



Encontro da Sociedade
Brasileira de Economia
Ecológica

Brasília, 4 a 8 de Outubro de 2011

Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica

IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO
Outubro de 2011
Brasília - DF - Brasil

POLÍTICAS E INSTRUMENTOS ECONÔMICOS: ALTERNATIVAS PARA OS RESÍDUOS ELETRÔNICOS NO BRASIL

Manoel Limeira de Lima Júnior (UFAC) - juniorlimeiras@gmail.com

Graduação em Sistemas de Informação pela UFAC (2003). É professor da UFAC, mestrando em Desenvolvimento Regional. Experiência na área de Ciência da Computação, ênfase em Engenharia de Software, atuando nos temas: tecnologia verde, uml, mysql, php e java.

Raimundo Claudio Gomes Maciel (UFAC) - rcgmaciell@ufac.br

Graduação em Economia pela UFAC, mestrado em Desenvolvimento Econômico (2003) e doutorado em Economia Aplicada ambos pela Unicamp (2007). É professor/pesquisador da UFAC. Experiência em Economia Aplicada e Economia do Meio Ambiente.

Lucas Araújo Carvalho (UFAC) - ekononmia@yahoo.com.br

Graduação em Economia pela UFPA(1976), doutorado em Economia pela Unicamp(2000). Professor da UFAC. Experiência na área de Economia em Crescimento e Planejamento Econômico, temas: teorias do desenvolvimento e desenvolvimento sustentável.

POLÍTICAS E INSTRUMENTOS ECONÔMICOS: alternativas para os resíduos eletrônicos no Brasil

Eixo Temático: Políticas públicas e meio ambiente: processos de formulação, avaliação, financiamento e execução de políticas públicas estatais e não estatais

Resumo. O início do século XXI está proporcionando uma revolução cultural, científica e industrial quanto ao uso das tecnologias de informação e sobre suas consequências na sociedade e no meio ambiente. Atualmente a venda de computadores e a socialização do acesso a internet crescem de forma exponencial, esta alta velocidade no processo de obsolescência tecnológica gera um grande volume de equipamentos desusados, causa o aumento do consumo de energia elétrica e torna os processos mais caros, num espaço muito curto de tempo. Neste cenário, este trabalho aborda como as alternativas de políticas e instrumentos econômicos aplicados junto à Tecnologia da Informação (TI) Verde, podem reduzir os custos e diminuir o lixo tecnológico, com o intuito de tornar a utilização da informação e a tecnologia mais coerente com o meio ambiente.

Palavras-chave: Políticas e Instrumentos Econômicos. Resíduo eletrônico. TI Verde.

***Abstract.** The beginning of the twenty-first century is providing a cultural, scientific and industry regarding the use of information technologies and their impact on society and the environment. Currently the sale of computers and the socialization of internet grows exponentially, this high speed of technological obsolescence in the process generates a large volume of outmoded equipment, cause increased energy consumption and makes the process more expensive, in a very short time. In this scenario, this study addresses how the alternative policies and economic instruments applied by the Green Information Technology (IT), can cut costs and reduce e-waste, in order to make use of information technology and more consistent with the environment..*

***Keywords:** Political and Economic Instruments. Electronic Waste. Green IT.*

1. Introdução

O objetivo deste artigo é discutir sobre o problema dos resíduos eletrônicos e como o estado, sociedade e o setor de tecnologia podem contribuir para a implantação de medidas regulatórias para o mercado e instrumentos econômicos no sentido de incentivar alternativas que busquem aumentar os índices de sustentabilidade ambiental nas corporações.

A geração e destinação dos resíduos eletrônicos, dentre outros resíduos, estão no cerne das inovações tecnológicas, remetendo a uma discussão das revoluções industriais na visão schumpeteriana sobre o processo de destruição

criadora, cujos desdobramentos são evidenciados na chamada sociedade “pós-industrial”, especialmente no início do século XXI.

Fatos como a evolução da microeletrônica, o surgimento da internet e o avanço dos serviços de telecomunicações afetam quase todos os ramos da economia, trazendo muitos riscos desconhecidos para o homem e seu meio.

Destarte, o presente trabalho apresenta, na seção 2, um marco histórico sobre a trajetória tecnológica das 1ª e 2ª Revoluções Industriais, para destacar o início da Revolução Tecnológica ou da Informação do século XX e o processo da inovação das tecnologias de informação e comunicação como início da formação e importância de uma nova sociedade baseada no uso informação, na seção 3.

A seção 4 reserva espaço para a discussão do surgimento, situação e tendências sobre o problema dos resíduos eletrônicos e aponta as preocupações econômicas e ambientais da tecnologia da informação. Por fim, a seção 5 aponta como as políticas e instrumentos econômicos devem ser tratados em busca de alternativas viáveis para o problema ambiental causado pelos resíduos eletrônicos no Brasil.

2. Inovação Tecnológica

A primeira Revolução Industrial ocorrida nos últimos trinta anos do século XVIII desvalorizou o trabalho muscular que foi substituído por máquinas, sendo o progresso técnico resultado da primazia das observações técnicas ou empíricas sobre a ciência. A segunda aconteceu no final do século XIX e desvalorizou o trabalho mental de rotina, usando eletricidade, motores a combustão, além de tecnologias de comunicação, sendo a inovação o papel fundamental da ciência no processo. (CARVALHO, 2008)

Enquanto a terceira Revolução Industrial também chamada de Revolução Tecnológica ou da Informação encontra-se em meio ao processo de depreciação do pensamento humano – ‘o trabalho mental autêntico’¹, pautada na aplicação de informações e conhecimento para a geração de inovações (em dispositivos de processamento e comunicação). Para isto, o período da 2ª guerra mundial (1939 - 1945) propiciou um grande progresso nos processos produtivos e também em

favor da informação, mais especificamente na tecnologia do controle e da comunicação, atualmente chamada de tecnologia da informação e comunicação – TIC.

De acordo com Kumar (1997, p. 19) “o nascimento da informação não só como conceito, mas também como ideologia, está inextricavelmente ligado ao desenvolvimento do computador durante os anos da guerra e no período imediatamente posterior”. No entanto, apesar das origens militares, a revolução da informação ultrapassou limites, causando efeitos e consequências nas mais diversas esferas na sociedade civil.

Para Freeman e Soete (2006, p. 277) “a introdução de computadores eletrônicos confiáveis e de baixo custo na economia foi a inovação técnica mais revolucionária no século XX”, contudo na primeira década do século XXI, as economias capitalistas estão passando por um processo convergência de inovações tecnológicas de impacto intenso e abrangente, com base na microeletrônica de produtos e serviços que agrupam indústrias, setores e segmentos articulados num complexo que envolve intrinsecamente a internet, fortalecendo a origem de uma sociedade da informação, interconectada e ativa.

Entretanto, uma lacuna identificada por Dosi é observada na tentativa de analisar mudanças e transformações industriais, pois desde o pensamento fisiocrático até Ricardo e Marx, passando pela ‘revolução keynesiana’, a economia clássica tem explorado pouco o tema, pressupondo que a mudança técnica é presumida, ou seja, uma externalidade, e negligenciando o estudo do comportamento das empresas sob tais condições. Numa dinâmica concorrencial baseada na inovação a análise pioneira de Schumpeter afeta variáveis de desempenho (custos, preços, margens, concentração, participação de mercado) tornando-se uma contribuição seminal para o entendimento do comportamento capitalista, pois permite relacioná-las com tendências tecnológicas. (DOSI, 2006)

Schumpeter (1984, p. 112) denominou a inovação como o impulso fundamental “que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista que decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou

¹ Cf. Vonnegut (1969) apud Carvalho (2008, p. 108)

transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria” de outro modo: destruição criativa, ou seja, “a estrutura econômica a partir de dentro, incessantemente destruindo a velha, incessantemente criando a nova” (Idem, p. 113).

No campo das tecnologias da informação e comunicação a dinâmica idealizada por Schumpeter ocorre em um conjunto convergente de tecnologias que envolvem a microeletrônica, os softwares (componentes funcionais) e os hardwares (componentes físicos), as telecomunicações, a radiodifusão, e a optoeletrônica.

O núcleo dessa informação tecnológica em torno de uma constelação de descobertas científicas e suas aplicações (biotecnologia, novos materiais, laser, energia recarregável, etc.) está transformando a base material de nosso mundo há menos de vinte anos. Esta revolução tecnológica foi estimulada por uma demanda gerada pela economia e as transformações organizacionais [...]. Assim como o avanço das telecomunicações criou a infraestrutura material necessária para a formação de uma economia global, em um movimento similar ao de construções das ferrovias para a formação dos mercados nacionais durante o século XIX. (CASTELLS, 2001)

Assim, para Schumpeter, o progresso econômico não estava na competição de redução de preços, mas na inovação cujo papel é fundamental para o entendimento da dinâmica capitalista, ou seja, sobre o processo produtivo, pois o problema “está em como o capitalismo administra as estruturas existentes, ao passo que o problema relevante é como ele as cria e destrói.” (SCHUMPETER, 1984). E ainda ressaltada uma distinção importante entre os conceitos de invenção e inovação.

Uma invenção é uma ideia, um esboço ou um modelo para um novo ou melhorado artefato, produto ou processo ou sistema. [...] Uma inovação no sentido econômico somente é completada quando há uma primeira transação comercial envolvendo o novo produto, sistema de processo ou artefato, apesar de a palavra ser também usada frequentemente para descrever todo o processo. (FREEMAN E SOETE, 2006, p. 24)

Esta teoria reforça o aumento constante do investimento capitalista para a criação de novos produtos da tecnologia da informação e comunicação no início do século XXI, assim como suas atualizações incrementais em capacidade, velocidade, design e funcionalidades dos computadores, *notebooks*, *netbooks*, *e-books (tablets)*, câmeras, celulares e periféricos cada vez mais interconectados entre si e também com a internet.

Segundo Coutinho (1992) configura-se, assim, a formação de um novo paradigma tecnológico, seguindo um enfoque denominado neoschumpeteriano, mediante a formação de um importante cluster de inovações, penetrando notadamente em todos os setores da economia.

As inovações que se preocupam com os requisitos futuros de seus consumidores têm em geral sido mais bem sucedidas e seus malogros estão ligados às negligências dos requisitos de mercado ou entendimentos deficientes das necessidades. “Além disso, a maioria dos consumidores tem se beneficiado da elevação dos padrões de vida possibilitada pelos avanços na produtividade devidos a inovações de comunicações.” (FREEMAN E SOETE, 2006, p. 653)

Coutinho (1992, p. 72) destaca ainda que “o peso crescente e estimulante do próprio complexo eletrônico [...] tende a aumentar ainda mais sua participação no valor agregado, no emprego e na formação de renda das economias capitalistas avançadas.” Mas também chama a atenção para os significativos impactos já impostos por esta nova onda tecnológica. Freeman e Soete (2006, p. 654) enfatizam que o problema mais geral das inovações na teoria econômica reside no fato de que o mercado “[...] ideal deveria oferecer aos consumidores o poder de escolher entre uma variedade de alternativas. Possuindo informações perfeitas, eles estariam livres para escolher a melhor oferta [...] por meio do mecanismo concorrencial.”

Dentre as razões que afetam a soberania dos consumidores estão a carência de informação sobre os produtos e serviços, assim como o desconhecimento² dos efeitos colaterais de suas escolhas individuais em longo prazo, que impulsionam ameaças ao meio ambiente e à saúde. De um lado tem-se o livre mercado que visa o lucro, do outro o consumidor que munido de conhecimento sobre as inovações pode se tornar um agente ativo atuando de forma inteligente e coordenada, o que Goleman (2009, p. 38) chama de inteligência ecológica: “aplicar o que aprendemos sobre os efeitos da atividade humana sobre os ecossistemas no sentido de como causar menos danos.”

² Discutido por Goleman (2009) como transparência radical que significa acompanhar o impacto de um produto, da fabricação à eliminação não só seu traço de carbono e outros custos ambientais, mas também seus riscos biológicos além das consequências para quem atua em sua produção.

3. Economia e Sustentabilidade da Informação

Conforme Takahashi (2002) o surgimento do termo “Sociedade da Informação” se deu na década de 1970, especialmente no Japão e EUA, no âmbito de discussões sobre o que seria a ‘sociedade pós-industrial’ e quais seriam suas principais características.

Kumar atribui a Bell a afirmação de que a sociedade da informação surgiu da convergência explosiva de computador e telecomunicação, “essa união acabou com a antiga distinção entre processamento e disseminação de conhecimentos” (BELL 1980a, p. 513 apud KUMAR, 1997, p. 22). Esta sociedade pode ser traduzida como o auge de um processo de crescimento de investimentos em atividades baseadas em informações.

[...] a sociedade da informação, segundo seus teóricos gera mudanças no nível mais fundamental da sociedade. Inicia um novo modo de produção. Muda a própria fonte de criação de riqueza e os fatores determinantes de produção. O trabalho e o capital, as variáveis básicas da sociedade industrial, pela informação e pelo conhecimento. A teoria do valor do trabalho, da maneira formulada por uma sucessão de pensadores clássicos, de Locke e Smith a Ricardo e Marx, é obrigada a ceder lugar a uma ‘teoria do valor do conhecimento’. (KUMAR, 1997, p. 24)

Segundo Castells (1999, p. 51) “as novas tecnologias da informação não são simplesmente ferramentas a serem aplicadas, mas processos a serem desenvolvidos.” Estabelecendo uma interligação entre os processos socioculturais e a produção de bens e serviços onde a inteligência humana é uma força direta de produção, não apenas mais um elemento no sistema produtivo. A tecnologia e os novos meios de comunicação permitem a propagação, mas também a concentração da informação que pode ser processada, selecionada e recuperada para satisfazer as necessidades mais especializadas e individualizadas.

Neste contexto, Castells (1999, p. 52) coloca que “há grandes áreas no mundo e consideráveis segmentos da população que estão desconectados do novo sistema tecnológico.” Sendo isto uma fonte de desigualdades sociais e econômicas. Outro fator preocupante e foco principal deste artigo é a velocidade da difusão tecnológica, fazendo com que a subutilização e o descarte equivocado dos recursos tecnológicos acarretem um sério problema para o meio ambiente. Tal revolução torna qualquer informação, conhecimento ou tecnologia, em algo

obsoleto, inutilizado e por fim descartado, num programado e curto espaço de tempo, diminuindo seu ciclo de vida econômico, um exemplo deste processo é a lei de Moore³. Os computadores como elemento fundamental de transformação da informação em conhecimento introduz um novo marco na sociedade. O conhecimento de suas tecnologias altera, em um grau sem precedentes, a inovação técnica e a sociedade da informação, tornando-se rapidamente numa atividade-chave da economia e determinante na mudança ocupacional.

Recursos tecnológicos como computadores e seus periféricos subutilizados são descartados por corporações de vários segmentos, somando toneladas de equipamentos sem destino gerando o resíduo eletrônico com implicações sociais e ambientais irreversíveis.

Destarte, torna-se primordial a discussão em torno dos caminhos de um desenvolvimento sustentável⁴, pois, conforme o relatório Brundtland (CMMAD, 1991, p. 18), “as tecnologias emergentes prometem maior produtividade, mais eficiência e menos poluição, mas muitas apresentam o risco de novos produtos químicos e rejeitos tóxicos e de graves acidentes que superam em natureza e proporções os atuais mecanismos para enfrentá-los”.

Duas abordagens econômicas distintas se destacam quando o assunto é meio ambiente e tecnologia, são elas: os neoclássicos (*mainstream*) e os economistas ecológicos.

A primeira corrente é apresentada principalmente pela chamada economia ambiental (o *mainstream* neoclássico) e considera que os recursos naturais (como fonte de insumos e como capacidade de assimilação de impactos dos ecossistemas) não representam, a longo prazo, um limite absoluto à expansão da economia. (ROMEIRO, 2001)

³ Em meados de 1965, Gordon E. Moore então presidente da Intel fez sua profecia, na qual afirmou que o número de transistores dos chips teria um aumento de 100%, pelo mesmo custo, a cada período de 18 meses. A lei possui controvérsias, autores afirmam que ela continuará pelo menos até 2019 enquanto a outros dizem que a mesma não faz mais sentido. Outras informações nos sites da revista info: <<http://info.abril.com.br/noticias/ti/sera-o-fim-da-lei-de-moore-10042009-10.shl>>, e da intel: <<http://www.intel.com/portugues/pressroom/releases/2009/0922d.htm>>, <[http://blogs.intel.com/brasildigital/2008/01/a_lei_de_moore_ainda_e_valida.php?wapkw=ALL\(L+ei+de+Moore\)](http://blogs.intel.com/brasildigital/2008/01/a_lei_de_moore_ainda_e_valida.php?wapkw=ALL(L+ei+de+Moore))>.

⁴ Cf. CMMAD (1991) “o desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades”.

Para Almeida (1998, p. 20) a interpretação de desenvolvimento sustentável pela visão neoclássica é vista como uma restrição ao crescimento “em termos per capita, a sustentabilidade é definida como consumo potencial (amplamente estendido) não declinante ao longo do tempo.” Reforçando esta visão, Daly (2002, p. 10) afirma que:

[...] a tradição dos economistas é de considerar a natureza infinita em relação à economia, conseqüentemente não-escassa e pois, apropriadamente, possuindo preço zero. No entanto, não é assim: a natureza é escassa e vai se tornando mais ainda cada dia, como resultado do crescimento do transumo.

Para os economistas ecológicos o sistema econômico é visto como um subsistema do meio ambiente, que impõe, a longo prazo, limites à operação do sistema econômico. Para essa corrente, capital e recursos naturais são, ao invés de substitutos, essencialmente complementares. (ROMEIRO, 2001)

Sachs (1993, p. 18) afirma que para atingir a sustentabilidade é necessário ter uma nova estratégia de desenvolvimento “capaz de estabelecer obrigações específicas [...], um novo conceito de modernidade, padrões de produção compatíveis com a equidade social e a prudência ambiental, [...] fundada nas ideias de respeito humano, conhecimento intensivo e amor à natureza.”

Assim, o estilo de desenvolvimento da sociedade atual, evidenciado por caminhos insustentáveis enveredados pelo sistema econômico trabalhado no planeta, requer atenção especial das organizações governamentais e não governamentais, além da própria população. (SILVA FILHO, 2009)

Nesse sentido, no campo regulatório dos resíduos eletrônicos, existem no congresso brasileiro projetos como a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS⁵ e o novo Código Florestal, que travam na lentidão, na burocracia e no jogo de interesses políticos e econômicos, deixando a tecnologia da informação e comunicação autorregulada pela iniciativa privada ou pela sociedade organizada. A questão dos resíduos eletrônicos, os avanços nas ações para sua mitigação, as medidas estratégicas e políticas são abordados nas seções 4 e 5.

⁵ Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. (BRASIL, 2010)

4. Os Resíduos Eletrônicos e a Tecnologia Verde

Duas definições importantes devem ser colocadas sobre o assunto, primeiro, lixo que deriva do termo latim *lix*, e significa "cinza", no dicionário, encontram-se os seguintes significados: “1. Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua, e se joga fora; entulho. 2. Tudo o que não presta e se joga fora. 3. Sujidade, sujeira, imundície. 4. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor.” (FERREIRA, 1986) Em segundo, a palavra resíduo que significa: “o que resta de qualquer substância; resto”. (FERREIRA, 1986). Outros autores⁶ definem as duas palavras com sentidos semelhantes e/ou complementares, neste trabalho será usado o termo resíduo, pois se encaixa de forma adequada aos procedimentos políticos e econômicos para a discussão do tema.

Resíduo sólido segundo a lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, do governo Federal no seu capítulo II, artigo 3º, inciso XVI é um:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010)

De forma mais específica e conforme a lei Nº 13.576, de 6 de julho de 2009, do governo de São Paulo, que institui normas para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico, considera-se lixo(resíduo) eletrônico:

[...] os aparelhos eletrodomésticos e os equipamentos e componentes eletroeletrônicos de uso doméstico, industrial, comercial ou no setor de serviços que estejam em desuso e sujeitos à disposição final, tais como: I - componentes e periféricos de computadores; II - monitores e televisores; III - acumuladores de energia (baterias e pilhas); IV - produtos magnetizados. (BRASIL, 2009)

⁶ Para os propósitos deste trabalho a definição obtida no dicionário já é suficiente para o entendimento do conceito, mas para uma discussão aprofundada sobre lixo e resíduo ver: LUTZENBERGER, J. Ecologia: do jardim ao poder. Porto Alegre: L&PM Editores, 1985. 105p. JARDIM, Nilza Silva et al. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 1 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas tecnológicas: CEMPRE, 1995, 278 p. CALDERONI, Sabetai. Os bilhões perdidos no lixo. 4ª ed. – São Paulo: Humanitas Editora / FFLCH/USP, 2003. PEREIRA NETO, João Tinoco. Quanto vale nosso lixo, Projeto Verde Vale. Copyright IEF/UNICEF. Viçosa, 1999.

No Brasil, até maio de 2009, existiam 60 milhões de computadores em uso, ou seja, uma relação de 1 (um) computador para cada 3 (três) habitantes, estimando-se que em 2012 serão 100 milhões de computadores utilizados por metade da população brasileira. (MEIRELES 2009)

Na pesquisa realizada pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação – CETIC, no ano de 2009, empresas brasileiras revelaram que o uso de computadores nas que possuem 10 funcionários ou mais ficou estável em relação à edição passada da pesquisa, no patamar de 97%. Nas empresas com 50 funcionários ou mais, esse percentual atingiu 100%, assim como em 2008. Nas empresas, com 10 a 19 funcionários, foi registrado em 96%, percentual já bastante alto. (CETIC, 2010)

A Figura 1 exibe o gráfico da evolução percentual entre os anos de 2005 a 2009 de domicílios que possuem equipamentos de TIC no Brasil.

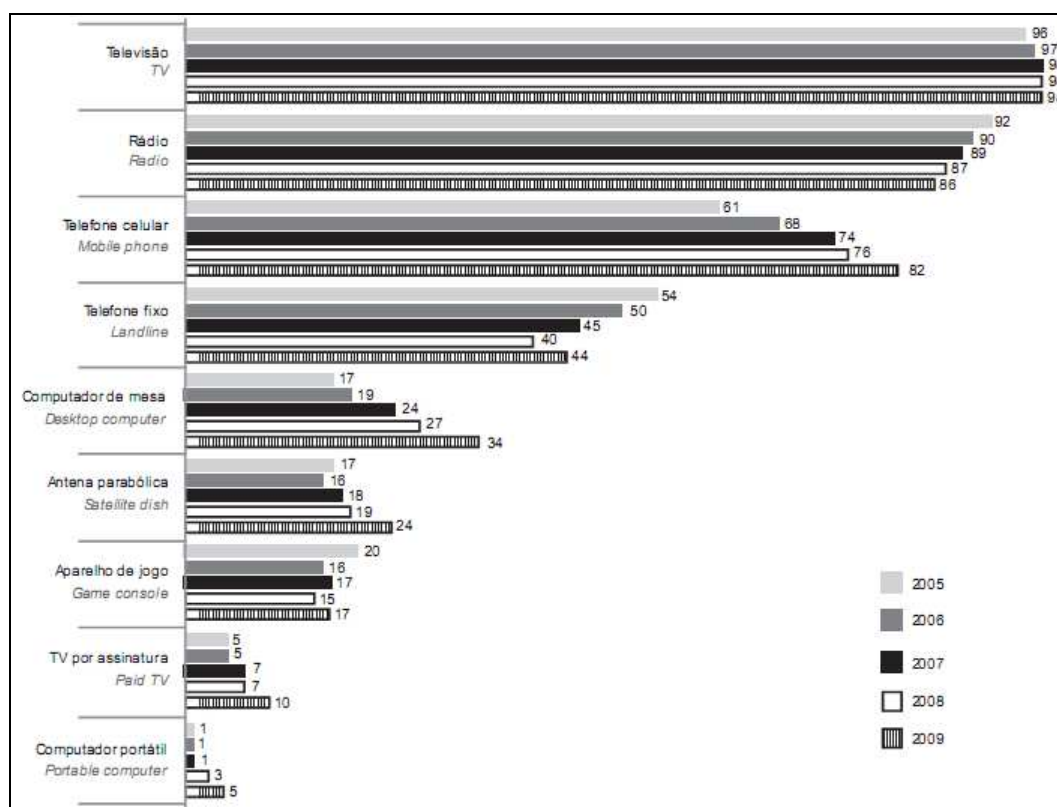


Figura 1. Proporção de Domicílios que Possuem Equipamentos de TIC (%).

Fonte: Pesquisa Sobre uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no Brasil 2009 (CETIC, 2010).

Estes dispositivos são considerados resíduos eletrônicos, quando não possuem mais condições de uso, ocupam espaços inutilizados ou são indiscriminadamente deixados em aterros, lixões ou jogados nos mares, rios, açudes sem qualquer preocupação com a poluição e com os danos que as substâncias tóxicas existentes em sua estrutura (como por exemplo: zinco, mercúrio, chumbo, cádmio, cromo e berílio) podem causar ao meio ambiente e afetar o ser humano, podendo causar câncer, problemas nos rins, pulmões e nos sistemas nervoso e reprodutivo.

A definição de poluição deve considerar o efeito físico do elemento poluente (emissões, lixo) sobre o meio ambiente e a reação humana ao mesmo. O efeito físico pode ser biológico, químico ou auditivo (por causa do barulho). A reação humana pode vir na forma de estresse, doença, ansiedade – perda de bem-estar. (ALMEIDA, 1998, p. 29)

No entanto, existem ações e estratégias que ajudam a destinar corretamente e tratar tais resíduos com o objetivo de minimizar seus impactos negativos ou até mesmo utilizá-los em projetos sociais enquanto estão em bom estado de conservação.

A Figura 2 mostra que o Brasil é líder na América Latina quanto à geração de resíduo eletrônico, com mais de 350 mil toneladas/ano geradas em 2005 e 2006.

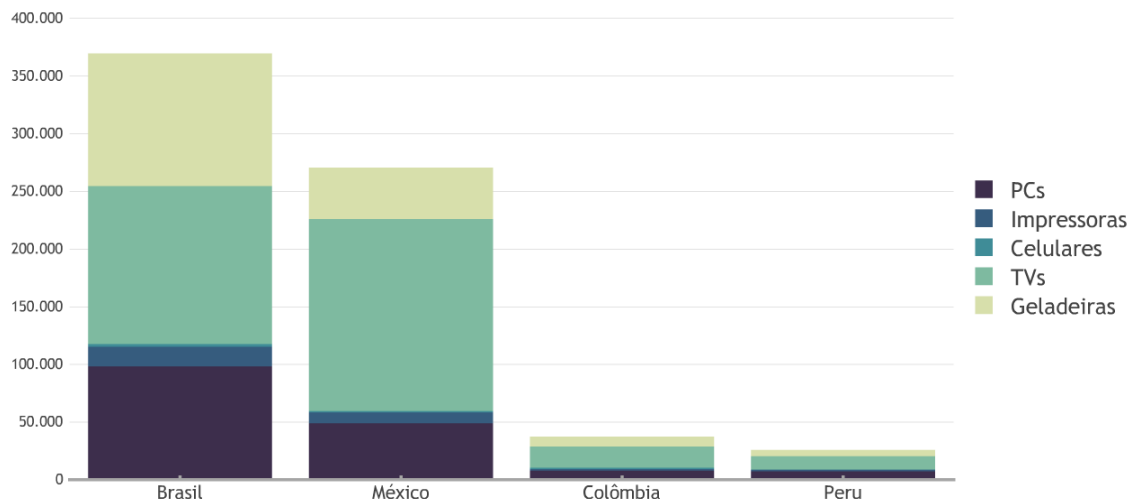


Figura 2. Lixo eletrônico gerado em 2005-2006 entre emergentes da América Latina, em toneladas/ano.

Fonte: Programa da ONU para o Meio Ambiente (Pnuma).

Estas pesquisas apontam para um aumento do volume de resíduo eletrônico, formado tanto por computadores, *notebooks* e periféricos obsoletos,

além da elevação global no consumo de energia em detrimento da falta de alternativas energéticas. Tais fatores são exemplos de preocupações iminentes na atualidade, que tem demandado variados debates e pesquisas sobre o tema Tecnologia da Informação Verde – TI Verde.

A TI Verde instituiu um novo paradigma de pensamento sobre o desenvolvimento de tecnologias, esta nova onda traz consigo uma gama de oportunidades que incluem produtos e soluções mais eficientes, uso consciente e principalmente a efetividade energética. Em sua multidisciplinariedade envolve as áreas ambiental, social, econômica e tecnológica e é considerada um conjunto de ações sustentáveis com o objetivo de diminuir os impactos negativos do avanço tecnológico sobre o meio ambiente.

A TI Verde tem como desafio a maximização do retorno sobre os investimentos dos recursos de tecnologias da informação, bem como a eliminação dos desperdícios e ineficiências das TIC's, para isto a redução dos custos de energia, a conscientização das pessoas e o corte inteligente de gastos excessivos permitem a viabilidade de projetos com o objetivo de redução dos impactos ambientais causados pela tecnologia.

No foco específico dos resíduos eletrônicos a TI – Verde destaca-se em dois segmentos os hardwares verde (consumo de energia) e o reaproveitamento/reciclagem de equipamentos.

O consumo de energia do hardware não é resultante apenas do que ele precisa para funcionar, mas principalmente pelo fato de precisar ser resfriado devido ao calor resultante do processamento de informações, representando na prática um efeito indesejável, pois a alternativa de refrigeração gera mais calor, tornando os custos ainda mais elevados.

A prática da reciclagem e o reaproveitamento de equipamentos antigos são parte da competência de governança de TI Verde e visam obter um parque tecnológico eficiente, enxuto e como menor consumo de energia. O incentivo destas ações vem do grande volume de aparelhos que são diariamente transformados em lixo eletrônico, além do rápido retorno sobre o investimento.

5. Políticas para Tecnologia e Meio Ambiente

A política ambiental é o conjunto de metas e instrumentos que visam reduzir os impactos negativos da ação antrópica – aquelas resultantes da ação humana – sobre o meio ambiente, possui justificativa, fundamentação teórica, metas instrumentos e prevê penalidades para os que não cumprem as normas estabelecidas.

No mundo tais políticas manifestaram três fases: 1) do fim do século XIX até a 2ª Guerra Mundial, de forma preferencial com a intervenção estatal e a disputa em tribunais, tornou-se excessivamente custosa em termos monetários e de tempo; 2) iniciada na década de 1950, foi denominada de comando e controle, assumiu a imposição das autoridades ambientais de padrões de emissão incidentes sobre a produção final e a determinação da melhor tecnologia, suas deficiências foram a implementação morosa e a desinformação dos regulamentadores; 3) chamada de política mista incluía aspectos das duas primeiras fases (comando e controle e de instrumentos internalização de custos ambientais) no sentido de induzir os agentes a combater a poluição e a moderar a utilização dos recursos naturais. (LUSTOSA, CÁNEPA, YOUNG, 2010)

No Brasil a regulamentação de normas ambientais aconteceu de forma lenta e atrasada, pois a questão ambiental não configurava uma prioridade nas políticas públicas, o Quadro 1, resume a evolução das principais legislações.

Quadro 1: Histórico resumo evolutivo da Legislação Ambiental no Brasil

Ano	Descrição/Legislação
1973	Com a recomendação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, criou-se a Secretaria Especial do Meio Ambiente SEMA
1981	A Lei nº 6.938 estabeleceu os objetivos, as ações e os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Constituídos o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e também o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)
1997	Foi instituída a Política Nacional dos Recursos Hídricos.
1998	A lei nº 9.605 estabeleceu sanções penais e administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente (Lei dos Crimes Ambientais)
2010	A Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305) estabelece as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos.
2011	Em votação no congresso nacional a lei que institui o novo Código Florestal.

Fonte: Adaptado de Lustosa, Cánepa, Young (2010).

As políticas de tecnologia e de inovação tem um papel essencial no alcance do desenvolvimento sustentável, pois buscam soluções que substituam métodos não sustentáveis e auxiliam na difusão de tecnologias favoráveis ao meio ambiente. É importante ressaltar o caráter do longo prazo dos seus resultados, além da complexidade intrínseca, por serem intangíveis por algumas políticas e a íntima interação entre os objetivos públicos e privados da sustentabilidade, o primeiro tendo que convencer o segundo da viabilidade e regulando seu ajuste às mudanças para obtenção de lucros.

“Os projetos ambientais orientados por uma missão precisarão combinar as compras governamentais com muitas outras políticas, a fim de gerarem efeitos abrangentes em toda a estrutura de produção e consumo de uma economia.” (FREEMAN E SOETE, 2006, p. 708)

Muitas corporações possuem políticas tecnológicas de recolhimento de resíduos eletrônicos para tratamento e destino adequado, mas a conscientização ainda é pequena em relação ao volume e a velocidade da modernização das tecnologias tornando os novos equipamentos em aparelhos ultrapassados e sem aproveitamento muito rapidamente. No entanto, tais políticas são descontínuas e por vezes não envolvem considerações sociais e éticas.

Fabricantes de computadores, como por exemplo: a Dell, HP e Toshiba possuem programas de recolhimento de máquinas obsoletas de clientes. Após um processo de triagem alguns equipamentos em condições de reuso podem ser doados para programas de inclusão digital e aqueles que não têm boas condições, suas partes são devidamente separadas, encaminhadas para serem manufaturadas e voltam para a indústria sendo reutilizadas para fabricação de outros computadores.

Um exemplo público é o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR), implantado pelo Centro de Computação Eletrônica (CCE) da Universidade de São Paulo (USP), com o objetivo de executar práticas de reuso, descarte e reciclagem de lixo eletrônico, que incluem bens de informática e telecomunicações que ficam obsoletos no próprio CCE como nas escolas, faculdades e institutos dos diversos campi da USP (CCE, 2010).

Muitos estudos e projetos estão de olho nesta fatia do mercado que visa conservar o verde da natureza e economizar o dinheiro das organizações. Deste modo, podendo também atingir as parcelas social e cultural da sustentabilidade, com projetos de inclusão digital, escolas de cursos profissionalizantes e doações de computadores são alguns exemplos.

[...] promover políticas nacionais e internacionais que imponham tributo, adequadamente, sobre recursos naturais, a fim de limitar a escala do macrossistema econômico em relação ao ecossistema e prover um receita que sirva a propósitos públicos. Essas políticas devem ter raiz numa teoria econômica que inclua o transumo entre seus conceitos básicos. Tais políticas nacionais eficientes precisam proteger-se da externalização de custos e da competição, que está conduzindo a globalização, à base do nivelamento de padrões por baixo. Proteger políticas nacionais eficientes não é o mesmo que proteger indústrias nacionais ineficientes. (Daly, 2002, p. 13)

Almeida (1998, p. 34) destaca duas dificuldades da política ambiental sob a visão do *mainstream* “uma limitação é que se trata de um instrumental que pressupõe concorrência perfeita. [...] Mas o maior problema enfrentado por esse instrumental é quanto à mensuração (monetária) dos danos ambientais.”

Almeida (1998, p. 46) afirma que “as políticas de comando e controle são também mais indicadas quando a preocupação é evitar a concentração espacial de atividades poluentes, ou seja, quando o crucial é não esgotar a capacidade de absorção do meio.” Por outro lado, revela que um instrumento seria tido como econômico se afetasse os custos e benefícios do agente, influenciando, portanto, suas decisões, com o objetivo de produzir uma melhoria na qualidade ambiental.

Os instrumentos econômicos representam uma flexibilidade ao poluidor e pode significar diferentes coisas em diversos contextos, dependendo da visão econômica, Almeida usa de bom senso para listar alguns desses instrumentos: 1) taxas e tarifas; 2) subsídios; 3) sistemas de devolução de depósitos; 4) criação de mercado.

Diferentemente da Economia Ambiental Neoclássica, a vertente Ecológica considera a disponibilidade dos recursos naturais como restrição absoluta à expansão do sistema econômico (visto como subsistema aberto do ecossistema). Os economistas ecológicos consideram a existência de riscos de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas, o que implica a necessidade de um processo de ajuste que seja essencialmente pró-ativo. Dessa forma, advertem sobre

a necessidade da tomada de decisões que possam antecipar ao agravamento dos problemas ambientais, sendo que estas devem ser tomadas num contexto de incerteza, uma vez que a ciência é incapaz de prever a abrangência das consequências de um determinado problema ambiental. Nesse sentido, o Princípio de Precaução surge como uma inovação institucional extremamente importante (ROMEIRO, 2003).

Segundo Freeman e Soete (2006, p. 711) existem quatro instrumentos políticos “para orientar as empresas privadas a investirem no desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis: a regulação direta, instrumentos econômicos, compras governamentais e políticas para alterar os vínculos sociais das mudanças técnicas”. O Quadro 2 resume as principais opções de políticas, adaptadas para o problema dos resíduos eletrônicos no Brasil, de apoio para implantação de um desenvolvimento ambientalmente sustentável, inovador e difundido.

Quadro 2: Principais políticas de um desenvolvimento ambientalmente sustentável

1. Políticas para inovações em direção as tecnologias de processos mais limpos e taxas de insumos/produtos mais baixas

Regulação direta	Instrumentos econômicos	Compras governamentais	Políticas para alterar o vínculo social
Estabelecendo padrões de qualidade na produção, utilização e destino dos produtos eletrônicos. Fiscalização das regras estabelecidas para o mercado.	Oferecer condições (taxação e licenças) para que os objetivos mercantis sejam satisfatórios sem estabelecer um padrão, mas sim uma permissão, um custo direto para o poluidor.	Apoio direto à pesquisa e desenvolvimento, subsídios para as firmas fornecedoras de produtos eletrônicos favoráveis ao meio ambiente.	Inclusão de cursos sobre o meio ambiente e resíduos eletrônicos incentivando o uso de aspectos ambientais na estratégia das empresas, a pressão de ONG's, consumidores e institutos de pesquisas nas questões sustentáveis.

2. Políticas para influenciar o processo de inovação e assegurar a difusão de novos conhecimentos

Princípios incrementais	Controle descentralizado	Projetos de demonstração e programas de transferência
Curtos tempos de desenvolvimento e projetos de pequeno porte de reuso/reciclagem eletrônica e inclusão social com doação de equipamentos.	Usar uma abordagem em rede nos projetos de inovação facilitando a difusão do conhecimento entre firmas, universidades, institutos de pesquisa e sociedade civil.	Realizar oficinas em comunidades e intercâmbio entre projetos de inovação. Criar de redes para fornecimento de informações.

Fonte: Adaptado de Freeman e Soete (2006, p. 724)

Sachs propõe que estratégias pró-ativas e inovadoras de desenvolvimento urbano, devem considerar modelos institucionais e gerenciais; novas formas de associação entre sociedade civil, empresas e autoridades públicas; mudanças de políticas de oferta de capacitação; esforço contínuo para eliminação de desperdício e gestão competente do pluralismo tecnológico e esforço de pesquisa de novas soluções tecnológicas. (SACHS, 1993, p. 31-32)

Em vez de definir soluções, as políticas deveriam ser projetadas de modo a influenciar os incentivos que as corporações recebem e apoiar programas de pesquisas relativas à enorme diversidade das fontes e aplicações de inovações, assegurando que as tecnologias potencialmente benéficas sejam exploradas e desenvolvidas. (FREEMAN E SOETE 2006, p. 711)

O desafio apresentado ao governo, ao mercado, à sociedade, aos que decidem e aos atores que determinam a agenda pública, é precisamente garantir um processo transparente, informativo e participativo para o debate e a tomada de decisões em favor da sustentabilidade. (GUIMARÃES 2001, p. 63)

6. Considerações Finais

A literatura aponta em sua grande parte para a regulação estatal estabelecendo e forçando o cumprimento de metas, a incorporação de instrumentos econômicos induzindo os agentes a adotarem ações menos danosas, contudo permitindo que os agentes negociem entre si seus próprios limites a fim de minimizar os impactos em troca de compensações.

A sustentabilidade em TIC, em específico o problema dos resíduos eletrônicos, ainda não está amplamente difundido, por uma série de fatores, tais como: a resistência cultural, a falta de planejamento, ausência de regulação, fraca adoção de instrumentos econômicos, além das soluções paliativas dos problemas ambientais que não atingem as causas em suas origens.

A solução para o problema do lixo eletrônico não é simples depende de esforços públicos, convênios, acordos de cooperação técnica e outros instrumentos similares por prazo indeterminado com órgãos e entidades do Poder Público, definição de comissões fiscalizadoras, fundos públicos e privados de

investimentos e subsídios, além de instrumentos econômicos, delegação de atribuições e da execução de ações administrativas respeitando os requisitos legais.

A definição das opções políticas deve ir além de uma escolha teórica ou democrática do que pode ou deve ser feito com as compras governamentais, regulações diretas e instrumentos adotados, são necessários consenso e decisões políticas para o alcance da sustentabilidade em resíduos eletrônicos, principalmente pelo fato do problema apresentar inovações e tecnologias que requerem uma abordagem sistêmica e interligada em rede.

Contudo exemplos citados neste trabalho mostram que a regulação do PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, o projeto CEDIR – Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da Universidade de São Paulo (USP) e os instrumentos de mercado que incentivam as empresas a investir em políticas de objetivos sustentáveis nas firmas, instituições de pesquisa e setores públicos podem diminuir a lacuna existente entre os objetivos públicos e privados do desenvolvimento sustentável para os resíduos sólidos, permitindo o lucro das firmas, estabelecendo o papel do estado de entidade reguladora e aproximando a sociedade de um convívio coerente com a preservação do meio ambiente.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Luciana Togeiro. **Política Ambiental: uma análise econômica**. Campinas-SP. Fundação Editora da Unesp. 1998.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. Brasília, DF: Casa Civil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 15 jun. 2011.

BRASIL. **Lei Nº 13.576, de 6 de Julho de 2009**. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei%20n.13.576,%20de%2006.07.2009.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

CARVALHO, M. J. **Cidadania online**: das iniciativas de inclusão aos desafios de gestão. In: SARAIVA, E.; MARTINS, P. E. M.; PIEARANTI, O. P. (Orgs.). **Democracia e regulação dos meios de comunicação de massa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede - a era da informação: economia, sociedade e cultura**. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 617 p.

CASTELLS, Manuel. **The Infomational Economy**. In: David Trend (org.) Reading digital culture. Oxford: Blackwell Publishers, 2001. Traduzido por Marcus Andrade e Mônica Rossi.

CETIC. **Pesquisa Sobre uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no Brasil 2009**. Disponível em: <<http://www.cetic.br/tic/2009/index.htm>>. Acesso em 15 de jun. 2010.

CMMAD - Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. 2ª ed. – Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CORRÊA, Maíra Baumgarten. **O Brasil na era do conhecimento: Políticas de ciência e tecnologia e desenvolvimento sustentado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

COUTINHO, Luciano. **A Terceira Revolução Industrial e tecnológica: as grandes tendências de mudanças**. Revistas de Economia e Sociedade. N. 1 Ago/1992.

DALY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological Economics: principles and applications**. Washington: Island Press, 2004.

DALY, Herman E. **Desenvolvimento Sustentável: Definições, Princípios, Políticas**. Conferência pronunciada a convite no Banco Mundial, Washington, D.C., Estados Unidos, em 30 de abril de 2002. Tradução para o português de Clóvis Cavalcanti, da Fundação Joaquim Nabuco, Recife, Brasil.

DOSI, Giovanni. **Mudança Técnica e Transformação Industrial: a teoria e uma aplicação à indústria de semicondutores**. Tradução: Carlos D. Szlak. Campinas, SP: Editora da Unicamp (Clássicos da Inovação), 2006.

- FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 41. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 1838 p.
- FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **A Economia da Inovação Industrial**. Campinas, SP: Editora da Unicamp (Clássicos da Inovação), 2006.
- GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Ecológica: o impacto do que consumimos e as mudanças que podem melhorar o planeta**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 245 p.
- GUIMARÃES, R. P.. A Ética da Sustentabilidade e a Formulação de Políticas de Desenvolvimento. In: VIANA, G. (Org.). **O Desafio da Sustentabilidade**. Traduzido por Mila Frati. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001. p. 43-68.
- KUMAR, Krishan. **Da sociedade pós-industrial à pós-moderna – novas teorias sobre o mundo contemporâneo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.
- LUSTOSA, Maria Cecília J.; CÁNEPA, Eugenio M.; YOUNG, Carlos Eduardo F. Política Ambiental. In: MAY, Peter. H. (Org.). **Economia do meio ambiente – teoria e prática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.
- MEIRELLES, Fernando de Souza. **20ª Pesquisa Anual de Administração de Recursos de Informática**. Disponível em: <<http://www.eaesf.fgvsp.br/subportais/interna/relacionad/gvciapesq2009.pdf>>. Acesso em: 15 de jun. 2011.
- POSSAS, Mario. **Elementos para uma integração micro-macrodinâmica na teoria do desenvolvimento econômico**. Revista Brasileira de inovação, v.1, n.1, 2002.
- ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Economia ou economia política da sustentabilidade**. Campinas, SP: UNICAMP. IE, 2001. 28p. (Texto para discussão. IE/UNICAMP, n. 102)
- ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (Eds.). **Economia do meio ambiente – teoria e prática**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- ROSEMBERG, Natan. **Por Dentro da Caixa Preta: tecnologia e economia**. Campinas, SP: Editora da Unicamp (Clássicos da Inovação), 2006.
- SACHS, Ignacy. **Estratégias de Desenvolvimento para o Século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Nobel 1993, p. 104.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.
- SILVA FILHO, Antonio Mendes da. **Tecnologia Verde para Desenvolvimento Sustentável**. Revista Espaço Acadêmico, nº 95, abril de 2009. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/095/95amsf.pdf>>. Acesso em: 15 de jun. 2011.
- TAKAHASHI, Tadao (Org). **Sociedade da informação no Brasil: livro verde**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.