

# Ecodesign voltado para o desenvolvimento da reciclagem de resíduos de serviços de saúde

Ruimar Rubens de Gouveia (CEFET-PR/PG) [ruimarrg@pg.cefetpr.br](mailto:ruimarrg@pg.cefetpr.br)  
Carlos Cezar Stadler (CEFET-PR/PG) [cstadler@pg.cefetpr.br](mailto:cstadler@pg.cefetpr.br)  
Ivanir Luiz de Oliveira (CEFETPR/PG) [ivanir@pg.cefetpr.br](mailto:ivanir@pg.cefetpr.br)

## Resumo

*O presente trabalho insere a questão dos resíduos dos serviços de saúde, na dimensão da construção de modelos de desenvolvimento sustentável, o ecodesign como instrumento que conecta o que é tecnicamente possível no campo das tecnologias limpas com o que é culturalmente desejado no campo da consciência ambiental contribuindo com alternativas tecnológicas que viabilizem menor impacto ambiental sobre os meios físico, biótico e sócio-econômico que constituem o meio ambiente.*

*Palavras chave: Reciclagem, Ecodesign, Resíduos.*

## 1. Introdução

As estratégias de sustentabilidade ambiental buscam compatibilizar as intervenções antrópicas com as características dos meios físico, biológico e sócio-econômico, minimizando os impactos ambientais através da menor geração de resíduos sólidos e pelo adequado manejo dos resíduos produzidos.

“Lixo é basicamente todo e qualquer resíduo sólido proveniente das atividades humanas. No entanto o conceito mais atual é de que lixo é aquilo que ninguém quer ou não tem valor comercial. Neste caso, pouca coisa descartada pode ser chamada de lixo” (BIDONE E POVINELLI, 1999).

Neste sentido, a reciclagem de lixo surge como uma opção importante no gerenciamento dos resíduos sólidos. O maior desafio para a reciclagem e a separação dos resíduos.

A falta de informações sobre o assunto é um dos principais motivos para a ausência de projetos bem sustentados que determinem melhorias no setor. Particularmente os resíduos dos serviços de saúde merecem atenção especial em suas fases de separação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final, em decorrência dos riscos graves e imediatos que podem oferecer, particularmente na questão infecto-contagiosa.

## 2. Ecodesign

Entende-se por ecodesign todo o processo que contempla os aspectos ambientais em todos os estágios de desenvolvimento de um produto, colaborando para reduzir o impacto ambiental durante seu ciclo de vida. Isto significa reduzir a geração de lixo e economizar custos de disposição final.

A definição de ecodesign proposta por Fiksel “diz que o projeto para o meio ambiente é a consideração sistemática do desempenho do projeto, com respeito aos objetivos ambientais, de saúde e segurança, ao longo de todo ciclo de vida de um produto ou processo, tornando-os ecoeficientes”.

O conceito de ecoeficiência, por sua vez, sugere uma importante ligação entre

eficiência dos recursos (que leva à produtividade e lucratividade) e responsabilidade ambiental. Assim, a ecoeficiência tem também um sentido de melhoria econômica das empresas, pois eliminando resíduos e usando os recursos de forma mais coerente, empresas ecoeficientes podem reduzir custos e tornarem-se mais competitivas.

O ecodesign é o instrumento que conecta o que é tecnicamente possível no campo das tecnologias limpas com o que é culturalmente desejado no campo da consciência ambiental. Com essa capacidade de perceber e interpretar potenciais técnicos e expectativas sociais e projetar novas soluções, o ecodesign pode positivamente acelerar a mudança nos processos de produção e consumo.

No que se refere à relação com a indústria e com o conceito dos produtos, o ecodesign pode estimular o reconhecimento social pelas escolhas ambientais, sustentando uma estratégia de produto ou de uma corporação inteira, contribuindo para o sucesso em termos econômicos também.

A necessidade de integração entre questões técnico-produtivas e culturais, típica da sociedade pós-industrial, é entendida pelas empresas que adotam uma estratégia ecológica: o que é “tecnicamente possível” e o que é “ecologicamente necessário” pode ser expresso também como o que é “social e culturalmente apreciado”.

A melhor solução ecológica é, portanto, não apenas uma solução técnica. É uma solução técnica tanto quanto uma qualidade apreciada pela sociedade e uma estratégia de comunicação do produto e da empresa que o produz, trazendo o reconhecimento. Pensando em uma melhoria da qualidade de vida, o ecodesign ganha espaço como fator de estímulo de atitudes social e ecologicamente corretas.

Ecodesign fica na interseção de duas grande linhas de força. De um lado, qualidade total e desenvolvimento integrado de produto. De outro, gestão supervisionada do ambiente e prevenção da poluição. Definitivamente, é uma questão a ser tratada sob o foco das estratégias de tecnologias limpas substitutas

A proposta de Ecodesign atende à crescente tendência no uso da ética nas relações entre o sistema produtor de bens e serviços e a sociedade em geral, uma vez que são levadas em conta questões como:

- Segurança e saúde ocupacional;
- Saúde e segurança do consumidor;
- Integridade ecológica e proteção dos recursos;
- Prevenção da poluição e redução do uso de componentes tóxicos;
- Segurança e uso de energia.

### **3. Resíduos Sólidos Hospitalares**

As principais causas do crescimento progressivo da taxa de geração dos resíduos sólidos dos serviços de saúde (RSSS) é o contínuo incremento da complexidade da atenção medida e o uso crescente de materiais descartáveis. (SANCHES, 1995).

Segundo Petranovich (1991) o volume de resíduos dos serviços de saúde tem crescido 3% ao ano, num fenômeno alimentado pelo crescimento do uso de descartáveis que sofreu ampliação de 5% para 8% ao ano.

Em geral, os resíduos dos serviços de saúde ainda não recebem o devido tratamento diferenciado, tendo muitas vezes como destino final o mesmo local utilizado para descarte dos demais resíduos urbanos (BRILHANTE e CALDAS, 1999).

No gerenciamento de resíduos, a redução na fonte facilita a definição de modelos de gerenciamento. As tendências internacionais atuais estão referenciadas com a segregação e a minimização, bem como a redução de distância entre os pontos de geração de resíduos e de tratamento, objetivando diminuir as distâncias de transporte.

A minimização deve focar prioritariamente os produtos perigosos utilizados para diagnóstico e tratamento de doenças, destacando-se solventes, produtos químicos fotográficos, quimioterápicos e antineoplásticos, formaldeídos, radionuclídeos, gases anestésicos, mercúrio e outros resíduos tóxicos e corrosivos. Alguns destes materiais perigosos se tornam parte integrante de seus resíduos.

As ações de minimização podem ser esquematizadas por meio do fluxograma da Figura 1.

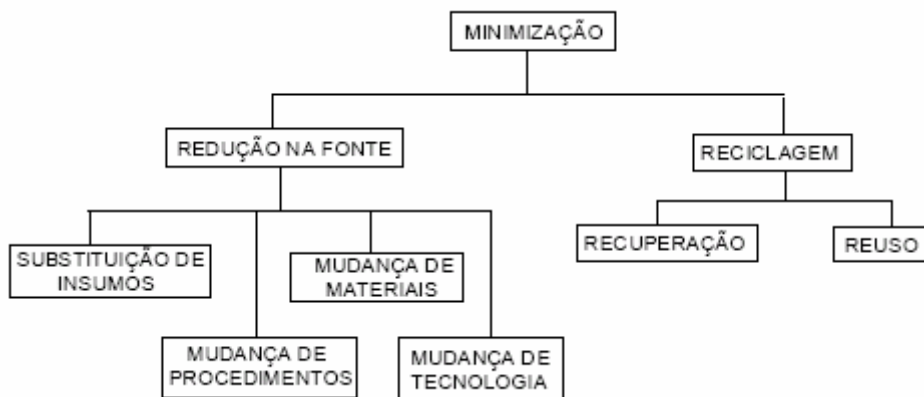


Figura 1 - Fluxograma das ações de minimização.

#### 4. Recuperação

A recuperação de Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde é entendida como o processo por meio do qual um resíduo se torna um produto útil e regenerado, podendo ser exemplificado pela recuperação da prata dos produtos químicos fotográficos; recuperação de solventes por destilação, reciclagem de filme, papéis fotográficos, reciclagem do vidro e papelão descartados e reaproveitamento de resíduos de alimentos para uso em alimentação animal, desde que não tenha entrado em contato com os pacientes. Nestes casos, recomenda-se cuidado com o armazenamento, recomendando-se que sejam submetidos a processos de cocção prévia.

#### 5. Reuso

O reuso é entendido como a reutilização de um material sem que ele tenha de passar por um processo de tratamento. Um bom exemplo disto é fornecido pelo reuso das embalagens de agrotóxicos pelos fornecedores. O mesmo método pode ser empregado na reutilização das embalagens do formaldeído de necropsias, na utilização de latas de leite vazias do setor de maternidade, que podem ser empregadas para uso como recipientes de descarte de materiais perfuro-cortantes.

#### 6. Tratamento Final

Os resíduos infectantes deverão ser tratados por sistemas que garantam sua esterilização (Tabela 1).

As unidades de tratamento deverão atender ao disposto na Legislação Ambiental pertinente e seguir o estabelecido nos sistemas de licenciamento ambiental vigentes.

Autoclavagem	Consiste na desinfecção dos resíduos em temperaturas entre 110°C e 150°C, por vapor superaquecido, em um tempo de aproximadamente 1 hora.
Esterilização por Microondas	Consiste na trituração dos resíduos, homogeneização da massa triturada com vapor d'água aquecido a 150° C, seguido da exposição a ondas eletromagnéticas de alta frequência, atingindo uma temperatura final entre 95°C e 98°C.
Desinfecção Química	Consiste na trituração dos resíduos, seguida pela imersão da massa triturada em um líquido desinfetante (hipoclorito de sódio, dióxido de cloro ou gás formaldeído) por um período de 15 a 30 minutos.
Incineração e pirólise	É a queima dos resíduos em temperaturas superiores a 1000°C, por um período de cinco a dez segundos, com tratamento dos efluentes gasosos e líquidos. Na incineração, a queima é realizada com excesso de oxigênio, enquanto na pirólise a queima é feita na ausência de oxigênio, gerando carvão (que será queimado).
Desativação eletrotérmica	É a dupla trituração dos resíduos, seguida pela exposição a um campo elétrico de alta potência gerado por ondas eletromagnéticas de baixa frequência.
Radiação ionizante	É a exposição dos resíduos à ação de raios gama gerados por uma fonte enriquecida de cobalto 60, que provoca a inativação dos microorganismos, através de sua ionização e quebra do DNA celular.
Outros processos	Aquecimento a vapor ou óleos térmicos e a incineração a plasma

Tabela 1 – Tipos de Tratamentos

## 7. Seleção das aplicações a serem desenvolvidas

A aplicação do resíduo não deve ser feita em torno de idéias pré-concebidas, mas em função das características do resíduo. Como regra geral, tais aplicações são aquelas que melhor aproveitam as suas características físico-químicas com menor impacto ambiental dentro de um nicho de mercado específico, no qual o produto reciclado tem boas condições de competição com o produto convencional (Figura 2).

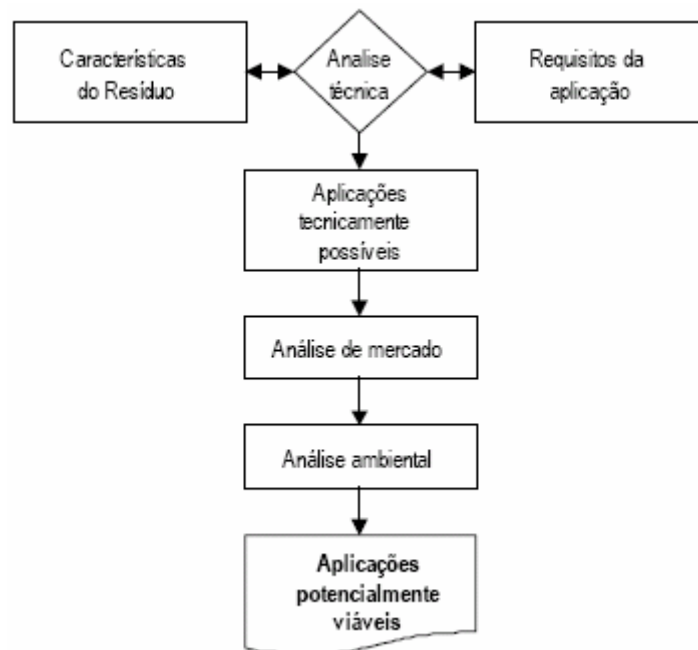


Figura 2 Esquema geral para a seleção de alternativas para reciclagem.

## **8. Desenvolvimento do produto**

Os estudos iniciais visam desenvolver conhecimentos fundamentais sobre as alternativas de reciclagem em investigação, de escala eminentemente laboratorial. Na etapa seguinte, o processo de produção começa a ser desenvolvido, mas ainda em escala laboratorial. Finalmente, um estágio de pré-produção ou produção em escala semiindustrial é recomendável para o refinamento do produto (JOHN; CAVALCANTE, 1996).

Nesta fase um conceito importante é o da engenharia simultânea, onde é analisado simultaneamente o desenvolvimento da tecnologia, o desempenho do novo produto, aspectos relativos à manutenção, confiabilidade, marketing e aspectos ambientais, todos do berço ao túmulo (SWINK, 1998).

## **9. Avaliação do produto**

Uma vez desenvolvido o novo produto e que se disponham protótipos produzidos utilizando tecnologia similar ao esperada na escala industrial (escala pré-industrial), é necessário iniciar um programa abrangente de avaliação do produto.

A metodologia de avaliação do produto deve considerar o desempenho e a durabilidade do produto. Em seguida, uma análise de sustentabilidade deve ser realizada ponderando aspectos das dimensões ambiental, social e econômica. Não se dispõe de metodologia consolidada para se julgar a sustentabilidade social. Já a análise da sustentabilidade do ponto de vista ambiental possui técnicas de avaliação mais consolidadas.

Assim, são vantajosas ambientalmente as tecnologias de reciclagem para as quais a análises do ciclo de vida demonstrarem que, naquela situação específica, a reciclagem é a alternativa de gestão de menor impacto ambiental, do berço ao túmulo ("cradle-to-grave") (TUKKER; GIELEN, 1994).

A análise do ciclo de vida (ACV) consiste no inventário quantitativo e qualitativo de todos insumos consumidos e dos resíduos sólidos e demais poluentes liberados no ambiente, durante todo o ciclo de vida do produto ou serviço. Ela é fundamental para: (a) a tomada de decisão entre diferentes alternativas na fase de desenvolvimento; (b) a identificação dos impactos mais relevantes do processo de produção, permitindo dirigir esforços para o aperfeiçoamento do desempenho ambiental do novo produto; (c) a demonstração de que o processo de reciclagem é a alternativa que oferece o menor impacto ambiental; (d) a obtenção de certificados ambientais ou selos verdes, como parte da estratégia de mercado.

A reciclagem vai ocorrer apenas se o novo material entrar em escala comercial. Assim, a transferência da tecnologia é uma etapa essencial do processo. Para ela o preço do produto é importante, mas não é suficiente. A colaboração entre os diversos atores envolvidos no processo - geradores do resíduo, potenciais consumidores, agências governamentais encarregadas da gestão do ambiente e das instituições de pesquisa envolvidas - é fundamental para o sucesso da reciclagem, e deverá ocorrer preferencialmente desde o momento em que a pesquisa se inicia.

Além disso, há a necessidade de se convencer os consumidores finais e profissionais que utilizarão ou indicarão os novos produtos. O uso de documentação e certificados que garantam as vantagens do novo produto, bem como a colaboração de universidades e centros de pesquisa com reputação de excelência no mercado, certamente auxilia no convencimento da qualidade do produto.

## **10. Normatizações**

Várias normas brasileiras já citadas tratam do assunto destacando-se ainda as normas, NBR 9191, NBR 7500 (trata da simbologia), NBR 12809 e NBR 13853.

A NBR 12807 estabelece a terminologia a ser utilizada, enquanto a NBR 12808 classifica os grupos e a NBR 12809 fixa os procedimentos.

A NBR 12810 fixa os procedimentos exigíveis para as coletas interna e externa.

A NBR 9191 fixa especificações para os sacos plásticos a serem utilizados e a NBR 11175 estabelece padrões de desempenho para os processos de incineração.

A Resolução CONAMA 05/1993 estabelece as competências sobre o gerenciamento dos resíduos gerados em estabelecimentos de saúde.

## 11. Conclusões

As atividades ligadas ao setor de saúde são fundamentais no contexto de todos os aglomerados humanos organizados. No entanto, o comprometimento ambiental gerado pela gestão inadequada de resíduos sólidos dos serviços de saúde, é reconhecido tanto pela comunidade científica como pelas autoridades sanitárias e pela população em geral.

Logo, a contribuição de alternativas tecnológicas que viabilizem menor impacto ambiental sobre os meios físico, biótico e sócio-econômico que constituem o meio ambiente, é uma necessidade urgente para a melhoria de qualidade de vida das populações sem a perda de qualidade de vida no atendimento prestado pelos serviços de saúde às populações.

## 12. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: Símbolos de Riscos Manuseio para o Transporte e Armazenamento de Materiais: Simbologia. Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. **NBR 9191**: Sacos Plásticos para Acondicionamento de lixo: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 9195**: Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo: Determinação da Resistência à Queda Livre. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 9196**: Determinação de resistência à pressão do ar. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 9197**: Sacos Plásticos para Acondicionamento de Lixo: Determinação da Resistência ao Impacto. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 11175**: Incineração de resíduos perigosos. Padrões de desempenho. Rio de Janeiro, 1990.

\_\_\_\_\_. **NBR 12807**: Resíduos de Serviços de Saúde: Terminologia. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 12808**: Resíduos de Serviço de saúde: Classificação. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 12809**: Manuseio de Resíduos de Serviço de Saúde. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 12810**: Coleta de Resíduos de Serviço de Saúde. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 13055**: Sacos Plásticos pra acondicionamento de Lixo: Determinação da capacidade volumétrica. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 13056**: Filmes Plásticos para: Verificação da Transparência. Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 13853**: Coletores para Resíduos de Serviço de Saúde Perfurantes e Cortantes: Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 05/1993**. Define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, n. 166, 31 ago., Seção 1. Brasília, 1993. p.12997.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA n° 237/1997**. Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Carlos: EESS/USP, 1999. 120p.

BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1999. 155p.

FIKSEL, JOSEPH. **Design for environment: creating eco-efficient products and processes** – 1996.

JOHN, VANDERLEY M.; ANGULO, SÉRGIO C.; AGOPYAN, VAN. **Sobre A necessidade de metodologia de pesquisa e desenvolvimento para reciclagem**. PCC - Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. EP USP.

JOHN, V.M.; CAVALCANTE, J.R. Conclusões. **In:** Workshop Reciclagem de Resíduos Como Materiais de Construção Civil. São Paulo. ANTAC. **Anais**. 1996.

Organização Pan-Americana da Saúde Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente Divisão de Saúde e Ambiente. **Guia para o manejo interno de resíduos sólidos em estabelecimentos de saúde**. 1997.

PETRANOVICH, J. **Minimization of environmental effects from medical waste**. Packaging of Health-care Devices and Products, 1991.

ROBERTO NAIME, IVONE SARTOR , ANA CRISTINA GARCIA. **Uma abordagem sobre a gestão de resíduos de serviços de saúde**. Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v. 5, n. 2, p. 17-27, jun. 2004.

SANCHES, P. S. Caracterização dos Riscos nos Resíduos de Serviço de Saúde e na Comunidade. **In: Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde**. São Paulo: CETESB, 1995. p. 33-46.

SWINK, M.L. Tutorial on implementing concurrent engineering in new product development. **J. Operations Management**. n.16, 1998. p.103-116.

TUKKER, A.; GIELEN, D. J. A concept for the environmental evaluation of waste management benefits. **In:** Environmental Aspects of Construction with Waste Materials. Londres. Ed. Elsevier. **Proceedings**. 1994. p.737-748.