



## 09 – MANUFATURA REVERSA E O GERENCIAMENTO ADEQUADO DO LIXO ELETRÔNICO

**Maria Lucimar Maranhão Lima** <sup>(1)</sup>

Engenheira Química pela UFC. Especialista em Educação Profissional Técnica de Nível Médio integrado ao Ensino Médio na Modalidade de Jovens e Adultos (CEFETCE), Mestre em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental pela UFC, Gerente da área de Química e Meio Ambiente do CEFETCE, professora do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental/CEFETCE.

**Joesito Brilhante Silva** <sup>(2)</sup>

Administrador de Empresas pela UECE, Diretor de Tecnologia da Informação do CEFETCE.

**José Edvaldo Lima** <sup>(3)</sup>

Engenheiro Mecânico pela UFC, professor da Área da Indústria do CEFETCE.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Avenida 13 de maio, 2081 – Benfica – Fortaleza-CE - CEP: 60040-531 - Brasil - Tel.: (85) 3307 3646 - e-mail: [lucimar@cefetce.br](mailto:lucimar@cefetce.br)

### RESUMO

A velocidade do surgimento de novas tecnologias tornando os equipamentos eletrônicos obsoletos num tempo cada vez menor tem gerado um novo e preocupante desafio: a necessidade de soluções para o lixo tecnológico. O descarte de resíduos elétrico-eletrônicos, e-lixo ou lixo eletrônico que é como são conhecidos, merece especial atenção por conter substâncias perigosas. A disposição inadequada desses resíduos pode causar danos significativos ao meio ambiente e a saúde da população. Por meio da manufatura reversa estamos desenvolvendo um projeto piloto de reciclagem e reúso de computadores sem uso na Instituição, mas que tecnologicamente podem ser aproveitados para aplicações que não exijam altos níveis de processamento. O Objetivo principal é disponibilizar esses equipamentos por meio de doações, para pessoas/ comunidades carentes da periferia de Fortaleza depois de adequada manutenção. Acreditamos ser mais uma oportunidade de inclusão digital empreendida pelo CEFETCE. Com esta ação além da inclusão digital, estaremos cumprindo nossa responsabilidade social enquanto instituição de ensino tecnológico como também gerenciando adequadamente nossos resíduos eletrônicos e, ainda estaremos contribuindo para evitar a contaminação ambiental e o risco à saúde pública decorrentes de um descarte inadequado de lixo tecnológico. Trata-se, portanto de uma atividade economicamente viável, ambientalmente correta e socialmente justa.

**PALAVRAS-CHAVE:** lixo tecnológico, manufatura reversa, inclusão digital.

### INTRODUÇÃO

A Constituição Federal Brasileira, ao consagrar o meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito de todos, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida, (BRASIL, 1998) atribuiu a responsabilidade de sua preservação e defesa não apenas ao poder público, mas também à coletividade.

No que diz respeito à geração de resíduos sólidos, estes de um modo geral, vêm tomando proporções surpreendentes em função dos hábitos, da “sociedade de consumo”, que olha com absoluta naturalidade e imparcialidade a substituição de alguns produtos e bens (que poderiam ser duráveis) como se fossem descartáveis.

Muito se fala que somos a sociedade do lixo, cercados totalmente por ele, mas só recentemente atentamos para este aspecto de nossa realidade. De acordo com a literatura nos últimos 20 anos, a população mundial cresceu menos que o volume de resíduos por ela gerado. Diante desse contexto surge a necessidade de soluções imediatas para a problemática do lixo.

Segundo a NBR nº 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2004) – Resíduos sólidos são definidos como "resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável



seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível".

O manejo inadequado de resíduos sólidos de origens diversas gera desperdícios, contribuindo de forma significativa à manutenção das desigualdades sociais, tornando-se uma ameaça a saúde pública e agravando a degradação ambiental comprometendo ainda a qualidade de vida das comunidades dos centros urbanos. Aliado a isso se observa a ausência de diretrizes e políticas públicas eficazes para a área de resíduos somados ainda à escassez de recursos técnicos e financeiros direcionados a problemática em questão.

A gestão de resíduos sólidos de uma cidade deve ter como um dos seus objetivos reduzir a geração de resíduos e a quantidade de materiais a serem destinados para o sistema de disposição final. Isso é conseguido reduzindo-se a geração de resíduos sólidos e promovendo-se o reaproveitamento de materiais, através da reutilização e da reciclagem (MOTA, 2000). Os benefícios da redução e do reaproveitamento de resíduos são bastante vastos, abrangendo os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

É importante ressaltar ainda que a segregação de resíduos visando à reciclagem é uma atividade econômica que deve fazer parte de um conjunto de ações integradas para um melhor gerenciamento do lixo. Deve ser observado que não se deve segregar materiais para reciclagem caso não haja demanda significativa destes. Vale ressaltar ainda que o grande desafio para implantação de programas de reutilização e reciclagem é a busca de um modelo que permita a sua auto-sustentabilidade econômica.

Segundo Mota (2000) a gestão de resíduos sólidos deve ser feita observando as prioridades no conceito dos 3 R's. Antes do destino final, devem ser adotadas medidas, pela sociedade de um modo geral, empresas, instituições de ensino e pelo poder público, para reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos sólidos, de acordo com a figura 01 a seguir.

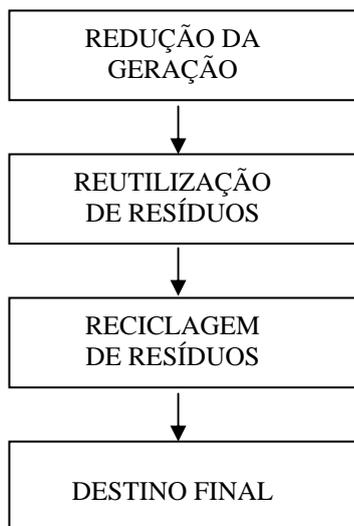


Figura 01 – Prioridade na gestão de resíduos sólidos.  
Fonte: MOTA (2000).

No caso específico do lixo tecnológico (e-lixo) segundo a literatura é o gênero de resíduo que mais cresce no mundo. Conforme dados das Nações Unidas, atualmente são jogados fora de 20 a 50 milhões de toneladas de novos resíduos eletrônicos, anualmente, em todo o mundo e, nos próximos cinco anos, esse número tende a triplicar.

O e-lixo apresenta características próprias que o diferem do lixo comum. É um lixo volumoso ocupando grandes espaços físicos e, alguns possuem componentes perigosos (metais pesados e compostos bromados, entre outros) necessitando de gestão eficaz e políticas públicas para direcionar produtores e consumidores a um gerenciamento adequado de uso e descarte. Aliado ao fato tem-se ainda a falta de incentivo à reciclagem, os altos preços dos serviços de manutenção, do tratamento dos elementos químicos e a falta de peças para equipamentos obsoletos.



Para o CEFETCE, que está adquirindo e consumindo eletrônicos em uma escala cada vez maior, chegou o momento de se mobilizar em torno de solucionar o problema do resíduo gerado com o avanço da tecnologia. Vale ressaltar que existe e-lixo acondicionado nos diferentes setores da Instituição e em quantidades surpreendentes esperando apenas uma solução definitiva para sua gestão.

Para o gerente de programas ambientais urbanos do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2002), o setor público é responsável pelo lixo domiciliar, mas não pelo tecnológico. Desse modo o gerador do e-lixo torna-se responsável pelo gerenciamento e destino final adequado desse resíduo.

Uma das soluções possíveis e ambientalmente corretas é a manufatura reversa de equipamentos de informática. Uma vez que muitos artigos eletrônicos têm uma vida útil muito curta, que, em alguns casos, se extinguem quando fica disponível no mercado o aparelho da geração seguinte.

O que pode parecer inútil e obsoleto para Instituições modernas e bem equipadas pode fazer grande diferença para milhões de pessoas que ainda estão excluídas da era digital. Vale lembrar que segundo o IBGE, no Brasil, 55% da população acima dos 10 anos jamais acessou um computador. O projeto que ora apresentamos possibilitará a doação de computadores renovados com aplicações que não exijam altos níveis de processamentos, mas, que contribuirá de forma significativa para a inclusão digital de uma parcela da comunidade carente da periferia de Fortaleza e região metropolitana.

A manufatura reversa é uma atividade diretamente relacionada à logística reversa. Para Leite (2003) a logística reversa é uma nova área da logística empresarial, concentrada principalmente no exame dos fluxos reversos que fluem no sentido inverso ao da cadeia direta, a partir dos produtos descartados como pós-consumo ou dos produtos pós-venda, visando agregar-lhes valor de diversas naturezas, por meio da reintegração deles, de seus componentes ou materiais constituintes ao ciclo produtivo e de negócios.

A proposta desse trabalho é apresentar o desenvolvimento e implantação de um projeto piloto de manufatura reversa e gerenciamento do lixo eletrônico existente/gerado no CEFETCE. Objetiva ainda oferecer oportunidade de inclusão digital e social as comunidades carentes da periferia de Fortaleza por meio da doação de equipamentos eletrônicos renovados e em pleno funcionamento e fortalecer ações voltadas para educação ambiental. Para obtenção desses objetivos foi/será necessário realizar o inventário qualitativo e quantitativo dos resíduos eletrônicos existente no CEFETCE; Identificar e separar os equipamentos obsoletos dos equipamentos inservíveis, conhecer a problemática do e-lixo de um modo geral; conhecer a realidade do CEFETCE frente a questão do lixo eletrônico bem como identificar as possibilidades de solução; selecionar as alternativas técnicas adequadas para implementação do projeto de manufatura reversa e gerenciamento do e-lixo do CEFETCE; contribuir com a solução dos aspectos sociais envolvidos com a questão do e-lixo; identificar as variáveis que necessitam de maior controle e acompanhamento do projeto em questão; conhecer os metais pesados presentes no lixo tecnológico e seus efeitos adversos a saúde pública bem como pesquisar mecanismos de identificação e manejo adequado desses metais tóxicos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O projeto que ora apresentamos conta com uma participação ativa de todo o grupo envolvido, coordenadores, bolsistas e voluntários, no desenvolvimento das atividades que são marcadas acima de tudo por atitudes críticas, reflexivas e criativas para o desempenho das ações necessárias a obtenção dos objetivos. As estratégias previstas para o desenvolvimento do projeto possuem aspectos: *dinâmico* na medida em que está centrado na participação ativa dos seus componentes; *autônomo* por propiciar formas de trabalho independente, trabalho em grupo ou em equipes; *integrador* por constituir área transdisciplinar considerando os componentes estruturantes; *socializador* pois o trabalho objetiva a contextualização em termos sociais; *é comunicativo* pois procura comunicar uma intenção e um propósito tecnológico; *é manipulativo* por tratar-se de uma atividade essencialmente de construção, montagem e instrumentação exigindo conhecimento sobre materiais, ferramentas e máquinas ao nível das habilidades e capacidades técnicas necessárias ao bom desempenho das atividades; possui também caráter *operatório* por necessitar de pensamento e raciocínio lógico e de abstração conceitual ao mesmo tempo que organiza as operações necessárias ao trabalho técnico; *é criativo* por promover processos de idealização e de invenção dos produtos remanufaturados e é acima de tudo um processo *orientador* porque aproxima as atividades educativas/tecnológicas da realidade social.



O método utilizado para realização da proposta inicialmente passa pelo planejamento das ações previstas que, em linhas gerais consistem em: reunir as informações pertinentes a proposta apresentada; elaborar diagnóstico da realidade da instituição relacionada ao e-lixo; recolher os dados necessários para a identificação do problema e projetar as soluções necessárias; coletar e segregar o lixo tecnológico encontrado nos diversos setores da instituição; trabalhar em grupo; estabelecer a rede de pessoas, situações e recursos necessários para o bom desempenho das atividades; desenvolver o fluxograma para as ações, executar as atividades previstas para consecução dos objetivos; reunir e socializar as informações necessárias ao desenvolvimento de cada etapa do projeto e elaborar e cumprir um cronograma de doação dos equipamentos remanufaturados.

A estratégia de ação para cumprir as etapas previstas tem como base a aplicação de técnicas ao longo do processo bem como o gerenciamento de tempo para desenvolver as atividades necessárias de forma efetiva e eficaz.

As técnicas empregadas consistem em: técnica de observação (livre e estruturada); técnicas de informação (seleção de mecanismo para dar suporte ao desenvolvimento do projeto); técnicas de avaliação; técnicas de análise de problemas; técnicas de trabalhos em grupos; técnicas de condução de grupos.

Para o gerenciamento do tempo programamos as atividades sobre uma unidade de tempo precisa incluindo a difusão da informação para cada etapa do projeto. Distribuímos as tarefas entre os componentes do grupo estabelecendo as prioridades e periodicidades das ações a serem empreendidas com o estabelecimento de um cronograma para cada operação e a alimentação periódica da memória coletiva do projeto por meio de sínteses escritas, no final de cada etapa

Quanto ao material/equipamentos necessários para o desenvolvimento das atividades, todos são equipamentos e materiais simples e de baixo custo: matéria-prima (e-lixo disponível nos diversos setores do CEFETCE; equipamentos básicos de manutenção de computadores (chaves de fendas, teste de passagem de corrente, multímetros, alicates etc.); caixas para separação dos equipamentos inservíveis (placas, etc); material de escritório (grampeador, perfurador, fita adesiva, clips, fita gomada, papel ofício, caneta, lápis, borracha, liga de borracha, etc.); computador e impressora para armazenamentos dos documentos, relatórios e dados diversos referentes ao projeto.

## **RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS**

Com as ações empreendidas esperamos comprovar que desenvolver e implantar o gerenciamento de resíduos sólidos eletrônicos no CEFETCE aliado a manufatura reversa é um desafio possível por trata-se de uma ação economicamente viável visto que a matéria prima é tratada como lixo necessitando um destino final adequado. É ambientalmente correto, pois contribuirá para minimizar a contaminação ambiental e o risco à saúde pública decorrentes de um descarte inadequado de lixo tecnológico que possui componentes tóxicos e é socialmente justo, pois ampliam a oportunidade de inclusão social e digital de comunidades carentes, fortalecendo nossa responsabilidade social enquanto instituição de ensino tecnológico. Ao final da implementação das ações de manufatura reversa no CEFETCE ficará evidente ainda que todo ato técnico, por mais elementar que seja, é um ato de intervenção no meio em que se vive.

## **CONCLUSÕES**

O desafio da realização da manufatura reversa e do gerenciamento do e-lixo aliado à inclusão digital é possível não só nas instituições de ensino, como também nos diversos seguimentos que gerem resíduos eletrônicos. No caso das ações previstas para a atividade em questão, trata-se de uma estratégia flexível e criativa de organização da produção, com permanente grau de inovação onde os participantes fortalecerão a capacidade de trabalhar com autonomia e responsabilidade numa organização coletiva, com base na equipe, contribuindo com a preservação do meio ambiente por meio do gerenciamento adequado do lixo tecnológico, contribuindo para inclusão digital e acima de tudo com um significativo e concreto alcance social.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BRASIL. Congresso Nacional. **Constituição Federal da República Federativa do Brasil**. 5 de outubro de 1988.
2. LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.
3. MMA/NUTEC/SANEBRÁS. **Curso de capacitação técnica em resíduos sólidos**. Fortaleza, 2002.
4. MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2000.