



ESTUDO COMPARATIVO DE TRÊS TECNOLOGIAS DE TELEVISORES EM TERMOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS.

ALEXANDRE PEREIRA PRADO¹, LUCAS MACHADO BRACHER¹,
MAURO HENRIQUE SIGNORELLI GUIDI¹

¹Curso de Graduação - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação/UNICAMP

RESUMO: Com a iminência da chegada da TV digital ao Brasil, muito se tem falado sobre as diferentes tecnologias de televisores presentes hoje no mercado. Os fabricantes esforçam-se em mostrar os avanços técnicos propiciados por seus produtos, mas pouco é falado sobre os impactos ambientais que estas novas tecnologias de televisores podem acarretar. É com o objetivo de trazer maiores esclarecimentos a esta discussão e a futuros consumidores de televisores de alta tecnologia que foi executado este trabalho, comparando-se TVs de Tubos de Raios Catódicos (CRT), Telas de Cristal Líquido (LCD) e Telas de Plasma. Analisando-se os impactos ambientais gerados por estas três tecnologias na produção, utilização e descarte, concluímos que as TVs LCD são as que menos poluem e que gastam menos energia.

PALAVRAS-CHAVE: televisores, consumo energético, impactos ambientais.

INTRODUÇÃO

Temos visto atualmente uma grande movimentação na mídia quanto a tecnologias usadas na fabricação de TVs e monitores de sistemas computacionais. De todas as tecnologias usadas, destacam-se três no tocante a fatias de mercado e de exposição na mídia. Tais tecnologias são: Tubos de Raios Catódicos

(CRT), Telas de Cristal Líquido (LCD) e Telas de Plasma.

A tecnologia CRT é a mais antiga, e funciona baseada na emissão de um fluxo de elétrons através de um tubo. Tal fluxo é emitido por uma ponta do tubo e segue até colidir em uma máscara que fica na tela, chamada comumente de máscara de fósforo. Tal máscara,



apesar de ser chamada de fósforo, contém preponderantemente outros elementos químicos. A colisão desse fluxo de elétrons por toda a máscara faz com que o fósforo cintile, e dessa forma, emita a luz que formará a imagem. Tal tecnologia tem sido preponderante desde a década de 30 até hoje (WIKIPEDIA, 2006).

A tecnologia LCD é bem mais sofisticada. Atrás da tela há continuamente uma luz branca que passa por todos os pontos da tela. A imagem é formada quando o cristal líquido contido em cada um dos pontos regula, como se fosse uma “cortina”, a intensidade da luz que passa pela tela e que chega até o ambiente (PHYSLINK, 2006). A tela de LCD é mais usada atualmente para dispositivos pequenos, como displays de celulares, equipamentos de som para carros e monitores de computador, além de TVs abaixo de 42 polegadas (REBÊLO, 2006).

A tecnologia das TVs de Plasma, apesar de estar sendo mais usada hoje, é antiga, datada de 1963. Ela usa uma máscara de fósforo como as TVs CRT para formar a imagem, porém, ao invés de utilizar elétrons para excitar o fósforo, usa gases nobres aquecidos e ionizados no estado de plasma. A energia do gás é tanta que os íons e elétrons do gás se chocam contra a máscara de fósforo, fazendo com que este cintile e gere a imagem (WIKIPEDIA, 2006).

Cada uma destas tecnologias tem funcionamentos diferentes entre si, e isto se deve ao fato de usarem materiais e processos diferentes entre si. Como consequência disso, há diferentes impactos ambientais na produção, utilização e eliminação para cada uma destas tecnologias. Sendo assim, este trabalho buscou avaliar o ciclo de vida destes produtos sob a ótica dos impactos gerados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada a quantificação dos impactos ambientais das três tecnologias de televisores supracitadas com base nas três fases principais do ciclo de vida do produto: produção, utilização e eliminação.

As conclusões apresentadas neste trabalho se apóiam principalmente em extensa pesquisa bibliográfica transcorrida ao longo de alguns meses, uma vez que tentativas de contato com os devidos responsáveis de fabricantes de televisores não surtiram efeito até o presente momento (deve-se levar em consideração que a produção de televisores LCD e Plasma é feita essencialmente na Ásia).

No estudo dos impactos ambientais de produção encontramos séria dificuldade na coleta de dados já que a produção de televisores nos dias de hoje é extremamente descentralizada (CONNOR, 2004). O estudo dos impactos de

utilização foi baseado nas fichas técnicas de aproximadamente 50 aparelhos de televisão, disponibilizadas gratuitamente pela *internet*. Enfim, o estudo dos impactos da eliminação foi baseado em dois relatórios da Agência de Proteção Ambiental e do Departamento de Energia do governo dos Estados Unidos da América, e de um projeto realizado pela prefeitura da cidade de Seattle/WA, também nos Estados Unidos. (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1998; UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, OFFICE OF BUILDING ENERGY, 1998).

Dada a natureza dos dados envolvidos nesta análise, qualquer tentativa de quantificação de valores relacionados aos impactos das três tecnologias de televisores se mostrou extremamente complexa e imprecisa, como será evidenciado na seqüência. Desta forma, nos decidimos por uma abordagem principalmente qualitativa, com o objetivo final de simplesmente evidenciar as tecnologias mais e menos impactantes ao meio ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Impactos ambientais de produção

Para apresentar os impactos, listaram-se os materiais utilizados em cada tecnologia, em

que parte do aparelho são utilizados, para que servem e quais os seus danos.

- Vidro: usado nos tubos de TVs CRT. Como o fluxo de elétrons gera radiação quando colide com o fósforo, tornou-se necessário adicionar chumbo no vidro no processo de fundição. Devido ao fato de a temperatura de liquefação do óxido de silício ser próxima da temperatura de ebulição do chumbo, este elemento escapa para a atmosfera, gerando óxido de chumbo e outros compostos tóxicos.
- Fósforo: usado como material cintilante em TVs CRT e de Plasma. Segundo WIKIPEDIA (2006), os fósforos mais usados contêm ítrio (tóxico e cancerígeno), sulfeto de cádmio (tóxico e inflamável) e outros metais pesados. Não encontramos estudos sobre seus efluentes. Recentemente a indústria vem usando fósforos menos tóxicos em seus produtos.
- Gases Nobres: usados em TVs de Plasma. Não apresentam riscos.
- Óxido de Índio e Estanho: usado em TVs LCD para definir os pontos de imagem. Baixa toxicidade.
- Cristal Líquido: usado em TVs LCD para regular a luz. São formados por polimerização, a partir de radicais formados apenas pelos elementos C, H, O

e N. Não encontramos estudos sobre toxicidade. Sua produção não gera resíduos ou efluentes.

Impactos ambientais de utilização

Os impactos ambientais de utilização foram quantificados unicamente em termos de seu consumo energético. Foram pesquisadas as fichas técnicas de aproximadamente 50 diferentes aparelhos de televisão de diversos fabricantes. A partir dos valores de consumo (potência consumida, em watts) e tamanho (comprimento da diagonal da tela, em polegadas) encontrados, relacionou-se tamanho da tela com consumo energético (Figura 1).

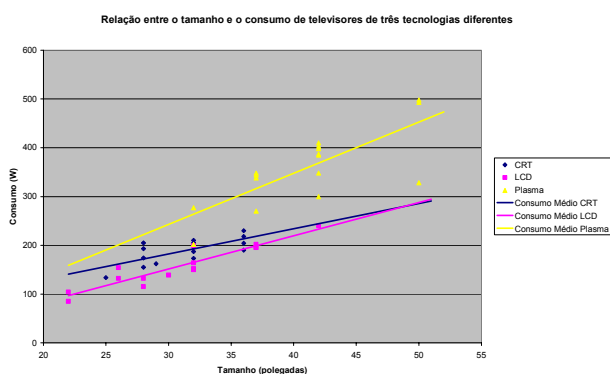


Figura 1. Relação entre tamanho da tela e consumo de energia em televisores com tecnologia CRT, LCD e Plasma.

A partir desta pôde-se, primeiramente, constatar que para um dado tamanho, os valores

de consumo podem variar bastante dentro de uma mesma família (o caso mais flagrante sendo o dos televisores Plasma de 42''). Além disso, vemos que os televisores Plasma são, em geral, maiores que os televisores CRT e LCD, o que necessariamente acarreta em consumos maiores, já que este cresce com o aumento no tamanho dos aparelhos.

Levando-se em conta esses fatores, foram traçadas curvas de tendência para o consumo médio das três famílias, em função do tamanho dos aparelhos. Os televisores Plasma são os que possuem maior consumo energético. Os televisores LCD, em contrapartida, gozam do menor consumo energético para tamanhos até 40'', quando começam a ser suplantados pelos televisores CRT. Vale ressaltar que, até o momento, são raros os televisores CRT e LCD que ultrapassam a casa das 40'', ao passo que estes tamanhos são comumente encontrados na família Plasma. Assim, embora a tecnologia Plasma seja a única a permitir televisores de até 100'', ela o faz a um custo energético extremamente alto.

Impactos ambientais da eliminação

Em países desenvolvidos, o fim de vida de um televisor é semelhante independente de sua família: o produto é transportado para plantas específicas onde são desmontados. Partes e materiais que não podem ser recuperados são então levados a usinas apropriadas onde são tratados e descartados.

O estudo dos impactos das diversas tecnologias na eliminação ao fim de vida útil do televisor foi feito usando-se dois processos sequenciais: o inventário do ciclo de vida (ICV) e a análise dos impactos do ciclo de vida (AICV). O resultado de cada um destes processos foi obtido junto à Agência de Proteção Ambiental do governo dos Estados Unidos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1998). Com o primeiro processo, são agrupadas informações sobre a quantidade de materiais usados e as necessidades energéticas (entradas) e os eliminados (saídas) no descarte do produto. Apenas as entradas que têm significância ambiental, grandes necessidades energéticas ou são específicas de uma dada família de televisores foram analisadas. As saídas incluem emissões, lixos sólidos e efluentes líquidos. Estas informações foram fornecidas pelas indústrias do setor (AOE *et al.*, 2003).

De posse destes dados, e para facilitar nossa avaliação de impactos semelhantes, fez-se uma classificação seguindo as seguintes categorias:

- Impactos sobre recursos naturais: uso de recursos reutilizáveis/não-reutilizáveis, energia, lixo sólido, lixo tóxico, lixo radioativo;
- Impactos sobre ecossistemas: aquecimento global, destruição da camada de ozônio, nuvem foto-química, acidificação, partículas aéreas, eutrofização da água, qualidade da água, toxicidade do meio aquático, toxicidade do meio terrestre, radioatividade.

A tecnologia de tubos de raios catódicos tem impactos bem maiores na maioria das categorias analisadas, em comparação com as tecnologias LCD e plasma. Apenas nas três categorias seguintes os impactos destas duas tecnologias são maiores: toxicidade do meio aquático, eutrofização e destruição da camada de ozônio. Entretanto, todas as três tecnologias possuem um impacto elevado na eliminação de lixos tóxicos e radioativos, já que a maioria absoluta das partes que compõem estes aparelhos não é de reutilização economicamente viável. Além disso, um grande problema inerente a produtos de alta tecnologia é que a grande maioria dos aparelhos é descartada antes do fim



de sua vida útil, produzindo um acúmulo ainda maior de lixo (SPECTRUM, 2004).

Finalmente, supeita-se que alguns dos componentes utilizados na fabricação de televisores LCD sejam prejudiciais à saúde humana, tornando a eliminação destes apar 80 ainda mais problemática.

CONCLUSÕES

Com base nestes dados, analisou-se brevemente e de uma forma qualitativa os impactos de produção, utilização e eliminação destas tecnologias. Constatou-se que na produção, as TVs CRT usam chumbo, que já em sua utilização, escapa para a atmosfera. Não encontramos outros impactos nesta e em outras tecnologias.

Na utilização, observou-se que, em geral, podemos elencar o Plasma, o CRT e o LCD em ordem decrescente de consumo de energia. Apesar de não termos mais amostras para grandes dimensões, pode-se supor que as TVs LCD podem ultrapassar o consumo das CRT quando forem maiores que 50 polegadas. Além disso, TVs CRT funcionando sem seu invólucro podem liberar raios-X.

No descarte, vemos que as TVs CRT podem liberar chumbo e fósforos tóxicos para o ambiente e outros metais altamente reativos. As TVs de Plasma também podem liberar fósforos,

e as LCD podem liberar óxido de índio e estanho. Podemos elencar estas três tecnologias desta forma quanto a impactos no descarte.

Sendo assim, analisando estes três aspectos, concluímos que as TVs LCD são as que menos poluem e que gastam menos energia.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao engenheiro Sr. Takawka, da Panasonic japonesa, que foi o único engenheiro que nos forneceu dados e nos ajudou na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOE, C, T.; TAKAYUKI, M; MATSUOKA, Y.; NAOHIRO, S. **Case Study for Calculation of Factor X (Eco-Efficiency) – Comparing CRT TV, PDP TV and LCD TV.** Proceedings of EcoDesign2003. Tokyo, Japan. 2003.

CONNOR P. **Who Makes What? Plasma TVs.** Disponível em: <<http://www.plasmatvbuyingguide.com/plasmatvreviews/whomakeswhat.html>>. Acesso em: 25 junho 2006.

PHYSLINK. **What are liquid crystals made of?** Disponível em:



<<http://www.physlink.com/Education/AskExperts/ae303.cfm>>. Acesso em: 25 junho 2006.

REBÊLO, P. **TVs de plasma ? Cuidado com as desvantagens. Parte 1/2.** Disponível em: <<http://www.rebelo.org/archives/164>> Acesso em: 25 junho 2006.

SPECTRUM. **Monitor Recycling & Monitor Disposal by CRT Monitor Recycler. CRT Monitor and Computer Recycling, Handling and Disposal.** 2004. Disponível em: <<http://www.spectrumwest.com>> Acesso em: 22 Jul. 2006.

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, OFFICE OF BUILDING ENERGY. **Electricity Consumption by Small End Uses in Residential Buildings.** Cambridge, Massachusetts. 1998.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Desktop Computer Displays: A Life-Cycle Assessment.** DFE. 1998.

WIKIPEDIA. **Cathode Ray Tube.** Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cathode_ray_tube>. Acesso em: 25 junho 2006.

_____. **Plasma Display.** Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_display> Acesso em: 25 junho 2006.

_____. **Liquid Crystal Display.** Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_crystal_display>. Acesso em: 25 junho 2006.