



Cadeias Produtivas de Reciclagem e Inclusão Social no Brasil: Contribuições ao Debate sobre o Papel da Tecnologia

Tema: Gestión ambiental.

Categoria: Póster

Neusa Serra

IPT - Instituto De Pesquisas Tecnológicas

E-mail: nserra@ipt.br

Resumo:

Este artigo tem por objetivos indicar e analisar os principais gargalos, especialmente de ordem tecnológica, ao adensamento das cadeias produtivas de reciclagem no Brasil. Como resultados mais relevantes, proporá medidas de políticas públicas e gestão empresarial visando ao fortalecimento das cadeias e de sua capacidade de inclusão social.

Para a consecução dos objetivos o aspecto tecnológico será especialmente enfatizado, dado o seu caráter indutor de práticas includentes ou excludentes.

O artigo está centrado em três cadeias representativas da atividade de reciclagem no Brasil: plástico, com ênfase no processamento do PET (tereftalato de etileno), papel e pneus.

Palavras-chave: Cadeias produtivas, tecnologias para reciclagem, inclusão social

1. Introdução

A indústria de reciclagem vem crescendo vigorosamente no Brasil, impulsionada tanto pela ação reguladora do Estado, representada pelo aparato legal e normativo referente aos resíduos sólidos, quanto pela expansão de um mercado que se articula em torno da coleta e da transformação de parcelas crescentes desses resíduos.

Este crescimento vem ocorrendo, entretanto, com fortes desequilíbrios entre os elos das cadeias produtivas, sobretudo no que se refere ao grau de adensamento e ao aporte tecnológico.

Contribuir para o debate dessas questões, tendo em vista a gradativa superação desses gargalos, é a principal proposta deste artigo. A ênfase no aspecto tecnológico decorre da compreensão de que da escolha dos processos e produtos a serem reciclados, bem como dos critérios para o adensamento da cadeia, dependerão o potencial de criação de fontes de ocupação, de geração de renda e de resgate da cidadania por parcelas hoje marginalizadas da população.



2. Metodologia

A crescente percepção da complementariedade técnica e das interrelações econômicas e sociais entre as atividades que se conjugam para oferecer determinados bens e serviços ao mercado faz com que a abordagem da “cadeia produtiva” seja a mais adequada tanto para a correta apreensão da realidade quanto para a formulação de medidas de políticas públicas e de gestão empresarial.

A indústria de reciclagem é relativamente nova no Brasil e suas cadeias produtivas ainda pouco adensadas. Por seu potencial de inclusão social e por se tratar de atividade com estreitos vínculos com a questão ambiental, insere-se no âmbito das questões tidas como “falhas de mercado” e requerem, portanto, a intervenção governamental em sua regulação e promoção. Dado o seu caráter indutor de comportamentos, os “instrumentos econômicos” serão privilegiados, vis-a-vis os instrumentos de “comando e controle”, tendo em vista a adoção de políticas públicas na área.

Os dados básicos para a realização do trabalho são constituídos pelos projetos de pesquisa e programas de suporte tecnológico a cadeias de reciclagem realizados no âmbito do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, por inúmeras entrevistas junto a representantes dos vários elos dessas cadeias feitas pela autora ao longo dos dois últimos anos e por consultas a representantes de Organizações Não Governamentais, a órgãos públicos das esferas federal, estadual e municipal e a outras instituições de pesquisa.

Os resultados são representados pela identificação de elos fortes e frágeis das respectivas cadeias, pela análise de sua dinâmica interna e pelo papel desempenhado pelo aporte tecnológico em seu adensamento, tendo como perspectiva a inclusão social. Como decorrência, são formuladas recomendações de medidas de política, especialmente tendo em vista os chamados “instrumentos econômicos” passíveis de serem acionados pelo poder público visando a estimular os agentes privados envolvidos.

A análise é feita com base em dados e observações diretas das cadeias de reciclagem de papel, plástico e pneus.

3. A geração dos resíduos, matéria-prima da indústria de reciclagem

Os resíduos sólidos podem ser classificados, de acordo com a origem, em domésticos ou domiciliares, em comerciais e industriais, em públicos e em domiciliares especiais, como entulhos de obras, pneus, pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes.

Os resíduos industriais estão sendo gradativamente reduzidos nas empresas que adotam programas do tipo “Produção Mais Limpa” (P+L). Esses programas têm induzido à redução das matérias primas e insumos utilizados, à sua substituição por outros menos nocivos ao meio ambiente e à redução dos resíduos gerados no processo. Paralelamente, têm aumentado as possibilidades de reutilização interna das chamadas “perdas técnicas” de processo, por meio



da viabilização técnico-econômica de novos usos. São exemplos, entre outras, as pesquisas visando ao reaproveitamento pela própria empresa do pó proveniente do processo de serragem na atividade de beneficiamento de rochas ornamentais e o reaproveitamento das sobras de processo na atividade de fabricação de cerâmica de revestimento. A pressão por redução de custos aliada à ação fiscalizadora dos órgãos ambientais, de um lado, e a busca de expansão de mercado tendo em vista aquelas parcelas sensíveis à preservação do meio ambiente, de outro, têm contribuído tanto para a redução quanto para a destinação adequada dos resíduos industriais.

Os resíduos da construção civil, por sua vez, estão sofrendo processo semelhante, provocado tanto pela ação fiscalizadora dos órgãos ambientais, que vem inibindo a sua disposição inadequada, quanto pela difusão de diversas práticas de reciclagem interna, que incluem a moagem e o reaproveitamento dos rejeitos na própria atividade de construção.

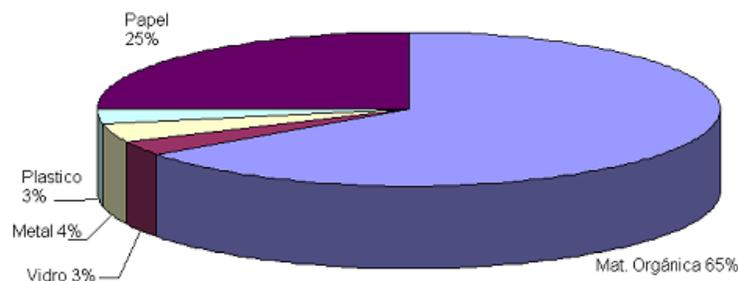
O mercado de reciclagem, no qual se articulam as cadeias produtivas que viabilizam os produtos reciclados, é representado, entretanto, sobretudo pelos resíduos pós-consumo.

Das cerca de 230 mil toneladas de resíduos sólidos geradas diariamente no Brasil (IBGE, 2004), cerca de 90 mil são resíduos domiciliares, correspondendo uma geração per capita de 500 gramas, em média.

Contrariamente aos países ditos desenvolvidos, nos quais a parcela não orgânica é mais representativa, no Brasil 65% dos resíduos sólidos gerados são constituídos de resíduos orgânicos, dos quais pequena parcela é encaminhada para processos de compostagem. Dos 35% restantes, a maior parte é representada pelo papel. Os plásticos, embora representativos em volume, respondem por diminuta parcela do peso, conforme é demonstrado na Figura 1.

Nos Estados Unidos os resíduos orgânicos representam apenas 36% e o papel chega a atingir

Figura 1 - BRASIL - COMPOSIÇÃO DO LIXO URBANO

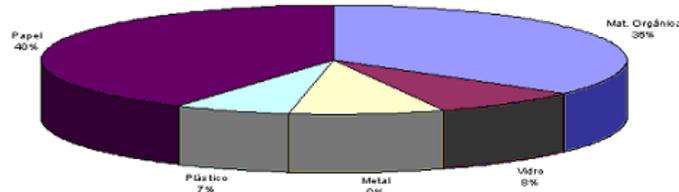


Fonte: CEMPRE, 2004

40% (Figura 2). Tal comportamento reflete a estrutura de consumo do país, na qual os bens duráveis e as embalagens desempenham papel muito mais importante do que em países como o nosso.



Figura 2 - EUA - COMPOSIÇÃO DO LIXO URBANO

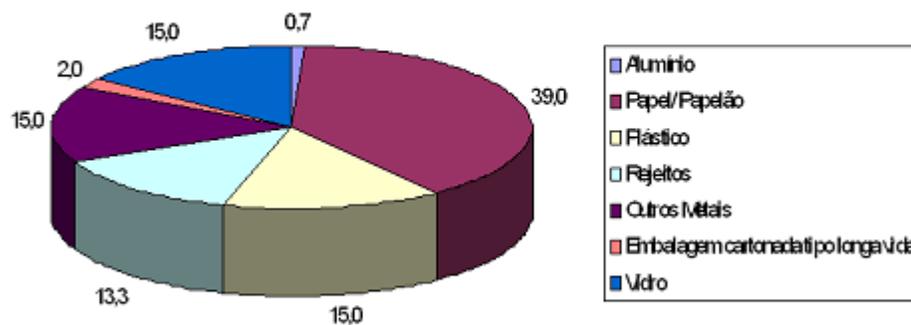


Fonte: CEMPRE, 2004

Do total do lixo gerado no Brasil, cerca de 60% tem destinação inadequada (IBGE, 2004) e apenas uma parcela de 2% é coletada seletivamente, em programas instituídos pelas prefeituras. Vale destacar que em boa parte das prefeituras brasileiras que contam com programas de coleta seletiva (8,2% dos municípios brasileiros) estes ainda se encontram em fase piloto ou estão restritos a um ou poucos bairros.

A timidez na implementação de programas de coleta seletiva tem sido um dos principais obstáculos à expansão da indústria de reciclagem. A pulverização das fontes de matéria-prima e a inexistência de um sistema logístico adequado de disposição e reaproveitamento de resíduos constituem as principais razões que ainda inviabilizam a produção em larga escala de filamentos de PET e a adição do pó de borracha proveniente de pneus inservíveis na composição da manta asfáltica, conforme será discutido posteriormente.

Figura 3 - BRASIL - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DA COLETA SELETIVA



Fonte: CEMPRE, 2004

Dos materiais recicláveis recolhidos nos programas de coleta seletiva existentes no Brasil mais da metade corresponde a papel, vidro e plástico, conforme pode ser constatado na Figura 3. O alumínio, material de grande percentual de reciclabilidade, nem chega a figurar na composição da coleta seletiva, por ser objeto de grande disputa, que se processa ainda na fase de segregação dos materiais. Os pneus, que também serão objeto de observação mais



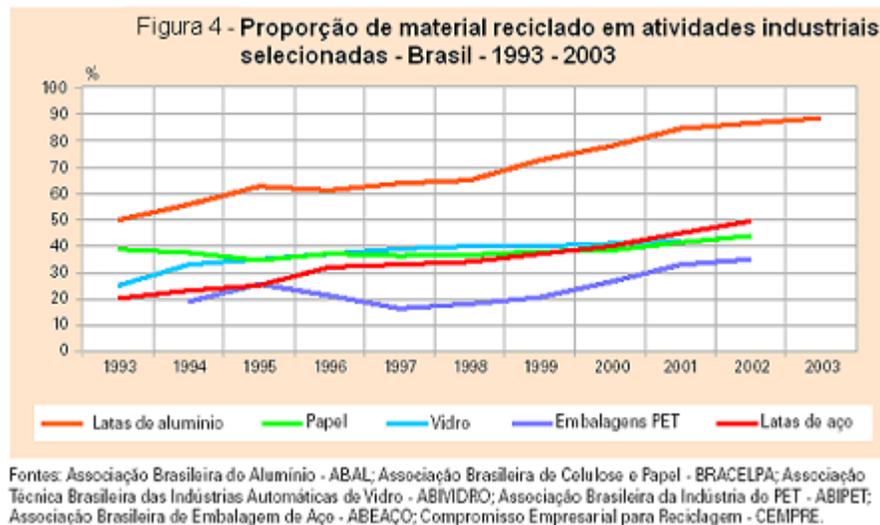
detalhada, tampouco são recolhidos pelos caminhões de coleta, uma vez que por determinação da Resolução número 258 do Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente - não podem ser dispostos em aterros sanitários.

4. A atividade de reciclagem

A reciclagem dos resíduos pós-consumo, coletados por programas de coleta seletiva ou por catadores independentes, é a transformação industrial do resíduo num novo produto. Neste processo, o descarte vira matéria-prima.

A reciclagem pode ser primária, secundária, terciária ou quaternária. Na reciclagem primária os resíduos não perdem propriedades quando da transformação em novos produtos, podendo voltar à sua forma original. Este é o caso da reciclagem do alumínio. Na secundária ocorre a perda de propriedades, podendo o resíduo ser transformado em produtos considerados menos nobres, como a embalagem de PET que vira um utensílio doméstico como um balde ou bacia. Nas formas terciária e quaternária o resíduo se transforma respectivamente em energia e composto orgânico.

A Figura número 4 mostra a evolução da atividade de reciclagem no Brasil no período de 1993 a 2003.



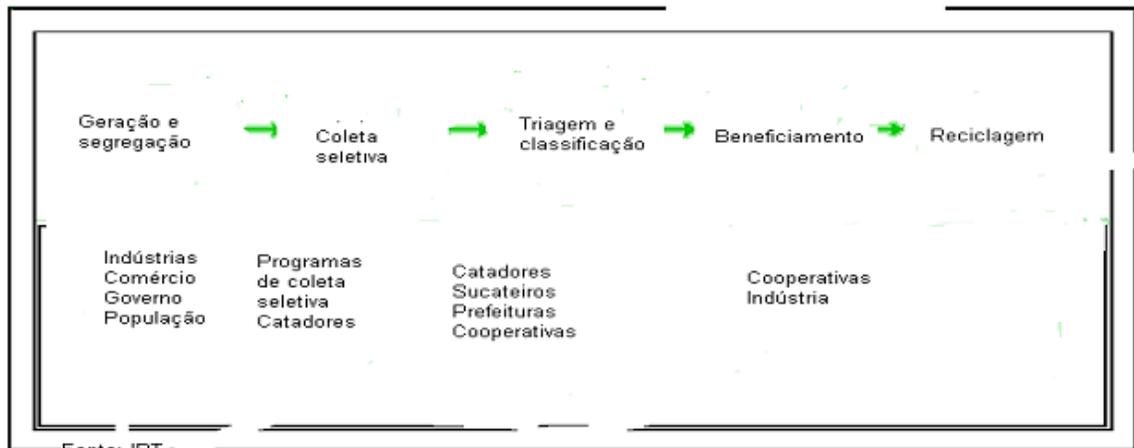
O alumínio é o material que atinge os maiores índices, tendo passado de um patamar de 50% de reciclagem em 1993 para 89% em 2003, conferindo ao Brasil a posição de liderança no mercado internacional. O papel experimentou uma evolução mais modesta: passou de 38,9% em 1993 para 43,9% em 2003. As embalagens de vidro, as embalagens PET e as latas de aço tiveram comportamento semelhante, passando de cerca de 20% para patamares entre 30 e 40% de reciclabilidade.

5. As cadeias produtivas de reciclagem



A atividade de reciclagem pode ser sintetizada na Figura número 5, que identifica as principais operações realizadas e os principais agentes que delas participam.

Figura 5 - **Representação da cadeia de reciclagem.**



A primeira operação é a de geração e segregação dos resíduos, o que é feito pela população quando prepara o lixo para a coleta seletiva ou para o encaminhamento a centros de triagem ou cooperativas. Os estabelecimentos industriais, comerciais, de serviços e públicos, ao segregarem e destinarem adequadamente seus resíduos, também participam desse esforço.

A operação subsequente é a da coleta, que pode ser feita pelos programas de coleta seletiva ou pelos catadores.

A triagem e classificação dos materiais é feita em centros de triagem, em geral administrados por prefeituras municipais, cooperativas de catadores ou intermediários, usualmente designados de “ferro-velhos” ou “sucateiros”.

O beneficiamento ou preparação dos resíduos para a reciclagem, compreendido pelos processos de lavagem, moagem e secagem, é muitas vezes feito pelas próprias cooperativas de catadores, quando estas já conseguem adquirir alguns equipamentos de preparação, aumentando assim o valor agregado de seus produtos.

A transformação dos resíduos semi-processados em produtos acabados é feita por unidades industriais.

6. As cadeias de reciclagem de PET, papel e pneus

O Brasil ocupa hoje a quarta posição na reciclagem do plástico, sendo precedido apenas pela Alemanha, pela Áustria e pelos Estados Unidos. O parque produtivo instalado é composto de cerca de 500 empresas, que faturam perto de R\$ 1,3 bilhão anualmente¹. Conta com uma

¹ Dados da Plastivida



capacidade instalada de processamento de 1,6 milhão de toneladas/ano que é operada com uma ociosidade média de 25%.

A ociosidade verificada na indústria processadora de PET se deve ao gargalo representado pelo suprimento de matéria-prima. Apenas pequena parcela desse resíduo é coletada pelos sistemas existentes. A reduzida rede de coleta seletiva e de catadores organizados, assim como de centros de triagem e armazenamento de PET prensado e semi-processado dificultam a expansão da atividade.

A reciclagem do PET é um processo relativamente simples, mas exige escala mínima para mostrar-se uma atividade rentável, dado o baixo preço unitário do produto e o alto custo dos equipamentos.

O processo é compreendido pelo recebimento dos fardos de PET prensado; por suas primeiras operações de preparação: separação do rótulo e da tampa, que seguirão processos específicos de reciclagem, lavagem e primeira moagem, para transformação em *flakes* de tamanho $\frac{3}{4}$; pela transformação em *flakes* menores, do tipo $\frac{3}{8}$; pela secagem e pela transformação dos *flakes* em *pellets*, quando então o produto reciclado assume a mesma forma da matéria-prima original, proveniente da indústria petroquímica.

A impossibilidade que ainda temos de obtenção de um produto similar ao original, a partir do *pellet* reciclado, se deve a deficiências na preparação do produto, representada sobretudo pelos processos de segregação e lavagem aqui utilizados.

Os principais produtos hoje resultantes do PET reciclado são os filamentos têxteis, largamente utilizados isoladamente ou em mistura com outros fios e filamentos na indústria têxtil, as utilidades domésticas e as embalagens (exclusive para alimentos, bebidas ou produtos medicinais).

O processo de reciclagem do papel, por sua vez, consiste da preparação da polpa, da remoção das impurezas e da aplicação de produtos químicos.

Além da obtenção do próprio papel, a reciclagem permite a produção de artigos derivados, como palmilhas para sapatos, cones para tecelagem, revestimento interno para automóveis e outros produtos.

A cadeia de reciclagem de pneus é a menos estruturada das três. Os pneus descartados, tecnicamente, podem ser transformados em peças de reposição para a indústria automotiva, em muros de contenção e outras obras de saneamento, em percintas de sofá, solados de sapato ou componentes de utensílios domésticos. O crescente processo de radialização tem, entretanto, estreitado os usos possíveis dos pneus inservíveis, dada a impossibilidade de separação manual dos componentes de aço, borracha e fibras têxteis do produto.

Os principais elos da cadeia de reciclagem de pneus convencionais ou diagonais são constituídos pela coleta; pelo primeiro processamento industrial, chamado de laminação, que compreende a transformação dos pneus em lâminas de borracha e pela confecção de artefatos



de borracha. O processamento dos pneus radiais requer, além destes, a adição do elo de trituração para a transformação do pneu em pó e sua posterior transformação em borracha regenerada ou componente para as indústrias de asfalto e construção civil.

7. Os principais gargalos das cadeias produtivas

O principal gargalo à expansão das cadeias de plástico (PET), papel e pneus é representado pelo suprimento de matéria-prima. A baixa abrangência dos programas de coleta seletiva e a ação pulverizada dos catadores são as principais razões que dificultam a viabilização de grandes volumes de resíduos recicláveis.

As garrafas PET que são recolhidas por programas de coleta seletiva e por catadores devem ser encaminhadas a centros de triagem, cooperativas ou “sucateiros” preferencialmente prensadas, dado o seu grande volume. A importância da prensagem é que ela permite o transporte de um número muito maior de unidades e a possibilidade de comercialização direta com as empresas de reciclagem. A comercialização direta, ao eliminar o elo da intermediação ou dos “sucateiros” permite aos catadores, organizados em cooperativas, sensível aumento na participação na renda total gerada pela atividade: o catador independente recebe hoje na cidade de São Paulo R\$ 0,60 por quilo do PET entregue aos intermediários, enquanto as recicladoras estão comprando o PET prensado a R\$ 1,40² por quilo.

Se o preço do PET prensado é superior ao dobro do preço das embalagens à granel, o preço do flake ¾ é 50% maior, o do flake 3/8 100% superior e do pellet 150% acima do PET prensado. O diferencial de preços indica a importância da formação de cooperativas não só de coleta e triagem, mas também para o semi-processamento da matéria-prima.

A comercialização de resíduos semi-processados diretamente junto às empresas, seja para a fabricação de produtos reciclados, seja para a composição da mistura com matérias-primas virgens, como é feito na indústria de fibras têxteis, implica a ampliação da atividade de triagem para a de processamento. Para tanto é necessário a realização de investimentos em instalações e em alguns equipamentos como prensas, lavadoras, cortadoras de rótulos, moinhos e secadoras. Estes equipamentos são fornecidos no mercado interno e requerem uma estrutura industrial para a sua operação.

Da mesma forma que o plástico, o resíduo de papel tanto pode ser transformado num produto totalmente reciclado quanto pode ter a polpa, em seu processo de reciclagem, adicionada ao processo de fabricação do papel virgem. Além disso, o mercado de aparas é representado pelas empresas que reciclam o papel (branco, jornal e papelão) transformando-o num produto menos nobre, como sacos de embalagem e papel para embrulho.

Da mesma forma que o PET, o papel tem maior valor agregado se é entregue prensado e diretamente à empresa recicladora. O preço do papelão, por exemplo, é R\$ 0,18 o quilo

² Preços levantados diretamente no mercado, em maio de 2005.



quando fornecido pelo catador ao intermediário e R\$ 0,25 quando fornecido prensado diretamente ao reciclador. No caso do papel branco esse diferencial sobe de R\$ 0,25 para R\$ 0,36 e no caso do papel jornal de R\$ 0,02 para R\$ 0,05 o quilo.

Os mesmos empreendimentos que fazem a triagem e a prensagem do plástico podem fazer também essas operações para o papel, o que, aliado à comercialização direta, já representa um grande acréscimo da renda dos catadores. Caberia ao “braço tecnológico” a avaliação técnico-econômica e a disponibilização aos catadores, organizados em cooperativas, de um empreendimento-tipo de produção e comercialização de polpa reciclada, a exemplo dos *flakes* e *pellets* provenientes do processamento do PET.

No caso dos pneus o gargalo representado pela coleta é ainda maior, dada a impossibilidade de seu recolhimento pelos sistemas de coleta domiciliar. Como cerca de 40% dos pneus trocados no Brasil ficam com o cliente³, sendo portanto inacessíveis para a reciclagem, os pontos de disposição de pneus acessíveis são os depósitos e os chamados “Ecopontos”, administrados pelas prefeituras e pelos fabricantes⁴. Esses ecopontos estão concentrados na região sudeste e são claramente insuficientes como geradores de volume para a viabilização de empreendimentos que exigem a utilização de pneus em larga escala, como a adição de pó de pneu no ligante ou como agregado leve na composição da manta asfáltica.

Neste caso, a participação das universidades e instituições de pesquisa tecnológica brasileiras já tem sido bastante relevante, mas ainda restrita à viabilidade técnica das alternativas. Não existem ainda estudos adequados que demonstrem a viabilidade econômica da utilização dos pneus inservíveis e dos resíduos de borracha na fabricação de asfalto ou como agregado leve na construção civil.

No que se refere às atividades processadoras de pneus que empreguem mais mão de obra, como a produção semi-artesanal de sandálias, cintos, bolsas, floreiras ou equipamentos públicos como bancos, mesas e brinquedos, não existem equipamentos adequados para a separação dos pneus em lâminas e sua posterior utilização.

8. Considerações finais e recomendações

A expansão das cooperativas de catadores de resíduos, um modelo de empreendimento surgido com a Coopamare – Cooperativa de Catadores Autônomos De Papel, Aparas e Materiais Reaproveitáveis - na cidade de São Paulo ainda na década de oitenta, tem se mostrado como o caminho a ser trilhado para a eliminação da figura do intermediário e o aumento do valor agregado dos resíduos comercializados no mercado de reciclagem.

A implantação de empreendimentos desse tipo, cujo exemplo ilustrativo é a Asmare – Associação de Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável – de Belo Horizonte,

³ De acordo com o Relatório IPT 71.196/2004

⁴ Que são os responsáveis, juntamente com os importadores, pela correta destinação dos pneus inservíveis, de acordo com a Resolução Conama 258/99



representa um grande salto em direção à inclusão social e ao aumento da renda de parte da população que hoje “vive do lixo”, ou seja, coleta e processa resíduos pós-consumo.

Na construção desses empreendimentos o “braço tecnológico”, representado pelos fornecedores de equipamentos, pelos institutos de pesquisa e pelos centros de treinamento profissional, desempenha papel-chave. Esse papel se estende da identificação e escolha dos equipamentos ao desenho do empreendimento, ao desenvolvimento de produtos (quando for o caso) e ao treinamento dos catadores para a operação da linha de produção.

Estimativas do Fórum Nacional Lixo e Cidadania indicam a existência de pelo menos 500 mil catadores no Brasil, alguns dos quais chegam a atingir um ganho mensal de cerca R\$ 400,00 ou mais, apenas na coleta.

A extensão da presença desses catadores para outros elos da cadeia produtiva, como a triagem - onde os organizados em cooperativas já estão -, as primeiras fases do processamento industrial e a comercialização direta junto às empresas recicladoras, representará não só um sensível aumento de renda, mas o acréscimo das fontes de ocupação para parcela significativa da população, hoje alijada do processo econômico e, na maior parte dos casos, moradora nas ruas.

Neste processo, as seguintes questões de ordem tecnológica emergem como prioritárias, entre outras:

- a) A montagem de um sistema logístico para a captação dos resíduos e seu encaminhamento para as centrais de recepção e transformação organizadas em cooperativas.
- b) O estabelecimento de parcerias entre os fabricantes e as cooperativas para a destinação não só dos resíduos especiais (como é o caso dos pneus) mas também dos rejeitos de processo.
- c) O desenvolvimento de equipamentos e linhas de produção adequadas à preparação dos pneus inservíveis e outros resíduos para a reciclagem.
- d) O desenvolvimento de novos produtos reciclados.
- e) O treinamento dos catadores e da população excluída para a operação das linhas de produção.
- f) A realização de estudos de viabilidade técnica e econômica de diferentes produtos e alternativas de reciclagem.

O poder público, nas esferas municipal, estadual e federal, poderia atuar tendo em vista prioritariamente as seguintes frentes:

- a) Estímulo firme a programas de coleta seletiva municipais.
- b) Apoio a programas de educação ambiental que aumentem a participação da população na segregação e correta preparação dos resíduos recicláveis.
- c) Estímulo à constituição de cooperativas de catadores.
- d) Incentivos à ampliação do escopo das cooperativas, fazendo com que elas atuem também na fase industrial, a exemplo da Asmare.



- e) Uso do poder de compra do Estado para a expansão do mercado dos produtos reciclados, a exemplo do “asfalto de borracha” e da aquisição governamental de produtos reciclados de plásticos, papel e de outros materiais.
- f) Promoção de parcerias entre os empreendimentos populares de reciclagem e o Sistema de Ciência e Tecnologia, visando ao equacionamento das questões de caráter tecnológico apontadas,



Bibliografia consultada

Bidone, Francisco (org.). **Metodologias e Técnicas de Minimização, Reciclagem e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos**. Prosab – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico/ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem/Fundação Banco do Brasil/Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado**. Programa Bio Consciência. São Paulo, 2000.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem/Fundação Banco do Brasil/Sebrae-RJ. **Guia de Cooperativa de Catadores**. São Paulo, 2002.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem/Fundação Banco do Brasil. **Guia da Coleta Seletiva de Lixo**. São Paulo, 2002.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem/IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Cadernos de Reciclagem**. O papel da Prefeitura. São Paulo, 1997.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Coleta Seletiva e Reciclagem de Excedentes Industriais**. São Paulo, 2004.

Geiser, Ken. **What next in cleaner production technologies?** In: Industry and Development. UNEP/DTIE, Paris, França, vol. 25, vol. 3-4, July-December, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Sustentabilidade**. Rio de Janeiro, 2004.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo S.A **Identificação da Destinação de Pneus Inservíveis**. Relatório Técnico nº 71.196, vol. I, II, e III. São Paulo, junho 2004.