



# Academic<sup>th</sup>

INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION TOWARDS A SUSTAINABLE TRANSITION”

## TI Sustentável: Redução de Resíduos por meio da Inovação Tecnológica - O Projeto ATM CX3

SOBRAL, F. A. <sup>a,\*</sup>, HOURNEAUX JUNIOR, F. <sup>a</sup>

*a. Universidade Nove de Julho, São Paulo,*

*\*corresponding author: fapsobral@yahoo.com.br*

### Resumo

A tecnologia da informação (TI) sustentável, também denominada TI Verde, tornou-se conhecida por sua aplicabilidade na redução do consumo energético; porém, suas práticas e princípios abrangem outros pilares como o descarte de equipamentos e a análise do ciclo de vida de produtos, com o intuito de reduzir os danos ambientais. Assim, o presente trabalho se propõe a analisar como as inovações sustentáveis ou ecoinovações proporcionadas pela TI Verde podem contribuir para a redução da geração de resíduos nocivos à saúde e ao meio-ambiente. Para tanto, este estudo, fundamentado em pesquisa bibliográfica, utilizou como objeto de estudo o Projeto ATM CX3 da Itaotec, premiado pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) em 2007, e listado como caso de sucesso da Benchmarking Brasil, ranking das melhores iniciativas de gestão socioambiental no país. Os principais resultados apontam que a empresa segue as principais diretrizes internacionais e práticas de sustentabilidade no setor e tem sido reconhecida por isso, muito embora tenha tido um aumento nos custos de produção, em função da adoção dessas práticas.

**Palavras-chave:** TI Sustentável, TI Verde, Ecoinovação, Análise do ciclo de vida

### 1. Introdução

Sobre a tecnologia da informação (TI) sustentável, também denominada TI Verde (Nascimento, 2014), muito é difundido sobre sua aplicabilidade, principalmente no que tange à redução do consumo energético (Itaotec, 2014). Contudo, o conceito de TI Verde ou TI Sustentável, parece ir além da simples redução energética, englobando, também o descarte e o desenvolvimento de soluções de tecnologia da informação que visem reduzir o dano ambiental (Murugesan, 2008; Molla, 2009).

Ao mencionar a tecnologia da informação, pouco é divulgado sobre os danos que seus recursos podem acarretar ao meio-ambiente, bem como o descarte consciente de seus produtos (Murugesan, 2008). Nesse contexto, a preocupação com a sustentabilidade passa a ser encarada como um desafio pelo setor. Proporcionar o crescimento econômico aliado às práticas de sustentabilidade corporativa concernente à gestão de seus recursos requer a aplicação de práticas inovadoras, proporcionando a melhoria de desempenho, somada à adequação com as necessidades tanto regulamentares, quanto as ansiadas pela sociedade (Harmon et al., 2010).

Diante dessa perspectiva, os princípios de TI Sustentável, sobremaneira, surgem como meio de convergir para a solução desse problema. Empresas consideram utilizar de forma consciente seus ativos de TI para ampliar sua eficiência e, ao mesmo tempo, reduzir o dano ambiental e social, pelo

“CLEANER PRODUCTION TOWARDS A SUSTAINABLE TRANSITION”

mínimo uso de substâncias nocivas à saúde no processo de fabricação de seus equipamentos (Itautec, 2011; Murugesan, 2008; Nascimento, 2014).

Em 2006, a União Europeia (UE) cria a diretiva RoHS (Restriction of Hazardous Substances), objetivando restringir o emprego de determinadas substâncias nocivas utilizadas em aparelhos eletrônicos, como o Chumbo, Cádmiio, Mercúrio e Crômio Hexavalente (Itautec, 2007; Murugesan, 2008; RoHS, 2014). Embora a certificação RoHS seja uma norma direcionada aos países da UE, sua certificação tem se difundido entre os países da Ásia, como a China, e em outros países exportadores de produtos elétricos e eletrônicos à comunidade europeia (RoHS, 2014).

Assim contextualizado, o presente estudo se propõe a analisar como as inovações sustentáveis ou ecoinovações (Machiba, 2010; Segarra-Oña, Peiró-Signes, & Payá-Martínez, 2014) proporcionadas pela tecnologia da informação podem contribuir para a redução da geração de resíduos nocivos ao meio ambiente e aos seres humanos, respondendo à seguinte questão: "Como a adoção de práticas de tecnologia da informação sustentável pode contribuir para a diminuição da geração de resíduos nocivos?". Por objeto de estudo, este trabalho irá se utilizar do Projeto ATM CX3 de propriedade da empresa Itautec, uma das empresas da Holding Itausa, atualmente parceira da Oki Electric Industry Co. Ltd., nos seguimentos de automação e serviços tecnológicos (Itautec, 2013). O projeto piloto dos terminais de atendimento ATM CX3 visava à adequação à diretiva europeia RoHS, pela substituição do chumbo utilizado em seus componentes eletrônicos. Esse projeto foi agraciado com o prêmio FIESP Mérito Ambiental de 2007, promovido pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, sendo listado nos cases da Benchmarking Brasil, ranking dos melhores da gestão socioambiental brasileira (Benchmarking Brasil, 2014; Itautec, 2008a, 2008b).

Via análise do projeto mencionado, busca-se demonstrar que os artefatos da tecnologia da informação podem ser empregados de forma consciente, aliando-se o crescimento econômico ao bem-estar socioambiental. Nesse sentido, será apresentada a revisão da literatura acerca dos assuntos tratados, seguida da metodologia utilizada nesta pesquisa. Posteriormente, são apresentados os resultados e discussão pertinente, finalizando pela conclusão e sugestão de trabalhos futuros.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. A ecoinovação e o ciclo de vida do produto

Uma empresa pode ser considerada sustentável quando consegue gerar benefícios em seus três pilares: econômico, social e ambiental (Hart & Milstein, 2004). No entanto, a busca pela sustentabilidade ainda é um desafio para grande parte das empresas, em virtude de sua prática ser vislumbrada como onerosa ou dispendiosa e, por vezes, apenas uma obrigação visando atender a normas e leis ambientais (Hart & Milstein, 2004; Porter & Van der Linde, 1995). Entretanto, as práticas voltadas à sustentabilidade podem ser aplicadas de modo a garantir o retorno financeiro e valoração à empresa (Hart & Milstein, 2004; Porter & Van der Linde, 1995).

Hart (1995), em seu modelo conceitual, reforça a necessidade de estratégias relacionadas à sustentabilidade, via prevenção da poluição, diminuição de emissões e geração de resíduos; pelo gerenciamento do produto, reduzindo o custo do ciclo de vida; e o desenvolvimento sustentável, no intuito de reduzir o ônus ambiental associado ao crescimento e desenvolvimento empresarial.

Acerca do gerenciamento do produto é importante realizar a análise do ciclo de vida (ACV) de modo a identificar os riscos ambientais relacionados ao sistema produtivo (Hart, 1995). Um produto alcançará um melhor resultado em seu ciclo de vida ambientalmente consciente, quando minimizar o uso de materiais não renováveis provenientes da crosta terrestre; prevenir o uso de materiais tóxicos; e utilizar recursos renováveis, de acordo com sua taxa de reposição (Hart, 1995).

O ciclo de vida do produto inclui a análise da informação do reuso e reciclagem de objetos, seleção do reuso e reciclagem de materiais a serem empregados em um novo produto e a combinação de materiais reusados ou reciclados que juntos compõem um novo produto, prevendo: uma sobreposição de duas ou mais formas, logística reversa, modelos de predição da quantidade de recuperação e reuso,

determinação do tempo de vida útil, avaliação do impacto ambiental e o custo para manter a utilização e sua reciclagem, baseada na predição dos resultados (Kobayashi & Hongu, 2008).

A análise do ciclo de vida e suas ferramentas, em geral, são utilizadas para prever impactos ambientais causados por produtos manufaturados (Jabara, 2012). Dessa forma, o produto em uso deve ser concebido de maneira tal a reduzir o impacto ambiental e possuir uma maneira prática de reuso ou reciclagem até o término de seu tempo de vida útil (Hart, 1995).

Outra forma de se consolidar a sustentabilidade é o uso da logística reversa. Trata-se de uma atividade que envolve operações acerca da utilização de produtos e materiais, bem como sua logística de coleta, desmonte e processo de produtos e materiais, de modo a proporcionar uma recuperação sustentável. Seu foco de atuação envolve a reintrodução de produtos ou insumos na cadeia de valor, sendo o descarte a última alternativa (Chaves & Batalha, 2006).

O setor industrial tem o potencial de impulsionar a sociedade à sustentabilidade por aplicar práticas de produção eficientes e desenvolver produtos e serviços de modo a reduzir o impacto socioambiental negativo (OECD, 2010, p. 16). Uma forma de propiciar esse aspecto é o foco no ciclo de vida do produto, integrado às estratégias ambientais e sistemas de gerenciamento (OECD, 2010, p. 16). Nesse âmbito, o termoecoinovação é empregado, designando as práticas empresariais relacionadas ao desenvolvimento sustentável enquanto mantém a vantagem competitiva (OECD, 2010, p. 16).

É importante também destacar a importância da inovação para a sustentabilidade nas empresas. Pelo Manual de Oslo (2005), uma inovação é "a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado; ou um processo, ou um novo modelo de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócio, na organização, local de trabalho ou nas relações internas". O conceito deecoinovação é a inovação que gera a redução do impacto ambiental, não importando se os resultados foram intencionados ou não (Machiba, 2010; OECD, 2010; Segarra-Oña et al., 2014), analisada em três dimensões: objetivos (produtos, processos, métodos de marketing, organizações e instituições), mecanismos (meio pelos qual os objetivos são alcançados, como modificação, redesign, alternativas e criação), e impactos (efeitos sobre o meio-ambiente) (Machiba, 2010; OECD, 2010). Contudo, Machiba (2010) acrescenta que aecoinovação não está limitada a inovação em processos, produtos, métodos de marketing e organizacional, como também visa incluir a inovação em estruturas sociais e institucionais, considerando a amplitude do contexto social via mudanças de normas, valores culturais e estruturas institucionais.

## 2.2. TI Sustentável

Harmon et al (2010) definem a tecnologia da informação (TI) sustentável como aquela que utiliza as práticas associadas ao conceito de *green computing* ou seu sinônimo TI Verde, a fim de agregar valor aos clientes, demais *stakeholders* e sociedade, proporcionando benefícios em longo prazo nos eixos econômico, social e ambiental. Essa definição tem emergido para ampliar a abrangência da TI Verde em questão de comprometimento com a responsabilidade social corporativa (R. Harmon et al., 2010).

Harmon e Auseklis (2009) descrevem a TI Verde ou *green computing* como a prática da utilização de recursos, eficientemente, mantendo o aumento do desempenho em um todo. Nesse aspecto, serviços de TI Sustentáveis requerem gerenciamento, virtualização, melhoria das tecnologias de refrigeração, reciclagem, descarte de componentes eletrônicos e otimização da infraestrutura de TI, indo ao encontro dos requisitos sustentáveis.

Faucheux e Nicolai (2011) afirmam ser o impacto social relacionado a TI mais difícil de ser mensurado em relação ao econômico, embora seja quase impossível tratá-los em separado. Com relação aos danos à saúde, o consumo acima da média de recursos não renováveis e tóxicos, mais precisamente os metais pesados (chumbo, mercúrio, cádmio, berílio etc.) utilizados na produção de equipamentos de TI, é a origem dos problemas, uma vez que seu descarte inadequado contamina os mananciais e o solo (Faucheux & Nicolai, 2011). A exposição aos retardantes de chama, empregados nesses componentes, são potencialmente causadores de danos neurológicos, além de câncer (Faucheux & Nicolai, 2011).

De acordo com o exposto, a TI Sustentável está relacionada ao desenvolvimento sustentável, por meio do atendimento dos seguintes pontos de vista: econômico - equilibrando custo-eficiência, manutenção dos negócios, vantagem competitiva e reputação; ambiental - via padrões de aquisição de equipamentos, considerando seu ciclo de vida, da fabricação ao descarte, além do emprego eficiente dos recursos energéticos; e social - ao gerar e valorizar a cultura da sustentabilidade junto aos funcionários, colaboradores, cadeia de valor e sociedade em geral (Itautec, 2011).

### 2.3. O problema dos resíduos eletrônicos

Os resíduos provenientes de bens elétricos e eletrônicos associados ao término do ciclo de vida dos componentes de TI representam um problema ambiental de difícil condução, devido ao aumento do volume de consumo (Faucheux & Nicolai, 2011). Perante a essa constatação, a união europeia publica a diretiva *Waste Electrical and Electronic Equipment* (WEEE), almejando reduzir a quantidade de descarte de resíduos eletrônicos e aumentar suas taxas de recuperação e reciclagem, relacionadas às seguintes áreas: coleta separada, descarte e reciclagem; padrões para tratamento do lixo eletrônico em facilitadores autorizados; e objetivos de coleta, reciclagem e recuperação (Murugesan, 2008). A diretiva WEEE prevê, ainda, por parte dos produtores e importadores desses produtos, aos quais é atribuída a responsabilidade pelo ciclo de vida de seus produtos, devendo arcar com todo o ônus procedente (coleta seletiva, transporte, tratamento e reciclagem (SGS, [s.d.])).

Em 27 de janeiro de 2003, a União Europeia promulga a diretiva RoHS (Restriction of Hazardous Substances) restringindo o uso de determinadas substâncias na fabricação de produtos elétricos e eletrônicos, aplicada aos produtos listados na WEEE (TÜV RHEINLAND BRASIL LTDA, 2007). A diretiva RoHS visa banir o comércio desses equipamentos contendo níveis acima dos aceitos de chumbo, cádmio, mercúrio, cromo hexavalente e retardantes de chama ("RoHS", [s.d.]). Desse modo, a norma estabelece, a partir de 1º de julho de 2006, a proibição da venda de produtos elétricos e eletrônicos contendo substâncias causadoras de riscos à saúde humana ou ao meio ambiente (SGS, [s.d.]). Posteriormente, outros países entraram em processo de adequação à diretiva RoHS como a Austrália, Canadá, República da Coreia e Taiwan (TÜV RHEINLAND BRASIL LTDA, 2007).

No Brasil, em 2010 foi sancionada a política nacional de resíduos sólidos (PNRS), considerado marco regulatório na área de resíduos sólidos, distinguindo resíduo (material que pode ser reaproveitado) e rejeito (material que não pode ser aproveitado). A PNRS agrega princípios objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos (Ministério do Meio Ambiente, 2014).

Como diretrizes, a PNRS prevê a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos por fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores. A PNRS tem por instrumentos a implantação de sistema de coleta seletiva, o incentivo a catadores de materiais reciclados e o SNIR (Sistema Nacional de Informações Sobre Resíduos Sólidos), devendo coletar e sistematizar dados relacionados aos serviços públicos e privados de gestão de resíduos sólidos (Ministério do Meio Ambiente, 2014).

## 3. Método

A pesquisa exploratória é aquela que permite o desenvolvimento e aprofundamento de ideias, proporcionando a formulação de problemas pesquisáveis em estudos posteriores (Gil, 1989). Suas principais ferramentas são o levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não estruturadas e estudo de caso (Gil, 1989). Nessas circunstâncias, a pesquisa bibliográfica ou por fontes secundárias é definida como o levantamento de toda obra publicada sobre determinado tema, no intuito de esclarecer o entendimento sobre determinado problema e sua resolução, por meio de análise aprofundada da questão abordada (Lakatos & Marconi, 1991).

Sob esse ponto de vista, o presente estudo possui natureza qualitativa, caracterizado por pesquisa exploratória, para a qual foi empregada a revisão bibliográfica, baseada em dados secundários, cujo objeto de estudo selecionado foi o projeto ATM CX3 da empresa Itautec, citado pelo site Benchmarking Brasil, como um dos melhores cases de práticas em sustentabilidade (Benchmarking Brasil, 2014), além de vencedor do Prêmio Fiesp Ambiental 2007 - edição 2008 (Itautec, 2008a).

Assim sendo, a coleta de dados procedeu do seguinte modo: a) foram coletados os dados nos relatórios de sustentabilidade da Itautec de 2012 e 2013, acerca de suas ações; b) recuperou-se o relatório sobre a execução do projeto ATM CX3; c) obteve-se via pesquisas em documentos e sites, informações sobre o resultado do projeto.

Para relacionar os dados coletados com a literatura pertinente, empregou-se a técnica de análise textual. Essa técnica remete ao exame sistemático de elementos para aquisição de conhecimento sobre determinada realidade, a fim de perceber um conjunto de componentes de significado a serem relacionados e observados (Lakatos & Marconi, 1991). Pela análise textual é possível o desenvolvimento da capacidade de distinção de fatos, hipóteses e problemas; a identificação de ideias principais, secundárias ou diretrizes; e o relacionamento de ideias, conclusões e fundamentos que as sustentam (Lakatos & Marconi, 1991).

Após a coleta, os dados foram verificados e interpretados a fim de complementar ou confirmar a literatura acerca do problema proposto. Desse modo, os próximos tópicos evidenciam sua análise e discussão.

#### **4. Análise do caso Itautec - projeto ATM CX3**

##### *4.1. Contextualização do caso - A Itautec*

A Itautec S.A. atua no mercado de tecnologia desde 1979, sendo especializada na produção de soluções para automação bancária e comercial, computadores pessoais e servidores, além da prestação de serviços tecnológicos (Itautec, 2012, 2013). Caracteriza-se por ser uma empresa de capital aberto, cujas ações são negociadas na bolsa de valores, mercadorias e futuros desde 1985 (Itautec, 2012, 2013).

Até o ano de 2012, contava com três unidades de negócio: soluções de automação, computação e serviços. Sua fábrica era diferenciada por possuir uma linha de produção flexível e por seu processo de logística reversa (Itautec, 2012). Além disso, comercializou produtos no mercado internacional, contando com subsidiárias na Argentina, Espanha, Estados Unidos, México, Paraguai e Portugal, exportando seus produtos de automação para cerca de 40 países (Itautec, 2012).

Em 2013, firmou acordo de parceria com a empresa Oki Electric Industry Co. Ltd., atuante no segmento de automação e serviços tecnológicos, e iniciou o processo de desativação de sua unidade de soluções de computação (Itautec, 2013). Em 2014 a companhia anuncia sua nova estratégia de negócios, cujo foco principal é a atuação na participação do capital de outras sociedades no mercado interno e externo em empresas do ramo de equipamentos de automação bancária e comercial e de prestação de serviços (Itautec, 2013).

A empresa é certificada pela norma ISO 14.001 (gestão ambiental) e ISO 9001 (qualidade) nas demais unidades em sua fábrica no interior de São Paulo, seguindo as recomendações da diretiva RoHS da UE (Itautec, 2012, 2013). Ao término do ano de 2013, seu quadro de funcionários era composto por 4171 colaboradores diretos, 91 em subsidiárias e quatro diretores estatutários e seu valor de mercado atingiu o total de 313,3 milhões de Reais (Itautec, 2013).

##### *4.2. O projeto ATM CX3*

O Terminal de autoatendimento ou automated teller machine (ATM) é um tipo de equipamento de automação bancária capaz de efetuar uma variedade de transações por intermédio da interação do ser humano com a máquina. Como transações bancárias as ATMs permitem realizar saques, depósitos, transferências entre contas, pagamentos, emissão de extratos e qualquer outro produto que a instituição financeira disponibilize a seus clientes. Os tipos de transações a serem efetuadas pelo cliente são executadas por meio de hardware e software de uma ATM em particular, bem como esse hardware e software podem ser configurados pela instituição financeira conectada à ATM (Bachrany et al., 2013; Goldman et al., 2013).

Visando eliminar as substâncias nocivas dos equipamentos produzidos, baseado na diretiva RoHS da UE, a Itautec em 2006 lança o projeto ATM CX3, referente a equipamentos de autoatendimento, a fim de torná-los competitivos no mercado externo (Itautec, 2007).

Para tanto, a empresa fez uso da análise do ciclo de vida do produto (Itautec, 2007). De acordo com De Haes e Udo (1993), a análise do ciclo de vida do produto é fundamental para compreender o risco de impacto ambiental de um determinado produto. Dessa forma, considerando o ciclo de vida de um terminal de autoatendimento (ATM), ter em média sete anos ou mais, o projeto exigiu um rearranjo das operações para garantir o fornecimento de peças livres de substâncias nocivas (Itautec, 2007), como as restringidas pela diretiva RoHS (chumbo, cádmio, mercúrio, cromo hexavalente e retardantes de chama) (Itautec, 2007; RoHS, 2014).

Diante esse panorama, na fase de planejamento, o projeto contou com as seguintes etapas: levantamento de todos os componentes de uma ATM que não atendiam à diretiva RoHS; revisão de todos os componentes fabricados pela Itautec a ser adequados à diretiva; análise de viabilidade, por parte de fornecedores visando o atendimento do fornecimento de materiais que atendessem aos novos requisitos; Busca por novos fornecedores ou fornecedores alternativos; revisão do cadastro de itens da empresa, sinalizando os itens aderentes à norma; criação de novo processo produtivo; adequação da área de certificações com equipamentos viabilizando a validação da conformidade com a diretiva (Itautec, 2007).

No intuito de assegurar o cumprimento dessas etapas, foi necessária a criação de uma seção no sistema de gestão da qualidade, cuja equipe fora designada para definir e documentar todo processo de validação e monitoramento do projeto, além de investir no treinamento do pessoal participante. Essa equipe multidisciplinar foi, a princípio, composta por membros das áreas de engenharia, produção, suprimentos e meio-ambiente (Itautec, 2007).

Entretanto, a empresa destaca que uma de suas maiores mudanças foi a alteração do processo de solda utilizado e montagem de equipamentos eletrônicos, os quais possuíam uma grande quantidade de chumbo, pela utilização do processo denominado "lead free". De acordo com Hashino et al (2014) esse tipo de solda, criada em virtude da adequação à diretiva RoHS, substitui os eletrodos de chumbo por eletrodos de cobre, acarretando em eliminação do componente chumbo. Segundo Chuang et al (2014), outros materiais podem ser empregados como prata e níquel, contudo o maior risco do emprego desses materiais é o seu rompimento em decorrência das altas temperaturas.

A liga selecionada pela Itautec seria composta de estanho (95,5%), prata (3,0%) e cobre (0,5%), trazendo alterações profundas no cotidiano da empresa, como a adoção de novos critérios de compras e alocação de materiais, aquisição e ajustes de equipamentos, alterações em processos, qualidade, embalagens e outros, e adequação aos riscos de rompimento envolvendo esses componentes, conforme exposto por Chuang et al (2014).

Para implantar o processo "lead free", a Itautec investiu cerca de um milhão de dólares aplicados do seguinte modo: 80.000 em equipamentos, 40.000 em consultorias, 10.000 em insumos e treinamentos internos para 111 pessoas, contabilizando 888 horas (Itautec, 2007).

Além da redução do consumo dos materiais nocivos, o projeto intencionou também, uma mudança em sua cadeia de fornecedores, de modo a obrigá-los a investir em novas tecnologias ambientalmente corretas. Assim posto, o produto poderia, ao término de seu ciclo de vida, ter seus componentes reaproveitados, via reciclagem, realimentando o ciclo produtivo, e caso descartado, seu impacto ao meio-ambiente minimizado. Embora ambientalmente amigável, o projeto previu o aumento de 1.5% nos custos de produção (Itautec, 2007).

Como resultado final o ATM CX3 tornou-se o primeiro equipamento de autoatendimento brasileiro adequado à diretiva RoHS, fortalecendo a missão de sustentabilidade da empresa (Itautec, 2007; TI Inside On line, 2008).

#### 4.3. Discussão

Pelo caso apresentado, constata-se a preocupação da empresa, desde o início do desenvolvimento do projeto, com o ciclo de vida do produto, tendo em vista a produção limpa, a qual trata da investigação de todos os aspectos do processo de produção e estruturas organizacionais, a fim de identificar áreas pelas quais o risco ambiental pode ser eliminado ou reduzido. Essa análise prevê a melhoria das práticas laborais, a otimização do processo, a substituição de matérias-primas, o desenvolvimento de novas tecnologias, proporcionando o melhor uso dos recursos e diminuição de resíduos; e o design do produto, reduzindo possíveis impactos ambientais (OECD, 2010).

Percebe-se, também, pelos objetivos propostos, a compreensão de que essas ações viabilizam a manutenção da competitividade da empresa, conforme Porter e Van Der Linde (1995), que citam que as ações voltadas ao emprego de tecnologia limpa seriam caracterizadas pelo potencial de aumentar a competitividade empresarial.

Por ser um projeto piloto, sua premissa foi a análise do que deveria ser realizado em termos de adequação às normas europeias, objetivando a replicação em outros projetos da empresa. Fato comprovado pelos relatórios de sustentabilidade no período de 2012 e 2013, confirmando o compromisso da empresa com sua política ambiental, no intuito de reduzir os impactos ambientais. Nesse quesito, a Itautec disponibiliza os guias de gestor de TI sustentável e do usuário consciente de produtos eletrônicos em seu website (Itautec, 2012, 2013).

Em relação à adequação à diretiva RoHS, como resultado do piloto foco deste estudo, a empresa foi certificada em 2012 nessa normativa, pelo processo de fabricação das linhas de notebooks, desktops e monitores da marca Itautec, além de continuar a investir no processo de produção livre de chumbo (*lead free*) e eliminação de outras substâncias nocivas à saúde e ao meio-ambiente (Itautec, 2012).

Demonstrando seu comprometimento com a logística reversa, a empresa recebeu em suas filiais equipamentos pós-consumo, em respeito à política nacional de resíduos sólidos, dando a eles o destino adequado (Itautec, 2012, 2013).

Essas ações comprovam que os princípios de TI Verde, associados às ecoinovações tanto tecnológicas quanto de processos promovidas pela empresa, têm o potencial de proporcionar a sustentabilidade também em seu aspecto social (Dao et al., 2011), dada a mudança relacionada à preocupação com a saúde humana, aprendizagem, treinamento e conscientização empregados pela empresa na concepção deste projeto piloto. Toda essa mudança na cadeia produtiva também comprova o postulado por Faucheux & Nicolai (2011), segundo o qual as ecoinovações em processos proporcionadas pela adoção dos princípios de TI Verde também afetariam o aspecto social das empresas.

## 5. Conclusões

Este trabalho buscou compreender o modo pela qual a adoção das práticas da TI sustentável contribuem para a redução da geração de resíduos nocivos, cujo objeto de estudo foi o projeto ATM CX3 da Itautec.

Diante da análise do projeto, conclui-se ser fundamental que os princípios de sustentabilidade estejam impressos nas missões e valores das empresas. Conforme apontam Porter e Van Der Linde (1995), a melhor utilização de matérias-primas acarretaria em diminuição de custos de produção. Em contrapartida, a Itautec revela que o valor do custo de produção teria seu valor aumentado em virtude da adoção do novo processo de produção (Itautec, 2007).

Levando-se em conta esse aumento de custo de produção e treinamento, o desenvolvimento do projeto não seria viável, não fosse o compromisso da empresa com suas metas sustentáveis. Outro fator de importância ao empreendimento do projeto se encontra no objetivo de angariar vantagem competitiva para atingir o mercado europeu (Itautec, 2007). Diante desse panorama, as diretivas RoHS e WEEE desempenham papel de fomentadoras de práticas sustentáveis, por seu caráter restritivo. Nessa perspectiva, as empresas que não se adequam a essas diretrizes perdem competitividade, ocasionada pela restrição de acesso a determinados mercados consumidores.

Graças ao princípio da TI Sustentável com foco na reciclagem e descarte de componentes eletrônicos (Harmon & Auseklis, 2009), fundamentada nos princípios e práticas associados ao conceito de TI Verde, conforme enumerados por Bose e Luo (2012), a Itautec, via aplicação prática, criou um novo processo inovativo, o qual foi estendido a outras linhas de produtos (Itautec, 2012).

Pelo resultado de suas ações em longo prazo a empresa, além de reconhecida por premiações e receber a certificação RoHS (Itautec, 2012), foi listada no anuário Informática Hoje de 2012 como uma das maiores empresas no ramo de informática no mercado brasileiro, ocupando a 13<sup>a</sup> posição (Fórum Editorial, 2012), demonstrando ser competitiva no mercado em que atua.

Embora atualmente a empresa siga por outras estratégias de negócio, suas iniciativas no quesito da sustentabilidade ainda servem de modelo às empresas que optem por fazer uso das práticas de TI sustentável, como mecanismo de alcance da sustentabilidade em seus três eixos social, ambiental e econômico. Sua competitividade é assegurada diante do cenário contemplando consumidores mais críticos com a questão ambiental.

Esta pesquisa apresenta limitações. Por ser baseada apenas neste projeto em específico, fazendo uso de pesquisa bibliográfica, torna-se necessário um maior aprofundamento tanto de questões como aecoinovação surgida de ações relacionadas ao emprego dos conceitos de TI sustentável e de TI Verde, quanto sobre os problemas relacionados ao descarte de resíduos sólidos provenientes de produtos eletrônicos, de maneira que suas medidas de tratamento, reuso e reciclagem sejam reconhecidas como ferramentas de melhoria imagem e reputação, e não simplesmente como adequação às normas ambientais.

A literatura acerca do conceito de TI sustentável, considerando o aspecto social, apesar de empregada e recomendada por empresas semelhantes à utilizada por objeto deste estudo, encontra-se em estágio inicial, dada a dificuldade de encontrar referências sobre o tema, amplamente relacionado ao conceito de TI Verde, cujas abordagens são compatíveis com o conceito de ecoeficiência, em outras palavras, contemporizando somente os aspectos ambientais e econômicos (Schmidheiny & Zorraquin, 1998).

Este artigo visa contribuir com a nascente literatura sobre o assunto, uma vez que a tecnologia da informação também proporciona mudanças sociais, devido ao avanço tecnológico da atualidade relacionado à facilidade de comunicação por meio de diversas ferramentas, tais quais as mídias sociais, além da alta disponibilidade de informações garantidas pelas novas tecnologias.

## 6. Referências

Bachrany, V., Blanco, T. C. da C. A., Favare, E. R., Guimaraes, C. M. R., Joia, E. J. B. de M., Neto, J. A. de A., Sorelli, P. (2013, dezembro 5). Automated teller machine with virtual bank sharing. Recuperado de <http://www.google.com/patents/US20130325717>

Benchmarking Brasil. (2014). Benchmarking Brasil - Lista de Cases Bench 10 - Benchmarking - Notícias. Recuperado 30 de setembro de 2014, de <http://benchmarkingbrasil.com.br/modules/news/article.php?storyid=1132>

Bose, R., & Luo, X. R. (2012). Green IT adoption: a process management approach. *International Journal of Accounting and Information Management*, 20(1), 63–77.

Chaves, G. de L. D., & Batalha, M. O. (2006). Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. *Gestão & Produção*, 13(3), 423–434.

Chuang, Y.-C., Hsiao, C.-W., Kuo, C.-C., & Chen, C.-S. (2014, agosto 21). Apparatus for lead free solder interconnections for integrated circuits. Recuperado de <http://www.google.com/patents/US20140231994>

Dao, V., Langella, I., & Carbo, J. (2011). From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(1), 63–79.



De Haes, H. & Udo, A. (1993). Applications of life cycle assessment: expectations, drawbacks and perspectives. *Journal of Cleaner Production*, Volume 1, Issues 3–4, Pages 131-137.

Fauchoux, S., & Nicolai, I. (2011). IT for green and green IT: A proposed typology of eco-innovation. *Ecological Economics*, 70(11), 2020–2027.

Fórum Editorial. (2012). Anuário de Informática Hoje (Anuário).

Gil, A. C. (1989). Métodos e técnicas de pesquisa social. In Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas. Recuperado de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=605180&indexSearch=ID>

Goldman, D., Gero, W., Henderson, J., Chang, K., Bucko, R., Kirby, F., ... Ding, J. (2013, abril 23). Web enabled bank teller machine. Recuperado de <http://www.google.com/patents/US8429077>

Harmon, R., Demirkan, H., Auseklis, N., & Reinoso, M. (2010). From Green Computing to Sustainable IT: Developing a Sustainable Service Orientation. In 2010 43rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) (p. 1–10). doi:10.1109/HICSS.2010.214

Harmon, R. R., & Auseklis, N. (2009). Sustainable IT services: Assessing the impact of green computing practices. In Management of Engineering & Technology, 2009. PICMET 2009. Portland International Conference on (p. 1707–1717). IEEE. Recuperado de [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=5261969](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5261969)

Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm. *Academy of management review*, 20(4), 986–1014.

Hart, S. L., & Milstein, M. B. (2004). Criando valor sustentável. *RAE executivo*, 3(2), 65–79.

Hashino, E., Ishikawa, S., Terashima, S., & Tanaka, M. (2014, fevereiro 27). Lead-free solder bump bonding structure. Recuperado de <http://www.google.com/patents/US20140054766>

Itautec. (2007). Redução de substâncias nocivas ao meio ambiente em equipamentos de automação e informática - Projeto ATM CX3. São Paulo: Itautec. Recuperado de <http://www.itaute.com.br/media/116353/projeto%20premiado%20atmcx3%20-%20fiesp2007.pdf>

Itautec. (2008a). O projeto ATM CX3 conquista o Prêmio Fiesp Ambiental 2007. Recuperado 28 de outubro de 2014, de <http://www.itaute.com.br/pt-br/empresa/premios/o-projeto-atm-cx3-conquista-o-premio-fiesp-ambiental-2007---edicao-2008>

Itautec. (2008b). Prêmio FIESP. Recuperado 30 de setembro de 2014, de <http://www.itaute.com.br/pt-br/empresa/premios/premio-fiesp>

Itautec. (2011). Guia para o gestor de TI Sustentável (Apostila).

Itautec. (2012). Relatório Anual de Sustentabilidade 2012 (Relatório de Sustentabilidade).

Itautec. (2013). Relatório Anual de Sustentabilidade 2013 (Relatório de Sustentabilidade). Recuperado de <http://www.itaunibanco.com.br/relatoriodesustentabilidade/pt-br/pdf/rs-itaunibanco-colaboradores.pdf>

Jabara, J. F. (2012, maio 17). Methods and systems for assessing the environmental impact of a product. Recuperado de <http://www.google.com/patents/US20120123953>

Kobayashi, H., & Hongu, A. (2008, agosto 12). Environmental impact estimation method and apparatus. Recuperado de <http://www.google.com/patents/US7412365>

Lakatos, E. M., & Marconi, M. de A. (1991). Metodologia científica. Atlas São Paulo. Recuperado de [http://www.dem.fmed.uc.pt/Bibliografia/Livros\\_Educacao\\_Medica/Livro27.pdf](http://www.dem.fmed.uc.pt/Bibliografia/Livros_Educacao_Medica/Livro27.pdf)

Machiba, T. (2010). Eco-innovation for enabling resource efficiency and green growth: development of an analytical framework and preliminary analysis of industry and policy practices. *International Economics and Economic Policy*, 7(2-3), 357–370.

Ministério do Meio Ambiente. (2014). Sustentabilidade na Administração Pública (A3P) e Gestão Socioambiental (Apostila).

Murugesan, S. (2008). Harnessing green IT: Principles and practices. *IT professional*, 10(1), 24–33.

Nascimento, R. J. O. D. (2014). TI Sustentável: conceito, soluções e consequências. Recuperado 23 de novembro de 2014, de <http://www.devmedia.com.br/ti-sustentavel-conceito-solucoes-e-consequencias/29394>

OCDE. (2005). Manual de OSLO (3a ed). Paris: EUROSTAT.

OECD. (2010). Eco-Innovation in Industry. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Recuperado de <http://www.oecd-ilibrary.org/content/book/9789264077225-en>

Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 61.

RoHS. (2014). RoHS Compliance Definition. Recuperado 22 de junho de 2014, de <http://www.rohscompliancedefinition.com/>

RoHS: compliance and guidance - Detailed guidance - GOV.UK. ([s.d.]). Recuperado 23 de novembro de 2014, de <https://www.gov.uk/rohs-compliance-and-guidance>

Schmidheiny, S., & Zorraquin, F. J. (1998). *Financing Change: The Financial Community, Eco-Efficiency, and Sustainable Development*. MIT Press.

Segarra-Oña, M., Peiró-Signes, A., & Payá-Martínez, A. (2014). Factors Influencing Automobile Firms' Eco-Innovation Orientation. *Engineering Management Journal*, 26(1).

SGS. ([s.d.]). SGS DIRETIVAS EUROPEIAS WEEE / RoHS. Apresentação. Recuperado de [http://www.abraci.org.br/arquivos/diretivas\\_europeias\\_sgs.pdf](http://www.abraci.org.br/arquivos/diretivas_europeias_sgs.pdf)

TI Inside On line. (2008). Itautec lança caixas eletrônicos dentro do conceito de TI verde - Converge Comunicações TI INSIDE Online. Recuperado 28 de outubro de 2014, de <http://convergecom.com.br/tiinside/12/06/2008/itauteclanca-caixas-eletronicos-dentro-do-conceito-de-ti-verde/#.VE7frxaY4hU>

TÜV RHEINLAND BRASIL LTDA. (2007). ABINEE TEC 2007 - Diretivas RoHS e WEEE. Apresentação.