

## **A NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO ÀS REGULAÇÕES AMBIENTAIS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: DO FABRICANTE AO CONSUMIDOR ORGANIZACIONAL NO SETOR DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS**

**Moacir Pereira**

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP  
Professor do Centro Universitário Salesiano São Paulo – UNISAL  
[moapereira10@gmail.com](mailto:moapereira10@gmail.com) (Brasil)

**Marco Antonio Silveira**

Doutorado em Engenharia Mecânica Processos de Fabricação pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
[marco.silveira@cti.gov.br](mailto:marco.silveira@cti.gov.br) (Brasil)

### **RESUMO**

O impacto causado no meio ambiente pelo descarte de produtos eletroeletrônicos tem tornado uma tendência mundial as regulações ambientais no que tange à gestão adequada de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEEs). O governo brasileiro, ciente dessa necessidade, elaborou e promulgou em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que responsabiliza as empresas dos vários setores econômicos, e demais participantes da cadeia produtiva, pela destinação final dos produtos quando estes atingem o prazo de vida útil ou tornam-se inservíveis ao consumidor organizacional. Diante dessas novas demandas, iniciou-se em 2010 um projeto resultante da parceria entre o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI) e a Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios (ABIMO), denominado projeto CTI-ABIMO, para apoiar a adequação do setor às novas regulações ambientais. O setor visado é intensivo na utilização de tecnologia, é exportador e composto majoritariamente por empresas de pequeno e médio portes nacionais. O objetivo deste trabalho é relatar os fundamentos, métodos e resultados do projeto CTI-ABIMO em apoio à adequação de empresas piloto aos requisitos da PNRS, de modo a manter a sua competitividade e contribuindo para a sustentabilidade do setor brasileiro de equipamentos eletromédicos. Foram consideradas as especificidades do setor para a gestão de REEE, dentre elas: equipamentos de longa vida útil comparado com outros produtos eletrônicos, predominância de hospitais e clínicas como clientes finais e parcela significativa de compras governamentais sobre o total de vendas do setor.

**Palavras-chave:** Regulações ambientais, Resíduos eletroeletrônicos, Setor de eletromédicos, Ciclo de vida.

## 1. INTRODUÇÃO

Entre os setores considerados prioritários para o desenvolvimento industrial no País, destacam-se vários que compõem a indústria eletroeletrônica, como componentes eletrônicos, informática, telecomunicações e eletrônica de consumo. Eles desempenham um papel crucial no sistema econômico, pois geram um grande número de produtos e estão presentes, mesmo que indiretamente, estão presentes em diversos outros setores (Oliveira & Silveira, 2009).

Apesar da forte concentração de mercado nas grandes empresas multinacionais que compõem a indústria eletroeletrônica, existe um grande número de pequenas e médias empresas que atuam nessa atividade, com tecnologias específicas e inovadoras. São exemplos disso as empresas dos setores de *software* (Gouveia, 2004) e de equipamentos eletromédicos.

A indústria eletroeletrônica como um todo tem enfrentado tanto os desafios inerentes à atuação em ambientes dinâmicos e que exigem altos níveis de competitividade, como aqueles característicos das boas práticas ambientais. Desde 2006, por exemplo, estão em vigor na União Europeia restrições ambientais para a comercialização de seus produtos por meio das diretrivas RoHS/*Restriction of Hazard Substances* (restrição de substâncias perigosas) e WEEE/*Waste of Electro-Electronic Equipments* (em português, REEEs/Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos).

A diretiva WEEE trata da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, definindo requisitos tanto para minimizar a quantidade desses resíduos como para tratar os resíduos efetivamente gerados. Essas diretrivas vêm sendo adotadas integral ou parcialmente também em diversos outros países, como China, Japão e Estados Unidos. No Brasil, o impacto causado pelo descarte de produtos eletroeletrônicos e de resíduos sólidos de outras indústrias, motivou a elaboração e promulgação em 2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS responsabiliza as empresas e demais participantes da cadeia produtiva pela destinação final dos produtos quando estes atingem o prazo de vida útil ou tornam-se inservíveis ao consumidor.

O setor de equipamentos eletromédicos enfrenta de maneira especialmente intensa os desafios acima comentados, pois são, em sua maioria, empresas de pequeno e médio porte, exportadoras e intensivas em tecnologia. Em virtude dessas características, decidiu-se em conjunto com a Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios (ABIMO), entidade que congrega mais de 80% das empresas desse setor, a realização de um projeto piloto para apoiar a adequação de nove empresas aos requisitos ambientais impostos ao setor pela PNRS e pelas diretrivas RoHS e WEEE, denominado Projeto CTI-ABIMO. O objetivo deste

trabalho é relatar os fundamentos, métodos e resultados do projeto CTI-ABIMO em apoio à adequação de empresas piloto aos requisitos da PNRS, de modo a manter a sua competitividade, bem como contribuir para a sustentabilidade do setor brasileiro de equipamentos eletromédicos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO: REGULAÇÕES AMBIENTAIS DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS**

Expõem-se neste tópico as considerações teóricas acerca da regulação ambiental e inovação associada, bem como a responsabilidade empresarial no tocante às regulações de resíduos eletróeletrônicos.

### **2.1 O imperativo ambiental e sua regulação**

Em reação às agressões ao meio ambiente, a [Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento](#) (CMMAD) elaborou, em 1987, o relatório intitulado “Nosso Futuro Comum”, que passou a ser conhecido como Relatório Brundtland.. Trata-se de uma referência à ex-primeira ministra norueguesa [Gro Harlem Brundtland](#), que introduziu o conceito de *desenvolvimento sustentável*, entendido como desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades. Esse documento fez parte de uma série de iniciativas, anteriores à [Agenda 21](#), que reafirmam uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, ressaltando os riscos do uso excessivo dos [recursos naturais](#) sem considerar a capacidade de suporte dos [ecossistemas](#). O relatório aponta para a incompatibilidade entre [desenvolvimento sustentável](#) e os padrões de produção e consumo vigentes.

Nos anos 1990, o sociólogo Elkington (1998) propôs uma abrangência maior da concepção de sustentabilidade em direção ao enfoque *triple bottom line* (TBL), que visa à harmonização entre demandas econômicas, ambientais e sociais. E, ao longo dessas últimas décadas, vários outros autores também vêm alertando para os prejuízos causados pelas empresas, como Acktouf (1996) que pondera sobre a insustentabilidade do modelo industrial vigente, alertando que “lucro de curto prazo significa destruição no longo prazo”, ou Morgan (1996) ao afirmar que “nossas empresas estão nos matando, adulterando comida, poluindo ambientes, submetendo pessoas a condições insalubres [...]”.

Essas perturbações no meio ambiente físico e a deterioração dos recursos naturais são as consequências mais visíveis e contundentes de modelos industriais, econômicos e políticos contrários ao bem comum que vêm sendo adotados em larga escala há séculos (Silveira, 2012). Assim, como uma reação natural e desejável da sociedade, vem se fortalecendo nas últimas décadas a regulação ambiental.

Mazon et al. (2012) comentam que essas regulações vêm sendo buscadas sem desconsiderar a melhoria de competitividade da indústria eletroeletrônica. Elas são elaboradas de acordo com a maior intensidade da produção e do consumo, visando antepor-se às estratégias de obsolescência programada, responsabilizando os produtores pelo descarte ambientalmente correto de seus produtos. As políticas ambientais incorporam em regras formalmente instituídas as demandas da sociedade relacionadas à melhoria da oferta e qualidade do ambiente.

## 2.2 Regulação e inovação

É comum, para as organizações, que a adequação às regulações seja vista como um fator que gera elevação de custos, perda de competitividade, retorno incerto com despesas em pesquisa e desenvolvimento (P&D), implicando a possível redução do lucro com suas operações. Mas é interessante destacar que a regulação ambiental, ao induzir as empresas a reformularem suas estratégias para geração de produtos, processos e serviços, gera inovações tecnológicas e organizacionais que trazem benefícios ambientais, econômicos e sociais, criam vantagens competitivas e, consequentemente, aumentam a participação da empresa no mercado.

... muitas das empresas que se enquadram às exigências da legislação ambiental, desenvolveram inovações tecnológicas através do aproveitamento de oportunidades surgidas quando da revisão dos produtos, processos e métodos de operação tradicionais; tais inovações, por sua vez, resultaram no aumento da competitividade dessas empresas. (Reydon et al., 2007)

As implicações da regulação ambiental para a competitividade das organizações são tratadas por alguns autores da administração da tecnologia que investigam as práticas das regulamentações em inovações tecnológicas em produtos e processos (Almeida, 2001, citado em Mazon et al. 2012). Para esse autor, as tecnologias ambientais inovadoras são aquelas por ele denominadas de tecnologias integradas de processo limpo, pelas quais as consequências ambientais de um produto são pensadas desde o momento de sua concepção, até o final de sua vida útil, isso é, do “berço” ao “túmulo”.

Já a literatura econômica evolucionista analisa o processo de inovação como um sistema inserido em um contexto particular, dentro de fatores que induzem o sistema a gerar e difundir determinadas tecnologias. A concepção evolucionista destaca, dessa forma, a importância que

mudanças institucionais e sociais têm sobre a direção e o ritmo da inovação. Sob essa ótica, a variável ambiental é um novo elemento decisivo na evolução dos ambientes seletivos que condicionam as rotinas de busca das firmas (Romeiro & Salles Filho, 1999).

A influência de novos elementos institucionais nas decisões empresariais, como aqueles decorrentes da questão ambiental, pode ser melhor compreendida a partir dos conceitos de busca, rotina e seleção (Nelson & Winter, 1982). As rotinas, por estabelecerem e consolidarem o armazenamento do conhecimento, fazem com que as empresas tomem decisões sequenciais, mas que não podem ser revertidas sem custos. Esse caráter cumulativo da mudança técnica é regido pela trajetória tecnológica de cada indústria, cuja direção depende tanto de razões internas – acúmulo de aprendizado inovativo – quanto de razões externas às empresas, por exemplo, do paradigma tecnológico. Dessa maneira, os processos de busca podem direcionar essas rotinas para diferentes sentidos, de acordo com as modificações e/ou novas tendências no meio institucional, tal como as regulações ambientais. Essa busca, segundo Nelson e Winter, só encontra seu fim quando é selecionada a nova tecnologia a ditar o processo produtivo, orientando, assim, o sucesso ou fracasso na adaptação das empresas ao cenário que estão sendo inseridas.

Inicialmente, apesar do processo de inovação ser motivado pelo caráter compulsório da regulação ambiental – o que no curto prazo acarreta em aumento dos custos –, num segundo momento, as decisões empresariais relacionadas à inovação ambiental deixam de ser movidas somente por medidas coercitivas, adotando-se uma postura proativa que busca aliar a adequação à regulação com ganhos econômicos. Ou seja, as decisões empresariais passam a explorar as oportunidades tecnológicas ambientais de potenciais ganhos em estratégias concorrenceis (Romeiro & Salles Filho, 1999).

Entre as compensações econômicas salientam-se a maior eficiência produtiva, a economia de materiais e de energia, a diminuição no número de paralisações em razão do aumento de atividades de monitoramento e manutenção, o aproveitamento de subprodutos e resíduos, a redução do desperdício e de custos de manuseio e armazenamento, o aumento na segurança, melhorias no produto com possibilidade de sobrepreço e atuação em novos mercados (Ansanelli, 2008).

Os tipos de inovações desenvolvidas pelas empresas dependem dos instrumentos, da eficácia e eficiência da política ambiental vigente, além da estrutura da indústria e das características da empresa. Essas condições estão descritas nos indicadores de tecnologias ambientais incluídos no Manual de Oslo para a avaliação do desempenho da inovação, que inclui a avaliação dos sistemas de gestão ambiental utilizados, fontes e custos da informação, apoio do governo, entre outros (Kemp & Arundel, 1998, citado em Ansanelli, 2011).

Para Cramer e Zegfeld (1991, citado em Almeida, 2001), as tecnologias ambientais radicalmente inovadoras são aquelas integradas de processo limpo, isto é, tecnologias que asseguram a operacionalização de processos limpos combinada à geração de produtos limpos. Esse é o caso das inovações possibilitadas pelas regulações ambientais referentes aos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEEs), a serem mais bem descritas adiante.

### **2.3. Regulações de resíduos eletroeletrônicos e responsabilidade empresarial**

Entre as diversas normas referentes ao tratamento de resíduos sólidos, ganham relevância nacional aquelas voltadas ao descarte ambientalmente correto dos REEEs, destaque esse originado da intensificação de sua produção e consumo, bem como do alto nível de periculosidade desses resíduos se não destinados e tratados corretamente.

A repercussão internacional se refletiu, no caso brasileiro, na promulgação da PNRS a qual engloba quaisquer resíduos industriais sólidos (exceto os radioativos, regulados por norma específica). A PNRS é regida pelo princípio da responsabilidade compartilhada, atribuindo também aos fabricantes de eletroeletrônicos a responsabilidade pelo descarte correto de seus produtos.

As principais exigências da PNRS são: a) informar à sociedade a respeito dos componentes e materiais usados nos produtos; b) assegurar que os REEEs sejam entregues sem encargos pelo consumidor, instalando sistemas de coleta individuais ou coletivos; c) criar sistemas para tratar os REEEs utilizando as melhores técnicas de tratamento, valorização e reciclagem; d) identificar soluções compartilhadas com outros geradores de resíduos; e) fabricar embalagens com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem. Essas obrigações são previstas pelos artigos apresentados no Quadro 1 (Mazon et al., 2012).

**Quadro 1 – Obrigações e responsabilidades dos produtores segundo a PNRS**

<b>Check-list – Adequação PNRS (Lei n. 12.305 de 2 de agosto de 2010)</b>	<b>Marco Legal</b>
Adotar e aprimorar o desenvolvimento de tecnologias limpas	Art. 6º, IV
Reducir o volume e periculosidade dos resíduos perigosos	Art. 6º, V
Fornecer diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, e o passivo ambiental a eles relacionados	Art. 21, II
Explicitar os responsáveis por cada etapa do gerenciamento dos resíduos sólidos	Art. 21, III a
Identificar soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores	Art. 21, IV
Elaborar ações preventivas e corretivas a serem executadas	Art. 21, V
Traçar metas e procedimentos de minimização dos resíduos sólidos e de reutilização e reciclagem como estabelecido pelo Sisnama, SNVS, Suasa	Art. 21, VI
Revisar com periodicidade o prazo de licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama	Art. 21, IX
Atualizar e deixar disponível ao órgão municipal competente e ao Sisnama informações completas sobre a implementação e a operacionalização de REEEs	Art. 23

Investimentos no desenvolvimento, fabricação e colocação no mercado de produtos que sejam aptos à reutilização e à reciclagem	Art. 31, I
Divulgar informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos de seus produtos	Art. 31, II
Fabricar embalagens com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem	Art. 32

**Fonte:** Adaptado de Mazon et al. (2012).

Essas mudanças trazidas pela regulação, quando integradas com as estratégias de negócio, criam oportunidades de atualização tecnológica e organizacional de empresas brasileiras de eletroeletrônicos, podendo promover o aumento de sua competitividade e sua maior inserção no comércio internacional. A natureza dessas regulações possibilita que as empresas adotem novas estratégias de negócios, entre elas, a inclusão de novas variáveis no *design* dos produtos (*Design for Environment*), como a restrição de substâncias ambientalmente agressivas, a reciclagem, a homogeneização de materiais, mecanismos para montagem/desmontagem de equipamentos e novos modelos de relacionamento com os clientes, nos quais as empresas oferecem serviços associados ao equipamento em vez de transferir sua propriedade para o cliente, mudando-se a lógica de “obsolescência programada”.

Isso, contudo, requer que as empresas ampliem seu escopo de atuação, conforme será mostrado no estudo de caso apresentado a seguir.

### 3. METODOLOGIA

Bryman (1995) afirma que a pesquisa nas organizações exige transposição de barreiras, como a oposição formal da administração da empresa ou a sonegação de informações. Neste projeto de pesquisa essas dificuldades são bastante minimizadas, pois as nove empresas piloto participam de forma voluntária, tendo interesse efetivo em seu sucesso.

O referencial teórico que embasa o seu desenvolvimento metodológico deste projeto indica tratar-se de uma pesquisa experimental, pois envolve casos reveladores em que serão observados fenômenos até então inacessíveis à pesquisa científica (Yin, 1994, p. 34). E, tendo como base esse mesmo autor, será utilizada a metodologia de estudo, uma vez que ela atende às necessidades desta pesquisa. Em outras palavras, o estudo de caso representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que” e, também, nas análises em que o foco recai em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

Um mesmo estudo pode conter mais de um caso simples, como ocorre na presente pesquisa em que se pretende investigar os fenômenos em nove empresas. Nessas abordagens, recomenda-se a adoção da metodologia de estudo de caso múltiplo, pois, segundo Yin (1994, p. 36), esta tem uma “lógica de repetição” associada à realização de vários experimentos únicos, em condições idênticas e dos quais se esperam resultados similares. As provas resultantes de casos múltiplos são consideradas mais convincentes, e o estudo global é visto como mais robusto.

Qualquer utilização de projetos de casos múltiplos deve seguir uma lógica de replicação, e não de amostragem. Eles devem funcionar de maneira semelhante aos experimentos múltiplos, com resultados similares (replicação literal) ou contraditórios (replicação teórica) previstos explicitamente no princípio da investigação.

### 3.1 Estudo de caso: projeto piloto CTI-ABIMO

As melhorias em produtos e processos decorrentes da adequação às regulações sobre REEEs podem elevar os padrões de qualidade exigidos pelo mercado (Ansanelli, 2011). No entanto, os custos para a adequação e os incipientes avanços nessa área podem dificultar a adequação de empresas de pequeno e médio porte.

A fim de lidar com esses desafios, foi concebido o mencionado Projeto CTI-ABIMO cujo objetivo é apoiar fabricantes de equipamentos eletromédicos, em especial de pequeno e médio porte, a se adequarem às legislações ambientais para tratamento de resíduos sólidos e para eliminação de substâncias tóxicas de seus produtos e processos, mantendo sua competitividade (Silveira, 2013). O propósito fundamental desse projeto é *apoiar a adequação de empresas fabricantes de equipamentos eletromédicos* aos requisitos ambientais, contribuindo para a manutenção de sua competitividade.

Nove empresas associadas da ABIMO, aqui denominadas empresas-piloto (EPs), decidiram participar de forma voluntária desse projeto. Cada EP escolheu um de seus produtos para iniciar o processo de adequação aos requisitos ambientais, que é apresentado no Quadro 2 juntamente com o número de funcionários e a localização de cada EP.

**Quadro 2 – Conjunto de EPs e produto-alvo no projeto**

Empresa Piloto (EP)	Produto-Alvo no Projeto Piloto (PP)	Número de Funcionários (em 2012)	Localização (estado)
A	Bisturi cirúrgico eletrônico	70	SP – interior
B	Mesa cirúrgica	215	SP – capital

C	Produto fisioterápico	115	RS – interior
D	Bomba de infusão	500	SP – interior
E	Bisturi cirúrgico eletrônico	45	SP – interior
F	Produto fisioterápico	85	SP – interior
G	Incubadora	60	SP – interior
H	Diagnóstico Oftalmológico	225	SP – interior
I	Ventilador pulmonar	115	SP – interior

**Fonte:** Elaborado pelos autores

### 3.2 Diagnóstico e ações gerais

A estruturação do projeto piloto incluiu um estudo sobre o setor brasileiro de eletromédicos, utilizando dados secundários e trabalhos acadêmicos, visando identificar o perfil das empresas do setor, características tecnológicas e principais desafios. Entre as características do setor de eletromédicos podem ser citadas: a) seus produtos são de alta confiabilidade e intensivos em tecnologia; b) é um setor exportador (exportações respondem por 15% de seu faturamento); c) é formado por 93% de empresas de capital nacional; e, d) 75% das empresas são de porte pequeno e médio, cujo faturamento cresceu 200% entre 2003 e 2007.

No período de mar/2011 a mar/2012 foram realizadas em cada EP três avaliações para coletar informações específicas, entre as quais as estratégias de negócios, produtos, processos produtivos, perfil de fornecedores, logística, perfil de pessoal e práticas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I).

Para integrar todas as informações obtidas, foi utilizada a pesquisa de levantamento, uma das cinco metodologias na tipologia proposta por Bryman (1995), indicada quando se deseja examinar padrões de relacionamento entre variáveis, sendo associada a entrevistas estruturadas e questionários autoadministrados.

Todas as entrevistas foram presenciais e conduzidas por um ou mais entrevistadores. As avaliações indicaram que as EPs estavam totalmente desprovidas de mecanismos para gestão dos REEEs.

Antes de iniciadas as intervenções *in loco*, durante o ano de 2011 membros da equipe executiva do projeto CTI-ABIMO ministraram treinamentos destinados a colaboradores de diferentes áreas-chave das empresas, conforme mostrado no Quadro 3.

**Quadro 3 – Treinamentos ministrados às EPs**

<b>Treinamento</b>	<b>Objetivo principal</b>	<b>Participantes</b>
Estratégia baseada em inovações	Mostrar como as inovações, se incorporadas ao plano estratégico, podem alavancar a competitividade da empresa	Diretores da empresa e Representantes diretos (RD)
Gestão da sustentabilidade da empresa	Apresentar mecanismos para integrar a PNRS aos objetivos do negócio da empresa	Diretores da empresa e RD
Introdução à gestão integrada de processos	Fazer uma introdução de ferramentas para gestão dos processos	Diretores da empresa e RD
Sistemas integrados de gestão	Mostrar como integrar os sistemas de gestão da empresa: qualidade, segurança etc.	Diretores da empresa e RD
Compras governamentais verdes e gestão do composto de marketing	Apresentar vantagens nas compras governamentais da adequação das empresas à PNRS; iniciar planejamento integrado dos 4 P's do marketing	Colaboradores da área comercial, de marketing e Diretores da empresa

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2012)

### **3.3 Diagnósticos específicos da pesquisa *in loco* nas Eps**

Levantados os dados gerais do setor e das EPs, e ministrados os treinamentos, foram iniciadas em 2012 visitas em cada EP para aprofundar o conhecimento sobre as demandas individuais e suas capacitações para a adequação à PNRS. As visitas foram guiadas por um questionário que contemplava aspectos referentes aos sistemas de rastreabilidade do produto, informações do manual do produto-alvo, parcerias com empresas de reciclagem, localização das distribuidoras, certificações ambientais, *layout* do local de acondicionamento dos produtos, plano de gerenciamento de riscos, entre outros.

Foi constatado que essas empresas estão à frente de várias outras de pequeno e médio porte do setor de eletroeletrônicos. Isso porque o segmento de eletromédicos sofre fortes pressões para seguir rigorosos padrões de qualidade, uma vez que seus produtos destinam-se à preservação da saúde humana, sendo por esse motivo objeto de rigoroso monitoramento da ANVISA. Essas exigências demandam mecanismos de controle que, potencialmente, auxiliam no cumprimento das regulações de REEEs, incluindo:

1. controle sobre o destino dos produtos: essas informações são necessárias para o plano de logística reversa, exigido pela PNRS. Sem o mapeamento da distribuição, não é possível planejar a instalação de pontos de descarte;
2. estreito relacionamento com as distribuidoras: aumentam as chances de mobilização mais geral e efetiva visando à adequação;
3. resíduos derivados de processos internos: algumas empresas já estão se informando a respeito e se familiarizando com documentos de controle, tal como o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI). Esse conhecimento é importante para lidar com indicadores apresentados pelas empresas para os órgãos reguladores da PNRS;
4. equipamentos de alto valor agregado: o processo produtivo de alto custo acarreta em pequena escala de produção para essas empresas de pequeno e médio porte, o que facilita o mapeamento de distribuição dos produtos.

As empresas, por serem também exportadoras, já possuem certificações, como a ISO 13485 (baseada na ISO 9001), marcação CE e FDA (da Comunidade Europeia e dos Estados Unidos, respectivamente), importantes indicadores para avaliar o nível de integração dos sistemas de gestão dos departamentos da empresa. Além disso, a alta direção de cada uma dessas empresas, alerta e habituada às exigências dessas certificações, demonstra comprometimento e menor resistência às propostas colocadas pelo projeto CTI-ABIMO.

O Quadro 4 expõe de forma detalhada esses aspectos em cinco EPs que foram avaliadas. Vale salientar que as empresas “D”, “E”, “H” e “I”, por razões internas, optaram por adiar a avaliação.

O Quadro 4 foi elaborado a partir de entrevistas semiestruturadas feitas com base em um questionário com questões abertas e fechadas. Esses dados sempre foram fornecidos pelo responsável de maior nível hierárquico na empresa (proprietário, presidente ou diretor geral).

Observa-se que as cinco empresas possuem as certificações mais importantes, característica inerente a um setor muito regulamentado, como é o de equipamentos eletromédicos. Mas, muito embora todas as cinco empresas tenham procedimentos para separação de seus resíduos, ainda são incipientes as práticas recomendadas para gestão de REEE: somente uma das cinco empresas tem sistema de retorno (empresa C) e embalagem reciclável (empresa F); só duas empresas possuem marcação proibindo descarte inadequado (empresas A e B) e nenhuma das cinco empresas entrevistadas possui procedimento para descarte e nem interesse em reusar seus produtos no final da vida útil.

Esses resultados reforçam a importância das ações previstas no Projeto CTI-ABIMO.

**Quadro 4 – Check-list das empresas piloto**

PNRS	A	B	C	F	G
Direção altamente comprometida	x	x		x	x
Possui ISO 13485	x	x	x	x	x
Possui CE	x	x	x	x	x
Possui FDA		x	x		
Possui procedimento sobre descarte correto do produto					
Possui sistema de retorno do produto			x		
Embalagem do produto é reciclável					x
Empresa faz a embalagem do produto		x			
Possui interesse de reúso do produto piloto					
Manual do produto-piloto contém marcação “proibido jogar REEEs em lixo municipal”	x	x			
Possui empresas recicadoras parceiras			x	x	x
Fazem separação de resíduos	x	x	x	x	x
Reciclam por cooperativas/pessoas informais	x	x			
Gestão de resíduos internos			x	x	x
Sistema de gestão contempla rastreabilidade do produto	x	x	x	x	x
Participa de licitações	x	x	x		x
Mudanças no <i>design</i> do produto	x	x	x	x	x
Assistência técnica própria	x	x	x	x	x
Assistência técnica autorizada/parceira	x	x	x		x

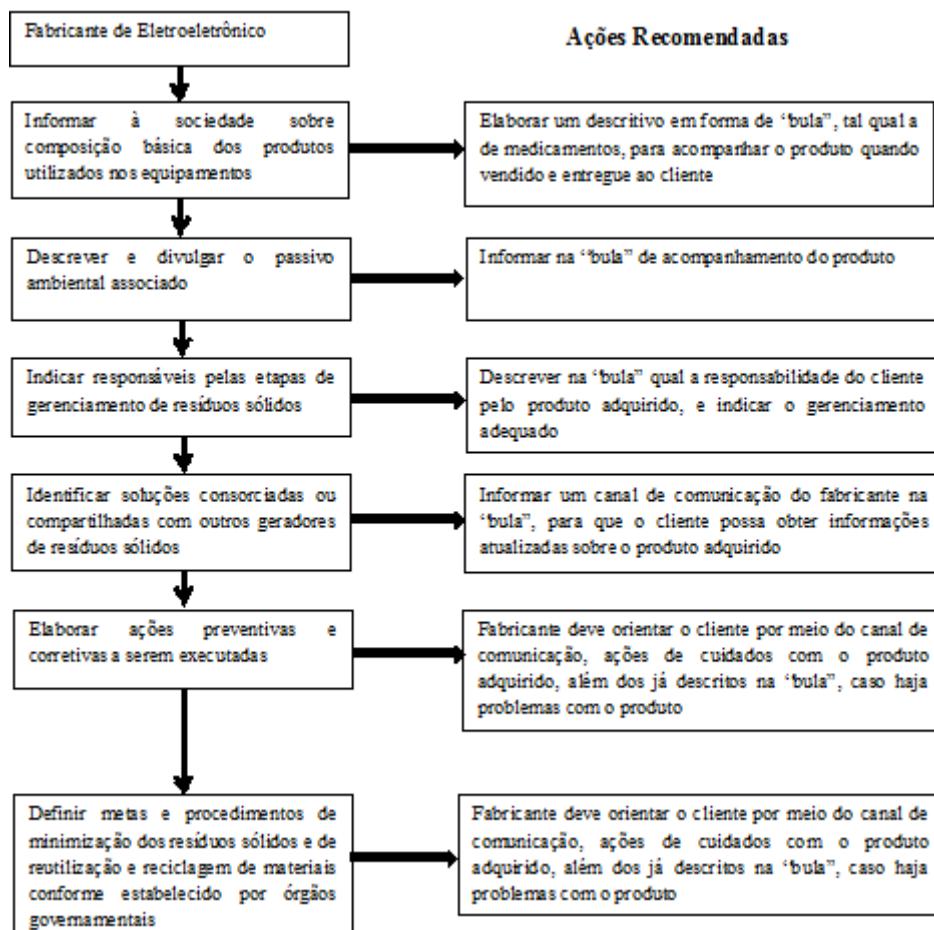
**Fonte:** Dados da pesquisa (2012)

### 3.4 Fluxograma para gestão de REEE

Para orientação das atividades das empresas piloto, e de acordo com o Plano de Gerenciamento e o artigo 21 da Lei n. 12.305 do PNRS, elaborou-se o Fluxograma de Responsabilidade e Atividades para a Gestão de Resíduos Industriais Sólidos, apresentado na Figura 1.

Esse fluxograma evidencia várias lacunas ainda existentes nas EPs, incluindo a ausência de sistemática para gestão da cadeia de logística reversa.

**Figura 1 – Fluxograma de Responsabilidades e Atividades para a Gestão de Resíduos Industriais Sólidos**



**Fonte:** Elaboração própria.

#### 4. DESAFIOS DO SETOR ELETROMÉDICO PARA GESTÃO DE REEES

Apesar de possuir características convergentes às exigências regulatórias, o setor possui também outras especificidades que dificultam a adequação.

São três as principais especificidades: equipamentos com longa vida útil se comparado a outros produtos eletroeletrônicos; predominância de consumidores finais denominados usuário final organizacional (hospitais e clínicas); e parcela significativa das vendas corresponde a compras governamentais.

#### **4.1 Equipamentos com longa vida útil**

A pesquisa de campo do projeto CTI-ABIMO levantou que o tempo de vida útil médio estimado pelas EPs para seus produtos está entre 15 e 20 anos, comparativamente maior que a vida útil de bens de consumo como computadores e rádios (vida útil média de 2 a 5 anos) e telefones celulares (2 anos em média) (FEAM, 2009).

São duas as razões para tal: o alto valor agregado desses equipamentos, exigindo uso intensivo pelo máximo período de tempo; a doação ou venda para clínicas e hospitais com condições mais precárias, que geralmente ocorre quando os produtos estão desgastados ou são substituídos por novas tecnologias.

Mesmo não sendo produzidos em larga escala, a longa vida útil desses equipamentos é um complicador para a elaboração de um plano de logística reversa eficiente. Isso porque, apesar dessas empresas possuírem um eficiente sistema de rastreabilidade, o repasse dos produtos a outras instituições por doação faz com que a empresa não mais controle sua portabilidade.

Nas visitas às EPs, constatou-se também que existem dúvidas sobre a possibilidade de doação de produtos que retornassem à empresa, por exemplo, uma vez que uma determinação da ANVISA inviabiliza o reúso do equipamento eletromédico pelo produtor. A dúvida é se a doação feita pelo próprio fabricante poderia ser entendida pela ANVISA como reúso e, portanto, como um ato inadimplente.

#### **4.2 Consumidor final denominado usuário final organizacional (hospitais e clínicas)**

Para oferecer serviços de qualidade cada vez maior, hospitais e clínicas substituem com crescente frequência equipamentos eletromédicos considerados obsoletos. É necessário, portanto, que essas instituições possam encaminhar antigos equipamentos para descarte correto, se não houver possibilidade de doação.

Do ponto de vista do produtor, a maior dificuldade estaria na impossibilidade de instalar ecopontos de fácil acesso e distribuição, como, por exemplo, os “papa-pilhas”. Ao contrário, para a devolução do equipamento do hospital/clínica ao fabricante seria necessária a elaboração de documentos específicos, implicando em maiores custos, além da dificuldade de planejamento do modal de transporte para cada situação.

Essas dificuldades foram verificadas por um dos pesquisadores do projeto CTI-ABIMO na região metropolitana de Campinas no ano de 2012. O intuito dessa pesquisa foi avaliar a situação apóis

o final da vida útil de equipamentos eletromédicos. A pesquisa *in loco* só foi possível em quatro estabelecimentos, sendo uma Clínica de Radiologia voltada ao atendimento Oncológico (estabelecimento A), uma Clínica de Radiologia equipada com máquinas para raio X (estabelecimento B); dois hospitais particulares de médio e grande porte (hospitais C e D).

Durante a pesquisa, nas conversas com os proprietários das clínicas e funcionários da manutenção dos hospitais, confirmou-se o tempo de vida útil médio de eletromédicos apontado pelos fabricantes. Percebeu-se também um desconhecimento por parte dos responsáveis nas clínicas e hospitais sobre a decisão do destino de produtos e equipamentos inservíveis.

Na visita ao hospital C, o funcionário da área de Engenharia Clínica comentou que, verificada a impossibilidade de reparo para um determinado equipamento, a diretoria do estabelecimento ordenou que o deixassem em algum lugar que não atrapalhasse os serviços, até que tomassem uma decisão a respeito, desconhecendo como descartá-lo. O responsável pela área da manutenção recomendou que não se descartasse o aparelho na caçamba de sucata, para evitar problemas com órgãos fiscalizadores. Esse equipamento está em um “canto” do hospital há três anos.

No hospital D foram encontrados equipamentos amontoados e, segundo um funcionário da equipe de manutenção que não tem autorização para descartar os equipamentos, é comum “canibalizar” equipamentos para consertar outros em melhor estado de conservação. A clínica de radiologia oncológica é um estabelecimento relativamente novo (clínica A). Foi fundada há sete anos e possui equipamentos novos. Um detalhe que chama a atenção é que a maioria dos equipamentos não tem data de fabricação na etiqueta de identificação. Segundo o gerente da clínica, “o ano de fabricação está marcado na nota fiscal, porém o acesso ao documento não é possível porque este fica arquivado no escritório contábil da empresa, área terceirizada”.

A clínica com equipamentos de raio X que atende também um dos hospitais (clínica B) possui equipamentos antigos. Segundo o médico proprietário, quando os aparelhos quebram e a assistência técnica relata que não há recuperação, o equipamento é doado para alguma escola de radiologia, cujo pessoal desmonta o equipamento para mostrar aos alunos sua estrutura interna. Percebe-se claramente que é uma forma encontrada de se livrarem do equipamento. As fotos 1 e 2 ilustram equipamentos eletromédicos em depósitos nos hospitais.

**Foto 1 – Equipamentos no depósito da manutenção de hospitais**



**Fonte:** Arquivo dos autores (2012).

**Foto 2 – Equipamentos no depósito da manutenção de hospitais**



**Fonte:** Arquivo dos autores (2012).

Observou-se também que a maioria dos equipamentos não tem manual de utilização. Na pesquisa encontrou-se manual apenas na clínica A, cujos equipamentos são relativamente novos. Como já comentado, o manual seguiu junto com a nota fiscal para o escritório contábil, inviabilizando consultas caso haja indicações do fabricante para descarte após o final da vida útil.

#### 4.3 Compras governamentais

Segundo dados da ABIMO (2010), 26,1% das vendas do setor de eletromédicos correspondem a compras governamentais. Isso se repete na maioria das EPs, que buscam sempre participar dos processos de licitação governamental aplicáveis aos seus produtos; as únicas exceções são as empresas C e F, uma vez que os produtos fisioterápicos por elas produzidos não costumam ser objeto de compras governamentais.

O governo brasileiro tem buscado criar uma política de Contratações Públicas que leve em consideração critérios de sustentabilidade (Instrução normativa n. 1, PNRS). As EPs veem, portanto, grande oportunidade em se adequar à PNRS para obter vantagens no processo de licitação, dado que, de acordo com a Instrução Normativa nº1, as especificações deverão conter critérios de

sustentabilidade ambiental, considerando os processos de extração ou fabricação, utilização e descarte dos produtos e matérias-primas (Instrução Normativa n. 1, 2010).

Entretanto, a pesquisa mostrou que tanto os diretores da empresa quanto os responsáveis pela área comercial e de compras têm dúvidas em relação à efetividade da lei, principalmente pelos critérios de certificação. As dúvidas pairam em torno da convergência, ou não, entre os órgãos responsáveis e certificadores da PNRS e aqueles considerados pela Instrução Normativa (Inmetro, por exemplo).

## 5. SUGESTÃO METODOLÓGICA PARA ADEQUAÇÃO DAS EPS

Diante do diagnóstico e dificuldades apresentadas, foi formulado, junto a cada EP e de acordo com as necessidades específicas, um plano de ação a ser aplicado entre abril e julho de 2012.

Em termos gerais, a intervenção se dará em três eixos de ação: a) Treinamentos específicos; b) Formulação e validação do Plano de Gerenciamento de Resíduos, incluindo a elaboração do Plano de Logística Reversa e Mapeamento de Distribuição dos produtos e recicadoras de REEEs; c) Gestão do Ecossistema organizacional baseada nas relações entre órgãos reguladores e EP.

### 5.1 Treinamentos específicos

Foram recomendados cinco treinamentos específicos, destinados a diferentes áreas da empresa: “PNRS, Decretos, Resoluções estaduais e Documentos GTT”, “Compras governamentais sustentáveis: casos bem-sucedidos”, “Logística Reversa, Sistemas de informação e Custos Relacionados”, “Orientação sobre reprojeto de produtos sustentáveis contemplando a PNRS”, “Desmontagem do produto-alvo: suporte às recicadoras parceiras”. Com exceção do último curso, o qual requer conhecimentos específicos de expertise das empresas, todos os demais serão coordenados pelos pesquisadores do projeto CTI-ABIMO.

Ao final dos treinamentos, os colaboradores deverão ter clareza sobre as ações que devem ser focadas para a adequação e obtenção de certificações; as normas sobre compras governamentais sustentáveis e informações sobre o produto-alvo que atendem os requisitos dos editais; os procedimentos para encaminhamento do Plano de Gerenciamento de Resíduos, além dos custos relacionados a cada etapa de sua execução; conceitos relacionados ao *Ecodesign* e *Análise do Ciclo de Vida (ACV)* do produto, assim como os novos modelos de negócio relacionados aos conceitos (Sistema Produto-Serviço).

## 5.2 Plano de gerenciamento de resíduos

A elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos compreende:

- 1) Preenchimento do documento-modelo e levantamento de indicadores exigidos no PGRI (responsabilidade da EP com apoio do projeto CTI-ABIMO). Para tal, dados como a relação e quantidade dos resíduos gerados pelo produto deverão ser estimados;
- 2) Elaboração de um Plano de Coleta, envolvendo planejamento e descrição dos pontos de destinação, transporte, manuseio, acondicionamento e proposta de conscientização dos clientes (responsabilidade da EP com apoio do projeto CTI-ABIMO). Serão apresentadas às empresas discussões realizadas em reuniões na ABIMO junto ao Grupo de Trabalho de Eletroeletrônicos responsável pela implementação da PNRS e suas principais resoluções;
- 3) Elaboração de um mapa de distribuição do produto-alvo (responsabilidade do projeto CTI-ABIMO com apoio da EP). Será solicitado às EPs o envio de dados referentes à rastreabilidade de seu produto, como a localização de seus distribuidores nos últimos 20 anos e tempo de vida médio do produto. O distribuidor será também contatado. Outra necessidade é verificar com a empresa licitações referentes ao produto-alvo a fim de checar os destinos. Os pesquisadores irão organizar esses dados para planejar propostas de retorno desses produtos;
- 4) Mapeamento de potenciais recicladoras parceiras (responsabilidade do projeto, com apoio da EP). Todas as recicladoras de REEEs do país serão listadas e classificadas por tipos de resíduos, de forma sistematizada às informações contidas no mapa de distribuição do produto-alvo (item 2).

Reformulação de manuais do produto-alvo (responsabilidade da EP com apoio do projeto). Serão fornecidas às empresas as informações que deverão constar no manual (do produto nacional e para exportação) para a adequação.

## 5.3 Gestão do ecossistema organizacional – empresas piloto e órgãos reguladores

O projeto prevê entrar em contato com a Anvisa por meio da ABIMO a fim de estimular negociações para levantamento e resoluções de possíveis incongruências, relacionadas à adequação, por exemplo, das possibilidades de reúso dos equipamentos eletromédicos e demais questões relacionadas aos padrões de qualidade envolvidos e considerações acerca de doações.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto piloto CTI-ABIMO apresentado no presente artigo tem como premissa central que, sendo o Brasil um país de economia emergente, é necessário desenvolver mecanismos de apoio às suas empresas, em especial aquelas de pequeno e médio porte intensivas em tecnologia, para que elas possam desenvolver vantagens competitivas que lhes permitam enfrentar os desafios existentes nos mercados nacionais e internacionais.

As regulações de REEEs são um objeto relevante para o estudo das regulações ambientais com impacto na concorrência. A PNRS atua como sinalizadora de possíveis ineficiências no uso de recursos e oportunidades de aprimoramento de tecnologias limpas para o setor de eletroeletrônicos, o que pode gerar melhorias de processos e desenvolvimento de produtos. Além disso, a gestão de REEEs se coloca como imperativo competitivo para empresas exportadoras, além de um possível diferencial estratégico para empresas fornecedoras de órgãos governamentais. A cadeia produtiva de eletromédicos, apesar dos desafios expostos – longa vida útil do produto e algumas incongruências entre a PNRS e as normas de compras governamentais –, possui características favoráveis à adequação. Por estarem sujeitas a um rígido padrão de qualidade, estas apresentam mecanismos – controle rigoroso sobre a rastreabilidade do produto, estreito relacionamento com suas distribuidoras e sistema de gestão integrado, exigido por outras certificações – que facilitam a adequação diante de outras pequenas e médias empresas do setor de eletroeletrônicos.

Os possíveis ganhos de competitividade por diferenciação de serviço ao cliente, possibilitados pela adequação às boas práticas de gestão de REEEs, ficam evidentes na pesquisa realizada junto a consumidores finais. Mostrou-se que clínicas e hospitais que utilizam eletromédicos não estão preparados para descartar de forma adequada tais equipamentos ao final da sua vida útil. Esses equipamentos, além de subutilizados em muitos casos, tornam-se entulho nesses estabelecimentos.

A metodologia prevista pelo projeto leva em consideração esses diagnósticos e especificidades setoriais. A proposta se mostra inovadora por combinar quatro níveis de abrangência organizacional – EP, setor de equipamentos eletromédicos, indústria eletroeletrônica e ecossistema organizacional de todo o complexo eletroeletrônico –, ao mesmo tempo em que se preserva a liberdade para que cada EP tome suas próprias decisões de forma individualizada, em função de suas prioridades estratégicas.

## REFERÊNCIAS

- Acktouf, O. (1996). *A Administração entre a tradição e a renovação*. São Paulo: Atlas.
- Ansanelli, S. (2008). *Os impactos das exigências ambientais europeias para equipamentos eletroeletrônicos sobre o Brasil* Tese de doutorado, Universidade de Campinas, Campinas, SP.
- Ansanelli, S. (2011). Exigências Ambientais Europeias: Novos desafios competitivos para o complexo eletrônico brasileiro. *Revista Brasileira de Inovação*, 10 (1), 129-160.
- Dados econômicos 2009. (n.d.) Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios. Recuperado em 22 de abril, 2012, de [www.abimo.org.br](http://www.abimo.org.br)
- Bryman, A. (1995). *Research methods and organization studies*. London: Routledge.
- Cramer, J., & Zegveld, W. (1991). The future role of technology in environmental management. *Futures*, 23 (5), 451-68.
- Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. In *Official Journal of the European Union*.
- Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de janeiro de 2003: Relativa aos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE). In *Jornal Oficial da União Europeia*.
- Elkington, J. (1998). *Cannibals with forks*. New Society Publische.
- Fundação Estadual do Meio Ambiente. (2010). *Inventário de resíduos sólidos industriais e minerários*. Recuperado em 15 de abril, 2012, de [www.feam.br/images/stories/arquivos/INVENTARIO/inventarioindustrial2009/inventario%202009\\_versao2.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/INVENTARIO/inventarioindustrial2009/inventario%202009_versao2.pdf)
- Gouveia, F. (2004). O papel das subsidiárias brasileiras na nova configuração das corporações multinacionais: Um estudo com base na indústria eletrônica. Dissertação de mestrado, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Instrução Normativa n. 01, de 19 de janeiro de 2010*. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal. Diário Oficial da União. Brasília, DF.
- Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União. Brasília, DF.
- Kemp, R., & Arundel, A. (1998). Survey Indicators for Environmental Innovation. *Idea Report*, STEP Group.
- Mazon, M. T., Azevedo, A. M. M., Pereira, M., & Silveira, M. A. (2012). *Adequação às regulações ambientais de resíduos eletroeletrônicos: da cadeia produtiva ao consumidor final no setor de equipamentos eletromédicos*. III Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovacion. Medellín, Colombia.

- Morgan, G. (1996). *Imagens da organização*. São Paulo: Atlas.
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
- Oliveira, L. H., & Silveira, M. A. (2009). Caracterização e análise da cadeia produtiva de PCIs. In *SIMPOI 2009: “XII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais”*, São Paulo. Anais do SIMPOI 2009 (Vol. 1. pp. 1-15). São Paulo: Editora da FGV.
- Reydon, B. P., Cavini, R. A., Escobar, H. E. H., & Faria, H. M. (2007). *A competitividade verde enquanto estratégia empresarial resolve o problema ambiental*. Documento interno. Campinas: Instituto de Economia – Unicamp.
- Romeiro, A. R., & Salles Filho, S. L. (1997). Dinâmica de inovações sob restrição ambiental. In Romeiro, A. R., Reydon, B. P. Leonardi, M. L. A. (Org.) *Economia do meio ambiente: temas, políticas e a gestão de espaços regionais* (pp. 83-122). Campinas: Unicamp/IE.
- Silveira, M. A. (2012). Gestão estratégica para a sustentabilidade organizacional: capital humano e os processos de inovação e aprendizagem. In *Gestão da sustentabilidade organizacional: inovação, aprendizagem e capital humano* (Vol. 2, 242 p.). Campinas, SP, CTI.
- Silveira, M. A. (2013). Strategic Management of Innovation Towards Sustainable Development of Brazilian Electronics Industry (Vol. 8, pp.174-183). *Journal of Technology Management & Innovation*.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: design and methods*. 2a. ed. Thousands Oaks.

## **ADAPTATION TO ENVIRONMENTAL REGULATIONS OF THE BRAZILIAN SOLID WASTE POLICY: FROM MANUFACTURER TO ORGANIZATIONAL CONSUMER IN THE MEDICAL DEVICES SECTOR**

### **ABSTRACT**

The impact caused to the environment by the electronic products disposal has been turning the environmental regulations a global trend regarding the proper management of Electrical & Electronic Equipment Waste (REEE). The Brazilian government, aware of this need, developed and promulgated in 2010 the National Solid Waste Policy (PNRS), which gives the responsibility to the companies of several economic branches and other supply chain participants for the final destination of the goods when they reach the end of their life cycle or cannot be used by the organizational user anymore. Due to these new demands, a project started in 2010 resulting from the partnership between Renato Archer Information Technology Center (CTI) and the Brazilian Association of the Industry of Medical Equipments, Dental, Hospital and Laboratories (ABIMO), called CTI-ABIMO Project, to support these companies to be adjusted to the new environmental regulations. The focused branch uses technology intensively, it is an exporter one and it consists mainly of small and medium national companies. The scope of this study is to report the fundamentals, methods and results of CTI-ABIMO project to support pilot companies to be adjusted to the PNRS requirements in order to keep their competitiveness and contributing to the sustainability of the Brazilian electromedical equipment industries. The specificities of this company branch for the REEE management were also considered, including: long-life equipments compared with other electronic products, predominance of hospitals and clinics as final customers and significant portion of government purchases on the total of the branch sales.

**Keywords:** Environmental regulations; Electronic waste; Electromedical industries; Life cycle.

---

Data do recebimento do artigo: 01/12/2013

Data do aceite de publicação: 05/09/2014