletivamente por ano para o conjunto de municípios brasileiros. Se isso for comparado com a coleta regular de RSU apresentada anteriormente (49 milhões toneladas/ano), pode-se notar que a coleta seletiva no país ainda é muito incipiente, representando apenas 2,4% da coleta regular. A tabela 16 resume esses resultados.

TABELA 16  
Coleta regular e seletiva de resíduos sólidos urbanos

	Coleta regular	Coleta seletiva	Coleta total
Valores absolutos (t/ano)	49.030.679,8	1.217.875,5	50.248.555,3
Participação relativa (%)	97,6	2,4	100

Fontes: Abrelpe (2007) e Brasil (2009a).

Como será visto a seguir, quando consideramos apenas os RSUs recicláveis, a coleta seletiva cresce em importância, representando cerca de 8% do RSU reciclável coletado, o que ainda é aquém do desejável.

### 3.2 Destinação atual dos resíduos sólidos urbanos – lixões, aterros etc.

Para os cálculos da destinação dos RSUs, foram utilizados dados do SNIS (BRASIL, 2009a) e da Abrelpe (2007). Os percentuais de destinação dos RSUs a cada tipo de destinação possível (aterro sanitário, aterro controlado e lixões), por tipo de município são apresentados na tabela 17. Para os cálculos dos totais de RSUs destinados a cada uma dessas modalidades, multiplicaram-se os totais coletados acima, apresentados pela distribuição percentual apresentada abaixo.<sup>22</sup> Nota-se que a grande parte dos RSUs ainda tem destinação ambientalmente inadequada (aterros controlados e lixões) e que a participação dessa modalidade de destinação aumenta conforme diminui o tamanho dos municípios.

TABELA 17  
Destinação dos resíduos sólidos urbanos por tamanho do município  
(Em %)

Municípios	Lixão e vazadouro	Aterro controlado	Aterro sanitário
Grandes	2,1	14,7	83,2
Médios	19,6	24,2	56,2
Pequenos	55,5	19,4	25,1
Média	25,5	19,6	54,9

Fontes: Abrelpe (2007) e Brasil (2009a).

### 3.3 Consumo aparente de materiais recicláveis e gravimetria dos resíduos coletados

Não foram encontrados muitos estudos que tentassem estimar a quantidade, por tipo de materiais recicláveis, que são coletados e enviados a aterros e lixões. Todo esse material que, muitas vezes, é enterrado com os resíduos orgânicos poderia, caso houvesse coleta e disposição adequadas, ser reaproveitado ou reciclado. O exercício desta seção é justamente fazer estimativa para esse potencial.

Partiu-se de quantificação do que é produzido e consumido de produtos com materiais potencialmente recicláveis. Uma vez que em uma economia aberta como a brasileira o volume de importações e exportações não é

22. Os resultados dessa análise serão apresentados em seção a seguir.



desprezível, o conceito relevante para nós é o de consumo aparente. O consumo aparente de um produto pode ser representado pela seguinte equação:

$$CA = P + I - X$$

Em que:

$CA$  = consumo aparente;

$P$  = produção interna;

$I$  = importação; e

$X$  = exportação.

O consumo aparente representa o que é consumido de um produto em um determinado período; no presente caso considerou-se um ano.<sup>23</sup> O consumo aparente de cada material representa o máximo potencialmente reciclável se for assumido que todos os resíduos jogados no lixo foram todos produzidos naquele ano. Assumir que são coletados apenas materiais produzidos no mesmo ano de análise da gravimetria é pressuposto muito forte. Sabe-se que isso não é verdade, uma vez que há produtos, como os automóveis e os eletrodomésticos, cuja vida útil é maior do que um ano. Se, por um lado, temos nos aterros resíduos que foram fabricados em anos anteriores, por outro, produtos produzidos em determinado ano também virarão resíduos apenas no futuro. Uma vez que não foi possível conseguir dados específicos para calcular o ciclo de uso – obsolescência para todos os materiais, optou-se por esse pressuposto, até porque esse número representaria apenas um limite superior de reciclagem possível. O consumo aparente de cada um dos materiais foi calculado com base em dados das associações de classe dos setores,<sup>24</sup> divulgados pela Abrelpe (2008) e pelo MME (BRASIL, 2008c), no caso do aço.

O próximo passo para se estimar o total de materiais potencialmente recicláveis foi estimar quanto de material potencialmente reciclável foi coletado e não recebeu a devida destinação – o reuso ou a reciclagem. Do ponto de vista da reciclagem, mesmo a destinação “aterros sanitários” é considerada inadequada, uma vez que, caso materiais recicláveis sejam enviados para esse destino sem passar por triagem, estes serão enterrados com resíduos orgânicos, impossibilitando sua reciclagem. Assim, estima-se aqui quanto de cada um dos materiais analisados coletados nos sistemas tradicionais de coleta é destinado indevidamente para aterros e lixões por ano. Para efetuar esse cálculo, partiu-se de diversos estudos sobre a gravimetria dos resíduos coletados pelos sistemas de coleta.<sup>25</sup> Esses estudos se baseiam tipicamente na análise e pesagem de amostras do material que chega aos aterros e lixões. Uma vez que todos os estudos disponíveis são amostrais e que cada um deles apresenta resultados, metodologias e escopos distintos, optou-se por utilizar média não ponderada de todos os estudos encontrados. É importante lembrar que se assumiu neste trabalho que a gravimetria dos resíduos das três classes de município é similar. Os percentuais de cada tipo de material encontrado foram, então, multiplicados pelo total de RSUs coletado (BRASIL, 2009a) para se obter os totais, em peso de cada um dos materiais. A tabela 18 apresenta estimativas dos percentuais, e os totais, em toneladas por ano, de material reciclável que é destinado a aterros e lixões no Brasil, além do consumo aparente por material. A última coluna mostra o percentual do consumo aparente anual que seria encontrado em aterros e lixões em forma de resíduo.

Os dados mostram que 37% do consumo aparente de materiais potencialmente recicláveis reaparecem misturados aos RSUs, sendo o restante incorporado a materiais de ciclo de vida mais longos, reciclados ou dispostos irregularmente. Entretanto, deve-se considerar que, do ponto de vista da reciclagem, esses 37% não têm destinação adequada, uma vez que são “enterrados” com outros materiais não recicláveis, como matéria orgânica. Esse número, entretanto, difere de material para material. Para o alumínio, apenas 18% do consumo aparente é encaminhado para aterros e lixões. Isso está em linha com o fato de que mais de 60% da produção ser direcionada a setores como construção, transportes e outros cujos ciclos de vida são mais longos do que um ano e cujo despejo não se dá em aterros normais. No caso das latinhas, essas também não chegam em grande quantidade aos aterros, pois na maioria das vezes são coletadas antes que isso aconteça. O caso do aço é similar em termos de destinação para setores de longo ciclo de obsolescência, sendo que apenas 5% do consumo são despejados em aterros e lixões. Plástico e papelão apresentam padrões similares (89% e 86%, respectivamente) e grande parte de seu consumo aparente apareceria rapidamente na

23. É necessário lembrar, entretanto, que o consumo aparente de um produto apresenta certas limitações. Esse conceito considera apenas o comércio exterior de um produto específico quando esse é transacionado como produto fim. Quando um produto é parte integrante de um maior seu comércio não é contabilizado. Esse seria um exemplo de papel e plástico de embalagens. Nem as importações, nem as exportações de plásticos que ajudam a embalar outros produtos estão contempladas nos cálculos de consumo aparente.

24. Abal para alumínio, Bracelpa para papel, Abividro para vidro e Abiplast para plástico.

25. Os estudos utilizados foram baseados em Abrelpe (2006), COMLURB (2007), LIMPURB (2003), Mancini (2009) e Pereira Neto (1996).

coleta e destinação final. Os vidros apresentam padrão intermediário (38%), pois parte considerável de sua produção (48%) é de vidros planos e técnicos, que têm ciclos mais longos, e do restante, parte considerável tem múltiplos reusos, muitas vezes informais (ABRELPE, 2008).

O fato de nossas estimativas apontarem que apenas 37% do consumo aparente são enviados a aterros e lixões não quer dizer que os restantes 63% sejam encaminhados para reciclagem. Nesses 63%, uma parte foi enviada diretamente para reciclagem – por catadores independentes, coleta seletiva etc. –, e outra parte, provavelmente a maior, ainda não foi descartada.

**TABELA 18**  
**Gravimetria da disposição, total coletado dos resíduos sólidos urbanos e consumo aparente por material**

Materiais	Gravimetria da disposição (%)	Total coletado estimado (mil t/ano)	Consumo aparente (mil t/ano)	Relação coleta/consumo aparente (%)
Resíduos orgânicos	69,6	34.141	ND	ND
Material reciclável	30,4	14.890	39.893	37
Aço	2,1	1.014	22.000	5
Alumínio	0,3	166	919	18
Papel e papelão	14,1	6.934	8.099	86
Plástico	10,7	5.263	5.921	89
Vidro	2,3	1.110	2.954	38
Outros materiais	0,8	403	ND	ND

Fontes: Abrelpe (2007, 2008) e Brasil (2009a).

A tabela 19 traz alguns dados que podem ajudar a explicar o destino desse volume. Os dados de sucata reciclada foram obtidos na Abrelpe (2008) e representam o total de sucata que foi processado pelas indústrias recicladoras. Sendo assim, ele representa o máximo possível de material reciclado a partir de sucata secundária. Entretanto, esses dados incluem não apenas a reciclagem a partir de sucatas secundária, mas também a reciclagem chamada pré-consumo, que consiste no aproveitamento de resíduos da própria indústria. Entretanto, os dados disponíveis não permitiram estimar a participação desse tipo de reciclagem.

Os dados de coleta seletiva foram obtidos por meio de estimativas a partir dos dados do SNIS (BRASIL, 2009a) e da Abrelpe (2008) e devem ser usados com muita parcimônia. Eles são extrapolações, apresentadas aqui somente com o intuito de trazer ordens de grandeza para discussão. Admitindo-se sua validade, esses dados representariam o mínimo que é coletado e vendido para as indústrias recicladoras. Assim, sabendo o “ piso ” e o “ teto ” da sucata secundária efetivamente reciclada, temos uma ordem de grandeza dos números reais.

**TABELA 19**  
**Reciclagem e coleta seletiva por materiais**

Materiais	Sucata reciclada (mil t)	Coletado seletivamente SNIS (mil t)
Aço	4.400	4.400
Alumínio	324	161
Papel e papelão	3.643	615
Plástico	962	323
Vidro	470	78

Fontes: Abrelpe (2008), Brasil (2009a) e Vasques (2009).

Obs.: Os dados foram estimados com base em microdados do SNIS. Os dados para o alumínio representam apenas o total de latinhas recicladas. Os dados para o aço – em ambas as colunas – vêm do informado por Vasques (2009) para sucata secundária de aço. Reconhece-se que grande parte desse aço vem provavelmente de ferros-velhos, e não de catadores.

#### 4 CÁLCULO DOS BENEFÍCIOS ATUAIS E POTENCIAIS GERADOS PELA RECICLAGEM

Conforme descrito anteriormente, o principal objetivo desta seção é estimar os benefícios ambientais e econômicos gerados pela reciclagem dos resíduos sólidos urbanos. Estes benefícios foram definidos como a diferença entre os custos econômicos e ambientais da produção primária e os da reciclagem. Dessa forma, na seção 2, estimaram-se os benefícios por tonelada para cada um dos cinco tipos de materiais estudados. Em seguida, na seção 3 procurou-se calcular quanto de cada um desses materiais estaria disponível nos aterros e lixões do país. A partir desses dados, conforme apresentado na tabela 20, pôde-se então estimar os benefícios totais que poderiam ser potencialmente gerados pela reciclagem.

TABELA 20  
Estimativa dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem

Materiais	Benefícios gerados pela reciclagem (R\$/t)	Quantidade de material presente nos RSUs (mil t)	Benefício potencial total (R\$ mil)
Aço	88	1.014	89.232
Alumínio	2.941	166	488.206
Celulose	241	6.934	1.671.094
Plásticos	1.107	5.263	5.826.141
Vidro	18	1.110	19.980
<b>Total</b>			<b>8.094.653</b>

Fonte: Ver anexo 1.  
Elaboração dos autores.

O valor de R\$ 8 bilhões representa a estimativa dos benefícios potenciais da reciclagem para a sociedade brasileira. Em outras palavras, se todo o resíduo reciclável que atualmente é disposto em aterros e lixões fosse encaminhado para reciclagem, gerar-se-iam benefícios dessa ordem para a sociedade.

Admitidas todas as limitações desse cálculo, seria interessante compará-lo com algum outro cálculo existente na literatura. A estimativa mais referenciada nesse assunto é a feita por Calderoni (1999). No caso, uma vez que foram usadas metodologias, bases de dados e anos-base diferentes, seria interessante comparar apenas as ordens de grandeza, e não a precisão das estimativas. O valor calculado pelo autor, para a economia potencial da reciclagem para 1997, seria, em valores correntes da época, da ordem de R\$ 6 bilhões. Deflacionando esse valor para reais de 2007, que foi o ano-base utilizado por essa pesquisa, teríamos um valor da ordem de R\$ 12 bilhões. O fato de nossas estimativas estarem na mesma ordem de grandeza de estimativas anteriores, é mais um indicativo de que elas são consistentes.

Breve análise do potencial por tipo de material indica que os principais ganhos potenciais estão nos plásticos e nos derivados da celulose (papel e papelão) que se encontram em grande abundância nos RSUs. O vidro, embora seja encontrado em grande quantidade, oferece ganhos reduzidos por tonelada reciclada. O alumínio, pelo contrário, oferece ganho por tonelada elevado, mas, até por isso, é pouco encontrado nos RSUs, uma vez que grande parte dele é recolhida antes de chegar a aterros e lixões.

A título de comparação, esse valor corresponde 20% do Produto Interno Bruto (PIB) de Belo Horizonte, ou a quase três vezes o orçamento do Ministério do Meio Ambiente, em 2007. Considerando o custo – aluno – ano econômico médio dos alunos de ensino básico – que inclui o custo de manutenção das escolas, o desenvolvimento do ensino e o custo anual da merenda escolar – apresentado por Verhine (2006), esse valor permitiria a manutenção de cerca de 4 milhões de crianças nas escolas.

Uma vez apresentados os números dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem, caso todo o material reciclável encontrado nos lixões e aterros fosse reciclado, para os quais se tem maior confiabilidade, passamos para a estimativa dos totais de benefícios já gerados pelos níveis de reciclagem atuais. Essas estimativas têm de ser vistas com maior cautela ainda, pelos motivos referidos nas explicações dos cálculos da tabela 19. Assim como naquela tabela, adotou-se a estimativa por intervalos. Dessa forma, estima-se que o total de benefícios, atualmente gerados pela reciclagem de materiais recicláveis integrantes dos resíduos sólidos urbanos, estaria entre R\$ 1,4 bilhão e R\$ 3,3 bilhões. Assim como no caso dos benefícios potenciais, a comparação com Calderoni (1999) corrobora a consistência de nossas estimativas de benefícios atuais. O autor estimou os benefícios atuais, à época, em R\$ 1,2 bilhão, que, em valores de 2007, seriam aproximadamente R\$ 2,7 bilhões – o que se mostra dentro da faixa estimada nesta pesquisa.

TABELA 21  
**Estimativa dos benefícios totais atuais gerados pela reciclagem**

Materiais	Sucata reciclada (mil t)	Coletado seletivamente SNIS (mil t)	Benefício gerado pela reciclagem (R\$/t)	Benefício total atual máximo (R\$ mil)	Benefício total atual mínimo (R\$ mil)
Aço	4.400	4.400	88	387.200	387.200
Alumínio	324	161	2.941	952.884	473.501
Papel e papelão	3.643	615	241	877.963	148.215
Plástico	962	323	1.107	1.064.934	357.561
Vidro	470	78	18	8.460	1.404
<b>Total</b>	<b>9.799</b>	<b>5.577</b>		<b>3.291.441</b>	<b>1.367.881</b>

Fontes: Abrelpe (2008), Brasil (2009a) e Vasques (2009).

Obs.: Os dados foram estimados com base em microdados do SNIS. Os dados de alumínio representam o total reciclado de latinhas apenas. Os dados para o aço – em ambas as colunas – vêm do informado por Vasques (2009) para sucata secundária de aço. Reconhece-se que grande parte desse aço vem provavelmente de ferros-velhos, e não de catadores.

A análise por material fornece conclusões um pouco distintas daquelas vistas para o benefício potencial. No caso do benefício atual mínimo, aço e alumínio destacam-se como maiores contribuintes. Uma ressalva tem de ser feita no caso do aço, que em grande parte é recolhido por ferros-velhos. O fato de o alumínio figurar como líder nesse segmento é razoável, uma vez que seu valor por tonelada é muito maior do que dos outros materiais. No caso do máximo, que reflete o que é reciclado pelas indústrias – e inclui algum grau de reciclagem primária – plástico e papel passam a ter papel preponderante pelo diferencial de quantidades. O aço mantém-se com o mesmo valor, uma vez que é o valor correto, como divulgado pelas indústrias.



## CONSIDERAÇÕES SOBRE UMA POLÍTICA DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS URBANOS

### 5 O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

#### 5.1 Conceituação

A forma como a literatura tradicionalmente lida com o pagamento de serviços ambientais está intimamente ligada ao conceito de serviços ecossistêmicos. Esses serviços são, geralmente, externalidades geradas pelos diferentes ecossistemas que propiciam benefícios para a sociedade (LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002).<sup>26</sup> Na literatura, os serviços ecossistêmicos são ainda tipicamente definidos como bens públicos, porque são não exclusivos – um agente não pode ser excluído pelos outros do consumo – e não têm rivalidade no consumo, ou seja, várias pessoas podem consumi-los ao mesmo tempo sem prejuízo ao consumo dos outros – em certo limite (DALY; FARLEY, 2004). Com isso, em geral, existe grande dificuldade em se definir o direito de propriedade para a produção e o consumo dos serviços ecossistêmicos. O resultado da combinação dessas características é que os produtores desses serviços não recebem pela produção deles, assim como os consumidores não pagam por seu consumo, o que leva a uma falha de mercado, à subprodução e ao consumo excessivo dos serviços ecossistêmicos (SEEHUSEN, 2007).

Nesse contexto, a grande maioria dos sistemas de PSA existentes tem como foco o uso do solo e busca corrigir as falhas de mercado mencionadas anteriormente, de forma a estimular os proprietários da terra a desenvolver atividades que não comprometam a qualidade dos serviços ecossistêmicos gerados em suas propriedades. Em outras palavras, os sistemas de PSA visam mudar a estrutura de incentivos econômicos a que os agentes estão submetidos, aumentando a atratividade de atividades econômicas que ajudam a produzir serviços ecossistêmicos para a sociedade em detrimento de atividades não sustentáveis (CAMPOS *et al.*, 2005). Um sistema de PSA deve prover renda extra para agentes que façam uso mais sustentável dos recursos naturais, seguindo o princípio do “protetor-recebedor” (BORN; TALOCCHI, 2005; SEEHUSEN, 2007). Simetricamente, pelo lado do financiamento, é proposta a aplicação de um princípio de “beneficiário-pagador” (DALY; FARLEY, 2004; ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

As ideias de PSA em voga estão vinculadas à questão de valoração ambiental. Esse instrumento é necessário, embora não suficiente, para uma política de PSA. Vários autores criticam as tentativas de se estabelecerem valores absolutos para ecossistemas ou serviços ecossistêmicos (HERENDEEN, 1998; REES, 1998; TOMAN, 1998). Um dos principais problemas da valoração dos serviços ecossistêmicos consiste na existência de limites ecológicos críticos (*thresholds*), a partir dos quais o recurso em questão se torna perigosamente escasso e seu valor tende ao infinito (DALY; FARLEY, 2004; TOMAN, 1998). Além disso, Daly e Farley (2004) lembram que não se conhecem todos os bens e serviços que ecossistemas saudáveis oferecem, como eles são oferecidos, onde estariam os limites ecológicos críticos e o que ocorreria se fossem transpassados esses limites em cada caso. Outro ponto interessante é que há várias esferas – local, regional, internacional – de interesse na preservação de recursos ecossistêmicos, que devem ser levadas em consideração nos esquemas de PSA.

Em resumo, a ideia central dos sistemas de PSA é permitir que os beneficiários de um serviço ambiental possam fazer pagamentos diretos, contratuais e condicionados aos produtores de serviços ambientais, em retorno à adoção de práticas que asseguram a conservação e a restauração dos ecossistemas (WUNDER, 2005).

#### 5.2 Algumas questões práticas

No passado recente, experiências de PSA vêm sendo colocadas em prática em diferentes contextos. Apesar de ser ainda uma área de conhecimento relativamente nova, já existem experiências consolidadas que permitem não apenas a avaliação de seu grau de sucesso, como também a identificação de aspectos gerais de um esquema de PSA.

26. Externalidades são efeitos não intencionais que surgem da produção ou consumo de bens e serviços e que, por não serem devidamente “capturadas” pelo mercado ou por não serem tão bem quantificados como são os bens de mercados, não são considerados com o devido peso nas tomadas de decisão (COSTANZA *et al.*, 1997; EDWARD-JONES, 2006).

### 5.2.1 Como se elabora um PSA?

Esquemas de PSA, como qualquer outra iniciativa de política pública, não são criados no vácuo, mas evoluem a partir de contextos ambientais, econômicos, sociais e políticos específicos. Nesse sentido, esses esquemas dependem de alguns aspectos para serem possíveis, sejam eles econômicos, culturais, institucionais ou informacionais. Exemplos desses condicionantes são, no âmbito econômico, a existência de disponibilidade a pagar de certos agentes maior do que o custo de provisão da externalidade e, no âmbito institucional, a existência de direitos de propriedade (BRASIL, 2008a).

Além disso, a elaboração de um PSA passa pelos interesses das diferentes partes envolvidas, sendo o desenho do programa passível de sofrer pressão de diferentes grupos de interesse. Dependendo da capacidade e envolvimento desses grupos, objetivos colaterais (tais como redução da pobreza, desenvolvimento regional, melhoria da capacidade institucional) podem tomar maior ou menor relevância no programa (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008).

### 5.2.2 Quais os elementos de um PSA?

Wunder (2005, p. 3) define o PSA como *i)* uma transação voluntária em que um *ii)* serviço ambiental bem definido – ou um uso da terra que provavelmente garantirá esse serviço – está sendo “comprado” por, no mínimo, um *iii)* agente de, no mínimo, um *iv)* provedor de serviço, se e apenas se, o ofertador do serviço *v)* garantir a provisão de tal serviço (condicionalidade). Esta forma de pagamento *ex post* é feita com base na diferença entre a projeção do que ocorreria sem a oferta do PSA e o que ocorreu na prática (adicionalidade), evitando-se o gasto de limitados recursos destinados aos esquemas de PSA com serviços que na prática não foram realizados.

Como consequência dessa definição um tanto rígida, o próprio autor reconhece que existem poucos casos “verdadeiros” de PSA e conclui que tais critérios podem ser flexibilizados para criar programas de “quase-PSAs”. Em tais casos, alguns dos critérios seriam atendidos totalmente e outros não atendidos ou atendidos parcialmente (WUNDER, 2005).

### 5.2.3 Pelo que se paga em um esquema de PSA?

Embora haja a expectativa de um esquema de PSA pagar por um serviço ambiental bem definido, existem dificuldades em se isolar os diferentes serviços gerados por uma determinada área conservada. Por exemplo, o Millennium Ecosystem Assessment (2005) fez uma proposta de tipos de serviços ambientais que poderiam estar associados a projetos de PSA:

- serviços de suporte: ciclagem de nutrientes, formação do solo, produção primária etc.;
- serviços de provisão: alimentos, água doce, combustível, madeira e fibra etc.;
- serviços de regulação: clima, fluxo hídrico, doenças etc.; e
- serviços culturais: estético, espiritual, educacional, recreativo etc.

Apesar de possível do ponto de vista teórico, essa divisão é muito difícil de ser verificada na prática. Por exemplo, ao se manter ou restaurar uma área de mata de galeria em uma propriedade rural, existem contribuições positivas para a qualidade do corpo hídrico, para a manutenção da biodiversidade e para a atividade de organismos polinizadores. Ao mesmo tempo, quando a atividade remunerada gera produtos que serão comercializados no mercado, existem dificuldades de se separar o valor de mercado do valor associado ao serviço ambiental.

Nesse contexto, Wunder (2005) sugere que, quando um esquema de PSA é criado com base nos produtos, normalmente os compradores pagam um “preço prêmio” acima do valor de mercado pelo qual os produtos são comumente comercializados, como no caso de produtos agroecológicos ou de madeira certificada. Alternativamente – e mais comumente –, os acordos são feitos com base na área conservada, onde os contratos definem um número de hectares em que somente algumas atividades específicas podem ser desenvolvidas.

### 5.2.4 Como se paga pelo PSA?

Existem diferentes experiências sobre a forma de pagamento pelos serviços ambientais prestados. A mais óbvia de todas é a transferência direta de dinheiro, embora, dependendo do contexto, não seja a mais adequada. Em situações em que existe grande carência por parte dos fornecedores dos serviços ambientais, essa pode ser a alternativa mais demandada por eles. Em tais casos, outros aspectos devem ainda ser levados em consideração, como a relação da periodicidade dos pagamentos – mensais, semestrais, anuais – e os tempos de verificação das condições para o pagamento (WUNDER, 2005).

Em situações nas quais o pagamento em dinheiro não seja tão premente ou quando se deseja gerar outros efeitos positivos, o pagamento pode ser feito na forma de equipamentos ou, alternativamente, na forma de equipamentos ou de treinamento e assessoria técnica – incluindo alfabetização, treinamento etc. Essa situação tem como vantagem aumentar a chance de mudanças mais estruturais na economia local, podendo permitir aos vendedores de serviços ambientais se capacitarem para novas atividades ou reorientar os padrões de uso de recursos naturais adotados.

#### 5.2.5 Quanto se paga pelo PSA?

Conforme mencionado anteriormente, a valoração do serviço ambiental que se deve garantir apresenta uma série de desafios metodológicos, podendo ser feita de diferentes formas. Embora tal cálculo seja desejável para que se verifique o grau de necessidade de tal pagamento, ele não é imprescindível para a criação de um sistema de PSA. Em muitos casos implementados, os valores calculados serviam como base para o início do debate, mas os valores de pagamento foram decididos por meio de negociação direta entre fornecedores e compradores dos serviços ambientais (WUNDER, 2005).

#### 5.2.6 Quem paga pelo PSA?

A literatura indica dois grupos principais de experiências quanto aos pagadores dos serviços ambientais. De um lado, há aqueles esquemas em que os usuários dos serviços são efetivamente os compradores – como no caso de hidrelétricas que pagam para proprietários de terras localizados a montante. Por outro lado, há os exemplos públicos, em que o Estado assume o pagamento em nome dos beneficiados – dos quais pode cobrar eventuais taxas ou tarifas (ENGEL; PAGIOLA; WUNDER, 2008; WUNDER, 2005).

#### 5.2.7 Quem recebe o PSA?

Em teoria, um sistema de PSA deveria remunerar a todos os grupos da cadeia de valor envolvida na produção do serviço em questão. Porém, Wunder (2005) alerta que, em muitos casos, tal decisão pode elevar tanto o custo do programa a ponto de torná-lo proibitivo. Considerando esse contexto, o autor recomenda que a decisão sobre os recebedores dos sistemas de PSA deve ser tomada com base em negociação, viabilidade econômica e vontade política, além de aspectos éticos referentes aos problemas que se deseja resolver.

### 5.3 PSA e a questão social

Como mecanismo de mercado, um esquema de PSA é um instrumento que deve produzir a alocação eficiente dos recursos. Porém, o instrumento não leva necessariamente a uma escala ambientalmente sustentável, nem a uma distribuição justa dos recursos entre os agentes. Para que isso ocorra, é necessário que o desenho de uma política de PSA seja constrangido explicitamente por uma escala definida politicamente, assim como contenha instrumentos e regras adicionais específicas que levem em consideração aspectos distributivos desejáveis. Somente assim haverá maior chance de que a política seja, ao mesmo tempo, economicamente eficiente, ambientalmente sustentável e socialmente equitativa (SEEHUSEN, 2007).

Além do foco na integridade dos ecossistemas, muitas iniciativas de PSA que vêm sendo implantadas têm também como objetivo diminuir a desigualdade social. Essas são iniciativas válidas, principalmente, no contexto de países muito desiguais, uma vez que existem importantes sinergias entre PSA e redução da pobreza, quando os programas são bem desenhados e adequados às realidades locais (PAGIOLA; ARCENAS; PLATAIS, 2005). Tais sinergias podem ser resultantes tanto da transferência de recursos dos beneficiados pelos serviços ambientais para grupos mais pobres, como do estímulo a sua organização ou ainda do desenvolvimento de práticas de trabalho mais sustentáveis. Sendo assim, políticas de PSA poderiam criar situações de “ganha-ganha”, pois não apenas melhorariam as condições dos recursos naturais e aumentariam a compreensão sobre o valor dos ecossistemas, mas também contribuiriam para o desenvolvimento econômico de grupos sociais específicos (KOSOY *et al.*, 2007).

Outra questão que deve ser levada em consideração é a possibilidade de políticas de PSA, por problemas de desenho ou implementação, irem contra as expectativas de redução da pobreza. Isso pode ocorrer, por exemplo, quando grupos mais pobres são excluídos devido a sua vulnerabilidade social, como em situações em que pequenos agricultores não possuem o título das terras, ou capacidade suficiente para se organizar e garantir a continuidade dos serviços ambientais prestados (PAGIOLA; ARCENAS; PLATAIS, 2005, p. 237). Nesses casos, deve-se tentar desenhar o PSA de maneira a evitar tais problemas.

Até o momento, a maior parte dos programas de PSA teve como foco pequenos proprietários rurais em áreas de floresta ou próximos a nascentes de rios. Devido a exigências operacionais ou institucionais, existem grupos excluídos



desses programas, como os trabalhadores rurais sem-terra, moradores de terras “sem valor estratégico” ou moradores pobres de áreas urbanas (WUNDER, 2008). Sendo assim, esquemas de PSA tendem a favorecer populações em nível intermediário de vulnerabilidade, dificilmente sendo adequadas para tratar das questões dos grupos mais vulneráveis.

Sendo assim, os formuladores de tais esquemas devem ter em mente que, muito provavelmente, os grupos mais pobres serão excluídos de tais políticas. Nesses casos, no momento de desenho de tais políticas, tais tomadores de decisão devem, ao menos, tentar vislumbrar quais serão os possíveis efeitos do programa de PSA sobre as populações que não são o foco, para evitar que sejam ainda mais prejudicadas por tais sistemas.

#### 5.4 Serviços ambientais no contexto urbano

Conforme comentado anteriormente, a maior parte das experiências de PSA vem sendo implantada para questões de uso do solo. Neste contexto, os casos descritos na literatura estão conectados, principalmente, à conservação da biodiversidade, captura de carbono, proteção de bacias hidrográficas e beleza paisagística (LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002).

Porém, o conceito de “serviço ambiental” pode também ser entendido a partir de outras perspectivas. Por exemplo, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2005, p. 2) utiliza este termo, com a expressão “bem ambiental”, para se referir a serviços prestados e bens vendidos que têm alguma relação com a prevenção e o controle da poluição e com o uso dos recursos naturais. Nessa perspectiva, esses “serviços ambientais” são classificados da seguinte forma:

1. Gestão da poluição: bens ou serviços que contribuem para o controle da poluição do ar; gestão de efluentes e resíduos sólidos; diminuição da contaminação de solo, águas superficiais e águas subterrâneas; redução de ruídos e vibração; monitoramento, análise e avaliação ambiental.
2. Tecnologias e produtos mais limpos: bens ou serviços que são intrinsecamente mais limpos ou mais eficientes, como unidades de energia fotovoltaica.
3. Bens de gestão de recursos naturais: bens ou serviços que contribuem para o fornecimento de água; gestão sustentável de florestas, fazendas ou zonas de pesca; conservação de energia e redução dos impactos dos desastres naturais.
4. Bens ambientalmente preferíveis: bens ou serviços que causam danos ambientais significativamente menores ao longo de seu ciclo de vida do que produtos ou bens semelhantes.

De modo semelhante, o termo “serviço ambiental urbano” já é utilizado na literatura voltado para os serviços urbanos que têm interface com a questão ambiental. Nesse sentido, os serviços ambientais urbanos surgiriam em contexto próximo ao dos serviços de saneamento ambiental, estando relacionados à gestão de resíduos sólidos urbanos (MASSOUD; EL-FADEL; ABDEL MALAK, 2003; OOSTERVEER, 2009; REVI; DUBE, 1999); serviços de saneamento básico (OOSTERVEER, 2009; PARENTEAU; THONG, 2005; REVI; DUBE, 1999); e drenagem (REVI; DUBE, 1999).

Entretanto, aqui se adota perspectiva distinta dos serviços de saneamento. Neste relatório, o Psau está associado a atividades realizadas no meio urbano que gerem externalidades ambientais positivas, ou minimizem externalidades ambientais negativas, sob o ponto de vista da gestão dos recursos naturais, da redução de riscos ou da potencialização de serviços ecossistêmicos e assim corrijam, mesmo que parcialmente, falhas do mercado relacionadas ao meio ambiente. Nesse sentido, os serviços ambientais urbanos poderiam ser associados aos serviços públicos mencionados acima, bem como a outras atividades urbanas, entre as quais:

1. Disposição correta de resíduos sólidos: melhoria da qualidade da água, diminuição da emissão de gases de efeito estufa, minoração do risco de doenças infectocontagiosas.
2. Reciclagem de resíduos urbanos: redução do consumo de água e energia, diminuição da necessidade de matéria-prima virgem renovável e não renovável (celulose, minério de ferro, bauxita, petróleo etc.), minoração da poluição hídrica, menor área urbana despendida com aterros, maior estabilidade climática devido à menor emissão de gases de efeito estufa, menor impacto ao patrimônio natural.
3. Tratamento de esgoto: melhoria da qualidade da água.
4. Manutenção de áreas verdes: aumento da permeabilidade do solo, diminuição do risco de enchentes e deslizamentos.
5. Transporte coletivo: redução das emissões de gases de efeito estufa.

Em resumo, da mesma forma que o uso da terra adequado pode ser remunerado por gerar externalidades positivas, ou minimizar externalidades negativas – e assim corrigir falhas do mercado e estimular financeiramente determinadas práticas –, atividades urbanas que gerassem benefícios coletivos semelhantes também deveriam ser passíveis de tal remuneração, na forma de pagamento por serviços ambientais urbanos. A seção 7 deste relatório traz elementos para subsidiar o desenho de uma política de Psau.

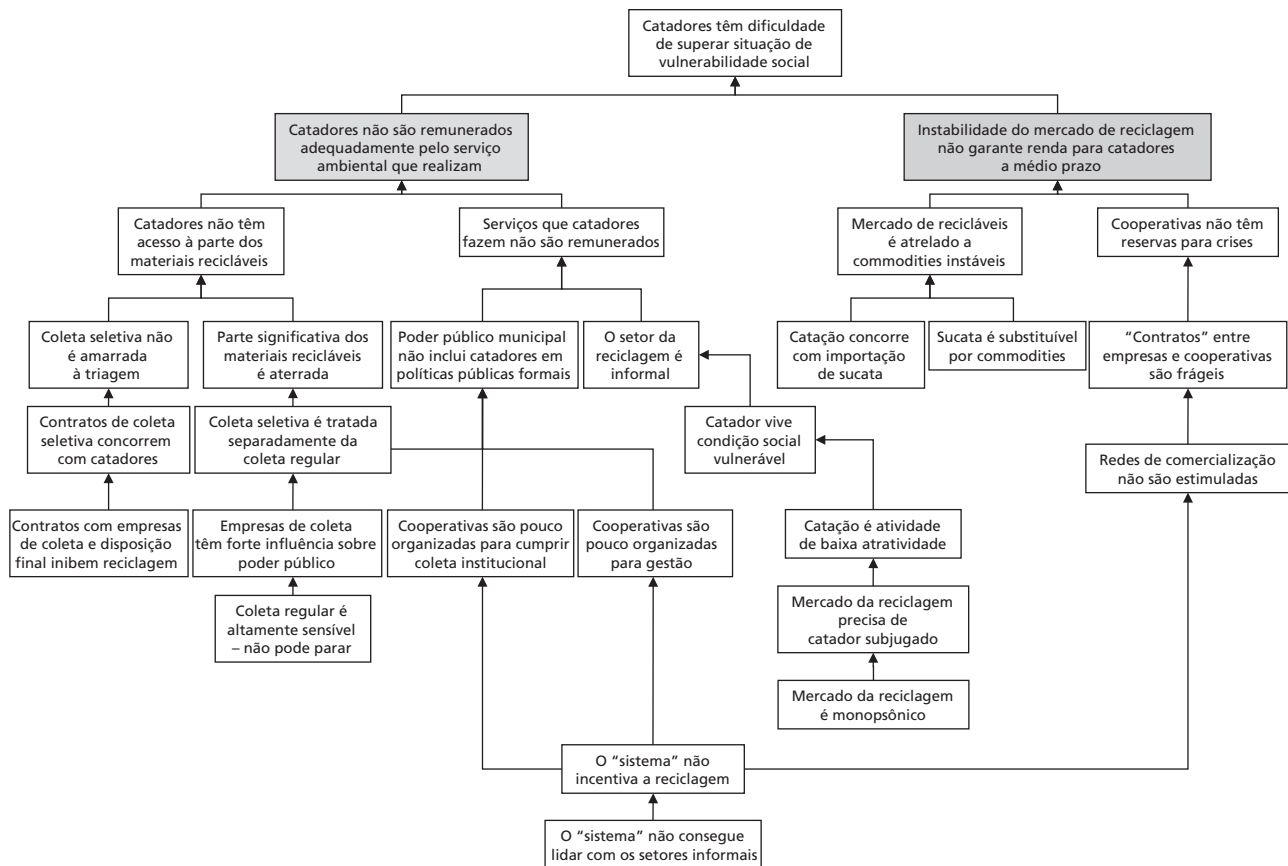
## 6 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Como forma de orientar as propostas de políticas públicas para o Psau, foi realizada oficina que envolveu pesquisadores do Ipea, bem como técnicos e tomadores de decisão da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, do Ministério do Meio Ambiente. Como produto dessa oficina, foi gerada árvore de problemas, sistematizada na figura 2.

Logo no início da oficina, foi colocado pelos representantes do MMA que a política deveria ter em três pressupostos principais:

- A política deveria se basear no pagamento de serviços urbanos.
- Os serviços em questão deveriam ser associados à reciclagem de resíduos sólidos urbanos.
- O pagamento por serviço ambiental urbano deveria se dirigir aos catadores de materiais recicláveis.

FIGURA 2  
Árvore de problemas de política de Psau para a reciclagem



Essa delimitação *a priori* do problema foi fundamental para a construção da árvore de problemas. Uma das delimitações mais importantes foi sobre os beneficiários dessa política. Embora diferentes atores – catadores, sucateiros, aparistas, prefeituras, indústrias recicladoras – contribuam para os serviços ambientais da reciclagem, as propostas aqui encaminhadas dirão respeito apenas aos catadores de materiais recicláveis.

A árvore de problemas criada indica que existe a expectativa de a política de Psau atuar sobre dois grupos de problemas. Em primeiro lugar, a renda média que os catadores recebem é considerada inadequada pelo serviço que prestam; em segundo lugar, ela é muito instável, devido às flutuações dos preços das sucatas.

A questão do nível da renda foi associada a dois grupos de causa. Por um lado, o trabalho de coleta de resíduos realizado pelos catadores não é reconhecido e, por isso, não há nenhum sistema de remuneração. Por outro lado, a

quantidade de materiais recicláveis que eles recolhem é inferior ao total potencialmente disponível nos resíduos urbanos, uma vez que parte considerável desses resíduos é ainda encaminhada para aterros sanitários. Dessa forma, a resolução de parte dos problemas vivenciados pelos catadores depende de iniciativas municipais. Conforme verificado na cidade de Londrina, há espaço para que políticas elaboradas por governos locais tragam benefícios diretos para esse grupo (LIMA, 2007). Nesse contexto, a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) oferece respaldo legal para novos projetos e para que iniciativas sejam tomadas pelos municípios. Essa característica local da gestão dos resíduos sólidos não impede, porém, que um sistema de Psau proposto pelo governo federal contribua no sentido de elevar a renda média dos catadores – e esse será o foco das proposições apresentadas na seção 7 deste relatório.

O outro ramo de problema refere-se à instabilidade dos preços da sucata, muito associados à variação dos preços das *commodities*. Para tentar corrigir essa situação, uma política de Psau poderia criar um sistema que garantisse que os preços do material reciclável não ficassem abaixo de determinado patamar.

Por fim, o exercício permitiu identificar algumas situações que dão origem a diversos problemas, algumas podendo ser alvo do programa de Psau. Por um lado, existem questões ligadas à baixa capacidade administrativa da maior parte das cooperativas, o que limita seu acesso a contratos de coleta de material reciclável. Por outro lado, há a grande informalidade que opera no setor. Essas duas situações estão fortemente associadas e podem ser parcialmente tratadas em uma política de Psau. Entretanto, outros instrumentos complementares e mais focados seriam necessários para resolver esses problemas de ordem mais geral.

## 7 DIRETRIZES PARA POLÍTICA DE PSAU PARA A RECICLAGEM

### 7.1 Aspectos gerais da política

Em linha com as diretrizes determinadas pela árvore de problemas exposta na seção 6, as diretrizes aqui propostas para a política de Psau para a reciclagem partem do pressuposto de que tal política será criada com um duplo objetivo. Por um lado, suprir deficiências de renda dos catadores de material reciclável, grupo que se encontra em situação de risco social, físico e econômico. Por outro lado, fomentar a reutilização dos materiais que foram extraídos de ambientes naturais e transformados em bens de consumo, de forma a garantir a manutenção da integridade de serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima, a formação de solo e o fornecimento de água potável, entre outros. Também faz parte desse objetivo central a consequente redução de material descartado no ambiente.

A subseção 5.1 enumera alguns pressupostos comuns a todo PSA, como a disponibilidade a pagar por parte do beneficiário-pagador. Especificamente para um esquema de Psau, que visa remunerar a atividade da reciclagem, poder-se-ia entender que os beneficiários diretos seriam a indústria, que recebe o material reciclável como matéria-prima, ou, pelo princípio ambiental do poluidor-pagador, consubstanciado no Artigo 4º, inciso VII, da Lei nº 6.938/1981, a indústria que tenha produzido o material descartado, pela sua responsabilidade na transformação da matéria-prima. Todavia, seja pelo melhor desdobramento do princípio do poluidor-pagador, seja pela lógica do PSA, que leva em conta o princípio do beneficiário-pagador, entende-se que a sociedade brasileira como um todo deveria pagar pelo benefício gerado pelo serviço. Pelo princípio do poluidor-pagador, o consumidor divide o ônus da produção de material descartado devido a seu papel de demandante do produto industrializado. Pelo princípio do beneficiário-pagador, pode-se concluir que a coletividade é beneficiada com a melhoria do meio ambiente ou da preservação do meio ambiente e estoques de matéria-prima nacional.

Como forma de operacionalizar o esquema de Psau, os recursos para tais pagamentos poderiam ser oriundos de novos impostos ou taxas. Alternativamente, colaborações da indústria para suprir gastos com aterros sanitários poderiam ser convertidas para este esquema, na medida em que ele reduz os gastos com aterro. Outra possível forma de financiamento poderia ser o uso direto de recursos do governo federal, uma vez que estes são obtidos a partir de contribuições de toda a sociedade. Entretanto, entende-se que a decisão sobre a forma de financiamento do sistema somente deve ser tomada após longo debate com as partes interessadas e com a sociedade como um todo.

Conforme discutido no item 5.3, devido à sinergia entre redução de pobreza e uso eficiente de recursos naturais, sempre que possível é desejável que uma política pública de PSA atinja atores mais vulneráveis no sistema em que é implantada. No caso específico de um PSA visando redução de resíduos sólidos urbanos, ao mesmo tempo em que visa eficiência maior no uso de matéria-prima, via reciclagem, o catador de material reciclável aparece como mais provável candidato, dada sua situação de vulnerabilidade socioeconômica. Porém, deve-se entender que um esquema de Psau não deve substituir outras políticas de cunho social em seu objetivo mais amplo, mas pode servir sinergicamente para um de seus pontos mais críticos, a melhoria da renda.

Pode-se entender que os catadores de material reciclado trabalham para determinadas indústrias, mas não são empregadas por elas (BIRKBECK, 1978). Apesar de não haver emprego formal, o autor descreve que há certa regularidade em horários, atividades e compromissos – para com os intermediadores da venda de recicláveis – por parte dos catadores e um grau considerável de organização. Ainda segundo essa pesquisa, há forte limitação da competição entre as fábricas ou intermediários compradores de material reciclável – um mercado oligopsonico – e, portanto, predomina baixo preço do material oferecido aos catadores.

Há milhões de catadores de materiais recicláveis trabalhando de maneira informal em países em desenvolvimento e, inclusive, em alguns países desenvolvidos (NAS; JAFFE, 2004). Especula-se que haja cerca de um milhão de catadores no Brasil, dos quais menos da metade participa de cooperativas. O Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis sustenta ter o cadastro de 800 cooperativas (ROCHA, 2009) e a própria existência do movimento indica alto grau de organização ao menos de parte dos catadores no Brasil, apesar da informalidade da maior parte dos catadores.

No entanto, a criação de um sistema de Psau baseia-se no pressuposto da garantia de prestação de serviço. Adicionalmente, um sistema em que o pagamento é feito pelo próprio governo exige um grau mínimo de formalização e institucionalização por parte dos catadores. De forma a viabilizar o processo de pagamento e evitar grandes custos de transação, recomenda-se que o sistema de Psau seja direcionado a cooperativas, e não a cooperados individuais. Além disso, faz-se necessário que as cooperativas estejam legalmente constituídas, sendo assim capazes de receber transferências do governo federal. Essa restrição institucional poderá limitar o número de beneficiários do esquema de Psau. Por outro lado, pode-se também assumir que tal esquema servirá para estimular para a formalização dos catadores por meio da constituição de cooperativas.

Ao se fazer o pagamento a cooperativas, deve ser atribuída a estas organizações a tarefa de individualização dos Psaus. Dessa forma, os cooperados deverão decidir como os recursos do Psau serão distribuídos entre eles. Essa medida preservará a independência das cooperativas, além de diminuir dificuldades logísticas e reduzir os custos de operação do sistema.

Também se propõe para o esquema de Psau a distinção entre as cooperativas de acordo com sua produtividade. O estímulo à maior eficiência é um reconhecimento de que a indústria recicladora não pode conviver com quantidades reduzidas e irregularidade de fornecimento, sob pena de comprometer seu processo produtivo. Assim, os mecanismos propostos devem estimular a organização, capitalização e profissionalização das cooperativas.

De acordo com esse pressuposto, o sistema deve prever pagamento mais elevado por cooperado para as cooperativas com maior produtividade. Do ponto de vista estritamente ambiental, também seria plenamente justificável premiar com valores mais elevados aqueles agentes que mais eficientemente contribuem para a produção de serviços ambientais, e logo a preservação do meio ambiente. No caso específico do Psau, isso significa que os cooperados mais produtivos são também aqueles que mais eficientemente produzem serviços ambientais.

Na subseção 7.5, apresentaremos alguns instrumentos de Psau que, ao seguir esses pressupostos, deixam mais claras suas justificativas.

## 7.2 Os recursos para uma política de Psau

Se uma política de Psau for baseada em recursos fiscais, é importante uma reflexão sobre como conectar o que chamamos de benefícios econômicos e ambientais da reciclagem a uma eventual estimativa dos custos dessa política. Em outras palavras, se recursos fiscais forem necessários, é preciso buscar linha argumentativa que justifique que os recursos sejam gastos. A partir dos dados até agora apresentados neste estudo, podemos inferir que os benefícios gerados pela reciclagem seriam muito grandes e que valeria a pena investir na reciclagem, pois o retorno desse investimento para a sociedade seria muito superior aos custos. Entretanto, é necessário lembrar que, devido à limitação de dados consistentes, a valoração dos benefícios ambientais apresentados está subestimada – por exemplo, não foram incluídos custos evitados de poluição hídrica, poluição atmosférica local e geração de resíduos sólidos, entre outros –, e representa parte menor do total estimado, quando comparada ao valor das estimativas dos benefícios econômicos, para os quais havia mais dados disponíveis (ver tabela 14). Assim, a partir desses resultados, é necessária uma reflexão mais profunda sobre como justificar esse pagamento, que deveria, por definição, ser por serviços ambientais produzidos.

Inicialmente, podemos destacar duas interpretações sobre os benefícios gerados pela reciclagem previamente calculados: a primeira, que foi seguida em grande medida por esse relatório, é a de diferenciar os ganhos econômicos dos ambientais. Seguindo o raciocínio até agora apresentado, e baseado nos dados apresentados na tabela 14, pode-se afirmar que, uma vez que havia dados mais consistentes para os benefícios de cunho econômico da reciclagem do

que para aqueles de viés ambiental, somente parte menor dos benefícios calculados era de cunho estritamente ambiental e o restante era do que chamamos de benefício econômico. Pela metodologia adotada, os custos econômicos evitados viriam da necessidade menor de comprar matérias-primas virgens, caso seja possível reciclar mais sucata. O custo ambiental evitado, ou o benefício ambiental gerado, seria apenas aquele derivado dos estudos de valoração econômica dos danos ambientais associados a algumas fases dos processos produtivos. Aceitando essa linha de raciocínio, o pagamento do Psau poderia estar embasado de duas formas: ou argumenta-se que o Psau deveria ser pago pelos benefícios econômicos e ambientais, o que seria flexibilização conceitual do instrumento; ou admite-se que o benefício ambiental calculado já seria suficiente para justificar o pagamento do Psau.

Entretanto, outra interpretação é possível. Porém, essa interpretação requer maior número de pressupostos que a anterior. Considerando os métodos de valoração ambiental de valor de uso direto e de custos de oportunidade – amplamente difundidos na literatura de economia ambiental –, muitas vezes o preço de uma matéria-prima extraída de um ambiente pode ser usada como *proxy* para o dano ambiental produzido para sua própria produção. Isso pode parecer estranho em primeiro momento, mas um exemplo pode elucidar o ponto.

Imaginemos um dono de uma parcela de terra na floresta amazônica, cuja propriedade se situa sobre uma grande jazida de minério de ferro que desperta interesse de exploração. Nesse caso, haveria pelo menos duas opções para o fazendeiro: ou a mineradora iria arrendar a terra dele, pagar-lhe por isso, remover a cobertura vegetal e explorar o minério; ou esse agente teria de receber pagamento de algum ente, igual ou superior ao oferecido pela mineradora, para que não arrendasse sua terra e para que mantivesse a floresta em pé, produzindo serviços ecossistêmicos e protegendo a biodiversidade. O método do custo de oportunidade de valoração ambiental calcularia que o custo da manutenção da floresta em pé é igual ao que seria pago pelo arrendamento – esse seria o benefício ambiental gerado pela não destruição da floresta em termos monetários. Então, pergunta-se qual seria o preço do arrendamento. Em um mercado concorrencial – suponhamos, aqui, por falta de pressuposto melhor –, o preço de arrendamento deve ser igual ao lucro que será obtido com a atividade que lá será desenvolvida por certo período de tempo. Supondo, ainda, que os custos de remoção do minério são negligenciáveis, pode-se afirmar que a o lucro será a própria receita obtida com a extração do minério. Ou seja, a receita da venda do minério de lá extraído – que, nos nossos cálculos, entrou como custo de produção de aço – seria o próprio custo de arrendamento da terra, o qual representa também o custo ou o benefício da conservação. Como conclusão, temos de, aceitos alguns pressupostos – outros ainda seriam necessários para análise mais profunda –, o valor estimado como custo econômico evitado pela não compra de uma quantidade de minério de ferro também poderia ser interpretado como *proxy* para o custo ambiental evitado. Dessa forma, os benefícios da reciclagem estimados não seriam mais divididos entre econômico e ambiental, mas seriam, como um todo, benefícios ambientais da reciclagem. Aceitando-se essa interpretação – que tem como pressuposto a aceitação das técnicas de valoração e de outros pressupostos –, pode-se argumentar que os pagamentos para o Psau devem vir de um benefício puramente ambiental potencial estimado em R\$ 8 bilhões.

### 7.3 Características relevantes das cooperativas para formulação de políticas públicas

Antes de tentar desenhar uma política de pagamentos por serviços ambientais urbanos para os catadores de resíduos sólidos, é necessário analisar algumas características específicas do setor de catação e triagem de resíduos. Mais especificamente, analisaremos o setor de cooperativas que executam essas funções.

#### 7.3.1 Heterogeneidade

A implantação de um programa de pagamentos de serviços ambientais urbanos para catadores de materiais recicláveis exige, antes de tudo, que se tenha um mínimo de informações sobre as formas existentes de organização e atuação das cooperativas. Dados sobre os volumes físicos de materiais coletados e processados – assim como os resultados econômicos das operações de comercialização desses materiais – são indispensáveis para permitir a formulação de instrumentos compatíveis e efetivos.

Em particular, atenção especial deve ser devotada à análise dos valores das produções *per capita* – em kg/catador/mês – e dos rendimentos brutos *per capita* – em R\$/catador/mês. Esses são indicadores importantes, respectivamente, para as estimativas das eficiências físicas e das eficiências econômicas dos catadores afiliados a uma dada cooperativa.

As análises que serão apresentadas abaixo mostram que as cooperativas apresentam alto grau de heterogeneidade, com distintos níveis de organização e eficiência na coleta, triagem, limpeza e acondicionamento dos materiais. Essa extrema heterogeneidade das cooperativas limita e condiciona a efetividade de políticas públicas que não levem isso em consideração.

Para correta avaliação da adequação de uma política pública seria desejável que estivessem disponíveis dados recentes de amostra suficientemente grande das cooperativas de catadores de materiais recicláveis hoje existentes no Brasil. Essas informações são hoje indisponíveis nos órgãos de estatísticas oficiais.

Baseamos grande parte de nossas análises em dados primários recolhidos por meio de pesquisas diretas efetuadas com 71 organizações de catadores de todo o Brasil, pertencentes às bases de dados de Damásio (2006, 2007, 2009).<sup>27</sup>

### 7.3.2 Eficiência física

Primeiro, avaliaremos se os catadores de materiais recicláveis são capazes de desenvolver suas atividades com as mesmas eficiências físicas – definidas como produção/catador/mês. Para esclarecer se há homogeneidade nas eficiências físicas das cooperativas, é necessário consultar os dados empíricos existentes. A tabela 22 descreve as produtividades físicas médias por catador/mês para os materiais recicláveis coletados, processados e comercializados nas 20 cooperativas brasileiras analisadas por Damásio (2006).<sup>28</sup>

TABELA 22  
Produtividades físicas por material

Material (kg)	Produção (kg/cat./mês)	Desvio-padrão (kg/mês)	Média/desvio-padrão
Vidro	250,0	206,8	1,20906
Ferro e aço	139,6	189,7	0,73608
Alumínio	11,2	19,8	0,56490
Outros metais não ferrosos	4,2	4,6	0,93107
Papel e papelão	533,7	353,9	1,50817
Papel branco	147,3	144,5	1,01942
Papel misto	84,7	69,1	1,22647
Papelão	285,3	179,0	1,59399
Jornais, revistas e livros	90,2	88,1	1,02389
Plástico <sup>1</sup>	268,8	188,5	1,42606
PET	81,6	54,5	1,49819
PEAD	44,0	68,8	0,63890
PEBD	73,0	34,4	2,12091
PP	36,5	66,2	0,55176
PS	17,6	12,8	1,37740
PVC	26,4	16,4	1,61198
Plástico misto	97,2	111,8	0,86881
Tetrapak	35,0	28,2	1,24304
Óleo de cozinha	35,2	37,1	0,94991
Outros materiais	13,8	15,0	0,92313
<b>Total</b>	<b>1.117,4</b>	<b>511,1</b>	<b>2,18639</b>

Fonte: Dados primários de pesquisa direta de Damásio (2006).

Nota: <sup>1</sup> Politereftalato de etileno (PET); polietileno de alta densidade (PEAD); polietileno de baixa densidade (PEBD); polipropileno (PP); poliestireno (PS); e cloreto de polivinila (PVC).

Obs.: Amostra de 20 cooperativas e 1.796 catadores.

Os dados acima apresentados explicitam as extremas disparidades de produtividades físicas médias existentes entre as cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Para a grande parte dos materiais, nota-se que o desvio-padrão é extremamente alto em relação à média, ou seja, há grande dispersão das produtividades das cooperativas que “produzem” um mesmo tipo de material.<sup>29</sup> Em outras palavras, elas apresentam eficiências muito diferenciadas em seus papéis de agentes ambientais na redução das externalidades negativas associadas à geração de resíduos sólidos no meio urbano.

27. Essas pesquisas foram realizadas no âmbito da parceria estabelecida pelo Grupo de Estudos de Relações Intersetoriais da Universidade Federal da Bahia (Geri/UFBA) e o Centro de Estudos Socioambientais (Pangea). O Geri é um grupo de pesquisas cadastrado desde 1985 no CNPq. O Pangea é uma OSCIP localizada em Salvador-Ba. Os dados primários a que se fazem referências foram coletados através de pesquisas diretas junto a cooperativas de catadores de materiais recicláveis majoritariamente ligadas ao Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR). As análises desses dados estão resumidas em Damásio (2006, 2007, 2009). Em todos os casos os dados primários foram recuperados para permitir a análise aqui apresentada. Não foi feita qualquer tentativa de atualização dos preços praticados, de forma que os valores são sempre em reais correntes dos períodos nos quais os levantamentos foram efetuados. Os materiais são aqui apresentados de forma desagregada, na maneira informada por cada uma das cooperativas. Entretanto as cooperativas não são explicitamente identificadas devido a restrições estabelecidas de sigilo comercial acordado com as entidades para divulgação pública, que devem ser respeitadas.

28. As análises foram feitas baseadas apenas nos dados das cooperativas que de fato recolhem cada material específico.

29. Para explicar a grande diversidade de produtividades, poder-se-ia argumentar que os dados de Damásio (2006) provêm de diversas regiões do país e disso resultaria a heterogeneidade. Entretanto, as análises dos dados de Damásio (2007, 2009), realizadas somente nas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, respectivamente, mostram que há disparidade entre cooperativas, mesmo dentro de um município. Logo, a disparidade encontrada em nível nacional provavelmente não decorre de diferenças regionais.

### 7.3.3 Eficiência de mercado

A existência de diferentes graus de organização das cooperativas, de economias de escalas e de distintos graus de articulação dessas com os outros elos da cadeia de reciclagem faz que cada uma das cooperativas obtenha preços diferenciados para um mesmo produto na hora da venda do material.

A tabela 23 traz análise sobre a variabilidade dos preços obtidos na hora da venda pelas diversas cooperativas baseada em dados de Damásio (2006). Essa tabela apresenta três maneiras de avaliar as dispersões de preços de materiais recicláveis. As três primeiras colunas apresentam os valores para preços mínimos, máximos e as razões entre eles. Esta última dá a amplitude de máxima variação relativa de preços praticados pelas cooperativas nas vendas de seus materiais. As três colunas seguintes apresentam os valores para as médias simples de preços praticados, seus respectivos desvios-padrão e relação entre média e desvio-padrão. A leitura desses dados permite analisar os graus de variabilidade relativa dos preços praticados por material.

TABELA 23  
Preços de vendas por material

Material (R\$/kg)	Preço mínimo (R\$/kg)	Preço máximo (R\$/kg)	Preço máximo/mínimo	Média dos preços (R\$/kg)	Desvio-padrão (R\$/kg)	Média/desvio-padrão
Vidro	0,03	0,46	15,40	0,10	0,12	0,86183
Ferro e aço	0,07	0,93	13,33	0,20	0,19	1,06894
Alumínio	1,70	4,45	2,62	2,93	0,59	4,99344
Outros metais não ferrosos	2,57	8,00	3,11	5,02	1,97	2,55112
Papel e papelão	0,13	0,31	2,35	0,20	0,05	4,36656
Papel branco	0,15	0,50	3,33	0,33	0,10	3,45872
Papel misto	0,05	0,30	6,00	0,12	0,07	1,68675
Papelão	0,10	0,36	3,60	0,21	0,06	3,50919
Jornais, revistas e livros	0,05	0,30	6,00	0,11	0,06	1,99675
Plástico	0,28	1,09	3,91	0,60	0,21	2,93160
PET	0,35	1,15	3,29	0,83	0,24	3,50737
PEAD	0,25	1,15	4,60	0,66	0,27	2,45204
PEBD	0,25	1,15	4,60	0,54	0,22	2,47094
PP	0,05	1,30	26,00	0,53	0,30	1,79650
PS	0,07	1,30	18,57	0,62	0,41	1,51175
PVC	0,20	1,60	8,00	0,58	0,44	1,32026
Plástico misto	0,05	0,60	12,00	0,36	0,16	2,21644
Tetrapak	0,08	0,23	2,88	0,14	0,05	2,64735
Óleo de cozinha	0,10	1,15	11,50	0,48	0,37	1,28932
Outros materiais	0,10	1,38	13,82	0,62	0,46	1,36134
Média por kg	0,17	0,64	3,80	0,33	0,11	3,09931

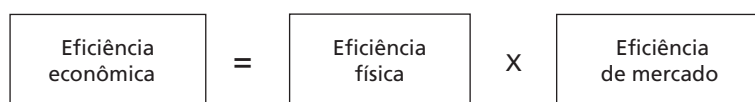
Fonte: Dados primários de pesquisa direta de Damásio (2006).  
Obs.: Amostra de 20 cooperativas e 1.796 catadores.

A leitura das tabelas 22 e 23 mostra que, mesmo antes da crise global que deprimiu os preços dos materiais recicláveis em 2008, existia ampla margem de variabilidade de preços pelos quais os mesmos itens eram comercializados, em um mesmo período. Isso é típico de segmentos da economia dominado pela informalidade ou pela semiformalidade.

### 7.3.4 Eficiência econômica

Além da análise sobre as eficiências físicas e de mercado, podemos fazer também avaliação análoga sobre suas produtividades econômicas médias. É oportuno recordar que as eficiências econômicas são o resultado da interligação entre eficiências físicas e eficiências de mercado.

FIGURA 3

**Relação entre eficiência econômica, eficiência física e eficiência de mercado**

Fonte: Damásio (2009).

Assim, sugere-se que haja disparidades de eficiências econômicas entre as cooperativas, uma vez verificadas as divergências existentes em suas eficiências físicas e de mercado.

A tabela 24 descreve as produtividades econômicas médias por catador/mês para os materiais recicláveis coletados, processados e comercializados para os dados de Damásio (2006).<sup>30</sup>

TABELA 24

**Produtividades econômicas por material**

Material	Receita por catador (R\$/cat./mês)	Desvio-padrão (R\$/cat./mês)	Média/desvio-padrão
Vidro	28,41	32,11	0,88479
Ferro e aço	20,06	22,18	0,90429
Alumínio	31,86	51,75	0,61562
Outros metais não ferrosos	15,06	13,24	1,13752
Papel e papelão	119,04	102,28	1,16385
Papel branco	53,16	56,99	0,93277
Papel misto	10,10	11,72	0,86220
Papelão	66,68	46,33	1,43928
Jornais, revistas e livros	9,36	9,83	0,95208
Plástico	151,60	98,46	1,53972
PET	63,54	45,41	1,39926
PEAD	31,89	49,59	0,64320
PEBD	38,66	20,88	1,85170
PP	14,68	19,99	0,73451
OS	12,91	13,56	0,95221
PVC	15,47	13,33	1,16059
Plástico misto	31,64	32,21	0,98222
Tetrapak	5,27	5,26	1,00178
Óleo de cozinha	10,76	9,47	1,13622
Outros materiais	7,54	7,85	0,95943
<b>Total</b>	<b>354,36</b>	<b>167,63</b>	<b>2,11391</b>

Fonte: Dados primários de pesquisa direta de Damásio (2006).

Obs.: Amostra de 20 cooperativas e 1.796 catadores.

Os dados da tabela 24 evidenciam grande variabilidade nos rendimentos brutos por catador nas diferentes cooperativas. Isso também é verificado nas análises municipais encontradas em Damásio (2007, 2009).

**7.4 Proposta de segmentação das cooperativas**

Ao reconhecer a heterogeneidade das cooperativas, vemos que a estruturação de uma política pública com foco nos catadores de materiais recicláveis deve reconhecer e internalizar essa característica. Ou seja, há que se pensar em mecanismos que sejam flexíveis o suficiente para tratar os diferentes tipos de problemas enfrentados por cooperativas que se encontram nos mais diversos estágios de organização, a fim de tratar desigualmente os desiguais.

Por outro lado, é necessário reconhecer que é impossível fazer uma política que consiga ser específica para cada cooperativa. Assim, recomenda-se que seja feita segmentação do setor, criando grupos de cooperativas por intervalos de produtividade e que a política a ser implementada tenha traços diferenciados para atender as necessidades

30. Os dados constantes nas colunas "média simples da receita por catador" e "desvio-padrão da receita por catador" foram calculados apenas em referência às cooperativas que de fato se ocupam em recolher e processar cada um dos materiais recicláveis tabulados. Dessa forma, os respectivos intervalos de confiança foram estabelecidos a partir das unidades que efetivamente processam esses materiais.



de cada grupo. Essa política deveria também estabelecer estrutura de incentivos para que as cooperativas menos organizadas buscassem atingir maiores níveis de organização.

Mesmo reconhecendo que diversas segmentações de grupos de cooperativas seriam possíveis, apresentamos classificação possível, que segue a metodologia apresentada em Damásio (2006). A adoção ou não dessa classificação não está ligada necessariamente à adoção dos instrumentos propostos como políticas.

Com o objetivo de construir amostra mais robusta para obter essas referências a partir de cooperativas de catadores de fato existentes e em plena operação, optou-se por justapor os dados primários de Damásio (2006, 2007, 2009).<sup>31</sup>

Foram analisados conjuntamente os dados de 71 cooperativas – somando-se as três amostras –, reunindo a produção de 3.503 catadores de materiais recicláveis. Sobre essa base de dados foi aplicada a análise discriminante – técnica de estatística multivariada –, a fim de destacar agrupamentos que diferiam significativamente entre si pelo critério das eficiências físicas. Como *proxy* da eficiência física de uma cooperativa foi adotada a relação peso da produção total – número de catadores da cooperativa. O resultado da alocação gerada pela análise discriminante pode ser observado na tabela 25. Foram agrupadas 10 cooperativas no grupo de alta eficiência; 19 no grupo de média eficiência; 25 no grupo de baixa eficiência; e 17 no grupo de baixíssima eficiência.

TABELA 25  
Exemplo de um possível agrupamento de cooperativas por produtividade

Amostras	Alta eficiência		Média eficiência		Baixa eficiência		Baixíssima eficiência		Total	
	Coop.	Cat.	Coop.	Cat.	Coop.	Cat.	Coop.	Cat.	Coop.	Cat.
2006	3	404	8	450	9	942	0	0	20	1.796
2007	2	58	2	21	9	167	5	177	18	423
2009	5	132	9	397	7	362	12	393	33	1.284
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>594</b>	<b>19</b>	<b>868</b>	<b>25</b>	<b>1.471</b>	<b>17</b>	<b>570</b>	<b>71</b>	<b>3.503</b>

Fonte: Dados primários de pesquisa direta de Damásio (2006, 2007, 2009).

A tabela 26 mostra que a análise discriminante produziu grupos “coesos”. Isto é, a relação entre média e desvio-padrão das eficiências relativas aumenta significativamente quando separamos as cooperativas nos grupos sugeridos pela análise discriminante, se comparadas com a relação para a amostra como um todo.

TABELA 26  
Produtividade média por grupo de cooperativa

Eficiências relativas	Produtividade média (kg/cat./mês)	Desvio-padrão (kg/cat./mês)	Média/desvio-padrão
Alta eficiência	2.292	526	4,35
Média eficiência	1.481	417	3,55
Baixa eficiência	913	296	3,08
Baixíssima eficiência	256	225	1,14

Fonte: Dados primários de pesquisa direta de Damásio (2006, 2007, 2009).

A partir de médias e desvios-padrão da amostra, estimamos valores limítrofes entre grupos de eficiências físicas para cooperativas de catadores de materiais recicláveis:

- O valor limítrofe entre os grupos de alta e média eficiências deve ser situado ao redor de 1.832 kg por catador/mês. Aproximando-se, pode-se fixar o limite em 1.800 kg por catador/mês.
- O valor limítrofe entre os grupos de média e baixa eficiências deve ser situado ao redor de 1.136,55 kg por catador/mês. Aproximando-se, pode-se fixar o limite em 1.100 kg por catador/mês.
- O valor limítrofe entre os grupos de baixa e baixíssima eficiências deve ser situado ao redor de 549,25 kg por catador/mês. Aproximando-se, pode-se fixar o limite em 550 kg por catador/mês.

A tabela 27 resume as faixas de produtividades físicas, agora caracterizadas por seus valores limítrofes, seguidas de suas produtividades médias e da estimativa das produtividades relativas das cooperativas de mais alta eficiência em relação às produtividades médias daquelas de baixíssimas produtividades.

31. Como se trata de avaliar e classificar as cooperativas segundo suas eficiências físicas, o fato de essas amostragens terem sido realizadas em períodos diferentes incorpora vieses menores do que quando comparados às respectivas eficiências econômicas e de mercado, as quais incorporam flutuações de preços.

TABELA 27  
Produtividades relativas

Eficiências relativas	Faixas	Médias (kg)	Produtividades relativas
Alta eficiência	Acima de 1.800 kg/cat./mês	2.293	8,9
Média eficiência	Entre 1.100 kg e 1.800 kg/cat./mês	1.481	5,8
Baixa eficiência	Entre 550 kg e 1.100 kg/cat./mês	913	3,6
Baixíssima eficiência	Abaixo de 550 kg/cat./mês	257	1,0

Fonte: Dados primários de pesquisa direta de Damásio (2006, 2007, 2009).

Observa-se que as cooperativas de baixa eficiência são, em média, quase quatro vezes mais produtivas do que as de baixíssima produtividade. As cooperativas de média eficiência são cerca de seis vezes mais produtivas, apresentando ganho de mais de 60% em relação às de baixa eficiência. Finalmente, com produtividade quase nove vezes superior à mínima, as cooperativas de alta eficiência apresentam outro salto de produtividade equivalente a mais de 50% em relação àquelas de média eficiência.

## 7.5 Instrumentos propostos

### 7.5.1 Pagamento por produtividade

#### 7.5.1.1 Justificativa

Conforme identificado na seção 6, um dos principais problemas que afligem os catadores é o valor médio do pagamento que eles recebem pela venda dos materiais. Uma primeira proposta para tentar minimizar este problema poderia ser a concessão de uma bolsa fixa para os catadores, seguindo as linhas gerais do programa Bolsa Família. Um instrumento dessa natureza poderia criar um “colchão” de renda mínima para os catadores, de forma a garantir renda mensal que os mantivesse na atividade de catação. Apesar de tal instrumento ser de simples implementação, ele apresenta uma série de limitações.

Conforme discutido anteriormente, a produtividade das cooperativas é extremamente dispersa ao redor de seus valores médios, tanto para as produtividades físicas – toneladas coletadas por catador –, quanto para as produtividades econômicas – receita por catador. Isso significa que uma política de bolsas de valores uniformes em que todos os catadores ganhassem o mesmo valor, independentemente das produtividades respectivas, não estimularia o aumento de eficiência das cooperativas. Dessa forma, um esquema seguindo essas linhas não traria incentivos à melhoria da produtividade das cooperativas com menor produtividade. Ademais, um pagamento igual a todos os catadores iria contra os princípios definidos para os sistemas de PSA, conforme descrito nas subseções 5.2 e 7.1, pois a remuneração seria igual para níveis de serviços ambientais diferentes.

Além disso, um sistema de pagamento uniforme para os cooperados poderia criar alguns desentendimentos nas próprias cooperativas. Catadores de material reciclável têm dinâmica de trabalho muito própria, e a realidade das cooperativas varia bastante. Há catadores que seguem uma rotina de trabalho diária, enquanto outros possuem dinâmicas menos regulares, trabalhando quantidade de horas bastante variável por dia, ou mesmo não trabalhando em alguns dias. Devido a essa diversidade, muitas cooperativas adotam políticas de pagamento aos cooperados proporcional à sua produção, como estratégias de gerar algum tipo de premiação pelo esforço e de justiça distributiva. O pagamento uniforme aos cooperados iria contra esse princípio e poderia inclusive gerar atritos entre os cooperados.

Dado esse cenário, não se considera pertinente o pagamento uniforme aos catadores e se propõe a implantação de um pagamento vinculado às produtividades das cooperativas. Nesse sentido, é necessário, entretanto, definir se o parâmetro utilizado será a produtividade física ou a econômica.

Argumenta-se aqui que a produtividade física deve ser utilizada como elemento de referência. Entre as razões, podemos destacar: as eficiências físicas podem ser calculadas de maneira mais simples, pela pesagem dos materiais; a produtividade física depende apenas de produtividade individual, organização e capitalização das cooperativas, e não da inserção das cooperativas nas cadeias de comercialização. Assim, a produtividade física mantém-se inalterada em momentos de crise. Além disso, do ponto de vista conceitual, é por meio da eficiência física que é possível medir o papel ambiental dos catadores como agentes ecológicos na redução das externalidades negativas urbanas associadas aos resíduos sólidos.

Assim, quanto mais uma cooperativa demonstrar ser capaz de ter atuação eficaz sobre o recolhimento de materiais recicláveis entre os resíduos sólidos urbanos – evidenciado pela sua produtividade física por catador/mês –, mais ela deve fazer jus ao pagamento por serviços ambientais urbanos.

### 7.5.1.2 Objetivos

O objetivo do pagamento por produtividade é remunerar, de maneira efetiva e permanente, os catadores pelo serviço de catação e triagem de resíduos sólidos urbanos recicláveis. Essa remuneração é julgada devida, pois ela reduz as externalidades negativas relacionadas a produção, consumo e disposição final de mercadorias.

Outros objetivos ligados a esse instrumento são: a promoção de melhores condições de vida aos catadores, por meio da complementação de suas rendas, e a melhoria de suas condições de trabalho, uma vez que os pagamentos podem/devem ser utilizados também para investimentos nas cooperativas – máquinas, treinamento etc. –, como será proposto a seguir.

### 7.5.1.3 Descrição do instrumento

O instrumento consiste em pagamentos mensais/semestrais/anuais às cooperativas de catadores de resíduos sólidos urbanos por tonelagem de resíduo coletado (independente do tipo de material) baseado no serviço ambiental gerado pela catação e triagem de resíduos sólidos urbanos recicláveis.

A remuneração deve ser feita de maneira diferenciada, de acordo com as produtividades físicas de cada cooperativa da atividade de catação e triagem de materiais recicláveis. Propõe-se a classificação das cooperativas em alguns grupos que apresentem certa homogeneidade interna e diferentes níveis de produtividade média entre eles. A partir dessa classificação, seria necessário estipular valores diferenciados de pagamentos por tonelagem para cada um dos grupos.

Esses valores devem ser calculados de modo a obedecer alguns pressupostos, entre eles:

1. O valor pago por tonelada deve ser maior quanto menor for a produtividade *per capita* da cooperativa. Dessa forma, dá-se assistência especial àquelas cooperativas menos organizadas, que são também as que têm menor produtividade por catador, para que estas se organizem e melhorem suas produtividades. Como será explicado a seguir, isso não implica premiar a menor produtividade.
2. O valor médio pago por catador deve ser tão maior quanto maior for a produtividade por catador da cooperativa da que este faça parte.

Embora possa parecer contraintuitivo em um primeiro momento, esses dois pressupostos não são inconsistentes entre si – eles se completam. O valor por tonelada deve ser calculado para que ele cumpra os dois pressupostos. O resultado dessa combinação seria que, ao mesmo tempo em que se paga mais por tonelada para as cooperativas menos eficientes, o pagamento por catador para estas será menor do que para as cooperativas mais eficientes – uma vez que sua produção por período de tempo é menor. Ou seja, os valores têm de ser estipulados de maneira que esses dois pressupostos sejam obedecidos e que a premiação por eficiência seja cumprida – o catador com maior produtividade deve receber mais por unidade de tempo –, ao mesmo tempo em que se pague mais por tonelada para as cooperativas menos produtivas. Na subseção 7.5.1.4, um exemplo numérico será apresentado para esclarecer eventuais dúvidas remanescentes.

O pagamento por tonelada recolhida poderá, em princípio, ser igual para todos os materiais recicláveis estabelecidos como integrantes da política. Entretanto, é possível, e isso será objeto da proposta do segundo instrumento, que se estabeleçam multiplicadores específicos para cada material. Nesse caso, o valor por tonelada continuaria a obedecer os princípios aqui propostos, porém poderia ser diferenciado por tipo de material reciclável de acordo com as prioridades da autoridade ambiental.

Prevê-se também, como será explicitado na proposta sobre o fundo cooperativo, a possibilidade de que o pagamento seja dividido em duas partes. Uma primeira parte seria necessariamente em dinheiro, enquanto a segunda parte poderia ser destinada de alguma forma especial para investimentos que melhorassem as condições a médio e longo prazos da cooperativa. Essa possibilidade será mais explorada na subseção 7.5.3.

### 7.5.1.4 Exemplo numérico

Criamos um exemplo para ilustrar a aplicação do mecanismo com números fictícios. Suponhamos que partimos de quatro cooperativas de eficiências médias distintas, uma de cada grupo, cada uma com 100 cooperados. Como exemplo, caso os valores básicos para as bolsas por produtividades físicas fossem estipulados em, por exemplo, R\$ 1,00; R\$ 1,50; R\$ 3,00; e R\$ 5,00 por quilo de materiais recicláveis – de forma decrescente às produtividades –, seria possível construir o quadro a seguir.

**TABELA 28**  
**Exemplo ilustrativo de um esquema de pagamento por produtividade**

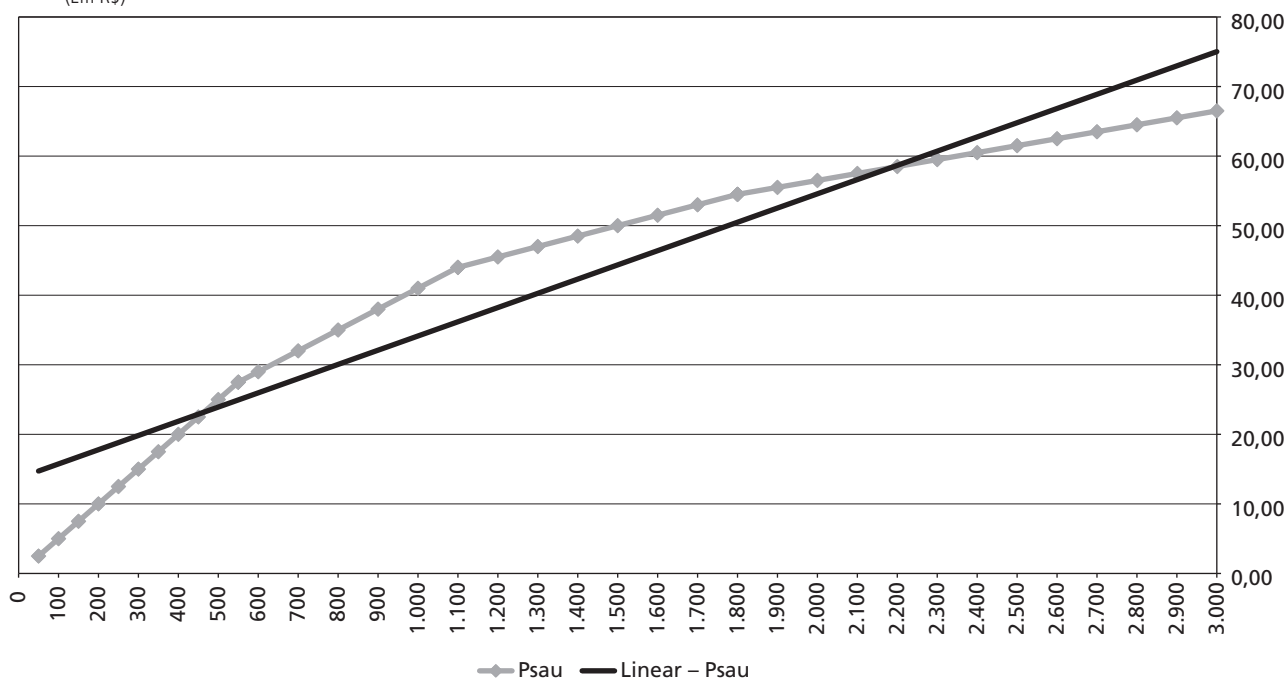
Eficiências relativas	Cooperados	Produção total física (t)	Valores básicos (R\$/t)	Valores globais repassados (R\$)	Valor recebido por catador (R\$)
Alta eficiência	100	2.600	10,00	26.000,00	260,00
Média eficiência	100	1.400	15,00	21.000,00	210,00
Baixa eficiência	100	600	30,00	18.000,00	180,00
Baixíssima eficiência	100	230	50,00	11.500,00	115,00

Fonte: Dados primários de pesquisa direta de Damásio (2006, 2007, 2009).

Este quadro hipotético exemplifica o mecanismo anteriormente discutido para a parametrização dos valores básicos. Observa-se que – ainda que os materiais recicláveis recolhidos por cooperativas de baixíssimas produtividades sejam remunerados a valores relativamente elevados – os catadores de alta eficiência recebem individualmente mais do que o dobro do que aqueles. Isso exemplifica os princípios aqui propostos. Resta estabelecer a magnitude específica desses valores básicos, com referência aos resultados das economias geradas pela reciclagem apresentados na seção 4.

O gráfico 1 detalha o exposto na tabela 28. Aqui, faz-se exercício detalhando qual seria o “pagamento por produtividade” por cooperado para diversas cooperativas que apresentem distintos níveis de produtividade por catador por mês.<sup>32</sup>

**GRÁFICO 1**  
**Exemplo ilustrativo de esquema de pagamento por produtividade por catador para diferentes produtividades físicas**  
(Em R\$)



Elaboração dos autores.

#### 7.5.1.5 Resultados esperados

Entre os resultados esperados, destaca-se o aumento da catação e triagem de resíduos sólidos urbanos, o que contribuiria para a melhoria dos índices de reciclagem de materiais recicláveis no país.

Como resultado auxiliar prevê-se o aumento no número de catadores cooperativados, uma vez que somente assim os catadores poderiam ter acesso aos pagamentos. Assim, o mecanismo estaria promovendo a organização dos catadores, o que potencialmente deveria melhorar suas condições de trabalho e de vida.

A médio prazo, espera-se aumento na produtividade das cooperativas para que os catadores envolvidos consigam maiores rendimentos mensais. Esse aumento seria fruto da estrutura de incentivos montada, mas também dos investimentos possibilitados pelo instrumento Psau. Isso ocorrerá de maneira mais efetiva, principalmente se o terceiro mecanismo for implementado.

32. Para garantir a monotonicidade da função, optou-se por dividir o pagamento por tonelada em um valor fixo e outro variável por grupo de cooperativas. Detalhamento maior dos cálculos dos dados do gráfico encontra-se no anexo 4.

#### 7.5.1.6 Indicadores de monitoramento

Entre os indicadores de monitoramento possíveis, pode-se propor:

- número de catadores cooperados;
- produtividade física por cooperativa;
- produtividade física média por catador;
- Psau médio por cooperativa;
- Psau médio por catador; e
- peso de materiais vendidos por tipo de material.

#### 7.5.1.7 Limitações

A primeira limitação que podemos destacar é que o instrumento não funcionaria para os catadores não cooperados. Uma vez que estes ainda são maioria no Brasil, em um primeiro momento eles estariam excluídos da política. Isso é fruto de opção explícita que teve duas motivações: primeiro, diminuir os custos de implementação e monitoramento da política; segundo, promover incentivos à organização dos catadores, por julgarmos que isso pode ser positivo a médio prazo.

A segunda limitação é que esse instrumento não diferencia o pagamento por tipo de material recolhido. Isso não seria ideal, já que o potencial poluidor de cada material é diferente, logo o Psau deveria refletir esse potencial de alguma forma. Além disso, o mercado já emite incentivos diferenciados para o recolhimento dos diferentes materiais; logo, isso deveria ser também levado em conta. Como levantado na descrição do instrumento, esse problema poderia ser sanado pela implementação conjunta do instrumento complementar que será proposto na próxima seção.

Outra limitação possível é que se o pagamento for excessivo e não houver demanda suficiente para os materiais recicláveis, sua implementação pode gerar excesso de sucata, o que pode acarretar problemas de saneamento urbano e custos de armazenamento.

A quarta limitação seria que, dependendo da assimetria de poder de mercado entre cooperados, sucateiros e recicladores, o pagamento pode gerar queda no preço de mercado pago às cooperativas, de forma que os cooperados continuem com a mesma renda final em relação à situação sem o Psau. Nesse caso, os outros elos da cadeia recicladora é que incorporariam o Psau a seus lucros. A situação em que uma completa assimilação aconteça é julgada improvável pela equipe. Porém, apropriação parcial parece ser possível. Uma forma possível de diminuir a magnitude de tal efeito seria efetuar pagamentos em intervalos superiores a um mês, de maneira a dificultar os cálculos de quanto os catadores estariam internalizando de receita.

Outras limitações menores seriam o fato de que a relação entre o Psau pago e o preço da sucata será diferente por região do país, uma vez que os preços dos materiais recicláveis variam entre regiões. Isso poderia gerar algum tipo de disputa entre catadores. Além disso, uma limitação explícita é o fato de que a classificação de cooperativas apresentada é um mero exercício e a colocação em prática de tal instrumento exigiria que a classificação fosse discutida com os catadores.

### 7.5.2 Acréscimos compensatórios graduados

#### 7.5.2.1 Justificativa

A proposta de uma política de acréscimos graduados é apresentada como alternativa a uma política simples de preços mínimos. Uma política de preços mínimos objetiva a estabilização de preços em um mercado de preços flutuantes. O caso clássico de aplicação dessas políticas é o mercado de produtos agrícolas. Esse setor é especialmente sensível à variação de preços por diversas razões: primeiro, o fato de as decisões e a produção se darem muito antes das negociações de venda. Assim, não se sabe no momento do plantio qual será a oferta dos produtos no momento da comercialização, nem se conhecem os fatores outros – como variações climáticas – que poderão acontecer entre esses momentos, influenciando a formação de preços. Dessa forma, uma política de preços mínimos serve para diminuir a incerteza do agricultor no momento do plantio e garantir tanto o fornecimento agrícola para os consumidores como a subsistência do agricultor. Para o agricultor, ela serve como garantia de que sua produção será vendida e gerará, no mínimo, receita condizente com os custos de produção.

Outra especificidade da agricultura é que os produtores rurais são geralmente muito dependentes de um produto específico e não conseguem adequar sua oferta a choques de preço a curto prazo. Como seu ciclo de plantio/colheita é relativamente longo, os custos de armazenagem são altos e os produtores seguem normalmente algum

tipo de especialização por produto; uma queda no preço no produto produzido em um momento específico pode afetar gravemente a renda do produtor, renda esta que pode ser sua renda anual.

Pelo lado teórico, a teoria econômica – e as práticas históricas – apontam que a adoção de políticas de preços mínimos tende sistematicamente a gerar excessos de ofertas. Dependendo de como os preços forem fixados, os produtores podem passar a ignorar os sinais de mercado da demanda e tomarem suas decisões de produção baseados apenas nos preços mínimos.

Uma análise do setor de coleta/reciclagem mostra-nos que seu funcionamento é bem distinto do mercado agrícola. O ciclo de produção da reciclagem é curto, e não há grande especialização dos agentes. Dessa forma, é improvável que choques de preço atinjam a produção de maneira que a decisão de produzir – catar – seja tomada sem que se tenha boa estimativa do preço de venda. Além disso, os catadores geralmente comercializam uma série de produtos, cujas variações de preços têm alguma correlação, porém não absoluta. Dessa forma, os agentes podem trocar seu *mix* de produção de maneira relativamente rápida e responder a variações nos preços.

Ademais, a implementação de uma política de preços mínimos passa, normalmente, pela compra pelo poder público do excedente de produção não adquirido pelo mercado, a fim de que os preços de mercado não caiam abaixo de um valor estipulado. Dessa forma, é necessário algum tipo de armazenamento público, ou incentivos do poder público à estocagem privada, o que gera custos monetários e demanda logística especializada. A implementação de tal sistema para as sucatas requereria amplo investimento público tanto em infraestrutura como em monitoramento de preços e de produção.

Além disso, há algumas outras especificidades do mercado de materiais recicláveis que tornam a implementação de tal política muito difícil. O mercado de recicláveis é segmentado e tem diversos atores com papéis diferenciados. Os produtos do segmento não são homogêneos, e suas características, como cor, grau de limpeza, compactação, entre outras, influenciam de maneira importante seu preço. Outro fator que faz que existam diversos preços para materiais similares é o fato de o valor agregado da sucata ser muito baixo. Dessa forma, o preço do transporte pode representar parte muito grande do preço de revenda. Ou seja, o preço de um mesmo material ao lado da fábrica de reciclagem pode ser muito diferente do preço do mesmo material a algumas centenas de quilômetros. Como consequência, existe enorme variedade de preços simultaneamente praticados para os mesmos materiais. Assim, a determinação de preços para todos os subtipos de materiais, assim como para seus preços nos diversos lugares do Brasil, seria tarefa difícil, eventualmente imprecisa e cara de se colocar em prática.

As características acima destacadas exigem que se pense em formas criativas para contornar as dificuldades estruturais existentes para a implantação de uma política que garanta maior estabilidade ao setor de reciclagem.

Como alternativa a uma política de preços mínimos tradicionais, propõe-se aqui o pagamento de “acréscimos compensatórios graduados”, que visa complementar o “pagamento por produtividade” descrito acima nesse sentido – diferenciar os pagamentos por tonelada de acordo com o tipo de material recolhido. O mecanismo consiste na aplicação de fator multiplicador, por tipo de material, ao valor estipulado por tonelada pelo “pagamento por produtividade”, criando apenas diferencial no pagamento por tonelada de cada tipo de produto vendido, sem alterar os mecanismos de ajuste do “pagamento por produtividade”.

#### 7.5.2.2 Objetivos

O instrumento de “acréscimos compensatórios graduados” visa possibilitar formas discricionárias de intervenções sobre os valores recebidos pelas cooperativas por grupos de materiais recicláveis, de acordo com o objetivo da autoidade ambiental e com a conjuntura de preços dos materiais secundários. Essas intervenções não devem se resumir aos eventuais períodos de crise, quando podem servir para corrigir depressão nos preços, mas podem também possibilitar o incentivo ao recolhimento de materiais recicláveis de alto potencial poluidor que apresentem baixos valores médios de mercado mesmo em condições normais. Nesse sentido, os acréscimos compensatórios podem ser entendidos como correções ao sistema de preços das sucatas de material reciclável vigente, em determinado momento, sob ótica ambiental e social, de acordo com os objetivos da política pública a ser implementada.

Assim, o Psau passaria a ser instrumento de indução ao recolhimento de materiais considerados não compensadores do ponto de vista do catador – anteriormente desprezados ou subcoletados –, ao mesmo tempo em que fornece possibilidade da compensação de flutuações cíclicas de preços. Dessa forma, este atende os objetivos fundamentais de um programa de pagamentos por serviços ambientais urbanos, por garantir e estabilizar a continuidade da atividade – assegurando o provimento de serviços ambientais. Além disso, o instrumento significaria avanço sobre as políticas de preços mínimos tradicionais.

### 7.5.2.3 Descrição do instrumento

O instrumento caracteriza-se por ser fator multiplicador, estabelecido por classe de material reciclável, que será multiplicado pelo valor a ser pago por tonelada recolhida para cada classe de material, conforme estabelecido pelo mecanismo “pagamento por produtividade”. O estabelecimento do fator multiplicador pode ter dois objetivos básicos, não excludentes:

- Compensações contracíclicas: em períodos de crises – diante de severas flutuações de preços das *commodities* relacionadas às sucatas recolhidas pelos catadores –, o multiplicador pode ser modificado para os tipos de materiais atingidos pela crise, gerando acréscimos compensatórios, para manter o recolhimento dos materiais e a prestação de serviços ambientais, assim como evitar grandes perdas de receita para os catadores e mantê-los na atividade.
- Estímulos graduados em tempos sem crise: o multiplicador pode ser usado para estimular individualmente o recolhimento, a triagem e o processamento de determinados grupos de materiais recicláveis – considerados prioritários pela autoridade ambiental –, seja pelo seu potencial poluidor, seja pelos seus baixos níveis de coleta e reciclagem constatados.

É interessante notar que a aplicação desse instrumento não implica grandes esforços por parte do poder público. Uma vez que a estrutura para pagamento do Psau se encontra montada, esse mecanismo seria aplicado como fator multiplicador, por grupo de produtos, criando apenas diferencial no pagamento por tonelada de cada tipo de produto vendido. Um dos poucos requerimentos extras para o funcionamento desse instrumento é o de se estabelecer os valores por grupo de material – de acordo com critérios ambientais, ou sociais, e de se criar estrutura de acompanhamento dos preços das principais *commodities* relacionadas aos materiais recicláveis para que o fator multiplicador fosse reajustado periodicamente. Como o tratamento que se quer dar é o de foco em grupos de produtos, não seria necessário acompanhar o preço de todas as sucatas, mas apenas o das cinco *commodities* objeto deste relatório, cujos respectivos materiais recicláveis correspondem a mais de 90% das receitas das cooperativas (DAMÁSIO, 2006).

### 7.5.2.4 Resultados esperados

São esperados dois principais resultados da aplicação desse instrumento, a depender de com qual das duas motivações apresentadas este seja aplicado. Primeiramente, espera-se aumento no recolhimento e na triagem dos produtos estabelecidos como foco pela autoridade ambiental e que eram sub-recolhidos aos preços de mercado vigentes anteriores à implementação do instrumento. Segundo, espera-se que haja, mesmo em tempos de altas flutuações nos preços das *commodities*, certo grau de estabilidade nas atividades dos catadores para todos os tipos de materiais. Desse resultado, deriva-se a expectativa da garantia de renda mínima para os catadores de materiais recicláveis, mesmo em tempos de baixas nos preços das sucatas.

Com base nos dados sobre coleta e triagem de materiais de Damásio (2006),<sup>33</sup> podemos destacar alguns exemplos de intervenções possíveis. Entre os materiais plásticos, os polietilenos de baixas densidades (PEBD) e os polipropilenos (PP)<sup>34</sup> são sub-recolhidos e processados – possivelmente pelo desestímulo gerado pelo seu baixo peso unitário e pelos reduzidos valores obtidos no mercado. Um aumento do fator multiplicativo poderia, por exemplo, ser arbitrado para estimular economicamente as cooperativas a recolher parcelas adicionais desses itens presentes nos resíduos sólidos urbanos.

No caso de ferro e aço, esses apresentam participações relativas similares em termos de peso e receita. Entretanto, como são processados principalmente por ferros-velhos e sucateiros de ferro e aço, a política de “acréscimo compensatório graduado” teria efeito relativamente reduzido nesse segmento, quando são considerados seus impactos sobre as cooperativas de catadores.

O alumínio apresenta outras especificidades, sendo altamente valorizado pelo mercado. Embora represente cerca de 1% do peso total dos materiais recicláveis, este é responsável por mais de 5% das receitas brutas (DAMÁSIO, 2006). O produto é muito valorizado pelos catadores e nunca deixa de ser coletado. Logo, a princípio, a política não se faria necessária nesse caso.

33. Tabelas com dados dessa pesquisa encontram-se no anexo 3.

34. Os produtos de PVC possivelmente deveriam ser incluídos nesta categoria, porém apresentam volume disponível para coleta bastante menor, dada sua utilização precípua em encaamentos e tubulações.

#### 7.5.2.5 Indicadores de monitoramento

Entre os indicadores de monitoramento possíveis, pode-se propor:

- recolhimento e processamento total por material;
- fator multiplicador do acréscimo compensatório graduado/preço da sucata corrente por material;
- fator multiplicador do acréscimo compensatório/preço de *commodity* por material;
- peso recolhido/peso vendido por material; e
- estoques de sucata por material.

#### 7.5.2.6 Limitações

Algumas das limitações desse instrumento são parecidas com aquelas apresentadas para o instrumento “pagamento por produtividade”, quais sejam: risco de recolhimento excessivo de alguns materiais; possível diminuição dos preços de mercado de alguns materiais; e diferença entre a relação dos valores do Psau e o preço da sucata que seria possivelmente diferente por região do país.

Além disso, como a implementação teria de ser feita por grupos de materiais, pois seria muito custoso monitorar os preços de todos os tipos de materiais, isso poderia gerar distorções entre materiais de um mesmo grupo, como sub ou super-recolhimento de alguns deles. Outra limitação possível é a dos custos de implementação e monitoramento que serão criados. Mesmo que o desenho do instrumento tenha tentado minimizá-los, eles existem e não se tem estimativa precisa quanto a sua magnitude.

### 7.5.3 Fundo cooperativo

#### 7.5.3.1 Justificativa

As duas propostas de instrumentos descritas anteriormente preveem o pagamento feito diretamente às cooperativas. Acredita-se que esse pagamento seja justificável e que as cooperativas devem ter autonomia para decidir como utilizar os recursos recebidos. Por outro lado, dada essa autonomia e o grau de vulnerabilidade social dos catadores, é possível que esses recursos sejam transferidos integralmente como renda individual para os catadores, sem que nenhuma parte seja investida na cooperativa.

Conforme descrito na seção 6, existem alguns fatores que causam uma série de dificuldades para a ação das cooperativas, entre eles, o fato de as cooperativas disporem de poucas máquinas ou serem pouco organizadas para gestão e para cumprir coleta institucional, além de não terem reservas para crises. Ao mesmo tempo, outro problema a ser resolvido seria desenvolver estratégias para que os catadores superassem sua condição social vulnerável. Diante de tais questões, seria importante também que parte do Psau fosse usado em perspectiva de longo prazo, seja para maior estruturação das cooperativas, seja para apoiar os catadores a sair de sua situação de vulnerabilidade. Dessa forma, um terceiro instrumento a ser implementado para o Psau poderia ser um “fundo cooperativo”, que ficaria disponível para ser usado pelas cooperativas para alguns fins específicos.

#### 7.5.3.2 Objetivos

O principal objetivo do fundo cooperativo seria diminuir a vulnerabilidade das cooperativas e dos catadores, aumentando a chance de sucesso a médio e longo prazos. Prever todos os usos para os recursos do fundo é um desafio que vai além do escopo deste texto; entretanto, alguns destinos desses recursos podem ser antevistos, devendo essas alternativas ser discutidas e analisadas pelas cooperativas e equipes de assessoria técnica. Algumas possíveis utilizações para o fundo cooperativo poderiam ser:

- Programas de capacitação e treinamento de cooperados: recursos do fundo cooperativo poderiam financiar projetos de alfabetização de catadores, cursos de matemática, administração, informática ou ainda outros conhecimentos que fossem importantes nas atividades ligadas à reciclagem. Ao mesmo tempo, poderiam ser realizados cursos vinculados a tarefas desconectadas da reciclagem, abrindo-se possibilidades para aqueles catadores que desejarem realizar outras profissões. Esses programas deveriam se adequar à rotina das cooperativas, em termos de horário, local e duração, e poderiam ser criados a partir de demandas das próprias cooperativas ou propostos pela administração do fundo cooperativo.
- FCriação de redes de comercialização: redes de comercialização consistem na atuação coletiva de um grupo de cooperativas. Existem muitas cooperativas que, por questão de escala ou infraestrutura, não conseguem vender diretamente para indústrias recicladoras, que exigem padrões mínimos de quantidade



qualidade. Estas cooperativas acabam dependendo de intermediários e, dessa forma, recebem valores menores por seus materiais. As redes de comercialização possibilitam a tais cooperativas aumentar a quantidade e a uniformidade de seus produtos, abrindo a possibilidade de novos mercados.

- Aquisição de máquinas e equipamentos: a aquisição de máquinas e equipamentos, como prensas, carrinhos ou mesmo caminhonetes pode significar aumento sensível na capacidade de coleta e processamento das cooperativas. Essa linha de financiamento poderia se somar àquelas já existentes ou então focar um público ainda não atendido, como as cooperativas que ainda não conseguem cumprir com as exigências do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) ou outros órgãos públicos de financiamento.
- Financiamento de estoque: outro fator que influencia o valor recebido pelas cooperativas e pelos catadores é sua necessidade, quase diária, de recursos financeiros, que os obriga a comercializar os produtos recicláveis em intervalos muito curtos e, muitas vezes, em pequenas quantidades. A possibilidade de obter financiamento para capital de giro poderia permitir às cooperativas aumentar seus estoques e assim negociar os produtos em termos mais favoráveis. Isso poderia ocorrer tanto em períodos do ano em que os preços podem estar reduzidos por questões sazonais quanto em situações como a crise econômica de 2008.

#### 7.5.3.3 Descrição do instrumento<sup>35</sup>

O fundo cooperativo poderia tanto ser operacionalizado por bancos públicos, como o BNDES; fundações, como a Fundação Banco do Brasil (FBB); fundos federais, como o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA); quanto na forma de uma cooperativa de crédito ou banco popular. As necessidades das cooperativas são bastante variadas e o fundo deveria ser desenhado de modo a atender diferentes demandas rapidamente. Por esse motivo, uma característica importante do fundo cooperativo seria ter flexibilidade e agilidade em suas ações.

Em um primeiro momento essa proposta poderia concorrer com algumas políticas já praticadas, como o financiamento de equipamentos pelo BNDES. Porém, a realização de tais práticas por um fundo cooperativo, criado a partir de lei e, talvez, cogerido pelas cooperativas, aumentaria a chance de permanência de tais financiamentos, tornando-os menos dependentes das decisões da alta gerência das instituições públicas.

A constituição do fundo também precisa ser discutida em profundidade pelos grupos interessados. Uma alternativa para a constituição do fundo seria a adesão voluntária por meio da compra de cotas, podendo o grau de participação influenciar no valor dos financiamentos. Em outras palavras, cooperativas que tivessem mais cotas, ou mais recursos investidos no fundo, teriam acesso a financiamentos maiores.

Alternativamente, a participação no fundo poderia ser condicionante para o recebimento do Psau. Seguindo esse raciocínio, percentual predefinido do Psau a ser pago para cada cooperativa seria encaminhado para o fundo e creditado na “conta” da cooperativa. Esse percentual poderia ser igual para cada cooperativa, ou proporcional à produtividade da cooperativa – cooperativas com produtividades diferentes contribuiriam com percentuais distintos de sua receita –, conforme ilustrado na tabela 29. Nesse sentido, ele seria instrumento que se combinaria com os outros dois anteriormente propostos. No exemplo da tabela 29 – que é apenas ilustrativo –, parte do Psau que as cooperativas iriam receber seria pago em espécie, enquanto outra parte seria paga em “quotas” na conta da cooperativa no “fundo cooperativo”. Com mais “cotas”, as cooperativas poderiam adquirir mais crédito para investimento, ou pagar as linhas de crédito já tomadas. Ainda pela tabela 29, o critério de proporcionalidade entre pagamento em dinheiro e “crédito” foi o seguinte: as cooperativas mais organizadas, que já têm mais máquinas e melhores condições de trabalho, ganhariam proporção maior em espécie; as menos produtivas, por outro lado, ganhariam maior parte em crédito, uma vez que se acredita que haveria maior necessidade de investimento nestas, o que reverteria em maior eficiência e rendimentos a médio prazo.

TABELA 29  
Exemplo ilustrativo de percentuais variáveis de contribuição para o fundo cooperativo

Eficiência	Produção (t/cat.)	Psau por peso (R\$/t)	Psau por catador (R\$/cat.)	Psau monetizado (pagamento em dinheiro) (%)	Psau em “quotas” do fundo cooperativo (%)
Baixíssima eficiência	Baixíssima	Mais elevado	Menor	50	50
Baixa eficiência	Baixa	Elevado	Abaixo da média	70	30
Média eficiência	Média	Médio	Médio	90	10
Alta eficiência	Alta	Menor	Maior	100	–

Elaboração dos autores.

35. As propostas feitas aqui consistem em breve descrição de possíveis formas de constituição do fundo cooperativo; porém, o detalhamento de sua operacionalização deve ser discutido com as cooperativas, bem como com as equipes específicas do governo federal, entre elas o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e a Secretaria Nacional de Economia Solidária (Senaes), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Dependendo das escolhas a serem feitas e do uso dos recursos pelas cooperativas, eles poderiam ser emprestados a juros abaixo do valor praticado no mercado ou mesmo sem juros.

Outra questão relacionada ao fundo seria quanto aos beneficiários do instrumento. Por um lado, o fundo cooperativo poderia ser desenhado como instrumento de apoio exclusivo a cooperativas. Por outro lado, caso a proposta se aproxime mais de cooperativa de crédito, poderiam ser pensadas opções para beneficiar também cooperados os catadores independentes.

Os instrumentos descritos anteriormente foram desenhados tendo em mente o apoio às cooperativas de catadores já instituídas. Enquanto o Psau for executado por órgãos do governo, essa decisão parece ser necessária, devido à necessidade de controle do uso dos recursos. Entretanto, dependendo do desenho institucional do fundo cooperativo, este poderia superar essa limitação. Novamente, no caso da cooperativa de crédito, parte de seus recursos poderia ser utilizada para apoiar a formação de novas cooperativas de catadores, inclusive financiando projetos em incubadoras de cooperativas populares. Embora essa atuação possa apresentar alguns riscos, esta seria importante contribuição do Psau para a incorporação de catadores que vivem situação mais vulnerável.

#### 7.5.3.4 Indicadores de monitoramento

Necessariamente, a gestão do fundo cooperativo exigiria o acompanhamento de uma série de indicadores das cooperativas que fizessem parte do projeto e do próprio fundo, entre eles:

- Movimentação financeira das cooperativas:
  - receita bruta;
  - pagamento aos cooperados;
  - gastos administrativos;
  - sobras;
  - número de cooperados associados por cooperativa beneficiada; e
  - número de cooperados em atividade por cooperativa beneficiada.
- Fundo cooperativo:
  - total de ativos;
  - créditos concedidos – por tipo de investimento;
  - taxa de inadimplência; e
  - número de cooperativas beneficiadas.

#### 7.5.3.5 Resultados esperados

Ao se propor a constituição de um fundo cooperativo, o principal resultado esperado seria o aumento das chances de sobrevivência e das eficiências produtivas das cooperativas a médio e longo prazos. As linhas gerais aqui propostas visam, especialmente, ao investimento na capacitação dos cooperados, na compra de máquinas e equipamentos, na profissionalização das cooperativas – permitindo que possam ser contratadas pelas prefeituras para desempenharem atividades ligadas à gestão de resíduos sólidos urbanos –, à diversificação de suas atividades e à melhoria da qualidade do material comercializado por estas.

#### 7.5.3.6 Limitações

As limitações e os desafios a serem enfrentados por um fundo cooperativo são muito diversos e intimamente relacionados com o desenho institucional a ser adotado. Em primeiro lugar, há o desafio de criar desenho institucional que permita gestão harmônica do fundo, envolvendo atores com perfis bastante diferenciados, como representantes dos órgãos governamentais e das cooperativas de catadores. Esse desenho pode-se mostrar demasiadamente complexo para ser operacionalizado. Em segundo lugar, existem os riscos associados a atividades de financiamento e microcrédito, tais como a possibilidade de elevada taxa de inadimplência ou atrasos no pagamento. Por fim, ainda é preciso desenvolver estratégias que deem ao fundo a capilaridade necessária para atuar nas diversas regiões do país e nos vários níveis de organização das cooperativas.



## REFERÊNCIAS

- ALUMÍNIO BRASILEIRO S/A (ALBRAS). **PFC Emission Reductions at Albras, Alumínio Brasileiro S/A**. Clean Development Mechanism Project Design Document (CDM-PDD), 2008. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1212656997.64/view>>. Acesso em: 10 maio 2010.
- ARACRUZ. **Relatório anual de e sustentabilidade 2008**. São Paulo, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA). **Relatório anual 2008/2009**. São Paulo, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2006**. São Paulo, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2007**. São Paulo, 2007.
- \_\_\_\_\_. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2008**. São Paulo, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (ABAL). **Relatório de sustentabilidade da indústria do alumínio 2006/2007**. São Paulo, 2008.
- BACHMANN & ASSOCIADOS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL (ABTCP). **Análise comparativa do desempenho de fábricas de celulose 2007**: estudo piloto. Curitiba, 2008.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). **Taxa de câmbio real anual comercial**: real (R\$)/dólar americano (US\$) – média, 2010. Disponível em: <<http://www.bacen.gov.br>>. Acesso em: 11 mar. 2010.
- BIRKBECK, C. Self-employed proletarians in an informal factory: the case of Cali's garbage dump. **World Development**, v. 6, n. 9-10, p. 1.173-1.185, 1978.
- BORN, R. H.; TALOCCHI, S. Compensações por serviços ambientais no Brasil: uma proposta para a integração de políticas ambientais e sociais. *In*: **Instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável da Amazônia brasileira**. Brasília: MMA, 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Pagamentos por serviços ambientais**: perspectivas para a Amazônia Legal. Brasília, 2008a.
- \_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energias (MME). **Balço energético nacional 2008**. Brasília, 2008b.
- \_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia (MME). **Anuário estatístico setor metalúrgico**. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral/MME, 2008c.
- \_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia (MME). **Anuário estatístico setor de transformação de não-metálicos**. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral/MME, 2008d.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Cidades (MCidades). **SNIS Série Histórica 7**. Brasília: Secretaria Nacional de Informações sobre Saneamento/MCidades, 2009a.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil – ano base 2009**, 2009b. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/>>. Acesso em: 9 mar. 2010.
- CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas Publicações FFCLH/USP, 1999.
- CAMPOS, J. J. *et al.* An integral approach to forest ecosystem services. *In*: MERY, G. *et al.* (Org.). **Forests in the global balance – changing paradigms**, Helsinki, IUFRO, 2005 (IUFRO World Series, v. 17).
- CENTRO DE TECNOLOGIAS DO GÁS E ENERGIAS RENOVÁVEIS (CTGAS-ER). **Dados e unidades de conversão**, 2004. Disponível em: <<http://www2.ctgas.com.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2010.
- CHESTNEY, N.; SZABO, M. **Reuters carbon market community**, 2010. Disponível em: <<http://communities.thomsonreuters.com/Carbon>>. Acesso em: 10 mar. 2010.
- COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP). **Deliberação nº 8/2001**. Resende, Rio de Janeiro, 2001. Acesso em: 22 jan. 2010.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Relatório do inventário estadual de fontes fixas emissões de CO<sub>2</sub> – fontes industriais – combustíveis fósseis**, 19 jun. 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/100co2.pdf>>.

COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA DO RIO DE JANEIRO (COMLURB). **Caracterização gravimétrica e microbiológica dos resíduos sólidos domiciliares do município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 2007.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **Cempre informa**. São Paulo, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Ciclosoft**, 2008. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ciclosoft\\_2008.php](http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2008.php)>. Acesso em: 25 fev. 2010.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological economics: principles and applications**. Washington, DC: Island Press, 2004.

DAMÁSIO, J. **Análise do custo de geração de postos de trabalho na economia urbana para o segmento dos catadores de materiais recicláveis**, 2006. Disponível em: <<http://www.coletasolidaria.gov.br/menu/material-de-apoio/Analise%20do%20Custo%20de%20Geracao%20de%20Postos%20de%20Trabalho.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Sustentabilidade do Projeto Rede Catasampa**, 2007. Disponível em: <<http://www.esnips.com/doc/3a9f9882-534c-428d-96a5-b0837d0ab431/Sustentabilidade-do-Projeto-Rede-CATASAMPA>>. Acesso em: 11 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico econômico dos catadores de materiais recicláveis na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**, 2009. Disponível em: <<http://www.esnips.com/doc/0a2e51f3-fb36-4ff4-bf43-5dd1c3d7dcb/PROJETO-CATA-RIO--Relatório-Final>>. Acesso em: 11 mar. 2010.

DEPARTAMENTO DE LIMPEZA URBANA (LIMPURB). **Caracterização gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2003.

EDWARD-JONES, G. Ecological economics and nature conservation. *In*: GROOM, M.; MEFFE, G.; CARROLL, C. (Org.). **Principles of conservation biology**. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc., 2006.

ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. **Ecological Economics**, v. 65, p. 663-674, 2008.

FABI, A. R. **Comparação do consumo de energia e emissão de CO<sub>2</sub> entre garrafas de PET e de vidro, utilizando análise de ciclo de vida**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Sociologia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, 2004.

FOELKEL, C. A produção de florestas plantadas de eucalipto sob a ótica da ecoeficácia, ecoeficiência e da produção mais limpa. **Eucalyptus Online Book & Newsletter**, jun. 2008. Disponível em: <[http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT11\\_P%2BL\\_florestal.pdf](http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT11_P%2BL_florestal.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2010.

FORSTER, P. *et al.* Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. *In*: SOLOMON, S. *et al.* (Org.). **Climate change 2007: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK; New York, USA: Cambridge University Press, 2007.

GATTI, J.; QUEIROZ, G.; GARCI, E. **Reciclagem de latas de alumínio: quantificação da economia de energia e de outros benefícios ambientais – aplicando a técnica de ACV**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2003.

HERENDEEN, R. A. Monetary-costing environmental services: nothing is lost, something is gained. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 29-30, 1998.

INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES (IPTS). **Integrated pollution prevention and control: best available techniques reference document on the production of iron and steel**. Sevilha: IPTS/European Commission/Joint Research Centre, 2001a.

\_\_\_\_\_. **Integrated pollution prevention and control: reference document on best available techniques in the non ferrous metals industries**. Sevilha: IPTS/European Commission/Joint Research Centre, 2001b.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Estatísticas**, 2010a. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/numeros/estatisticas.asp>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Comunicação pessoal**. Brasília: Ipea/MMA – Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos. Brasília, 2010b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Matriz de Insumo – Produto**. Rio de Janeiro, 2007a.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Industrial Anual**. Rio de Janeiro, 2007b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA (IBS). **Siderurgia brasileira**: relatório de sustentabilidade 2008. Rio de Janeiro, 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **IPCC Emission Factor Database**, 2006. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

KOSOY, N. *et al.* Payments for environmental services in watersheds: insights from a comparative study of three cases in Central America. **Ecological Economics**, v. 61, n. 2, p. 446-455, 2007.

LANDELL-MILLS, N.; PORRAS, I. T. **Silver bullet of fools' gold?** a global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor. London: International Institute for Environment and Development, 2002.

LIMA, R. S. **Resíduos sólidos domiciliares**: um programa de coleta seletiva com inclusão social. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental/MCidades, 2007.

MANCINI, S. D. **Manejo de resíduos sólidos**: notas de aula. Sorocaba: Universidade Estadual Paulista, 2009.

MASSOUD, M. A.; EL-FADEL, M.; ABDEL MALAK, A. Assessment of public vs private MSW management: a case study. **Journal of Environmental Management**, v. 69, n. 1, p. 15-24, 2003.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being**: synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005.

MONTENEGRO, R. S. P.; SERFATY, M. E. Aspectos gerais do poliestireno. **BNDES Setorial**, v. 16, p. 123-136, 2002.

NAS, P.; JAFFE, R. Informal waste management: shifting the focus from problem to potential. **Environment, Development and Sustainability**, v. 6, n. 3, p. 337-353, 2004.

OOSTERVEER, P. Urban environmental services and the state in East Africa: between neo-developmental and network governance approaches. **Geoforum**, v. 40, n. 6, p. 1.061-1.068, 2009.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Opening markets for environmental goods and services**. Paris: Policy Brief, 2005.

PAGIOLA, S.; ARCENAS, A.; PLATAIS, G. Can payments for environmental services help reduce poverty? an exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. **World Development**, v. 33, n. 2, p. 237-253, 2005.

PARENTEAU, R.; THONG, N. The role of civil society in urban environmental rehabilitation: a case study. **Environment and Urbanization**, Vietnam, Hanoi, Thanh Xuan District, v. 17, n. 1, p. 237-248, 2005.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=52783&indexSearch=ID>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

REES, W. E. How should a parasite value its host? **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 49-52, 1998.

REIS, M. D. M. **Custos ambientais associados a geração elétrica**: hidrelétricas x termelétricas a gás natural. Rio de Janeiro: Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia/UFRJ, 2001.

REVI, A.; DUBE, M. Indicators for urban environmental services in Lucknow: process and methods. **Environment and Urbanization**, v. 11, n. 2, p. 227-245, 1999.

ROCHA, R. L. Entrevista concedida ao programa CBN Noite Total, 24 set. 2009. Disponível em: <<http://cbn.globoradio.globo.com/programas/cbn-noite-total/2009/09/24/O-IMPACTO-DO-SISTEMA-DE-PAGAMENTO-POR-SERVICOS-AMBIENTAIS-URBANOS-PARA-OS-CATADORES-DE-MA.htm>>. Acesso em: 11 mar. 2010.

SAYAGO, D. E.; OLIVEIRA, J. M. D.; SERÔA DA MOTTA, R. **Resíduos sólidos**: instrumentos econômicos ambientais. Brasília: SEPURB/MPO, 1998. 148 p. (Série Modernização do Setor de Saneamento, v. 15). Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/saneamento-ambiental/biblioteca/resolveuid/6f85fbde2d382d811f56a46bff7a4bae>>.

SEEHUSEN, S. E. **Can payments for ecosystem services contribute to sustainable development in the Brazilian Amazon?** with case study in the Rio Capim Pole of Proambiente. M.Sc., Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Faculty of Forestry and Environmental Science, 2007.

SINISGALLI, P. A. D. A. **Valoração dos danos ambientais de hidrelétricas:** estudos de caso. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

TOMAN, M. Why not to calculate the value of the world's ecosystem services and natural capital. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 57-60, 1998.

VALT, R. B. G. **Análise do ciclo de vida de embalagens de PET, de alumínio e de vidro para refrigerantes no Brasil variando a taxa de reciclagem dos materiais.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 2004.

VASQUES, A. C. **Relatório técnico 83:** reciclagem de metais no país. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral/MME, 2009.

VERHINE, R. E. **Custo-aluno-qualidade em escolas de educação básica.** II Etapa Relatório Nacional da Pesquisa. Brasília: INEP, 2006.

WUNDER, S. **Payments for environmental services:** some nuts and bolts. Bogor Barat: Cifor, 2005 (Cifor Occasional Paper, n. 42). Disponível em: <[http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-42.pdf](http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2009.

\_\_\_\_\_. Payments for environmental services and the poor: concepts and preliminary evidence. **Environment and Development Economics**, v. 13, p. 279-297, 2008.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### Detalhamento dos custos econômicos evitados e gerados pela reciclagem

TABELA 30  
Custos evitados a partir da reciclagem do aço

Fator	Unidade	Quantidade/ t de aço bruto	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Recursos naturais					
Água	m <sup>3</sup>	13,40	IBS (2008)	0,80	10,77
Alumínio	kg	2,08	Brasil (2008c)	4,73	9,82
Calcário	kg	166,67	Brasil (2008c)	0,02	3,40
Carvão vegetal	kg	56,02	IBS (2008)	0,40	22,52
Chumbo	kg	0,01	Brasil (2008c)	3,25	0,05
Coque	kg	358,60	IBS (2008)	0,72	258,19
Dolomita	kg	45,41	Brasil (2008c)	0,02	0,68
Estanho	kg	0,11	Brasil (2008c)	17,51	1,98
Ferro-esponja	kg	12,58	Brasil (2008c)	0,70	8,81
Ferro-liga	kg	19,55	Brasil (2008c)	5,58	109,13
Fluorita	kg	1,36	Brasil (2008c)	0,14	0,19
Minério de ferro	kg	1.514,34	Brasil (2008c)	0,04	65,16
Minério de manganês	kg	20,32	Brasil (2008c)	0,18	3,65
Zinco	kg	2,57	Brasil (2008c)	4,80	12,32
Energia					
Energia elétrica	MWh	0,15	IPTS (2001a)	266,00	39,90
Óleo combustível	kg	6,20	Brasil (2008c)	0,69	4,30
Óleo diesel	kg	0,97	Brasil (2008c)	1,40	1,36
Resíduos sólidos					
Agregados siderúrgicos	kg	367,00	IBS (2008)		
Finos e pós	kg	80,00	IBS (2008)		
Lamas	kg	43,00	IBS (2008)		
Sucata de ferro e aço	kg	85,00	IBS (2008)		
Efluentes líquidos					
Volume	m <sup>3</sup>	10,01	IBS (2008)		
Emissões atmosféricas					
Chumbo	kg	0,00	IPTS (2001a)		
CO	kg	4,73	IPTS (2001a)		
Cobre	kg	0,00	IPTS (2001a)		
Cromo	kg	0,00	IPTS (2001a)		
Manganês	kg	0,00	IPTS (2001a)		
Material particulado	kg	0,05	IPTS (2001a)		
NO <sub>x</sub>	kg	0,01	IPTS (2001a)		
<b>Total</b>					<b>552,23</b>



TABELA 31  
Custos gerados a partir da reciclagem do aço

Fator	Unidade	Quantidade/ t de aço	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Água	m <sup>3</sup>	8,04	Calderoni (1999)	0,80	6,46
Energia elétrica	MWh	0,69	IPTS (2001b)	266,80	184,09
Material secundário	t	1,00	Cempre (2007)	234,55	234,55
<b>Total</b>					<b>425,11</b>

TABELA 32  
Custos evitados a partir da reciclagem do alumínio

Fator	Unidade	Quantidade/ t de alumínio	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Recursos naturais					
Água	m <sup>3</sup>	31,15	Abal (2008)	0,80	25,05
Bauxita	kg	10.011,30	Brasil (2008d)	0,09	896,72
Coque	kg	364,58	Brasil (2008d)	0,72	263,45
Criolita	kg	5,68	Brasil (2008d)	2,25	12,78
Fluoreto (AlF <sub>3</sub> )	kg	19,94	Brasil (2008d)	0,14	2,83
Piche	kg	114,82	Brasil (2008d)	0,00	0,01
Soda cáustica	kg	447,24	Brasil (2008d)	0,81	362,49
Energia					
Energia elétrica	MWh	15,63	Abal (2008)	266,80	4.170,08
Óleo combustível	kg	618,17	Brasil (2008d)	0,69	428,86
Resíduos sólidos					
Cinzas	kg	59,20	Valt (2004)		
Material inerte	kg	147,06	Valt (2004)		
Efluentes líquidos					
DBO	kg	0,02	Valt (2004)		
DQO	kg	3,39	Valt (2004)		
Fluoreto em água	kg	1,50	IPTS (2001b)		
Sólidos suspensos em água	kg	3,00	IPTS (2001b)		
Volume	m <sup>3</sup>	3,34	Valt (2004)	0,95	3,17
Emissões atmosféricas					
CO <sub>2</sub>	kg	549,03	Valt (2004)		
Fluoreto	kg	0,81	Abal (2008)		
HF	kg	0,18	IPTS (2001b)		
PFC	kg CO <sub>2e</sub>	474,27	Abal (2008)		
Poeira	kg	0,65	IPTS (2001b)		
SO <sub>2</sub>	kg	0,16	Valt (2004)		
<b>Total</b>					<b>6.162,28</b>

**TABELA 33**  
**Custos gerados a partir da reciclagem do alumínio**

Fator	Unidade	Quantidade /t de alumínio	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Água	m <sup>3</sup>	12,46	Gatti, Queiroz e Garci (2003)	0,80	10,02
Energia elétrica	MWh	0,70	Abal (2008)	266,80	186,76
Material secundário	t	1,00	Cempre (2007)	3.250,71	3.250,71
<b>Total</b>					<b>3.447,49</b>

**TABELA 34**  
**Custos evitados a partir da reciclagem da celulose**

Fator	Unidade	Quantidade /t de celulose	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Recursos naturais					
Água	m <sup>3</sup>	40,50	Bachmann & Associados e ABTCP (2008)	0,80	32,55
Cloratos	kg	25,75	Aracruz (2008)	1,19	30,70
Madeira	m <sup>3</sup>	4,80	Bachmann & Associados e ABTCP (2008)	86,00	412,82
Soda cáustica	kg	33,53	Aracruz (2008)	0,81	27,18
Energia					
Energia elétrica	MWh	0,69	Bachmann & Associados e ABTCP (2008)	266,80	184,09
Resíduos sólidos					
Não perigosos	kg	136,00	Aracruz (2008)		
Efluentes líquidos					
DBO	kg	1,48	Aracruz (2008)		
DQO	kg	23,00	Aracruz (2008)		
Halogenados AO <sub>x</sub>	kg	0,11	Aracruz (2008)		
Sais minerais	kg	60,00	Montenegro e Serfaty (2002)		
Sólidos em suspensão	kg	1,61	Aracruz (2008)		
Volume	m <sup>3</sup>	0,04	Bachmann & Associados e ABTCP (2008)		
Emissões atmosféricas					
ClO <sub>2</sub>	kg	0,20	Montenegro e Serfaty (2002)		
Cloro	kg	0,20	Montenegro e Serfaty (2002)		
Gases estufa –emissões diretas	kg CO <sub>2e</sub>	433,59	Aracruz (2008)		
Material particulado	kg	0,26	Aracruz (2008)		
NO <sub>x</sub>	kg	1,66	Aracruz (2008)		
SO <sub>2</sub>	kg	1,46	Aracruz (2008)		
Sulfitos	kg	1,50	Montenegro e Serfaty (2002)		
<b>Total</b>					<b>687,33</b>

TABELA 35  
Custos gerados a partir da reciclagem da celulose

Fator	Unidade	Quantidade/ t de celulose	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Água	m <sup>3</sup>	29,20	Calderoni (1999)	0,80	23,48
Energia elétrica	MWh	0,20	Calderoni (1999)	266,80	54,34
Material secundário	t	1,00	Cempre (2007)	278,98	278,98
<b>Total</b>					<b>356,80</b>

TABELA 36  
Custos evitados a partir da reciclagem do plástico

Fator	Unidade	Quantidade/t de plástico	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Recursos naturais					
Água	m <sup>3</sup>	1,95	Valt (2004)	0,80	1,57
Cloro e álcalis	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	15,44
Elastômeros	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	16,39
Eteno	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	551,91
Gás encanado	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	91,60
Gases industriais	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	25,91
Gasoálcool	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	4,76
Nafta para petroquímica	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	9,63
PEAD e PEBD	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	24,96
Produtos intermediários para resinas e fibras	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	203,08
Propeno	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	305,46
PS	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	0,42
PVC	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	11,42
Outras resinas	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	64,84
Outros produtos do refino do petróleo	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	60,39
Outros produtos petroquímicos básicos	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	211,33
Outros produtos químicos inorgânicos	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	37,76
Outros produtos químicos orgânicos	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	30,36
Energia			IBGE (2007a)		
Energia elétrica	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	108,41
Óleo combustível	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	8,04
Óleo diesel	ND	ND	IBGE (2007a)	ND	6,24
<b>Total</b>					<b>1.789,92</b>

**TABELA 37**  
**Custos gerados a partir da reciclagem do plástico**

Fator	Unidade	Quantidade/ t de plástico	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Água	m <sup>3</sup>	1,50	Valt (2004)	0,80	1,20
Energia elétrica	ND	ND	Calderoni (1999)	ND	23,16
Material secundário	t	1,00	Cempre (2007)	602,37	602,37
<b>Total</b>					<b>626,73</b>

**TABELA 38**  
**Custos evitados a partir da reciclagem do vidro**

Fator	Unidade	Quantidade/ t de vidro	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Recursos naturais					
Água	m <sup>3</sup>	1,00	Brasil (2008d)	0,80	0,80
Areia	kg	720,00	Brasil (2008d)	0,02	11,32
Barrilha	kg	198,11	Brasil (2008d)	0,69	136,42
Calcário	kg	115,20	Brasil (2008d)	0,02	2,35
Dolomita	kg	35,65	Brasil (2008d)	0,05	1,72
Feldspato	kg	20,00	Brasil (2008d)	0,39	7,75
Energia					
Energia elétrica	MWh	0,11	Brasil (2008d)	266,80	29,35
Gás natural	m <sup>3</sup>	207,27	Brasil (2008d)	0,35	72,83
Outros combustíveis	MWh	0,12	Brasil (2008d)		–
Emissões atmosféricas					
CO <sub>2</sub> total	kg	600,00	Brasil (2008d)		
CO <sub>2</sub> combustível	kg	480,00	Brasil (2008d)		
CO <sub>2</sub> mat. carbonáceo	kg	120,00	Brasil (2008d)		
<b>Total</b>					<b>262,53</b>

**TABELA 39**  
**Custos gerados a partir da reciclagem do vidro**

Fatores	Unidade	Quantidade/ t de vidro	Fonte	Preço (R\$)	Valor total (R\$)
Água	m <sup>3</sup>	0,50	Calderoni (1999)	0,80	0,40
Energia elétrica	MWh	0,10	Calderoni (1999)	266,80	25,46
Material secundário	t	1,00	Cempre (2007)	116,89	116,89
<b>Total</b>					<b>142,75</b>

## ANEXO 2

## Detalhamento das emissões evitadas e geradas pela reciclagem

TABELA 40  
Emissão de GEEs decorrentes da produção de aço

Atividade	Emissões		
Produção de aço em fornos BOF	1,46 t CO <sub>2e</sub> /t		
Produção de aço em fornos de arco elétrico	0,034 t CO <sub>2e</sub> /MWh	0,69 MWh/t	0,02 t CO <sub>2e</sub> /t

Fontes: IPCC (2006) e Brasil (2009b).

TABELA 41  
Emissão de GEEs decorrentes da produção de alumínio

Atividade	Emissão total (t CO <sub>2e</sub> /MWh)	Quantidade necessária para 1 t de alumínio (t/t)	Emissão total (t CO <sub>2e</sub> /t de alumínio)	Participação no mercado brasileiro (%)	Emissão total (t CO <sub>2e</sub> /t de alumínio)
Consumo de energia elétrica na produção de alumínio primário	0,034	16,01 MWh/t	0,548	100	0,548
Produção alumínio primário (CWPB)		1	4,5	59,7	2,7
Produção alumínio primário (VSS)		1	4,4	37,3	1,6
Produção alumínio primário (HSS)		1	6,9	3,0	0,2
<b>Emissão total</b>					<b>5,1</b>

Fontes: Abal (2008), Albras (2008), Forster *et al.* (2007), IPCC (2006) e Brasil (2009b).TABELA 42  
Emissão de GEEs decorrentes da produção de celulose

Combustível	Unidade	Fator de emissão (t CO <sub>2e</sub> /t)	Energia gerada (MWh/t)	Fator de emissão (t CO <sub>2e</sub> /MWh)	Matriz energética declarada (%)	Matriz energética ponderada (%)	Fator de emissão ponderado
Carvão vapor	t	1,1679	3,31	0,3528	0,9	1,0	0,004
Gás natural	t	2,6193	10,93	0,2396	7,0	7,8	0,019
Lenha	t	1,4474	3,61	0,4009	15,1	16,8	0,067
Lixívia	t	1,1362	3,30	0,3443	44,9	49,8	0,172
Óleo combustível	t	3,0944	11,15	0,2775	5,5	6,1	0,017
Eleticidade	MWh	–	1,00	0,0343	16,7	18,5	0,006
Outras	–	–	–	–	9,9	0,0	–
<b>Total</b>					<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>0,284</b>

Fontes: CETESB (2008), CTGAS-ER (2004) e Brasil (2008b, 2009b).

TABELA 43  
Emissão de GEEs decorrentes da produção de vidro

Atividade	Fator de emissão (t CO <sub>2e</sub> /t)	MWh/t	Emissões (t CO <sub>2e</sub> /t de vidro)
Energia Elétrica	0,034	0,111	0,004
Combustíveis para caldeiras		0,444	0,480
Processos Emissões dos materiais carbonados			0,120
<b>Total</b>			<b>0,604</b>

Fonte: Brasil (2008d, 2009b).

## ANEXO 3

## Receitas e produtividades por cooperativas por material

TABELA 44

## Produção e receita total das cooperativas por tipo de material reciclável

20 cooperativas e 1.796 catadores – Brasil, 2005	Cotejamento de percentuais			
	Produção total		Receitas totais	
	kg	%	R\$ de 2005	%
Vidro total	161.110	8,10	18.807,87	3,07
Ferro e aço total	187.020	9,40	24.353,67	3,97
Alumínio total	11.297	0,57	34.248,75	5,59
Outros metais não ferrosos total	3.289	0,17	10.593,41	1,73
Papel branco total	339.890	17,09	129.436,42	21,11
Papel misto total	162.459	8,17	21.436,74	3,50
Papelão tipo I total	437.056	21,97	98.968,06	16,14
Jornais, revistas e livros total	177.475	8,92	18.333,78	2,99
Papel e papelão total	1.116.880	56,15	268.175,00	43,74
PET total	115.314	5,80	88.441,70	14,42
PEAD total	51.750	2,60	37.633,00	6,14
PEBD total	112.642	5,66	51.469,60	8,39
PP total	52.831	2,66	22.885,04	3,73
PS total	19.323	0,97	12.203,27	1,99
PVC total	20.220	1,02	7.982,29	1,30
Plástico misto total	86.922	4,37	24.677,10	4,02
Plástico total	459.002	23,08	245.292,00	40,00
Tetrapak	30.422	1,53	4.493,45	0,73
Óleo de cozinha	16.200	0,81	5.156,00	0,84
Outros materiais	3.760	0,19	2.036,12	0,33
<b>Totais gerais</b>	<b>1.988.979</b>	<b>100,00</b>	<b>613.156,27</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados primários de Damásio (2006).

TABELA 45  
Eficiências físicas por catador por tipo de material

Médias e desvios-padrão	Alta eficiência			Média eficiência			Baixa eficiência			Baixíssima eficiência		
	Produção por catador			Produção por catador			Produção por catador			Produção por catador		
	Média simples kg/cat.	Desvio-padrão	Média/desvio-padrão	Média simples kg/cat.	Desvio-padrão	Média/desvio-padrão	Média simples kg/cat.	Desvio-padrão	Média/desvio-padrão	Média simples kg/cat.	Desvio-padrão	Média/desvio-padrão
71 cooperativas e 3.503 catadores – Brasil, 2005, 2007 e 2008												
Eficiências físicas												
Vidro total	528,9	301,4	1,7550	298,3	243,9	1,2233	139,3	120,9	1,1519	38,9	22,3	1,7413
Ferro e aço total	285,4	361,2	0,7901	180,1	205,1	0,8780	92,5	77,6	1,1912	33,0	41,1	0,8034
Alumínio total	13,1	15,6	0,8438	17,2	21,8	0,7905	7,0	9,0	0,7798	5,4	5,5	0,9766
Outros metais não ferrosos total	5,7	4,1	1,3853	5,2	9,2	0,5704	9,4	14,9	0,6272	7,5	12,1	0,6189
Metais não ferrosos total	18,1	16,6	1,0923	21,4	25,0	0,8557	16,6	15,4	1,0797	7,9	10,2	0,7748
Papel branco total	203,9	120,7	1,6900	214,6	322,6	0,6653	124,5	118,5	1,0509	15,0	15,6	0,9601
Papel misto total	253,7	248,2	1,0222	82,8	56,0	1,4779	110,1	86,0	1,2802	50,3	85,0	0,5921
Papelão tipo I total	405,4	126,4	3,2075	257,9	197,1	1,3085	248,3	124,6	1,9926	80,6	137,8	0,5844
Papelão tipo II total	248,3	338,2	0,7340	234,0	217,1	1,0780	81,0	58,7	1,3803	7,9	5,3	1,4937
Jornais, revistas e livros total	306,2	301,0	1,0173	186,4	153,9	1,2117	66,6	62,0	1,0741	29,5	14,7	2,0093
Papel e papelão total	1.177,0	505,9	2,3266	701,8	499,3	1,4056	481,9	227,8	2,1150	144,5	203,5	0,7104
PET total	118,7	72,8	1,6310	105,6	57,8	1,8266	59,1	48,2	1,2253	24,2	22,8	1,0596
PEAD total	89,9	82,8	1,0859	43,0	26,4	1,6263	26,5	42,5	0,6246	10,9	18,9	0,5764
PEBD total	122,0	85,8	1,4227	63,6	27,2	2,3379	42,1	35,5	1,1855	13,7	15,9	0,8606
PP total	37,3	29,8	1,2515	58,1	80,4	0,7223	28,7	30,4	0,9410	5,6	4,1	1,3726
PS total	11,2	12,5	0,8996	15,5	14,1	1,0966	7,9	10,9	0,7286	5,1	3,7	1,3976
PVC total	31,6	30,8	1,0262	42,6	21,6	1,9731	16,3	12,4	1,3163	11,1	17,4	0,6397
Plástico misto total	108,6	42,9	2,5320	211,3	166,8	1,2669	99,7	73,7	1,3526	25,1	10,4	2,4182
Plásticos total	371,1	183,9	2,0180	383,2	195,2	1,9631	212,0	117,1	1,8098	58,8	51,1	1,1515
Tetrapak	39,8	40,9	0,9735	44,1	33,9	1,3005	29,1	35,1	0,8287	10,1	13,3	0,7593
Caixa de ovos	4,5	0,0	–	13,9	1,6	8,8388	58,2	52,4	1,1094	3,5	0,0	–
Óleo de cozinha	45,5	0,0	–	70,1	55,1	1,2735	3,3	2,4	1,3658	18,0	11,8	1,5291
Outros materiais	4,7	7,2	0,6535	14,7	15,5	0,9448	4,8	3,7	1,3125	2,2	3,8	0,5874
<b>Totais gerais</b>	<b>2.292,9</b>	<b>526,3</b>	<b>4,3565</b>	<b>1.480,7</b>	<b>416,7</b>	<b>3,5538</b>	<b>913,0</b>	<b>296,1</b>	<b>3,0831</b>	<b>256,6</b>	<b>224,9</b>	<b>1,1410</b>

Fonte: Dados primários de Damásio (2006, 2007, 2009).

## ANEXO 4

## Cálculo do pagamento por produtividade

TABELA 46

## Fórmula de cálculo do pagamento por produtividade – exemplo hipotético

Eficiências relativas	Cooperados	Produção física (kg/mês)	Produção <i>per capita</i> (kg/cat./mês)	Valores base (R\$/t)	Psau por tonelagem (R\$/t)	Psau por produtividade (R\$/t)	Valores totais (R\$/cat./mês)
Alta	75	195.000	2.600	10,00	26,00	36,50	62,50
Média	120	168.000	1.400	15,00	21,00	27,50	48,50
Baixa	42	25.200	600	30,00	18,00	11,00	29,00
Baixíssima	142	32.660	230	50,00	11,50	–	11,50

Elaboração dos autores.

TABELA 47

## Fórmula de cálculo do pagamento por produtividade – exemplo hipotético

Eficiências relativas	Faixas (kg/cat./mês)	Produção média (kg/cat./mês)	Produtividade relativa	Valores base (R\$/t)	Psau por tonelagem (R\$/t)	Psau por produtividade (R\$/t)	Valores totais (R\$/cat./mês)	
Alta	Máximo	–	2.293	8,9	10,00	–	36,50	Acima de 54,50
	Mínimo	1.800				18,00	36,50	54,50
Média	Máximo	1.800,0	1.481	5,8	15,00	27,00	27,50	54,50
	Mínimo	1.100				16,50	27,50	44,00
Baixa	Máximo	1.100,0	913	3,6	30,00	33,00	11,00	44,00
	Mínimo	550				16,50	11,00	27,50
Baixíssima	Máximo	550,0	257	1,0	50,00	27,50	–	27,50
	Mínimo	–				–	–	Abaixo de 27,50

Elaboração dos autores.

TABELA 48

## Fórmula de cálculo do pagamento por produtividade – exemplo hipotético

Eficiências relativas	Forma de cálculo de Psau por catador
Alta	(produtividade física em toneladas) x R\$ 10,00 + R\$ 36,50
Média	(produtividade física em toneladas) x R\$ 15,00 + R\$ 27,50
Baixa	(produtividade física em toneladas) x R\$ 30,00 + R\$ 11,00
Baixíssima	(produtividade física em toneladas) x R\$ 50,00

Elaboração dos autores.



**Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

## **Editorial**

### **Njobs Comunicação**

#### **Coordenação**

Cida Taboza  
Jane Fagundes  
Fábio Oki

#### **Revisão**

Cindy Nagel Moura de Souza  
Clícia Silveira Rodrigues  
Cristiana de Sousa da Silva  
Lizandra Deusdará Felipe  
Luanna Ferreira da Silva  
Olavo Mesquita de Carvalho  
Regina Marta de Aguiar

#### **Editoração**

Anderson Silva Reis  
Danilo Tavares

#### **Capa**

Andrey Tomimatsu

#### **Livraria**

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo  
70076-900 – Brasília – DF  
Tel.: (61) 3315 5336  
Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)

Ministério  
do Meio Ambiente

Ipea – Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

Secretaria de Assuntos Estratégicos  
da Presidência da República

