

# Restrição ao uso de substâncias perigosas (RoHS) no segmento de computadores pessoais: análise da estratégia de adoção pelos fabricantes estabelecidos no Brasil<sup>1</sup>

## *Restriction of the use of hazardous substances (RoHS) in the personal computer segment: analysis of the strategic adoption by the manufacturers settled in Brazil*

Ademir Brescansin<sup>2</sup> – Universidade Nove de Julho – Dep. de Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade

Mauro Silva Ruiz<sup>3</sup> – Universidade Nove de Julho – Dep. de Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade

Marcelo Luiz Dias da Silva Gabriel<sup>4</sup> – Universidade Nove de Julho – Dep. de Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade

Jefferson Lima da Silva<sup>5</sup> – Universidade Nove de Julho – Dep. de Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade

### RESUMO

A publicação, em 2003, da diretiva europeia RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*) limitando o uso de certas substâncias perigosas, em equipamentos eletroeletrônicos (EEE), obrigou os fabricantes a adequarem seus produtos para atendimento à legislação. No Brasil mesmo não existindo legislação similar à RoHS, observa-se que alguns fabricantes de computadores, aqui instalados, adotaram a RoHS para comercialização no mercado interno e para exportação. O objetivo deste trabalho é analisar se estes fabricantes realmente adotaram a RoHS, quais suas motivações, dificuldades e benefícios. Trata-se de uma pesquisa exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica e entrevistas com as empresas HP, Dell, Sony, Lenovo, Samsung, LG, Itautec e Positivo, utilizando-se análise de conteúdo somativa. Os resultados mostraram que as empresas estrangeiras adotaram a RoHS para comercialização na Europa e, depois, expandiram para todos os produtos, independente do mercado de atuação. As nacionais a adotaram para participação em licitações de compras sustentáveis do governo. Espera-se que esse estudo auxilie os fabricantes em suas estratégias empresariais de redução ou eliminação de substâncias perigosas dos seus produtos e processos e, também, o governo na formulação de políticas públicas sobre redução de riscos de contaminação ambiental.

### Palavras-chave

Computadores Pessoais. Diretiva RoHS. Substâncias Perigosas.

### ABSTRACT

*The enactment of the RoHS Directive (Restriction of Hazardous Substances) in 2003, limiting the use of certain hazardous substances in electronic equipment has forced companies to adjust their products to comply with this legislation. Even in the absence of similar legislation in Brazil, manufacturers of personal computers which are located in this country have been seen to adopt RoHS for products sold in the domestic market and abroad. The purpose of this study is to analyze whether these manufacturers have really adopted RoHS, focusing on their motivations, concerns, and benefits. This is an exploratory study based on literature review and interviews with HP, Dell, Sony, Lenovo, Samsung, LG, Itautec, and Positivo, using summative content analysis. The results showed that initially, global companies adopted RoHS to market products in Europe, and later expanded this practice to all products. Brazilian companies, however, adopted RoHS to participate in the government's sustainable procurement bidding processes. It is expected that this study can assist manufacturers in developing strategies for reducing or eliminating hazardous substances in their products and processes, as well as help the government to formulate public policies on reducing risks of environmental contamination.*

### Keywords

Personal Computers. RoHS Directive. Hazardous Substances.

1. Artigo premiado no XVI ENGEMA e avaliado na modalidade *fast track* pela Revista GEPROS.

2. Av. Francisco Matarazzo, 612, CEP 01150-000, Perdizes, São Paulo/SP, ademirbre@gmail.com

3. maurosilvaruiz@gmail.com

4. mgabriel.br@gmail.com

5. limas\_90@hotmail.com

BRESCANSIN, A.; RUIZ, M. S.; GABRIEL, M. L. D. S.; SILVA, J. L. Restrição ao uso de substâncias perigosas (RoHS) no segmento de computadores pessoais: análise da estratégia de adoção pelos fabricantes estabelecidos no Brasil. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 10, nº 3, jul-set/2015, p. 35-51.

DOI: 10.15675/gepros.v10i3.1281

## 1. INTRODUÇÃO

O crescente nível de aquisição de computadores pessoais, aliado ao aumento das taxas de obsolescência desses equipamentos, têm resultado em um crescimento significativo da quantidade dos computadores comercializados mundialmente e dos resíduos gerados.

Previsões do *International Data Corporation* (2013) estimavam que a quantidade de novos computadores que entrariam no mercado mundial em 2014 superaria 600 milhões de unidades. Nos últimos anos tem se observado que o mercado tem se mostrado bastante aquecido principalmente para os PCs portáteis e *tablets*.

No Brasil o crescimento acentuado na produção e venda de computadores se deve principalmente às leis nº 11.196/05 e 11.077/04, conhecidas, respectivamente, como Lei do Bem e Lei da Informática. Ambas, além de propiciarem a redução dos tributos (IPI e COFINS), incentivam a inovação e produção local quando os fabricantes investem em projetos, programas e atividades de P&D e atendem o PPB - Processo Produtivo Básico. Como por lei o setor de informática é obrigado a oferecer como contrapartida a aplicação de parcela de seu faturamento em P&D, isso assegura o desenvolvimento tecnológico e boas práticas ambientais para os produtos de TI deste segmento que são comercializados no país. Essas leis resultaram numa redução drástica no preço dos computadores impulsionando a demanda no mercado nacional. Como resultado dos investimentos em P&D, vários avanços já foram obtidos na qualidade dos materiais empregados, em eficiência energética e em práticas sustentáveis de descarte desses materiais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2012; BRASIL, 2004; 2005).

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (2013) entre 2005 e 2012, o crescimento do mercado computadores no Brasil se deu principalmente nos segmentos de *notebooks* (3124%) e *tablets* (2631%). O crescimento do mercado total de computadores pessoais, incluindo *desktops* e *notebooks* nesse período foi de 147%. Entre 2011 e 2012 o crescimento das vendas de *tablets* foi de 171%.

Embora não haja estimativas recentes sobre os volumes de resíduos de computadores gerados anualmente no mundo, atenção especial vem sendo dada ao descarte de equipamentos obsoletos, além de peças e componentes em desuso, em função do elevado potencial de contaminação ambiental que oferecem (YU *et al.*, 2010).

Se antecipando a esta situação e prevendo o aumento de descarte inadequado dos resíduos eletroeletrônicos, a União Europeia (UE) publicou em 2002, a Diretiva RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*) que restringe o uso de certas substâncias perigosas em equipamentos eletroeletrônicos (EEE) para entrada em vigor em 01/07/2006. Em paralelo, publicou a Diretiva WEEE (*Waste on Electrical and Electronic Equipment*) que trata do descarte e destinação ambientalmente adequada dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) (THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2003a; 2003b).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/10, no seu art. 33º, impõe a obrigatoriedade da implantação de sistemas de logística reversa para esses resíduos, similarmente à WEEE. No entanto, a PNRS não apresenta qualquer referência à restrição do uso de substâncias perigosas nos equipamentos eletroeletrônicos (BRASIL, 2010).

Segundo Ansanelli (2008), o complexo eletroeletrônico no Brasil tem sido afetado pelas legislações ambientais internacionais, o que tem forçado a adequação dos processos produtivos das empresas brasileiras, por exemplo, no atendimento dos requisitos da RoHS. Por um lado, isso tem sido benéfico, pois tem gerado inovações tecnológicas incrementais de processo nas empresas fabricantes de EEEs. A referida autora considera que a adoção dos requisitos da RoHS poderá interfe-

rir de forma positiva ou negativa na competitividade dos fabricantes de computadores locais. Cabe neste contexto, o exemplo das compras públicas sustentáveis, que estabelece como requisito para participação nas licitações públicas o atendimento à RoHS. Esta exigência está prevista na Instrução Normativa 01/2010, da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). Cabe lembrar que as compras públicas movimentam cifras bilionárias no país, estimadas em torno de 10% do PIB (BIDERMAN *et al.*, 2008).

As substâncias com uso restringido pela RoHS provocam diversos malefícios ao meio ambiente e aos seres humanos. O Chumbo (Pb) encontrado em soldas de placas eletrônicas, tintas e pigmentos possui efeito cumulativo e toxicológico afetando o sistema nervoso e cardiovascular; o Cádmio (Cd) encontrado em revestimentos, semicondutores, contatos elétricos é biocumulativo, tóxico e resistente à decomposição tornando-se cancerígeno e causando desmineralização óssea; o Cromo Hexavalente (Cr+6), utilizado em revestimentos anticorrosivos, é facilmente absorvido por organismos, altamente tóxico, genotóxico e alergênico; o Mercúrio (Hg) encontrado em lâmpadas fluorescentes, sensores e reles é biocumulativo e causa problemas neurológicos e danos cerebrais. As bromobifenilas - PBB e éteres de bromobifenilas - PBDE, usadas como retardantes de chama em plásticos, revestimentos e placas eletrônicas, são biocumulativas e resistentes à decomposição tendo efeito cancerígeno e neurotóxico (THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2003a).

No Brasil, apesar de não existir uma legislação similar à RoHS, observa-se que algumas empresas têm incorporado seus requisitos nos seus processos produtivos e produtos. Este trabalho tem por objetivo realizar uma análise exploratória das motivações e estratégias dos fabricantes de computadores pessoais (PCs), estabelecidas no Brasil e associadas à Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), na adoção da RoHS em seus produtos para comercialização, tanto no mercado interno quanto de exportação que exigem a adoção da RoHS. Pretende-se com a consecução deste objetivo fornecer informações relevantes aos fabricantes de EEEs e auxiliar o poder público na formulação de políticas públicas visando a redução ou a restrição do uso de substâncias perigosas em processos produtivos e produtos que podem resultar em danos ambientais.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Este item contempla a revisão de publicações sobre diretivas europeias na área ambiental, a legislação brasileira sobre substâncias perigosas e as estratégias empresariais de incorporação de requisitos ambientais.

### 2.1. As diretivas europeias na área ambiental

Diversos estudos acadêmicos sobre resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEEs) com diferentes enfoques têm sido realizados mundialmente, destacando o aumento do descarte na Europa (DALRYMPLE *et al.*, 2007), a avaliação da eficiência de programas de reciclagem (NDZIBAH, 2009), a periculosidade e os problemas decorrentes do descarte inadequado (SARKIS; ZHU, 2008), os desafios enfrentados no manejo (OTENG-ABOBIO, 2010), a inclusão desses resíduos em políticas de gestão de resíduos sólidos (ALHUMOUD; AL-KANDARI, 2008), o alcance das políticas nacionais ou regionais (BALKAU; SONNEMANN, 2010), a implantação e gestão de sistemas de logística reversa (LAU; WANG, 2009), dentre outros.

Pelo lado das ONGs, o Greenpeace desde 2006 tem publicado o Guia dos Eletrônicos Verdes (*Guide to Greener Electronics*), em que um dos critérios de classificação das empresas é a redução ou banimento de substâncias perigosas estimulando-as a melhorarem a qualidade ambiental dos seus produtos (GREENPEACE, 2013).

Em 1998, a Comissão Europeia desenvolveu, juntamente com autoridades públicas, indústrias, consumidores e organizações ambientais, uma Política Integrada de Produtos (IPP – *Integrated Product Policy*), incluindo instrumentos econômicos, proibições de substâncias perigosas, acordos voluntários, rotulagens ambientais e diretrizes para o projeto do produto (EUROPEAN COMMISSION, 2013). Um dos resultados da IPP foi a publicação da Diretiva RoHS (2002/95/EC). Em 2011, uma versão revisada desta diretiva, denominada “nova RoHS” (2011/65/EU), foi publicada, contemplando produtos do segmento de eletromédicos, dentre outros (THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2003a; 2011).

O atendimento à RoHS levou as empresas a incorrerem em custos de desenvolvimento de novos materiais e fornecedores, testes, certificações e controles na produção, pois os EEEs que não conformes com as exigências da diretiva não poderiam mais ser comercializados na CE após 01/07/06. As penalidades pela violação da regulamentação variam de advertências, multas pesadas e até prisões em alguns países (BRESCANSIN, 2014). Um dos custos a ser assimilado pelas empresas é o dos ensaios químicos efetuados em laboratórios certificados. Esses custos, segundo Balkau e Sonnemann (2010), Goosey (2007), Hu e Hsu (2010), Jorgensen (2005) e Zhu *et al.* (2010), acabam se distribuindo por toda a cadeia de suprimento de eletroeletrônicos. Outro impacto significativo se refere à verificação periódica da conformidade dos EEEs com a diretiva. Esta verificação também representa custos significativos às empresas, pois somente a adequação, homologação e auditoria inicial não garantem a conformidade ao longo do tempo.

## 2.2. Legislação brasileira sobre substâncias perigosas

Mesmo não havendo no Brasil uma legislação similar à Diretiva RoHS que restrinja o uso de substâncias perigosas em EEEs, os requisitos de compras sustentáveis do governo que especificam as substâncias da RoHS como perigosas limitam a participação das empresas nas licitações governamentais. A relevância do tema compras públicas sustentáveis, que mobiliza importantes setores da economia, fica evidenciado com a publicação, pela Fundação Getúlio Vargas, do “Guia de compras públicas sustentáveis: uso do poder de compra do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável”, e pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão do “Guia de Compras Públicas Sustentáveis para Administração Federal” (BIDERMAN *et al.*, 2008; MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2010).

O papel importante do governo como grande comprador, exigindo requisitos sustentáveis em suas compras tem motivado a indústria, mais especificamente a de computadores pessoais, a adotar requisitos ambientalmente sustentáveis em seus produtos.

O Quadro 1 apresenta alguns impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos equipamentos de informática que devem ser observados nos critérios das compras públicas sustentáveis.

Quadro 1 – Síntese das matérias-primas, processo produtivo, uso, reutilização, reciclagem e disposição de equipamentos de informática.

Produto	Matéria-Prima	Processo Produtivo	Utilização	Reutilização / Reciclagem / Disposição
Equipamentos de informática	Plástico, metais, solventes, adesivos, etc. Impactos ambientais: uso de recursos naturais não renováveis (óleo na forma de plástico e metais pesados preciosos). Emissões de compostos orgânicos voláteis (VOC), amônia, sulfúrio hexafluoride, que contribuem para o aquecimento global.	Metais pesados e preciosos são utilizados na confecção de chips eletrônicos; estes podem ser tóxicos para os humanos, animais e persistentes no meio ambiente. Uso de solventes e substâncias tóxicas contribui para as emissões tóxicas atmosféricas (VOC), clorofluorcarbono - CFC, substâncias que reduzem a camada de ozônio - ODS), além de produzir efluentes e resíduos tóxicos com solventes orgânicos, metais pesados, dentre outros.	Monitores (tubos de raios catódicos - CRT ou <i>display</i> de cristal líquido - LCD) produzem radiação eletromagnética não ionizante; existem publicações relatando riscos à saúde e à segurança, no uso destes equipamentos.	Embalagens e papéis são usados em demasia; plásticos não são biodegradáveis. Diversos componentes são perigosos para o meio ambiente, como: componentes elétricos (metais pesados), tubo de raios catódicos (chumbo, arsênio, mercúrio, cádmio, cloro, retardantes de chama e bifenila policlorada - PCB). Portanto a disposição inadequada pode contaminar as águas subterrâneas e as superficiais e, também, o solo.

Fonte: Adaptado pelos autores a partir de informações do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (2010).

### 2.3. Estratégias empresariais na incorporação de requisitos ambientais

Blenko *et al.* (2010) dão indicações de que as estratégias das grandes empresas se refletem em suas estruturas e em seus processos decisórios podendo alterar o ambiente da organização como um todo. Mudanças no mercado, em função da concorrência, assim como na legislação do país onde as empresas estão situadas, também podem interferir nesse ambiente. Para Serra e Ferreira (2010), os fatores estratégicos de uma organização baseiam-se em quatro pilares: a liderança da equipe de alta administração, o foco estratégico, a confiança no futuro e os recursos de apoio. As pesquisas em administração estratégica têm evoluído no sentido de explicar e encontrar uma maneira de conduzir as organizações na busca de uma vantagem competitiva sustentável (HOSKISSON *et al.*, 1999; PORTER, 1989, 1991).

As regulamentações ambientais são efetivas ao propiciarem às empresas a internalização dos efeitos negativos de suas atividades produtivas no meio ambiente, via adaptação de processos, porém isso implica em custos adicionais que afetam a competitividade e ganhos futuros (LÓPEZ-GAMERO *et al.*, 2010). Essas regulamentações também influenciam as motivações das empresas, em função das dificuldades e prováveis benefícios que poderão advir dessas internalizações e adaptações. Seguindo esta linha de raciocínio, a decisão dos fabricantes de computadores pessoais em adotar a RoHS em seus produtos, principalmente no caso dos grandes *players* globais, relaciona-se diretamente às estratégias dessas empresas, uma vez que tanto a atratividade como a posição competitiva delas se modificam (PORTER, 1989). Barney e Hesterly (2011) destacam que o prognóstico dessas adoções sobre o comportamento dos concorrentes é incerta, podendo eles adotá-las ou não. No caso da não adoção, o desempenho imediato e futuro das empresas que primeiro a adotaram é afetado, tornando difícil a sua sustentação como uma vantagem competitiva. Bilgin (2009) sugere que a adoção de estratégias empresariais na linha do “pensar globalmente, agir localmente” pode promover a percepção de comprometimento local e propiciar o aumento de vantagens competitivas.

### 3. METODOLOGIA

Este estudo é uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, que se fundamentou em revisão da literatura, pesquisa documental e entrevistas com representantes dos fabricantes de computadores pessoais estabelecidas no Brasil e associadas à ABINEE. No total foram entrevistadas oito empresas: HP, Dell, Sony, Lenovo, Samsung, LG, Itautec e Positivo.

Creswell (2010) destaca que a pesquisa qualitativa pode se basear em dados de textos e imagens como estratégia de investigação para o posterior tratamento dos dados.

A revisão da literatura, como preconizado por Fink (1998), foi desenvolvida de forma sistemática para identificação, avaliação e interpretação do *corpus* teórico produzido por pesquisadores, acadêmicos e profissionais de mercado, a partir de palavras-chave pré-definidas e utilizando bases de dados eletrônicas, leis e regulamentações, além de teses e dissertações.

A realização da pesquisa documental baseou-se na análise dos relatórios de sustentabilidade e no *site* das empresas selecionadas. Segundo Vergara (2009), as pesquisas em *sites* e relatórios se enquadram em pesquisa documental, pois se referem a documentos que ainda não passaram por um nível de refinamento como os artigos publicados em periódicos e revistas.

Para as entrevistas com os especialistas em RoHS das empresas selecionadas, foi elaborado um roteiro de pesquisa com questões abertas, em consonância com o objetivo do estudo. Em função da ampla experiência no assunto por parte dos entrevistados, também foi dada a eles a liberdade de se manifestarem livremente sobre tópicos não especificados no roteiro. As entrevistas foram pré-agendadas e tiveram um tempo médio de 45 minutos.



As informações obtidas foram transcritas por um profissional especializado e, posteriormente, analisadas e categorizadas pelo pesquisador em planilhas e quadros síntese. Esta abordagem, que pode ser denominada análise de conteúdo somativa ou somatória, parte da identificação e quantificação de certas palavras e/ou conteúdos dentro do texto com o propósito de compreender o uso contextual destas palavras e/ou conteúdos sem a pretensão de se inferir significados, mas seu uso.

Para Hsieh e Shannon (2005) a abordagem somativa na análise de conteúdo vai além da mera contagem da frequência das palavras, mas permite ao pesquisador o desenvolvimento da análise de conteúdo latente ou interpretação do conteúdo, visando à interpretação dos significados subjacentes às palavras e/ou conteúdos. Este procedimento, além de propiciar a identificação de palavras e expressões-chave, facilita o confronto, análise e interpretação de ideias e opiniões diferentes (VERGARA, 1998).

A análise de conteúdo latente também é efetiva quando a ênfase da análise é orientada aos casos em comparação a uma análise cuja orientação está nas variáveis. Onwuegbuzie *et al.* (2009) ressaltam ainda que embora este tipo de abordagem orientada ao caso seja de cunho mais quantitativo, quanto mais interativas e integradas forem as análises qualitativas e quantitativas, mais o resultado trará inferências coerentes e integrativas.

A categorização das informações obtidas obedeceu a ordem dos tópicos que compunham as questões do roteiro de entrevista: (i) existência na universidade sistemas de gestão ambiental ou de gestão de resíduos de computadores pessoais; (ii) motivações para a adoção; (iii) dinâmica do processo de adequação dos produtos à diretiva; (iv) dificuldades encontradas no processo de adequação; (v) benefícios da adoção; e (vi) motivação dos concorrentes a partir da adoção da diretiva pela empresa.

Para a interpretação dos resultados foi utilizada a técnica de análise de conteúdo que segundo Bardin (2007) permite um ordenamento sistêmico e objetivo do material proveniente das transcrições. Bauer (2002) aponta que a codificação de unidades de texto (frases, parágrafos e/ou palavras) desenvolvida pelo pesquisador permite sintetizar uma grande quantidade de dados, reduzindo sua complexidade e facilitando a interpretação.

Outra questão metodológica importante diz respeito à saturação teórica encontrada na fase de análise dos dados. Neste ponto, a codificação adicional ou o enriquecimento das categorias não proporciona ao pesquisador a descoberta de novos achados (FLICK, 2013).

## 4. RESULTADOS

Neste item são apresentadas no Quadro 2 informações gerais sobre as empresas e os entrevistados seguidos dos resultados obtidos para cada um dos tópicos explorados nas entrevistas. Em alguns desses tópicos também foram feitos contrapontos com informações oriundas da revisão da literatura.

Quadro 2 – Informações sobre as empresas e entrevistados.

Empresa (Capital)	Nº Func. (total)	Manufatura Localização	Entrevistados* (cargo, relação com RoHS)
HP (Americano)	300.000	São Paulo	• Gerente de P&D • Gerenciamento da implantação RoHS Brasil
Dell (Americano)	107.000	Rio Grande do Sul	• Gerente de Relacionamentos Ambientais • Especialista global para assuntos RoHS
Sony (Japonês)	170.000	Manaus	• Gerente de qualidade • Responsável pelos assuntos RoHS na manufatura
Lenovo (Chinês)	27.000	São Paulo	• Gerente de relações governamentais • Ponto focal assuntos regulatórios
Samsung (Coreano)	425.000	São Paulo	• Especialista e engenheiro de pesquisa e desenvolvimento • Desenvolvimento de produtos
LG (Coreano)	186.000	São Paulo	• Gerente de qualidade • Gestão de resíduos, aquisição de itens pós-vendas
Itautec (Nacional)	5.200	São Paulo	• Gerente de Sustentabilidade • Certificações de sistemas e produtos
Positivo (Nacional)	6.400	Paraná	• Supervisora de qualidade e Certificação de produtos • Adequação e certificação dos produtos

\*Os nomes dos entrevistados foram preservados.

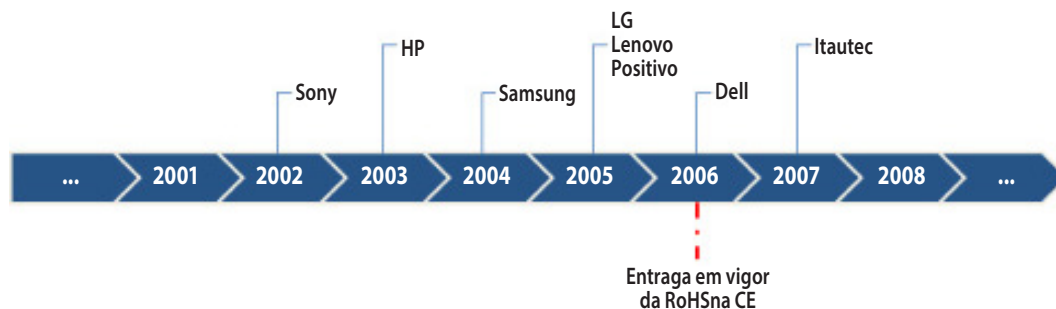
Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Pelo Quadro 2 observa-se que a maioria das empresas fabricantes de computadores pessoais é de capital estrangeiro e encontra-se instalada na cidade de São Paulo.

## 4.1. Adoção da RoHS e ano de início

A Figura 1 mostra que a maioria das empresas se adequou à RoHS antes de sua entrada em vigor que ocorreu em 01/07/06. Deve-se ressaltar que a Itautec já havia adotado a diretiva para os produtos exportados para a Europa antes de 2006 e em 2007 expandiu para 100% dos produtos.

Figura 1 – Cronologia de adequação à RoHS pelas empresas.



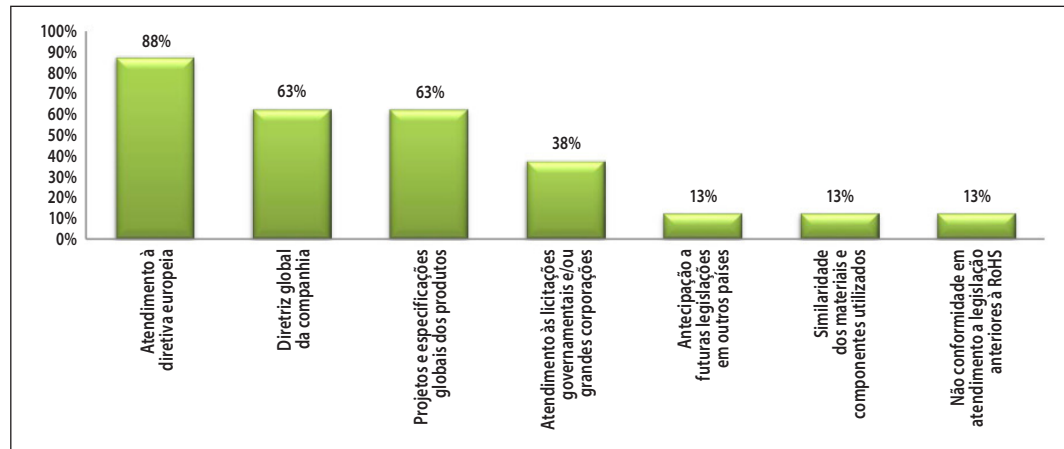
Fonte: Elaborado pelos autores (2014).



## 4.2. Motivações para adoção da RoHS

A Figura 2 mostra que 88% das empresas tiveram como motivação simplesmente o “atendimento à diretiva europeia”, seguido de “ser esta uma diretriz global da empresa” (63%), e “em função de seus projetos e especificações serem globais” (63%). Para 38% das empresas, “o atendimento às licitações governamentais e venda para grandes corporações” foi o principal motivador.

Figura 2 – Fatores motivadores da adoção da RoHS pelas empresas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

A adoção da RoHS como “diretriz global da empresa” parece conflitar com as afirmações de necessidade de atendimento a legislação e a questão dos projetos e fornecedores serem globais. A dúvida que persiste é a seguinte: será que estas empresas adotariam a RoHS sem que existisse uma legislação que as obrigasse?

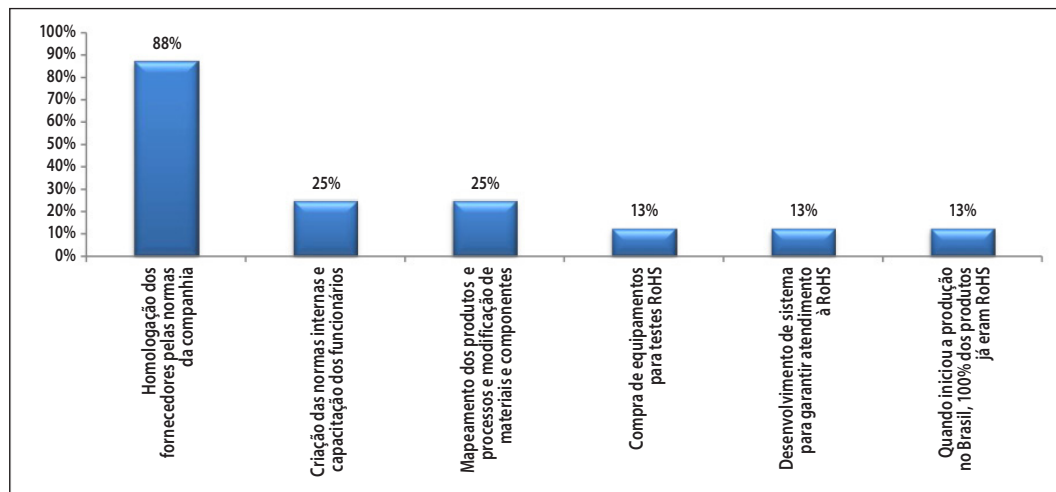
Frente a essas motivações e decisões estratégicas, todas as multinacionais e a Itautec decidiram adotar a RoHS para 100% de seus produtos independente do mercado de atuação, diferentemente da Positivo que decidiu converter somente seus produtos destinados às vendas governamentais, mantendo duas linhas de produção, uma RoHS e outra não RoHS.

## 4.3. Dinâmica do processo de adequação dos produtos à RoHS

Percebeu-se durante as entrevistas que as motivações e estratégias de cada empresa determinaram os caminhos para adequação de seus produtos à RoHS. As empresas que possuem centros globais de P&D iniciaram pelo mapeamento das especificações dos produtos identificando nas suas várias unidades, existentes no mundo, o que era RoHS e não RoHS e, a partir disso, definiram planos de transição para adequação dos produtos em nível regional. Paralelamente, elaboraram normas internas para a restrição do uso das substâncias RoHS, criaram sistemas internos de controle, investiram em capacitação dos funcionários, promoveram a conscientização e treinamento dos fornecedores finalizando com suas homologações e, em casos específicos, com exigências de laudos que comprovassem a adequação de seus produtos à RoHS.

A Figura 3 mostra as principais ações das empresas para adequação à RoHS. “A homologação dos fornecedores às novas normas” foi citada por 88% das empresas, enquanto “a criação de normas internas e capacitação dos funcionários” e “o mapeamento dos produtos e processos” ficaram empatados com 25% das citações.

Figura 3 – Ações das empresas entrevistadas para adequação à RoHS.

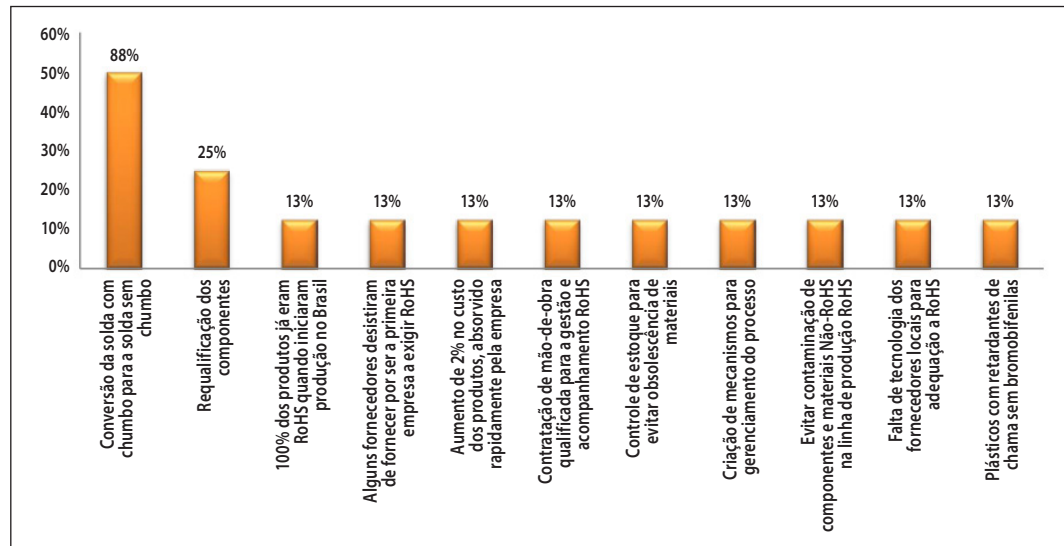


Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

#### 4.4. Dificuldades encontradas no processo de adequação à RoHS

A Figura 4 demonstra que “a conversão da solda com chumbo para sem chumbo” foi a principal dificuldade informada por 50% das empresas para adequação à RoHS. Cabe destacar que a solda sem chumbo não é tão confiável quanto a com chumbo demandando adequações no processo fabril e novos testes de certificação nos componentes e produtos finais. 25% das empresas apontaram “a necessidade de requalificação dos componentes” como principal dificuldade. As demais dificuldades se mostraram pulverizadas, sendo citadas por pelo menos uma empresa. Dentre as dificuldades “menos expressivas” destacam-se “a desistência de fornecimento por alguns fabricantes de peças e componentes em função de dificuldades e/ou falta de interesse na readequação de seus processos produtivos”. No caso da Positivo, que optou por ter duas linhas de produção, uma RoHS e outra não RoHS, a maior dificuldade enfrentada foi no controle dos materiais e componentes para que não houvesse contaminação ou mistura durante o processo de montagem.

Figura 4 – Dificuldades apontadas pelas empresas para adequação à RoHS.



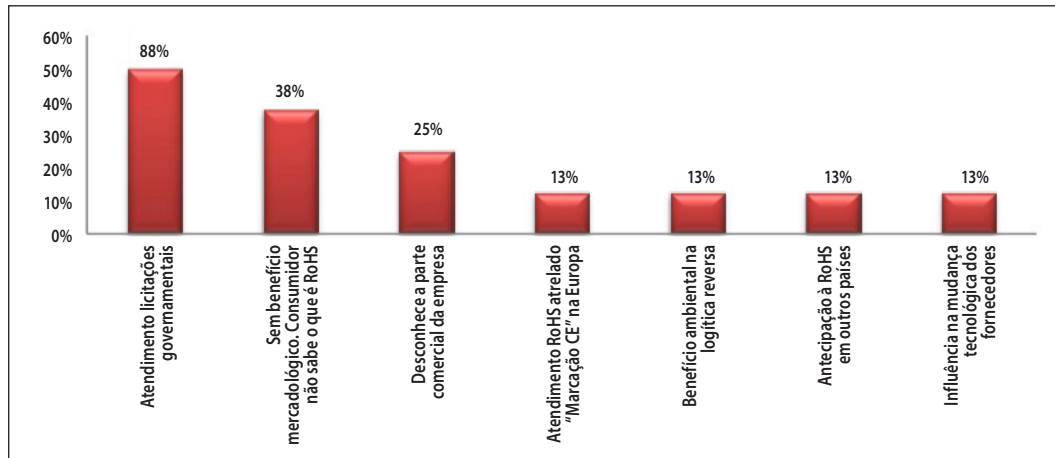
Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

## 4.5. Benefícios da adoção da RoHS

O principal benefício da adoção da RoHS apontado por 50% das empresas, como mostra a Figura 5, foi a possibilidade de participação nas licitações das compras públicas sustentáveis ou a venda para grandes corporações, redes bancárias e redes de varejo detentoras de programas ambientais. 38% das empresas citaram que os consumidores não percebem os benefícios da aquisição de um produto RoHS. Isso se deve ao fato das escolhas dos produtos no momento da compra serem definidas pelo preço.

Observou-se também que as empresas não se valem da informação de um produto RoHS como estratégia de *marketing* no varejo. Segundo um dos entrevistados, isso ocorre em função do receio de “revés da informação”, já que alguns consumidores poderiam questionar o fato de terem sido expostos a riscos anteriormente quando utilizaram produtos “não RoHS” fabricados por uma determinada empresa. A Sony por ter suas normas internas mais restritivas que a RoHS não percebe qualquer vantagem competitiva dos seus produtos no mercado em relação aos produtos concorrentes. Deve-se destacar que a adequação da produção dos fabricantes à RoHS influenciou as cadeias de fornecimento locais a investirem em novas tecnologias.

Figura 5 – Benefícios da adoção da RoHS apontados pelas empresas.

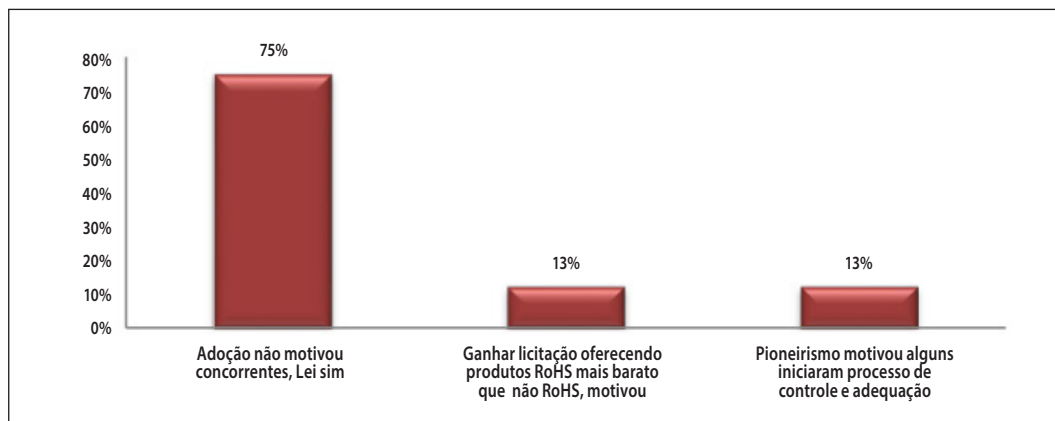


Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

## 4.6. Motivação dos concorrentes

A Figura 6 indica que 75% das empresas julgaram que o fato de terem adotado a RoHS não influenciou seus concorrentes a adotá-la. Segundo seus representantes entrevistados, o principal motivador da adoção por todas foi a necessidade de atendimento da legislação vigente nos seus mercados de atuação. Apenas a Itaotec citou que ganhou uma licitação em 2008 da Universidade de São Paulo (USP) pelo fato de ofertar “produtos RoHS” ao mesmo preço que os não RoHS. No entanto, o representante desta empresa não foi enfático ao dizer que esta situação possa ter motivado a sua principal concorrente no mercado nacional a adotar a RoHS.

Figura 6 – Motivação dos concorrentes para adoção à RoHS.



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) similarmente à diretiva europeia WEEE, disciplina o correto descarte dos REEEs, porém, não faz uma referência explícita à restrição do uso de substâncias perigosas nos EEEs como preconizado pela RoHS. Como decorrência, pode-se dizer que isso resulta em prejuízos à reutilização dos materiais recicláveis em seu ciclo produtivo ou em outros ciclos, se contaminados com tais substâncias. Destaque-se, entretanto, que mesmo inexistindo uma legislação similar à RoHS no Brasil, por meio das licitações públicas sustentáveis, o governo limita a participação das empresas quando elas não atendem os requisitos dessa diretiva.

Os resultados indicam que 88% das empresas, principalmente as de capital estrangeiro, por estarem inseridas no ambiente competitivo global, inicialmente adotaram a RoHS em atendimento à legislação europeia. Posteriormente, internalizaram a RoHS como uma diretriz global e bandeira de sustentabilidade de seus produtos expandindo a sua adoção para 100% de seus produtos, fornecedores e parceiros comerciais, independente do mercado de atuação. Essas estratégias se coadunam com o observado por Bilgin (2009) de que as empresas devem “pensar globalmente e agir localmente”. A adoção da RoHS para todos os produtos facilita o controle de estoque e do processo fabril, permitindo maior poder de barganha nas compras de grandes volumes de materiais e de componentes junto aos fornecedores globais, como defendido por López-Gamero *et al.* (2010) e Porter (1989).

No caso das empresas nacionais, a Itautec, que produz para o mercado interno e para exportação, também decidiu expandir a RoHS para 100% de seus produtos, motivando um “efeito em cadeia” de adequação de seus fornecedores, nos moldes observados em outras empresas por ANSANELLI (2008). Já a Positivo decidiu criar uma linha dedicada para os produtos destinados às licitações públicas e às grandes corporações que exigem RoHS, demonstrando que cada empresa adota estratégias e toma decisões baseadas em benefícios reais almejados sem necessariamente considerar o comportamento dos concorrentes (BARNEY; HESTERLY, 2011).

Com relação ao processo de adequação à RoHS, 88% das empresas apontaram que a homologação dos fornecedores às novas normas foi o fator a demandar maior esforço, seguido da criação das normas internas, capacitação dos funcionários e criação de um sistema para garantia da conformidade com a diretiva. Quanto às dificuldades encontradas, 50% das empresas indicaram com maior destaque a migração para a solda sem chumbo seguida da requalificação dos componentes com 25% de frequência corroborando com (BALKAU; SONNEMANN, 2010); (ESTY; WINSTON, 2006); (GOOSEY, 2007); (HU e HSU, 2010); (JONES, 2000); (JORGENSEN, 2005) e (ZHU *et al.*, 2010).

Como principal benefício, 50% das empresas destacaram a possibilidade de participação nas licitações públicas sustentáveis que movimentam bilhões de reais e mobilizam setores importantes da economia (BIDERMAN *et al.*, 2008; BRASIL, 2010;). Cerca de 40% das empresas não enxergam a adoção da RoHS como um benefício no mercado varejista, pois acreditam que os consumidores desconhecem os potenciais riscos ambientais das substâncias perigosas presentes nos eletroeletrônicos e sempre elegem o preço do produto como o principal diferencial no momento da compra. Considera-se que, indiretamente, a adoção da RoHS pelas empresas visando o atendimento às licitações de compras públicas sustentáveis poderá influenciar futuramente na adoção da RoHS para os produtos destinados ao comércio varejista. Esta afirmação encontra respaldo no fato de muitos componentes usados em computadores destinados a compras públicas e ao comércio varejista já serem comuns atualmente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2013; INTERNATIONAL DATA CORPORATION, 2013).

A adoção da RoHS por uma ou outra empresa não parece ter influenciado os concorrentes a adotarem a diretiva, como observado por 75% das empresas entrevistadas. Este elevado percentual legitima a afirmação de 88% das empresas que entendem ser “o atendimento à legislação vigente” o principal motivador para a adoção da diretiva, corroborando com as constatações de Barney e Hesterly (2011). É interessante destacar, no entanto, que o principal motivador para a adoção da RoHS, observado nos relatórios de sustentabilidade e *sites* das empresas refere-se à preocupação com o meio ambiente e as futuras gerações, divergindo das respostas observadas nas entrevistas.

Quanto às limitações do estudo, pelo fato de ter sido conduzido com uma amostra de oito empresas, algumas generalizações das respostas obtidas precisam ser feitas com cautela (MALHOTRA, 2005). Some-se a isso o fato das empresas nem sempre responderem os questionamentos de forma fidedigna, devido à confidencialidade das informações relativas às suas estratégias de negócio. Apesar de a interpretação fazer parte da natureza do trabalho qualitativo, em consonância com o observado em estudos de Denzin e Lincoln (2000), é importante destacar que o conhecimento adquirido pelo autor principal atuando vários na implantação da RoHS no segmento de eletrodomésticos, pode ter influenciado nas análises e interpretações dos resultados obtidos.

Espera-se que os resultados e as reflexões apresentadas neste trabalho possam ser úteis aos fabricantes de EEE, na elaboração de estratégias para adoção da RoHS e, também, ao Poder Público, na formulação de políticas relacionadas à restrição do uso de substâncias perigosas em outros produtos comercializados no país. Por fim, recomenda-se estudos qualitativos mais aprofundados sobre o assunto para avaliar os custos da internalização da diretiva nos processos produtivos, seus impactos na cadeia de fornecedores e a incorporação desses custos nos preços dos produtos finais.

## REFERÊNCIAS

ALHUMOUD, J. M.; AL-KANDARI, F. A. Analysis and overview of industrial solid waste management in Kuwait. *Management of Environmental Quality: an International Journal*, v. 19, n. 5, p. 520-532, 2008.

ANSANELLI, S. L. **Os impactos das exigências ambientais europeias para equipamentos eletroeletrônicos sobre o Brasil**. 2008. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA – ABINEE. **Avaliação Setorial** – 4o trimestre de 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon11.htm>>. Acesso em 13 Dez 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA – ABINEE. **Panorama econômico e desempenho comercial**. São Paulo: Abinee, 2013. 36 p.

BALKAU, F.; SONNEMANN, G. Managing sustainability performance through the value-chain. *Corporate Governance*, v. 1, n. 10, p. 46-58, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2007. 223 p.

BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. S. **Administração estratégica e vantagem competitiva: conceitos e casos**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

BAUER, M. W. **Análise de conteúdo clássica: uma revisão**. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático, v. 3, p. 189-217, 2002.



BIDERMAN, R.; MONZONI, M.; MAZON, R.; DE MACEDO, L.S.V. (orgs.). In: ICLEI, 2008. **Guia de compras públicas sustentáveis**. Uso do poder de compra do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável. 2ª. Edição, Editora FGV, Rio de Janeiro.

BILGIN, M. The PEARL Model: gaining competitive advantage through sustainable development. *Journal of Business Ethics*, v. 85, n. 3, p. 545-554, 2009.

BLENKO, M.; MANKINS, M.; ROGERS, P. **A organização que decide: cinco passos para revolucionar o desempenho de sua empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010.

BRASIL. **Lei nº 11.077, de 30 de dezembro de 2004**. Altera a Lei no 8.248, de 23 de outubro de 1991, a Lei no 8.387, de 30 de dezembro de 1991, e a Lei no 10.176, de 11 de janeiro de 2001, dispondo sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Lei/L11077.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L11077.htm)>. Acesso em 01 de maio de 2013.

BRASIL. **Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005**. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm)>. Acesso em 01 de maio de 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em 01 de maio de 2013.

BRESCANSIN, A. **Restrição ao uso de substâncias perigosas (RoHS) no segmento de computadores pessoais: análise da estratégia de adoção pelos fabricantes estabelecidos no Brasil**. Dissertação (Mestrado), Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2014.

CRESWELL, J. W. **Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches**. Sage, 2012.

DALRYMPLE, I.; WRIGHT, N.; KELLNER, R.; BAINS, N.; GERAGHTY, K.; GOOSEY, M.; LIGHTFOOT, L. An integrated approach to electronic waste (WEEE) recycling. *Circuit World*, v. 2, n. 33, p. 52-58, 2007.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. The discipline and practice of qualitative research. **Handbook of Qualitative Research**, v. 2, p. 1-28, 2000.

ESTY, D. C.; WINSTON, A. S. **The environmental lens**. Green to gold: how smart companies use environmental strategy. Yale University Press: New Haven and London, p. 1-4, 2006.

EUROPEAN COMMISSION. **Integrated Product Policy (IPP)**. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/ipp/integratedpp.htm>>. Acesso em 01 de maio de 2013.

EVANS, H. The RoHS recast: are you ready? *Surface Mount Technology*, v. 27, n. 10, p. 16, 2012.

FINK, A. **Conducting research literature reviews: from paper to the Internet**. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. 1998.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Porto Alegre: Penso, 2013.

GOOSEY, M. Implementation of the RoHS directive and compliance implications for the PCB sector. **Circuit World**, v. 1, n. 33, p. 47-50, 2007.

GREENPEACE. **Guide to Greener Electronics**. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/cool-it/Campaign-analysis/Guide-to-Greener-Electronics/>>. Acesso em 31 de maio de 2013.

HOSKISSON, R. E.; HITT, M. A.; WAN, W. P.; YIU, D. Theory and research in strategic management: swings of a pendulum. **Journal of Management**, v. 25, n. 3, p. 417-56, 1999.

HSIEH, H. F.; SHANNON, S. E. Three approaches to qualitative content analysis. **Qualitative Health Research**, v. 15, n. 9, p. 1277-1288, 2005.

HU, A. H.; HSU, C. W. Critical factors for implementing green supply chain management practice: an empirical study of electrical and electronics industries in Taiwan. **Management Research Review**, v. 6, n. 33, p. 586-608, 2010.

INTERNATIONAL DATA CORPORATION – IDC. **IDC Forecasts Worldwide Tablet Shipments to Surpass Portable PC Shipments in 2013, Total PC Shipments in 2015**. Disponível em: <<http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24129713>>. Acesso em 31 de maio de 2013.

JONES, G. A. **Period of adjustment: the effect of lead-free electronic assembly on the semiconductor industry**. KIC Thermal Profile. Reprint from original in Chip Scale Review, Mar, 2000. Disponível em: <<http://www.kic.cn/pdf/js wz/lwj/A20Period20of20Adjustment.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2013.

JORGENSEN, B. Supply chain management. **Electronic Business**, v.31, n.6, p. 29-30, 2005.

LAU, K. H.; WANG, Y. Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 6, n. 14, p. 447-465, 2009.

LÓPEZ-GAMERO, M.D.; MOLINA-AZORÍN, J.F.; CLAVER-CORTÉS, E. The potential of environmental regulation to change managerial perception, environmental management, competitiveness and financial performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 10, p. 963-974, 2010.

MALHOTRA, N. K. **Introdução à Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC, Comércio Exterior. **Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM)**, 1988. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1090>>. Acesso em 01 de maio de 2013.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO – MPOG. **Guia de compras públicas sustentáveis para administração federal**, 2010. Disponível em: <<http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/wp-content/uploads/2010/6/cartilha.pdy>>. Acesso em 01 de maio de 2013.

NDZIBAH, E. CSR in Ghana? Diversity should not mean dumping. **Management of Environmental Quality: an International Journal**, v. 20, n. 3, p. 271-277, 2009.

- ONWUEGBUZIE, A. J.; SLATE, J. R.; LEECH, N. L.; COLLINS, K. M. Mixed data analysis: Advanced integration techniques. **International Journal of Multiple Research Approaches**, v. 3, n. 1, p. 13-33, 2009.
- OTENG-ABOBIO, M. E-waste an emerging challenge to solid waste management in Ghana. **ID-PR**, v. 32, n. 2, p. 191-206, 2010.
- PORTER, M. E. Towards a dynamic theory of strategy, **Strategic Management Journal**, v. 12, pp. 95-117, 1991.
- PORTER, M. E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. 14ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- SARKIS, J.; ZHU, H. Information technology and systems in China's circular economy: implications for sustainability. **Journal of Systems and Information Technology**, v. 10, n. 3, p. 202-217, 2008.
- SERRA F. R.; FERREIRA M. P. Emerging determinants of firm performance: A case study research examining the strategy pillars from a resource-based view. **Management Research: The Journal of the Iberoamerican Academy of Management**, v. 8, n. 1, pp. 7-24, 2010.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. **Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003a on waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0024:0038:en:PDF>>. Acesso em 01 de maio de 2013.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. **Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003b on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment**. Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:en:PDF>>. Acesso em 01 de maio de 2013.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. **Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 08 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (recast)**. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:174:0088:0110:en:pdf>>. Acesso em 01 de maio de 2013.
- VERGARA, S. C. **Métodos de coleta de dados no campo**. São Paulo: Atlas, 2009.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998, 84 p.
- YU, J.; WILLIAMS, E.; JU, M.; YANG, Y.; Forecasting global generation of obsolete personal computers. **Environmental Science & Technology**, v. 9 n. 44, p. 3232-3237, 2010.
- ZHU, Q.; GENG, Y.; FUJITA, T.; HASHIMOTO, S. Green supply chain management in leading manufacturers: case studies in Japanese large companies. **Management Research Review**, v. 4, n. 33, p. 380-392, 2010.

