



## Resíduo Tecnológico – Lixo Tecnológico

**Renato Conci<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Luterana do Brasil - ULBRA (r.conci@terra.com.br)

### Resumo

Este trabalho pretende identificar os principais problemas e dificuldades relacionadas com a gestão dos resíduos tecnológicos. Consideramos resíduo tecnológico todo aquele composto por aparelhos eletrodomésticos ou eletroeletrônicos e seus componentes, podendo ser oriundos de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços e que estejam em desuso e sujeitos a disposição final. O estudo apresenta dados quantitativos do lixo gerado atualmente, informações sobre a gestão logística deste resíduo, assim como o impacto ambiental e seus efeitos sobre a saúde humana. Também se apresentam algumas iniciativas legislativas no setor, que buscam juntamente com as empresas e a sociedade minimizar os problemas causados pelo resíduo tecnológico.

**Palavras-Chave:** Resíduo tecnológico – problemática – gestão.

**Área Temática:** Resíduos sólidos

### ABSTRACT

*This work intends to identify the main problems and hardness related with the management of technological residues. We consider technological residues all that composition of household-electric devices or electronics and there components, could be from domestic use, industrial, commercial and services and that be with no using and citizens to a final disposal. The study presents quantitative data of the garbage generated currently, information about logistic management of this residue, as well as the ambient impact and its effect on the health human being. Also some legislative initiatives in the sector are presented, that search together with the companies and the society to minimize the problems caused for the technological garbage.*

**Key words:** *Technological residues – problems – management.*

**Theme Area:** *solid residues*

### 1 Introdução

A globalização da economia, a regulação e padronização das indústrias, o desenvolvimento e os avanços tecnológicos e a necessidade de um meio ambiente sustentável está obrigando as empresas a repensar sua forma de fazer negócios, buscando novos focos para manter e ampliar mercados.

A partir do levantamento da problemática de gestão do resíduo tecnológico, com suas definições, seus tipos específicos de resíduos e o crescimento cada vez maior do mercado de tecnologias, se verificam que as estratégias empresariais que antes buscavam apenas retardar um problema, hoje começam a pensar em uma possível racionalização das operações de



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

fabricação. Com isso vem a criação de novos modelos de gestão com o objetivo de servir os mercados, com novos produtos, que também ofereçam melhores conceitos ecológicos.

Os países desenvolvidos, devido ao seu grande crescimento econômico e o aumento da qualidade de vida, sofrem cada dia mais com o resíduo eletrônico, já que é um problema em constante evolução. Os países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos também sofrem, pois são utilizados como “lixões” dos países desenvolvidos.

Outro fator importante é a introdução de uma legislação ambiental, que pouco a pouco obriga as empresas e a sociedade a efetuar melhores controles dos produtos e suas substâncias tóxicas, para elevar o nível de proteção ao meio ambiente e a saúde humana. Todos estes fatores favorecem o surgimento de uma nova necessidade: a reciclagem de produtos eletrônicos. Assim como o investimento das empresas em novas tecnologias, metodologias e iniciativas para lidar com a problemática do resíduo tecnológico.

### 2 Gestão do resíduo tecnológico

Como no caso da promessa do uso pacífico do átomo, a esperança inicial era de que a revolução dos computadores acabasse com uma das pragas da primeira revolução industrial, ao eliminar o problema dos rios e paisagens contaminadas pelo lixo produzido pelas fábricas. Mas esta revolução informática, apoiada por uma indústria silenciosa e limpa impulsionada por “chips” de silício, tem seu lado negativo, com as quantidades que vêm sendo geradas cada vez maiores e métodos de destinação inapropriados, o problema só aumenta. O resíduo tecnológico é o sub-produto da constante inovação do setor, pilhas cada vez maiores de equipamento são descartados e as solução para este problema ainda parece distante (REALFF, 2004).

#### 2.1 Definição

Lixo tecnológico ou resíduo tecnológico é todo aquele composto por aparelhos eletrodomésticos ou eletroeletrônicos e seus componentes como: acumuladores de energia (pilhas e baterias) e produtos magnetizados; podendo ser oriundos de uso doméstico, industrial, comercial e de serviços e que estejam em desuso e sujeitos a disposição final (KOLING, 2006).

Dentro da categoria de lixo tecnológico se distinguem dois tipos diferentes de resíduo de acordo com o uso original do equipamento, sendo: resíduos elétricos e resíduos eletrônicos.

##### 2.1.1 Resíduo Eletrônico

Resíduo eletrônico é o termo utilizado para descrever equipamentos eletrônicos que chegaram ao final de seu ciclo de vida. Em outras palavras, pode-se dizer ainda que resíduo eletrônico, na maioria dos casos, são aqueles produtos relativamente de alto custo e essencialmente duráveis usados no processamento de dados, nas telecomunicações ou entretenimento, utilizados em residências ou empresas. São compostos por vários tipos de componentes eletrônicos. Conforme Figura 1.



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010



Figura 1 - Alguns exemplos de lixo eletrônico: A – computadores, B – monitores, C – Videogames, D – impressoras e E – telefones celulares

Outros exemplos de equipamentos: assistentes pessoais digitais (PDAs), equipamentos de entretenimento e multimídia, equipamentos eletrônicos gerados pela indústria e assemelhados não estão representados, mas também fazem parte (KOLING, 2006).

### 2.1.2 Resíduo Elétrico

Os resíduos elétricos são todos aqueles resíduos que possuem partes elétricas na maioria de seus componentes:



Figura 1 - Alguns exemplos do lixo elétrico: A – cabos de alimentação, B – motores, C – chaves contatoras e disjuntores, D – transformadores, E – blocos terminais e interruptores e F – lâmpadas e lâmpadas fluorescentes.

Dentre os bens de consumo estão os aparelhos de ar condicionado, geladeiras, máquinas de lavar, aspiradores de pó, aparadores de grama, fogões, secadores de cabelo, furadeiras elétricas, batedeiras, ferros elétricos e todos aqueles que fazem parte das chamadas de linha branca (KOLING, 2006).

## 2.2 Quantidade de lixo tecnológico gerada nos dias atuais

De acordo com o órgão de proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) estima-se que nada menos que 30 a 40 milhões de computadores estarão prontos a serem descartados em cada um dos próximos anos. O usuário médio de computadores nos países de primeiro mundo, atualmente substitui seus equipamentos a cada 18 a 24 meses.

“Para países em desenvolvimento os números ainda são muito obscuros e imprecisos, mas estima-se que serão descartados em torno de 40% em relação aos países de primeiro mundo” (CARROLL, 2008).



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

Segundo o programa das Nações Unidas para Meio Ambiente – PNUMA (citado por CARROLL, 2008) se todas as fontes de lixo tecnológico forem levadas em conta, seria alcançado um total de 45 milhões de toneladas por ano em todo o mundo, e estes números só tendem a aumentar.

### 2.3 Problemática da logística na gestão de lixo tecnológico

O problema inerente com o mecanismo de coleta é que estes resíduos podem ter uma grande variedade de volume e, com um custo diferenciado para cada material coletado. Por exemplo, um Evento Especial (feira de descarte ou mutirão de recolhimento) pode ser ineficiente por causa de pouca publicidade, localização ou o tempo. Uma localização fixa pode reduzir o problema, e ajudar no controle, mas em contrapartida tem altos custos para sua manutenção (SAHNEL, 2006).

Organizações sem fins lucrativos que recolhem o lixo tecnológico podem intimidar a reciclagem se muitos dos itens forem recusados porque não podem mais ser usados ou por terem um baixo valor agregado. O preço alto para o público pode também impedir a participação e diminuir o volume coletado (LEIGH e outros, 2003).

O aspecto crucial do mecanismo de reciclagem é a forma como as empresas e os consumidores vão lidar com esta nova problemática de mercado, isso pode determinar o custo e a escala da cadeia de aprovisionamento e os tipos de solução que podem ser considerados. Por exemplo, um primeiro sistema que pode reciclar grandes e consistentes volumes de materiais irá encorajar outros sistemas com significantes capitais de investimento, em tecnologia e logística (SAHNEL, 2006).

Entretanto, em algum ponto, o custo adicional de qualquer um intensifica o sistema de reciclagem, elevando a taxa de participação dos consumidores com despesa de publicidade, por exemplo, ou elevando seus custos geográficos de cobertura e transporte, o que pode vir a ser um complicador de mercado. Nos eletrônicos, o problema também é composto pela imprevisibilidade da qualidade dos materiais, condições para seu reuso, de reciclagem e do próprio sistema de fabricação (SAHNEL, 2006).

### 2.4 Impacto ambiental do lixo tecnológico por meio de uma gestão deficiente e efeitos ao ambiente e a saúde humana

O lixo eletrônico e o problema de coleta destes resíduos tem um grande crescimento a nível mundial. Desde os rincões industriais da China continental às regiões da Índia e do Paquistão em rápido processo de industrialização, uma ampla gama de aparelhos está sendo recebida e reciclada em condições que colocam em perigo a saúde dos trabalhadores, suas comunidades e o meio ambiente. A maior parte dos componentes destes aparelhos é recuperada por humildes catadores e vendida para sua reutilização. Durante o processo, os catadores e o meio ambiente estão expostos aos perigos provenientes do contato com metais pesados como mercúrio, chumbo, berílio, cádmio e bromato, que deixam resíduos letais no corpo, solo e cursos de água (RAYMOND, 2004).

Como observa-se nas Figuras 3 “os elementos do lixo eletrônico podem poluir o solo e a água, ou se dispersar como partículas no ar quando os aparelhos são levados a aterros, incinerados ou mal desmontados e acondicionados, causando assim danos a saúde humana e ao meio ambiente” (RAYMOND, 2004).



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

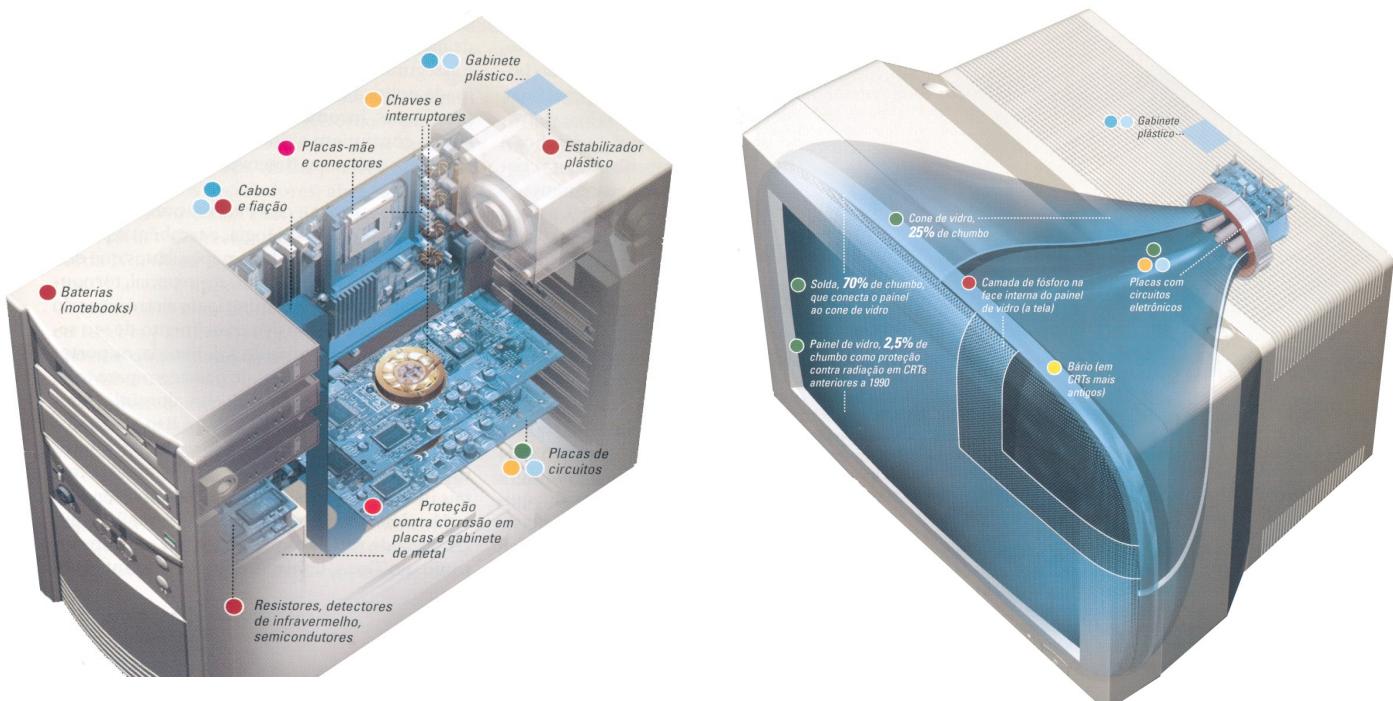


Fonte: ESSICK, 2008.

Figura 3 - Fotografia de resíduo tecnológico descartado de maneira inadequada em lixões no Combo (África) contaminando assim partes do solo e da água.

### 2.4.1 Principais substâncias tóxicas presentes em equipamentos eletrônicos

Na Figura 4 apresentam-se os principais componentes contidos em um computador de mesa e sua toxicidade (CARROLL, 2008).



Fonte: ESSICK, 2008.

Figura 4 - Ilustração esquemática dos componentes tóxicos de um computador de mesa



Na Figura 4 demonstra-se os elementos tóxicos presentes em um computador de mesa, exemplo de lixo tecnológico. Estes componentes podem causar os seguintes danos ao ser humano (CARROLL, 2008).

Elemento	Sigla	Principais efeitos a saúde humana
----------	-------	-----------------------------------



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

<b>Chumbo</b>	Pb	É uma neurotoxina. Também afeta os rins e o sistema reprodutivo. Pode prejudicar o desenvolvimento mental de uma criança.
<b>Poli Cloreto de Vinila</b>	PVC	A queima deste plástico versátil libera dioxinas muito tóxicas causando irritação aos pulmões.
<b>Retardantes de Chamas Polibromados</b>		Esse grupo de compostos pode causar danos à tireóide e afetar o desenvolvimento fetal.
<b>Bálio</b>	Ba	Uma exposição intensa provoca distúrbios gastrintestinais, debilidade muscular, dificuldades respiratórias e elevação ou queda na pressão sanguínea
<b>Cromo</b>	Cr	A inalação da versão hexavalente do cromo pode prejudicar o fígado e os rins, aumentar o risco de câncer nos pulmões além de provocar bronquite asmática
<b>Mercúrio</b>	Hg	É associado a danos neurológicos e renais e é prejudicial ao feto. Pode ser transmitido através do leite materno
<b>Berílio</b>	Be	Além de carcinogênico o pó de berílio causa doenças pulmonares
<b>Cádmio</b>	Cd	Exposições longas a esse elemento carcinogênico provocam danos nos rins e osso

Quadro 1 - Danos a saúde humana causadas pelos componentes tóxicos contidos em produtos eletrônicos

### 3. Iniciativas legislativas quanto a gestão do lixo tecnológico

Uma parte importante do problema de reciclagem de eletrônicos é a estrutura legislativa que existe ou está sendo estabelecida em uma região particular. São 11 países que possuem atualmente leis para a recuperação eletrônica: Bélgica, Dinamarca, Itália, Países Baixos, Noruega, Suécia, Suíça, Portugal, Japão, Taiwan e Coréia do Sul. Existem diversos programas voluntários em inúmeros outros países, como Alemanha e China.

Estes programas têm como objetivo principal a reciclagem do lixo tecnológico bem como a destinação adequada deste tipo material, possibilitando assim, seu reaproveitamento e sua reutilização (BETTS, 2008).

No Brasil ainda não há legislação específica para o descarte adequado do lixo tecnológico. Existem projetos de lei em nível estadual e uma proposta parada no Congresso, mas a regulamentação sobre lixo tecnológico deve ocorrer inevitavelmente seguindo uma tendência mundial (SAIDI, 2008).

### 4. Iniciativas voluntárias na gestão de lixo tecnológico

Para produtos eletrônicos existe um número de problemas que devem ser enfrentados em nível estratégico, nenhum deles é mais desafiante do que a grande variedade de produtos e a dificuldade de avaliação do volume. A variedade inicial de produtos descartados foi aproximada de diversas maneiras, e isto se deve provavelmente por ter configurações muito diferentes dependendo do lugar, pois os países em desenvolvimento basicamente não dispõem de informação a este respeito, e os dados dos EUA diferem bastante dos dados europeus (ENVIRON, 2003).



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

### 4.1 Nos EUA

Nos Estados Unidos, diversas companhias permitem que o consumidor envie seus produtos de volta ao fabricante, principalmente se eles ainda têm algum valor, como é o caso dos monitores (ENVIRON, 2003).

A devolução de produtos aos fabricantes tem um custo muito alto e é improvável que seja eficiente para artigos volumosos, que sejam obsoletos ou estejam quebrados. Alguns Estados norte americanos possuem centros para coleta onde os produtos podem ser devolvidos. Também existem organizações sem fins lucrativos que ajudam a retirar os produtos que têm reuso em outras vias, tais como computadores sem custo para grupos desfavorecidos (ENVIRON, 2003).

Uma ação que está dando grande resultado são os eventos especiais organizados em um local de encontro público tal como um varejista da eletrônica ou um campus universitário, onde o público geral é convidado a devolver seu lixo tecnológico.

Esta ação vem sendo bem trabalhada nos EUA, onde as lojas suburbanas com grandes parques de estacionamento auxiliam este trabalho de coleta. De todo o modo nos EUA, entretanto, as taxas de participação destes resíduos são relativamente baixas, entre 1% e 10% daqueles que possuem algo para reciclagem. Os aspectos de idade, de condição dos produtos, de vida útil, da necessidade de troca são muito extensos e devem ser levados em conta, como no caso de produtos quem tem 20 anos ou mais como os televisores (ENVIRON, 2003).

### 4.2 Na Europa

Na Europa, entretanto, já se vêem alguns sistemas relativamente maduros para a coleta do lixo tecnológico. Por exemplo, os sistemas desenvolvidos pelas associações: SWICO - Swiss Association for Information, Communications and Organization Technology (Associação Suíça para a Informação, Comunicações e Organização da Tecnologia) e NVMP - Dutch Foundation for the Disposal of Metal and Electrical Products (Associação Holandesa para a Eliminação de Produtos de Metálicos) para equipamentos unicamente ligados a informática. Os programas SWICO e NVMP estabelecem centrais regionais que coletam 80% do resíduo tecnológico, com o restante que vem através dos varejistas. É estimado que 77% dos televisores e 64% de outros tipos de resíduos tecnológicos são recuperados através deste tipo de solução (LEIGH e outros, 2003).

### 4.3 No Brasil

Algumas empresas como Dell e IBM já estão se antecipando às normativas e criando e aprimorando projetos de recolhimento e destinação ao seu lixo tecnológico como em um processo de co-responsabilidade

A fabricante de computadores Dell lançou no ano passado um programa de recolhimento de máquinas. Já está em operação um centro de armazenagem temporária em São Paulo, e outro deve ser instalado em Porto Alegre. O consumidor entra em contato com a companhia por meio do site e terá seu computador recolhido, sem custo (MUNNO, 2008).

A empresa não divulga números da reciclagem no Brasil, mas, segundo Munno, o aumento de pedidos de recolhimento é proporcional ao crescimento das vendas de PCs.

A IBM, também tem um programa parecido no Brasil, recolhe equipamentos dos clientes, que são desmontados e voltam ao mercado como matérias-primas. Dados repassados pela empresa indicam que foram 18 toneladas de plástico e 186 de metal recuperadas em 2007 (BIANCHINI, 2008).



## CONCLUSÃO

A tecnologia é uma necessidade básica da sociedade atual, não se imagina o mundo sem computadores, celulares, impressoras, internet, ou seja, o desenvolvimento econômico do mundo está diretamente relacionado com o desenvolvimento e atualização das novas tecnologias. E a constante evolução tecnológica é uma das armas de marketing das empresas do setor para que suas cifras de vendas sigam crescendo ininterruptamente. Estes dados nos revelam que a problemática da gestão do resíduo tecnológico é um tema com a tendência de seguir aumentando, ou seja, a medida que evoluímos também descartamos mais produtos e contribuímos para que o problema seja proporcionalmente maior do que já é atualmente.

Apesar de não ser um assunto novo, pois o descarte deste tipo de produto já acontece há muitos anos, não faz muito tempo que os governos e a sociedade começaram a ver este tema como um problema contundente que deve ser tratado com seriedade por todos. De todos os modos verifica-se que as iniciativas ainda são bastante empíricas e insipientes diante do prognostico apresentado neste trabalho.

Esta é uma das razões de não existir muito material bibliográfico sobre a problemática do resíduo tecnológico. Também se verifica através deste estudo que não existe uma prática que regule o mercado e padronize os processos ou que indique um caminho como melhor solução para o problema.

Outra grande dificuldade e precisamente a maior de todas é que por não existir informações ou mesmo modelo a seguir disponíveis, todo o desenvolvimento de tecnologias voltadas para a reciclagem do lixo eletrônico é mantido em sigilo, ou seja, são segredo industriais, pois possuir a informação para este tipo de mercado também significa estar em vantagem em relação a todos os demais possíveis concorrentes.

Esta informação privilegiada pode ser uma grande oportunidade de negocio quando as normativas de lei referentes a reciclagem de lixo tecnológico entrem em vigor com mais força nos próximos anos, quando a problemática estará cada vez mais forte consequência do constante crescimento da tecnologia.

Os governos têm um papel fundamental nesta temática, são eles que precisam impulsionar ações para a mudança de comportamento das empresas e consumidores. Esta parte a grande responsabilidade recai sobre os governos dos países desenvolvidos que são os que geram maior quantidade de resíduos e também de onde deve sair as principais iniciativas de tratamento desta problemática.

Criar uma consciência global sobre este assunto é um trabalho de cada dia, que começa pela formação de base, pelo desenvolvimento acadêmico, pelo desenvolvimento tecnológico, pelo apoio e pelas determinações de nossos governos e empresas, ou seja, é um trabalho de todos para todos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMMONS, Jane C.; REALFF, Matthew J.; RAYMOND, Michele. **E-waste an Opportunity** Valênciia. 2004.
- BETTS, Kellyn. Revista Environment Science & Technology. Cidade. Março de 2008.
- BIANCHINI, João Luiz. **Iniciativas de Fabricas no Brasil para programas para reciclar computadores.** São Paulo. Disponível em: <<http://www.estado.com.br/>>. Acesso 10 de outubro de 2008.
- ENVIRON, J. J. **E-wadte not.** Plan. Management. 2003
- CARROLL, Chris; ESSICK, Peter. **Lixo HIGH-TECH.** Disponível em: <<http://www.nationalgeographic.com.br/>> Acesso em 10 de abril de 2008.



## 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 28 a 30 de Abril de 2010

KOLING, Élvio Ricardo; FELDMAN, André. **Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Problemática e Alternativa de Destinação.** Canoas: ULBRA – Universidade Luterana do Brasil. 2006.

LEIGH e outros. **Ecological Economics.** Plan. Management. 2003.

MUNNO, Gleverton. **Jornal Estadão.** São Paulo. Disponível em: <[http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20071208/not\\_imp92463,0.php](http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20071208/not_imp92463,0.php)>. Acesso em 11de maio de 2008.

SAHNEL, Matthew D. Revista PC Magazine. Cidade. Dezembro de 2006.

SAIDI, Kami. **Jornal Estadão.** São Paulo. Disponível em: <[http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20071208/not\\_imp92463,0.php](http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20071208/not_imp92463,0.php)>. Acesso em 11de maio de 2008.