

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia**

**Análise Ambiental E Simulação Para Substituição de  
Monitores CRT Por LCD.**

**Autor: RONALDO DA CUNHA VASCONCELOS**

**Itajubá, Outubro de 2007**

# **UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia**

## **Análise Ambiental E Simulação Para Substituição de Monitores CRT Por LCD.**

**Autor: RONALDO DA CUNHA VASCONCELOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Energia da Universidade Federal de Itajubá como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia da Energia, Área de Concentração Energia, Sociedade e Meio Ambiente.

**Orientador: Prof. Dr. FRANCISCO ANTÔNIO DUPAS**

**Co-Orientador: Prof. Dr. EDSON DA COSTA BORTONI**

**Itajubá - MG**

**Outubro - 2007**

## Dedicatória

*Aos meus amados pais Ruy e Geni, por toda educação, dedicação e amor,  
muito obrigado pelas oportunidades.*

*Aos meus irmãos e cunhados, pela amizade e incentivos.*

*Aos queridos José Raimundo e Ormindia pela ajuda, consideração e paciência.*

*Aos meus amores Andressa e Luísa, pelo amor, incentivo, compreensão e acima  
de tudo muita confiança em mim.*

## Agradecimentos

Ao orientador Prof. Dr. Francisco Antônio Dupas pela amizade, oportunidade, credibilidade, confiança e ensinamentos técnicos, lidando sempre com ética e simplicidade.

Ao co-orientador Prof. Dr. Edson da Costa Bortoni pela boa vontade e disponibilidade e conhecimentos técnicos.

Ao LNA através de seu diretor Dr. Albert Bruch.

Aos professores do Mestrado em Engenharia da Energia, em especial os profs. Luiz Augusto Horta Nogueira e Carlos R. Rocha.

Ao Deputado Carlos Minc, pelo envio da minuta do projeto de lei

Aos amigos do mestrado Flávio Barros e Fábio Wener, que muito me ajudaram.

Ao amigo Saulo, pela amizade, incentivo e lealdade.

Aos amigos, Dawilmar, Diva, Ângelo, Luís, Paulo, J. Ronaldo, Elieber em especial ao Rodrigo, Barnabé, Terezinha e Santoro que sempre me apoiou e incentivou.

Aos funcionários da UNIFEI, pela atenção e boa vontade, em especial a Margarete e o pessoal da PPG, IRN.

Aos demais funcionários e amigos do LNA, que direta ou indiretamente sempre me apoiaram especialmente aos companheiros do COPD, SEMI e SSL.

Aos familiares, e em especial a minha esposa Andresa, pela paciência e incentivos.

## SUMÁRIO

	pág.
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Energia.....	6
2.1.1 Outras Trocas de Tecnologias .....	11
2.2 Tecnologia.....	13
2.3 Economia e Sociedade.....	22
2.3.1 Produção de Monitores no Brasil .....	23
2.4 Meio Ambiente .....	28
2.5 . Conceitos básicos de Matemática Financeira e Engenharia Econômica .	40
<b>CAPITULO 3. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO E APLICAÇÃO.....</b>	<b>43</b>
3.1 Simulação: LNA, Caracterização da Área de Estudo .....	50
3.1.2 Localização .....	51
<b>CAPITULO 4. RESULTADOS, ANÁLISES E CONSIDERAÇÕES .....</b>	<b>53</b>
4.1. Simulação da viabilidade econômica da troca de CRT por LCD.....	53
4.1.1 Dados gerais da simulação .....	53
4.1.2 Troca de CRT por LCD, com doação do ativo atual.....	54
4.1.3 Permanência na utilização de monitores CRT .....	56
4.1.4 Análise da simulação.....	57
4.2 Análise e Considerações Gerais .....	57
<b>CAPITULO 5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>CAPITULO 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1.1 – Fluxograma dos Objetivos.....	5
FIGURA 2.1 - Evolução da Fonte Mundial da Energia Primária (Mtoe).....	7
FIGURA 2.2 - Emissão de CO2.....	8
FIGURA 2.3 - Evolução das Tecnologias de Telas .....	13
FIGURA 2.4 - Telas disponíveis no mercado .....	15
FIGURA 2.5 - PDP, Princípio de Funcionamento .....	18
FIGURA 2.6 - Esquema de Funcionamento da Tecnologia FED.....	19
FIGURA 2.7 - OLED, Estrutura da Tela.....	20
FIGURA 2.8 - Aplicações de Telas OLED .....	21
FIGURA 2.9 - Mercado Mundial de Monitores.....	23
FIGURA 2.10 - Previsão Mercado Brasileiro de Monitores LCD .....	24
FIGURA 2.11 - Balança Comercial: Telas LCD .....	25
FIGURA 2.12 - Balança Comercial: Cinescópios e Válvulas .....	26
FIGURA 2.13 - Projeção de Vendas: LCD x CRT .....	27
FIGURA 2.14 - PIM – Produção e Exportação de CRT e LCD.....	27
FIGURA 2.15 - Tamanho da Tela pelo Consumo de Energia.....	31
FIGURA 2.16 - Selos de Conformidade e Eficiência .....	32
FIGURA 2.17 - Projeto Computadores para Inclusão.....	40
FIGURA 3.1 - Metodologia Aplicada.....	44
FIGURA 3.2 - Laboratório Nacional de Astrofísica - LNA(sede) .....	50
FIGURA 3.3 - Observatório do Pico dos Dias - OPD.....	51
FIGURA 3.4 - Localização do LNA e do OPD .....	52
FIGURA 4.1 - Fluxo de Caixa - Troca de CRT por LCD .....	55
FIGURA 4.2 - Fluxo de caixa para CRT .....	56
FIGURA 4.3 - CRT E LCD: comparativo dos custos energia / ano.....	59
Figura 4.4 - Economia Acumulada em 5 Anos .....	60
FIGURA 4.5 - Economia de Energia X Potencial Hidrelétrico Instalado.....	62

## LISTA DE TABELAS

	pág.
TABELA 2.1 - CRT e LCD, Vantagens e Desvantagens .....	16
TABELA 2.2 - Produção e Venda de Monitores .....	27
TABELA 3.1 - Telas CRT utilizadas no LNA.....	46
TABELA 3.2 - Estimativa de horas/monitor utilizadas no LNA.....	46
TABELA 3.3 - CRT, consumo e custos com energia elétrica / Ano.....	47
TABELA 3.4 - LCD, consumo e custos com energia elétrica / ano.....	48
TABELA 3.5 - LCD: Média dos preços .....	49
TABELA 3.6 - LCD : Preços de monitores em 2007 .....	49
TABELA 4.1 - Dados da Simulação.....	54
TABELA 4.2 - Fluxo de Caixa para a troca de tecnologias.....	54
TABELA 4.3 - Resultados - análise de viabilidade - sem venda CRTs.....	55
TABELA 4.4 - Fluxo de Caixa para CRT .....	56
TABELA 4.5 - Análise de viabilidade – permanência do CRT .....	57
TABELA 4.6 - CRT e LCD, Comparativo dos custos energia / ano.....	58
TABELA 4.7 - CRT e LCD, Economia acumulada em 5 anos.....	59
TABELA 4.8 - Estimativa de Economia de Energia - dados técnicos.....	61
TABELA 4.9 - Estimativa de Economia de Energia - Consumo.....	61

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações  
ATSC - Advanced Television System Comitee  
BDE - Éteres Bromados  
BEN - Balanço Energético Nacional  
BEU - Balanço de Energia útil  
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CERON - Companhia Energética de Rondônia  
CERTI - Centro de Referência em Inovação Tecnológica  
CO<sub>2</sub> - Dióxido de Carbono  
CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações  
CRT - Cathode Ray Tube  
C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> - Hidrocarbonetos  
DLP - Digital Light Processing  
DVB - Digital Video Broadcasting  
EL - Eletroluminescente  
ELETROS - Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos  
EPE - Empresa de Pesquisa Energética  
FED - Field Emission Displays  
FSA - Fluidic Self-Assembly  
h - Horas  
HDTV - High Definition Television  
HUD - Heads Up Display  
ICA - Instituto CERTI Amazônia  
IDC - International Data Corporation  
INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial  
kWh - Quilo Watt hora  
LCD - Liquid Cristal Display  
LFC - Lâmpadas Fluorescentes Compactas  
LNA - Laboratório Nacional de Astrofísica  
MD-RPTV - Microdisplay Rear Projection TV  
MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia  
MME - Ministério das Minas e Energia



MP - Media Provisória  
MPOG - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão  
MW - Mega Watt  
NCLC - National Child Labor Committee  
NO<sub>x</sub> - Óxidos nitrosos  
NTSC - National Television System Comitee,  
OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
OLED - Organic light-emitting diode  
OPD - Observatório do Pico dos Dias  
OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo  
PAL - Phase Alternation Line  
PC - Personal Computer  
PCAST - President's Council of Advisors on Science and Technology  
PDP - Plasma Display Pannel  
PIM - Pólo Industrial de Manaus  
PITCE - Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior  
PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica  
REEE - Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos  
SECAM - Séquentielle Couleur à Mémoire  
SECEX - Secretaria de Comércio Exterior  
SLTI - Secretária de Logística e Tecnologia da Informação  
SO<sub>x</sub> - Óxidos de Enxofre  
SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus  
TEP/hab - Tonelada Equivalente de Petróleo por habitante  
TIR - Taxa Interna e Retorno  
TMA - Taxa Mínima de Atratividade  
OIE - Oferta Interna de Energia  
UNP - United Nations Publications  
US\$ - Dollar Americano  
VFD - Vacuum-Fluorescent Displays  
VPL - Valor Presente Liquido  
Wh - Watt hora

## RESUMO

O uso eficiente da energia na sociedade tornou-se essencial. A demasiada utilização dos recursos energéticos vem poluindo, aquecendo o planeta e exaurindo as reservas fósseis, forçando a utilização de fontes renováveis. A utilização da energia elétrica tornou-se importante na composição dos custos em todos os seguimentos da economia. O uso massificado de computadores este equipamento, ferramenta indispensável à Sociedade, adicionando-a cada vez mais consumidores de energia elétrica. Este trabalho mostra aspectos técnicos, econômicos e ambientais da utilização de telas de vídeo para computadores, destacando também aspectos relativos a outros tipos de utilização como em televisores e eletrônicos em geral.

Esta dissertação avaliou a troca de tecnologias por meio de pesquisa bibliográfica e da simulação da substituição de monitores de Tubos de Raios Catódicos (CRT), por monitores de Cristal Líquido (LCD), no caso do Laboratório Nacional de Astrofísica, órgão vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasil. A simulação foi feita para um horizonte de 5 anos, com cálculos de viabilidade econômica, pesquisa de preços e consumo energético de monitores. A real troca de CRT por LCD está vinculada a decisões internas. Esta dissertação tem o objetivo de servir de base a uma eventual substituição dos equipamentos. Mostrou substituição de equipamentos não tem viabilidade econômica quando comparada a outros investimentos comerciais, porém há significativa economia de energia com a mudança de tecnologia. A troca se mostrou relevante às questões de conservação, uso racional de energia e preservação do meio ambiente.

A troca abrupta do CRT por LCD pode causar efeitos indesejáveis, como desemprego e fechamento de fábricas no Brasil. Pode haver danos ao meio ambiente e à saúde, na produção e descarte inadequado dos monitores sejam eles CRT ou LCD. A doação de monitores mesmo que tecnologicamente defasada pode ajudar na mitigação da exclusão digital. Outras tecnologias, mais energeticamente eficientes, tais como *notebooks* em substituição a *Desktops*, e outros tipos de telas, ainda em fase de pesquisa e introdução ao mercado, como OLED e FED poderiam ser objetos de futuros estudos.

**Palavras Chave:** CRT. LCD. Eficiência energética. Meio ambiente. Energia.

## ABSTRACT

The Efficient use of power has become an essential concern. The excessive utilization of fossil energy resources has been leading to the need for using renewable sources. Electric power use is now a major factor in cost composition in all economic segments. The massive use of computers has become more and more indispensable in the daily activities of modern society bringing into it more potential power consumers. This paper approaches technical, economics and environmental aspects of Video Monitor for computer use in power efficiency promotion, and highlighting others applications like as the application in televisions. The present research evaluated the exchange of technologies in promoting power efficiency by replacing Cathode Ray Tube (CRT) monitors with Liquid Crystal Display (LCD) monitors, upon a case study at Laboratório Nacional de Astrofísica (astrophysics laboratory), an agency related with the Department of Science and Technology in Brazil.

A 5-year horizon has been considered in the simulation of monitor technology replacement, with feasibility calculations being prepared, as well as a broad research of monitor prices and power consumption.

The actual technology replacement is pending institutional decisions and the present paper will be used as a basis for a technology replacement. It has shown that replacing the CRT with LCD technology is not cost effective but will result in significant power savings. It has shown that is not economic viability when compared to other commercial investments, but showed that replacement is importance of rational use of power and environment preservation. It have been also verified, undesirable effects such as unemployment and closing of plants both in Brazil. Replacement of monitors may assist in the mitigation of digital exclusion by the donation of disregarded equipment. Other technologies, not approached in the present paper, are more efficient, such as notebooks and other kinds of displays, like OLED and FED, which may be discussed in future studies.

**Key Words:** CRT. LCD. Energy efficiency. Environment. Energy

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia faz com que cada vez mais oferta tenha que ser disponibilizada. O uso mundial de energia aumentou 20 vezes desde 1850, 10 vezes desde 1900, e mais de 4 vezes desde 1950. Entretanto, investimentos em novas plantas industriais podem tornar-se impraticáveis, principalmente em países em desenvolvimento, sem recursos, e por muitas vezes endividados. (GELLER, 2003). A demanda mundial de energia vem aumentando continuamente. Em parte, isto acontece pelo fato da população e de suas necessidades estarem crescendo. Mais indústrias, serviços e empregos são gerados e outra parcela é constituída pelo desperdício de energia (LORA, 2001).

O consumo total de energia elétrica final no Brasil em 2006 foi de 389.609 GWh e levantamentos preliminares nos primeiros meses de 2007, indicam que a demanda total de energia no Brasil - OIE, atingiu 225,8 milhões de [tep], montante 3,2% superior à demanda verificada em 2005 e equivalente a 2% da energia mundial (MME, 2007). A utilização de tecnologias mais eficientes pode contribuir para a diminuição da necessidade de novos investimentos em infra-estrutura energética, favorecer o desenvolvimento sustentável por meio do uso racional dos recursos, além de ajudar na conservação do meio ambiente.

A procura por produtos eletrônicos vem constantemente aumentando, o que significa mais equipamentos consumindo energia e maior disposição de lixo tecnológico. A cada ano novas tecnologias chegam ao mercado, isto pode ser notado no que se refere à tecnologia da informação. Esta expressiva troca de tecnologias força uma rápida obsolescência dos produtos no mercado, mesmo que eles estejam em perfeito funcionamento (LAMBERT, 2005).

A eletricidade constitui-se no mais importante agente promotor da modernidade, conforto e crescimento econômico (REICHMANN *at al* 1999 *apud* BASTOS, 2003), sendo assim, é preciso utilizá-la de forma mais eficiente.

A utilização de monitores LCD vem aumentando e substituindo o CRT (KIATKITTIPONG, 2007). Em 2006, foram produzidos no Brasil 7,1 milhões de unidades, sendo 65% na tecnologia CRT e 35% na de LCD. A previsão para o ano de 2007 é de 8,0 milhões, sendo 29% em CRT e 71% em LCD, as vendas aumentaram em 200% nos primeiros seis meses de 2007 em relação ao mesmo

período de 2006 (IDC, 2007). O LCD apresenta-se como uma alternativa mais eficiente, apesar do CRT oferecer um preço baixo, alguns monitores CRT apresentam um consumo em torno de 160 [ Wh ], enquanto um monitor LCD, pode corresponder a até 24% da potência de um equivalente CRT, com um consumo em torno de 30 Wh (GUTIERREZ *at al*, 2006).

A tecnologia CRT, de preço mais acessível, ainda é predominante no mercado mundial de telas para televisores, com 90% dos 183,4 milhões de unidades produzidas em 2004 (CERTI, 2007). Observa-se que a taxa de crescimento do consumo de telas LCD para uso em computadores se eleva mais significativamente que a de CRT. O mercado mundial de telas CRT, televisores e monitores, que em 2005 foi da ordem de US\$ 50 bilhões, apresentou declínio, não apenas no número de unidades vendidas, mas também na redução de preços causada pela difusão de tecnologias mais recentes, principalmente de LCD, plasma e projeção MD-RPTV (DISPLAYSEARCH, 2006).

A competição dos bens eletrônicos de consumo importados já fez desaparecer a fabricação local de diversos produtos. Apesar de o Brasil possuir a maior planta industrial de CRT do mundo, a substituição da tecnologia tradicional por telas de LCD não fabricadas no país, já mostrou seus efeitos, como o fechamento de uma grande indústria de CRT no Vale do Paraíba. (JORNAL VALE PARAÍBANO, 2007). A chegada de novas tecnologias de telas para televisores, monitores e celulares constituem em uma oportunidade para que o Brasil conte com uma indústria de componentes modernos, fortalecendo a cadeia produtiva eletrônica no país. É oportuna a discussão de ações visando proporcionar a produção nacional de monitores LCD.

A utilização de produtos que consomem energia elétrica, como os monitores, normalmente requer o uso de combustíveis fósseis para geração desta eletricidade, uma moderna análise econômica, deveria considerar os custos ambientais, basicamente, para reparar o ambiente ao seu estado original (KIATKITTIPONG, 2007).

Além dos fatores econômicos e tecnológicos, há ainda o fator ambiental, pois todas estas tecnologias provocam efeitos ao meio ambiente, seja na produção, utilização e descarte. Os monitores CRT, quando descartados de forma inadequada, contaminam o solo, a água e o ar, apresentando vários elementos

nocivos, como Chumbo e Cádmiio e LCD. Os LCD causam toxicidade do meio aquático, eutrofização da água e destruição da camada de ozônio, e além disso, os produtos de alta tecnologia, em sua grande maioria, são descartados antes do fim de sua vida útil, produzindo um acúmulo ainda maior de lixo (SPECTRUM, 2004).

Neste contexto, este trabalho aborda a troca de monitores de CRT por LCD, com o objetivo de apontar as implicações energéticas, tecnológicas, econômicas, sociais e ambientais, visando favorecer o desenvolvimento sustentável.

Foi realizada uma revisão bibliográfica pertinente ao tema, bem como uma simulação de troca de monitores CRT pelos de LCD, em uma instituição de pesquisa brasileira, o LNA - Laboratório Nacional de Astrofísica, vinculado ao MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, com a intenção de discutir a viabilidade econômica da troca de equipamentos e a destinação final dos monitores CRT, visando contribuir na promoção da eficiência energética e do desenvolvimento sustentável.

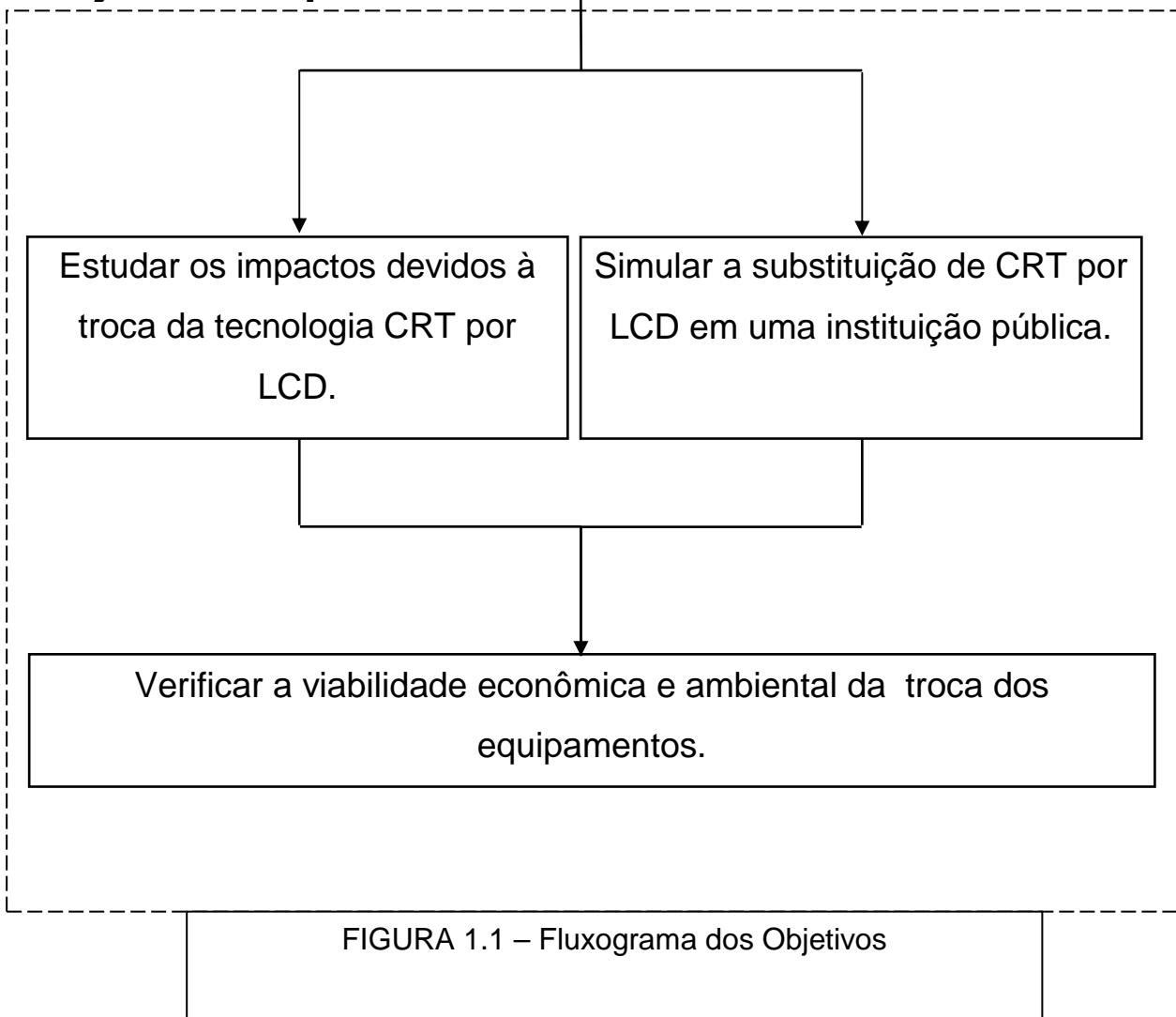
## Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é incentivar a redução de impactos ambientais por meio da economia de energia elétrica e, em um contexto amplo, pode servir de apoio à tomada de decisão no que se refere à troca de tecnologias e especificamente no que se refere à troca de monitores CRT por LCD. Os objetivos específicos desta pesquisa são estudar os impactos devidos à troca da tecnologia CRT por LCD, simular a substituição de CRT por LCD em uma instituição pública, verificar a viabilidade econômica e ambiental da troca dos equipamentos além do que, estimular a proposta de legislação específica. Na Figura 1.1 é mostrado o fluxograma dos Objetivos.

## Objetivo Geral

- Incentivar hábitos de consumo visando à economia de energia elétrica e diminuição dos impactos ambientais;
- Servir de apoio à tomada de decisão no que se refere à troca de tecnologias, especificamente no que se refere à troca de monitores CRT por LCD

## Objetivos Específicos





## CAPITULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Energia

As nações dependem diretamente das reservas energéticas para o desenvolvimento. "A distribuição de energia e a busca de recursos energéticos no mundo afetam as relações entre os países, como se tem testemunhado com os conflitos periódicos por causa do petróleo na região do Golfo Pérsico ou com as contendas entre OPEP e os países importadores de petróleo" (GELLER, 2003).

O uso das reservas energéticas e suas implicações influenciam no futuro do planeta, com impactos no meio ambiente e na vida sobre a terra. Os benefícios da produção da energia elétrica são facilmente reconhecidos pela população, enquanto os diferentes impactos ambientais advindos desta produção são dificilmente percebidos por diferentes grupos (SILVA, 2002).

Os recursos energéticos de origem fóssil e não fóssil, apresentam vantagens e desvantagens. Se de um lado as energias fósseis de natureza não renovável, com todos os seus problemas, são amplamente utilizadas, por outro lado, têm-se as energias alternativas e renováveis, que não conseguem ainda suprir totalmente as demandas energéticas, principalmente das nações desenvolvidas que são quem mais consomem energia. A humanidade consome cada vez mais rapidamente seus recursos energéticos, situação que levou a quase extinção da baleia pelo uso de seu óleo (TERTZAKIAN, 2006).

O crescente consumo de energéticos que se iniciou com a queima da lenha, caminha para a exaustão das reservas fósseis, conforme pode ser observado na FIGURA 2.1.

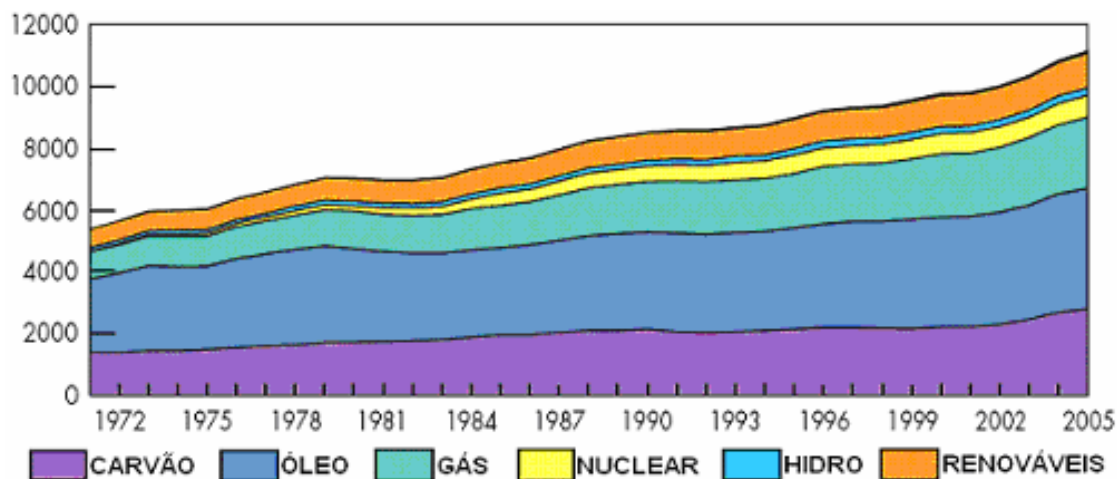


FIGURA 2.1 - Evolução da Fonte Mundial da Energia Primária (Mtoe)

Fonte: Adaptado de IEA, 2007

Nos vários processos da sociedade, necessitamos da energia em uma de suas mais nobres formas, a eletricidade. Nações industrializadas tendem a possuir mais aparelhos eletro-eletrônicos, máquinas industriais, aquecedores, condicionadores de ar, computadores, entre outros. Para suprir estas necessidades, grandes investimentos devem ser feitos na proteção das reservas e também na produção, transporte, distribuição e comercialização da energia.

Entretanto, a construção de novas plantas industriais pode provocar efeitos indesejáveis ao meio ambiente pela emissão de CO<sub>2</sub>, afetando não somente os locais onde as fábricas estão instaladas, mas também o mundo todo. A FIGURA 2.2 mostra que a emissão de CO<sub>2</sub> ocorre em maior número nos países desenvolvidos. A sigla OECD inclui, além dos Estados Unidos, países como França, Alemanha, Itália, dentre outros.

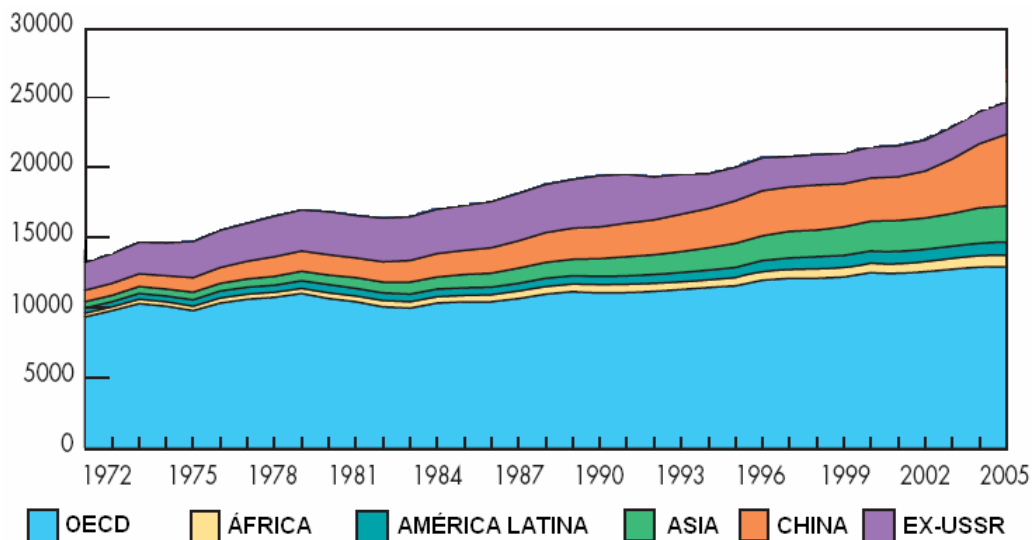


FIGURA 2.2 - Emissão de CO2

Fonte: Adaptado de IEA, 2007

Em nossa sociedade dá-se exagerada ênfase ao aspecto do crescimento econômico, sem considerar que a exploração descontrolada dos recursos naturais implica em grandes prejuízos ambientais e humanos. As sociedades urbanas modernas requerem grandes quantidades de energia para sua sobrevivência. Em países como o Brasil, o aumento de um ponto percentual no PIB significa um aumento de 30% no consumo de energia, o que exigiria mais investimentos (SILVA, 2002).

Devido à ineficiência dos equipamentos nas residências de baixa renda em países industrializados, o gasto com energia varia de 12 a 26 % da renda familiar. As famílias das classes média e alta gastam uma porcentagem menor do orçamento familiar, apesar de consumirem 75% a mais de energia do que as residências de baixa renda (NCLC, 1995 *apud* GELLER, 2003).

O desenvolvimento sustentável pode ser capaz de suprir adequadamente a energia de modo a satisfazer as necessidades humanas básicas, melhorando o bem estar social e de atingir um desenvolvimento econômico mundial. Nas últimas décadas têm ocorrido avanços na eficiência energética de equipamentos, iluminação, veículos, instalações físicas, usinas e processos industriais. Porém, tais avanços têm contribuído substancialmente em maior uso e intensidade da energia. Uma grande economia de energia poderia ser conseguida mediante ampla adoção de tecnologias disponíveis comercial e energeticamente eficazes.

(GOLDENBERG, 2003). O enfoque do desenvolvimento sustentável é diferente em países desenvolvidos e em países em desenvolvimento; os primeiros têm uma responsabilidade especial pois consumiram e consomem grande parte dos recursos mundiais que são desproporcionalmente grandes. Já para os países em desenvolvimento, o “Desenvolvimento sustentável”, significa a utilização dos recursos naturais para melhoria dos seus padrões de qualidade de vida.(HINRICHS *at al*, 2003).

A revolução dos materiais e da eletrônica digital permite a substituição de tecnologias ultrapassadas por equipamentos mais eficientes. Em outubro de 2006, a União Européia lançou um plano de ação para eficiência energética, que prevê um aumento de 20% no aumento da eficiência até 2020 com diversas novas diretrizes (SUSTAINABLE ENERGY NEWS, 2006). O potencial para grandes economias de energia não se limita aos países industrializados. Nos países em desenvolvimento, as instalações residenciais, iluminação, motores e processos industriais são ainda ineficientes. Estima-se que o potencial total de economia de energia dos países em desenvolvimento seja de 40% ou mais (JOCHEM, 2000 *apud* GELLER, 2003).

No Brasil, de 1970 a 1996, o consumo de energia triplicou e espera-se que o consumo atinja entre 2,5 e 3,0 TEP / *per capita* dentro de 20 anos (GOLDEMBERG, 1998). O país conta hoje com uma produção de 93.158 GW (BEN, 2006).

A energia hidráulica sempre foi predominante no Brasil, pelo fato de ser um dos países mais ricos do mundo em recursos hídricos. O país dispõe de poucas reservas de carvão e elas são de baixa qualidade. Entre as outras tecnologias geradoras de eletricidade utilizadas no país, estão as term nucleares, as termelétricas a gás natural e a óleo diesel, mas nenhuma delas contribui com uma porcentagem maior do que 7% do total. A introdução da biomassa, energia nuclear e gás natural, reduziu a porcentagem da hidroeletricidade de 92% em 1995 para 83% em 2002 (LUCON, 2007).

O consumo de energia *per capita* num país em desenvolvimento como o Brasil ainda é pequeno e não se poderia esperar que medidas de eficiência energética tivessem tanto impacto como um nos Estados Unidos, já que é indispensável que o consumo de energia cresça para promover o

desenvolvimento. No entanto, nada impede que o uso de tecnologias modernas e eficientes seja introduzido logo no início do processo de desenvolvimento, acelerando com isso o uso de tecnologias eficientes. Esse é o chamado efeito *leapfrogging*, que se contrapõe ao pensamento de que, para haver desenvolvimento, é preciso que ocorram impactos ambientais. (LUCON, 2007).

A eficiência energética pode ser utilizada como instrumento de combate ao desperdício e ajudar a evitar crises no setor elétrico, como a ocorrida em 2001, quando o Brasil se viu diante da perspectiva do colapso no sistema elétrico, conhecido como "O Apagão". O sistema elétrico nacional não estruturado para suprir o crescimento econômico pode ter um efeito negativo. O racionamento de energia elétrica, implementado entre os meses de julho e setembro de 2001, acarretou uma redução na produção da indústria nacional de 13% nas grandes empresas e de 14% nas pequenas e médias, segundo a Confederação Nacional da Indústria (VENDRUSCULO, 2005).

Utilizar a energia de forma eficiente, gerir adequadamente as demandas e melhorar a produtividade, trazem benefícios ambientais e econômicos (HENRIQUES *et al*, 2001). O aumento da eficiência energética de equipamentos, sistemas e processos são obtidos através da adequação de normas, códigos e principalmente através de programas de premiação das empresas eficientes (LORA, 2001), o que pode ajudar a minimizar os riscos de um possível colapso no sistema elétrico nacional.

O BEU - Balanço de Energia Útil, que é a energia de que dispõe o consumidor depois da última conversão feita em seus próprios equipamentos, permite processar as informações setoriais do BEN - Balanço Energético Nacional, de modo a avaliar o rendimento energético global da sociedade brasileira e os rendimentos específicos dos setores por atividades, nas diferentes formas de energia e usos finais. A partir do BEU de 1983, adotou-se a eficiência de 100% para outros usos da energia, como por exemplo, em equipamentos de telecomunicações, receptores de televisão, máquinas de cópia eletrostática, computadores, entre outros. Após isso, houve uma redução no consumo de energia desses equipamentos, decorrentes do aumento da eficiência. Em função deste fato e da dificuldade de estimar valores significativos para a eficiência, manteve-se o valor do rendimento de 100% (BEU, 1995). Pôde-se assim avaliar a

influência da sociedade e da tecnologia no consumo de energia, demonstrando que o efeito da tecnologia é, em geral, maior do que o efeito da sociedade.

A eficiência energética é, sem dúvida, a maneira mais efetiva de, ao mesmo tempo, reduzir os custos e os impactos ambientais locais e globais. Além disso, a conservação diminui a necessidade de subsídios governamentais para a produção de energia (LUCON, 2007).

O efeito da tecnologia é particularmente significativo no caso de segmentos como o Setor Industrial, em que a competitividade é um indutor do aumento de eficiência ou dos insumos energéticos usados nesse Setor (BEU-SINOPSE, 2007). Os resultados da sinopse do BEU mostraram que houve uma melhora significativa no rendimento médio de uso da energia do Sistema Produtivo Brasileiro.

Muitas vezes é difícil quantificar de uma forma geral as eficiências de algumas categorias de equipamentos, tais como computadores e equipamentos eletrônicos, mas é nítida a idéia de que as mudanças de tecnologias, em geral, proporcionam uma melhoria na eficiência energética.

### **2.1.1 Outras Trocas de Tecnologias**

No passado, muitas tecnologias foram substituídas nos mais diversos setores da sociedade. Em alguns casos as mudanças foram graduais, em outros, as substituições se deram de forma radical e nem sempre com a apresentação dos resultados teóricos esperados. Por vezes, seguindo algumas fases distintas, segundo COSTA (2005), a produção de luz passou por quatro fases, iniciando-se com a preocupação do homem, na pré-história, em manter uma chama acesa, desenvolvendo velas e lâmpadas a óleo no Império romano, por sistemas energeticamente mais eficientes e econômicos (lâmpião com camisa em 1874, pela invenção da lâmpada incandescente por Thomas Edison em 1879), culminando com a aplicação de sistemas ópticos nos dias de hoje e lâmpadas baseadas na descarga em gases, devido à melhoria de eficiência e reprodução de cores.

No Brasil, um estudo sobre a aplicação de lâmpadas fluorescentes compactas em substituição as lâmpadas incandescentes tradicionais, obteve alguns resultados interessantes relacionados ao assunto troca de tecnologias.

Visando a economia de energia, a CERON - COMPANHIA ENERGÉTICA DE RONDÔNIA implementou um modelo para substituição de lâmpadas incandescentes de 60 W por lâmpadas eletrônicas compactas de 15 W nos alimentadores e/ou circuitos de baixa tensão que apresentavam curva de carga desfavorável, para consumidores de baixo poder aquisitivo como residências asilos, orfanatos, para menores e idosos carentes. O modelo previa ainda substituição de 30.400 lâmpadas (trinta mil e quatrocentas), sendo 2 lâmpadas por residência. Calculou-se uma economia de 2.496,6 [ MWh / ano ] e uma demanda retirada da ponta de 848,2 kW. O modelo previa ainda, que o uso de lâmpadas fluorescentes compactas melhoraria a qualidade de iluminação, aumentaria o fluxo luminoso e reduziria custos operacionais com a troca de lâmpadas devido à vida útil mais longa, se comparada às lâmpadas incandescentes média de 8000h. Foram substituídas por doação a 15.141 consumidores, 30.376 lâmpadas incandescentes de 60 W por lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) de 15 W, com o selo PROCEL INMETRO de desempenho, 110V, vida média de 8.000h.

Estimava-se economia média por residência de 13,7 kWh / mês. Analisadas 15.141 residências, o consumo médio nos seis meses anteriores e seis meses posteriores à aplicação do modelo constatou-se um aumento médio de 5 [ kWh / mês ], diferente da redução esperada, o que caracterizou um resultado não-satisfatório para a aplicação do modelo. Isso pode ter ocorrido devido ao não-recolhimento das lâmpadas incandescentes. Re-dividiu-se o grupo entre aqueles que tiveram redução e os que tiveram aumento de consumo, e obteve-se redução e aumento de 33 e 45 kWh / mês, respectivamente. O novo grupo totalizou 14.400 consumidores e apresentou aumento médio de 5 kWh / mês (ao invés de reduzir 13,7 kWh / mês), portanto, com desvio de 18,7 kWh / mês do patamar esperado, confirmando-se o resultado não-satisfatório da aplicação do modelo.

No que se refere à destinação dos equipamentos substituídos, as lâmpadas incandescentes foram entregues aos consumidores, o que pode ter oferecido condições para desvio do resultado esperado de redução de consumo e de retirada de demanda da ponta de carga do sistema elétrico (BASTOS, 2003).

## 2.2 Tecnologia

Os monitores passam por um processo de evolução tecnológica, principalmente devido à utilização de telas de cristal líquido (LCD) em pequenas e grandes telas e em segmentos outrora dominados pelo CRT, como televisores.

Na FIGURA 2.3 é mostrada, em ordem cronológica, a evolução das principais tecnologias de telas disponíveis no mercado mundial.

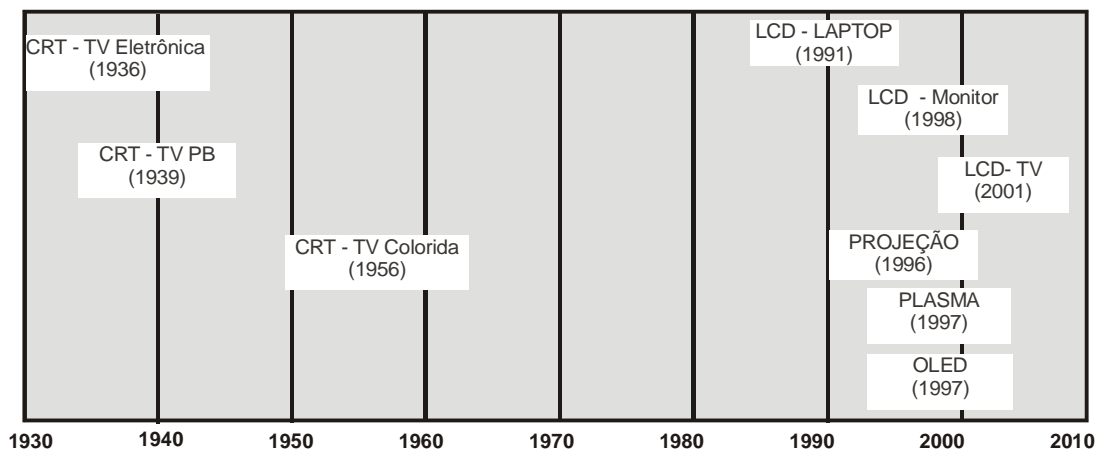


FIGURA 2.3 - Evolução das Tecnologias de Telas

Fonte: GUTIERREZ at al, 2006

A televisão, ou a transmissão de imagem e som via ondas eletromagnéticas, a partir do século XX, iniciou com a transmissão de contornos e 3 linhas definição e evoluiu rapidamente. Na década de 1950 possuía 10.000 de aparelhos. Logo após, iniciaram-se as transmissões em cores, onde surgiu o dilema do que fazer com os aparelhos preto e branco já existentes. Decisões que envolveram vários aspectos, sociais, econômicos, culturais, entre outros. Na época fizeram com que cada país seguisse rumos diferentes. Os EUA optaram por aproveitar os aparelhos existentes compatibilizando as transmissões (NTSC), de modo que os dois sistemas funcionassem paralelamente por mais tempo. A Alemanha colocou em 1967 uma variação do sistema americano (PAL). A França optou por colocar um sistema que não era compatível com o sistema pré-existente (SECAM), não re-avaliando os aparelhos em uso. O Brasil não adotou de imediato o novo sistema, pois era caro (TVHISTORY, 2006). Diferentes opções causaram diferentes impactos, devido ao aproveitamento ou não da tecnologia pré-existente.



O Brasil passou por um processo de discussão a respeito do sistema da próxima geração de aparelhos televisores. O padrão atual utiliza um sistema analógico, e a próxima geração utilizará a tecnologia digital, que oferecerá imagens de alta definição, som de qualidade, recepção móvel das imagens em carros, ônibus, celulares, novos serviços (Oportunidades de negócios), transmissão de vários programas simultaneamente, interatividade e vendas de produtos pela televisão. Entretanto, a troca de padrão tecnológico implicará na substituição dos atuais aparelhos de transmissão e recepção. A escolha do padrão mais adequado às necessidades do Brasil coube a ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações, órgão regulador do setor e que possui atribuição legal para expedir normas e padrões, de acordo com o que estabelece o inciso XIV do art. 19 da Lei Geral de Telecomunicações (TAVARES, 2001).

O mercado brasileiro de televisores cresceu no período de 2004 a 2006, estima-se que em 2007 chegue a 11% de crescimento, segundo dados da Eletros - Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (CERTI, 2007). Em 2006, a produção de televisores CRT chegou a 12.626 milhões de Unidades, de plasma tiveram um aumento superior a 540% em sua produção, chegando a pouco mais de 193 mil unidades e os televisores de LCD cresceram sua produção em 1.700%, chegando a 188 mil.(SUFRAMA, 2007)

Alguns países já fizeram as suas escolhas e existem no momento três padrões de televisão digital disponíveis no mundo: o norte-americano, o europeu e o japonês, cada um com suas definições de qualidade de imagem, resolução e formato de tela. As escolhas das novas tecnologias podem influenciar na aceitação das mesmas. Os EUA optaram pelo padrão ATSC - *Advanced Television System Comitee*, direcionado a televisores de alta-resolução ( HDTV- *High Definition Television* ). Entretanto, este sistema demanda aparelhos mais caros, o que talvez isto explique a pouca penetração da TV digital nos EUA. Até o momento apenas 600.000 aparelhos em um universo de 250.000.000.

A televisão, no Brasil, exerce papel social fundamental, sendo às vezes a única fonte de informação da maioria da população, atingindo aproximadamente 44,7 milhões de domicílios (IBGE, 2006). Normalmente os aparelhos existentes utilizam telas de CRT, entretanto, já está havendo grande procura por telas de plasma e LCD.

A primazia do LCD entre as novas tecnologias para telas tornou-o objeto de estudo no mundo todo. A pesquisa de novas tecnologias e dispositivos é intensa e subsidiada por governos e indústrias. As tecnologias de telas mais promissoras fazem uso de nanotecnologia e por esse motivo o Governo Federal, ao lançar sua Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), incluiu a nanotecnologia como um dos setores prioritários para estudo destas novas tecnologias de telas para televisores, monitores e celulares. Estima-se que o mercado de nanotecnologia gire em torno de US\$ 80 bilhões, sendo 8% a nanotecnologia, que incluem os LCD e OLED. Esta é uma oportunidade de modernização da indústria brasileira de componentes e fortalecimento da cadeia produtiva eletrônica do país por meio de incentivos e investimentos nas esferas acadêmica e governamental. (GUTIERREZ *at al*, 2006).

Além do CRT e LCD, há no mercado mundial de telas outras diferentes tecnologias, como o *Plasma Display Pannel* (PDP), *Organic-Lightting Emissor Diode* (OLED), *Digital Light Processing* (DLP), *Vacuum-Fluorescent Displays* (VFD), *Heads Up Display* (HUD), cada uma com suas peculiaridades e aplicações específicas. Muitas variáveis influenciam na demanda, tais como a portabilidade, dimensões da tela, condições de operação (iluminação ambiente e incidente, ângulo de visada, temperatura ambiente, etc.) e o valor que o consumidor se dispõe a pagar. Na FIGURA 2.4 são mostradas as telas disponíveis no mercado nacional, de acordo o tamanho e tecnologia empregada. As telas CRT são menores que 40 polegadas, devido ao peso e as dificuldades de construção de telas maiores, os monitores LCD, entretanto, podem passar de 80 polegadas.

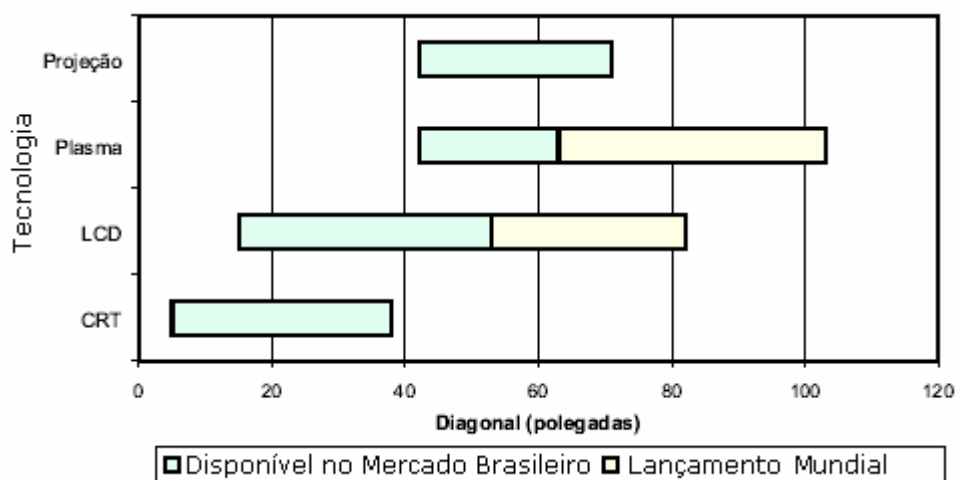


FIGURA 2.4 - Telas disponíveis no mercado

Fonte: BNDES apud GUTIERREZ *at al*, 2006

As telas de CRT e plasma ainda são as mais populares e as mais comercializadas no seguimento de televisores, entretanto os LCD trazem algumas vantagens, tais como leveza e ausência de *flicker* (cintilação). Para uso em computadores, no entanto, as telas LCD vêm ocupando o espaço do CRT.

O CRT é um dispositivo emissor de luz, utilizado há mais de 100 anos, que consiste em tubo de imagem de alto vácuo, com uma camada de material fosforescente, onde um canhão de elétrons bombardeia as células de fósforo da parte frontal, formando a imagem. Nos monitores de LCD, a imagem é formada por pequenas células de cristal líquido entre duas placas de vidro, que são ativadas através de pequenos pulsos elétricos (BERKWITZ, 2005).

Devido à natureza inerente de cada tecnologia para a formação da imagem, as telas de LCD e CRT apresentam vantagens e desvantagens, que são apresentadas na TABELA 2.1.

TABELA 2.1 - CRT e LCD, Vantagens e Desvantagens

CRT	LCD
<b>Vantagens e Desvantagens</b>	
Opera com várias resoluções e relações;	Resolução fixa, definida na fabricação;
Melhor nível de Contraste, e melhor definição de preto;	Dificuldade na exibição de preto e cinza escuro, menor contraste que o CRT;
Melhores escalas de cinza e cores;	Saturação baixa para cores de baixa intensidade,
Tempo de resposta rápido;	Maiores tempos de resposta;
Menor custo de aquisição;	Maiores custos de aquisição;
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ângulo de visão limitado;</li> <li>• Fácil saturação, além do limite de brilho;</li> <li>• Ocorrências de pixels inativos na tela;</li> <li>• Pode ocorrer iluminação irregular da tela.</li> </ul>
Não uniformidade da nitidez, principalmente nos cantos;	Nitidez uniforme na resolução natural do painel;
Sujeitos à distorção geométrica, causados por outros equipamentos	Não apresenta distorção geométrica, não susceptível a campos magnéticos
Apresenta menor brilho na imagem;	Melhor desempenho do brilho, se comparado às demais tecnologias
Apresentam a tela convexa do ponto de vista do observador;	Tela plana;
Tamanho , peso e volumes elevados, menor área útil de exibição;	Telas finas, pouco peso e volume, maior área de exibição;

Geração de campos eletromagnéticos para o meio externo;	Geração de campos eletromagnéticos bem inferiores;
Displays coloridos são susceptíveis à interferência eletromagnética.;	Não são susceptíveis à interferências;
Sujeito a <i>Flicker</i> (cintilação da imagem) ;	Imagens estáveis;

Fonte: Adaptado de GUTIERREZ *at al*, 2006

Além dos monitores CRT e LCD, existem outros que já são produzidos em larga escala e estão se popularizando, os monitores de plasma, ou *Plasma Display Pannel* (PDP), e outras como OLED, (PDP), *Digital Light Processing* (DLP), *Vacuum - Fluorescent Displays*, (VFD), *Heads Up Display* (HUD), cada uma com suas peculiaridades e aplicações específicas.

### **PDP - Telas de Plasma**

Estrutura semelhante à dos monitores LCD, diferem na construção das células. São basicamente duas placas de vidro e eletrodos que aplicam tensões elétricas nas células, que são compostas por micro tubos fluorescentes que geram a imagem, utilizam o princípio de funcionamento das lâmpadas fluorescentes. Uma descarga de alta voltagem excita uma mistura de gases como o hélio e o Xenônio (BABOO, 2007).

Na FIGURA 2.5 é apresentado o esquema de funcionamento da tecnologia de Plasma, observando-se uma cavidade no vidro, onde é depositada uma camada de fósforo colorido. Esta cavidade contém células que, ao receberem uma descarga elétrica, liberam radiação ultravioleta que acende a camada de fósforo, gerando assim a imagem.

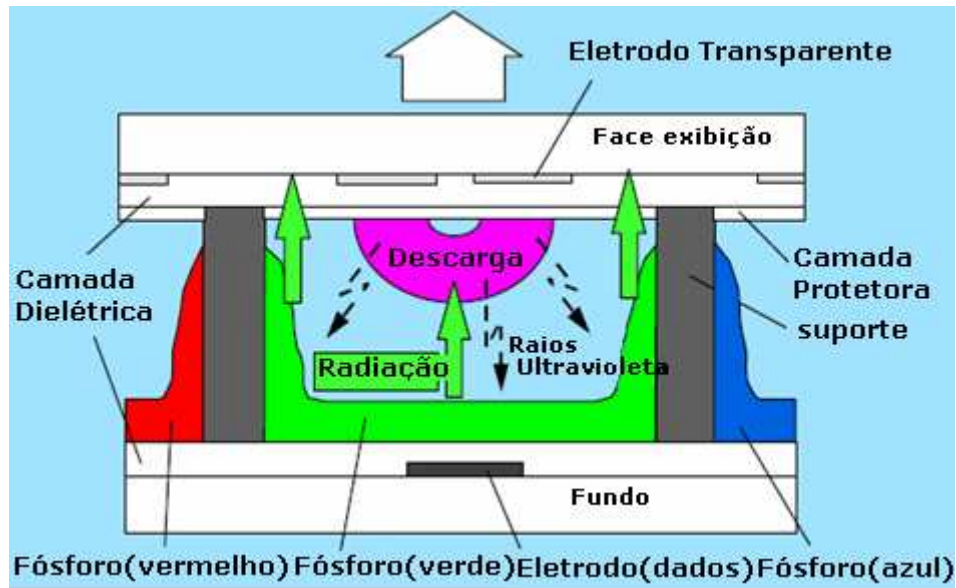


FIGURA 2.5 - PDP, Princípio de Funcionamento

Fonte: Adaptado de NEC, 1998

As cavidades no vidro são demasiadamente grandes, e por esta razão, os monitores de plasma possuem um *dot-pitch* em torno de 1 milímetro, o que equivale a aproximadamente 30 vezes o *dot-pitch* de um monitor CRT. Esta propriedade não permite monitores de plasma com altas resoluções, mas possibilitam telas grandes, podendo-se ter PDP acima 100 polegadas. As marcas comercializadas no Brasil são importadas, o que acarreta um preço ainda elevado. Devido ao tamanho de seus *pixels*, sua melhor qualidade de imagem se forma a aproximadamente a 3 metros, não sendo adequado para o uso em computadores.

### Telas FED

Os monitores FED funcionam basicamente da mesma maneira que os tubos CRT, que é a emissão de elétrons sobre uma camada de fósforo que é transformada em luz. A principal diferença entre estas tecnologias está no tubo, que deixa de ser um elemento grande para ser uma agrupação de minúsculos tubos catódicos, ao invés de um único canhão de elétrons atualizando cada uma das células de fósforo, cada célula de fósforo possui uma alimentação própria, através de um conjunto de mini-canhões, na forma de minúsculas pontas metálicas. Na FIGURA 2.6 é apresentado o esquema de funcionamento da tecnologia FED:

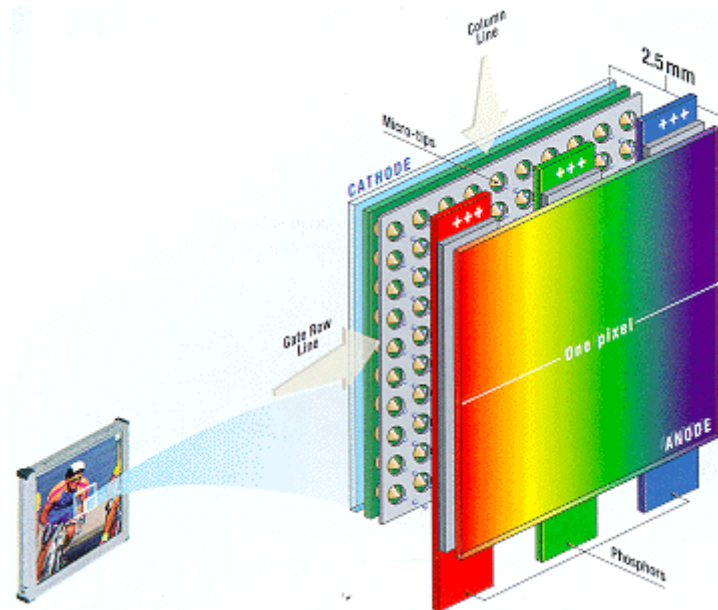


FIGURA 2.6 - Esquema de Funcionamento da Tecnologia FED

GENCIENCIA, 2007.

Esta tecnologia possibilita a produção de monitores quase tão finos quanto os monitores LCD, além de promover a diminuição do consumo de energia elétrica, pois não existe o desperdício causado pelo canhão de elétrons, pois cada mini-canhão utiliza apenas a energia necessária para manter a imagem. Esta tecnologia apresenta algumas vantagens com relação aos de LCD:

- Não existem limitações de ângulo de visão;
- Baixo consumo de energia, menos de 5 [W] para um FED de 14 polegadas (GENCIENCIA, 2007).

## Telas OLED

OLED (*Organic Light Emitting Diode*) ou Diodo Orgânico Emissor de Luz promete telas planas muito mais finas, leves e baratas que os atuais LCD. Estes diodos orgânicos são compostos por moléculas de carbono que emitem luz ao receberem uma carga elétrica. Estas moléculas podem ser aplicadas diretamente sobre a superfície da tela, usando algum método de impressão logo em seguida são acrescentados filamentos metálicos que conduzem os pulsos elétricos a cada célula a um baixo custo. Este tipo de tela poderá ser produzido até mesmo usando uma impressora jato de tinta, equipada com as tintas corretas. Com esta técnica podem-se produzir telas de baixa densidade, como os usados nos

aparelhos de som automotivos, celulares, *e-paper*, *e-books*, leitores descartáveis ou a construção de telas mais elaboradas, capazes de concorrer com os monitores LCD. São telas muito simples e apresentam um custo baixo (ANTONIADIS, 2006). Na FIGURA 2.7 é mostrada a estrutura que compõe o display OLED.

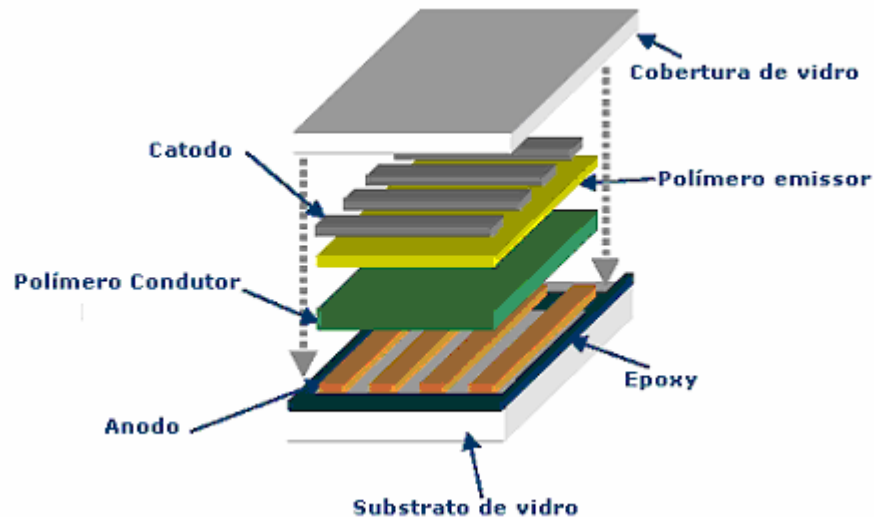


FIGURA 2.7 - OLED, Estrutura da Tela

Fonte: Adaptado de ANTONIADIS, 2006

O primeiro telefone celular equipado com uma tela principal OLED, foi apresentado no início de 2006. É composto por uma tela colorida AMOLED (*Active Matrix OLED*) de 2,2 pol. de 176 linhas e 220 colunas (NOWAK, 2007). Na FIGURA 2.8 é mostrado um histórico e a projeção das possíveis utilizações deste tipo de tela.

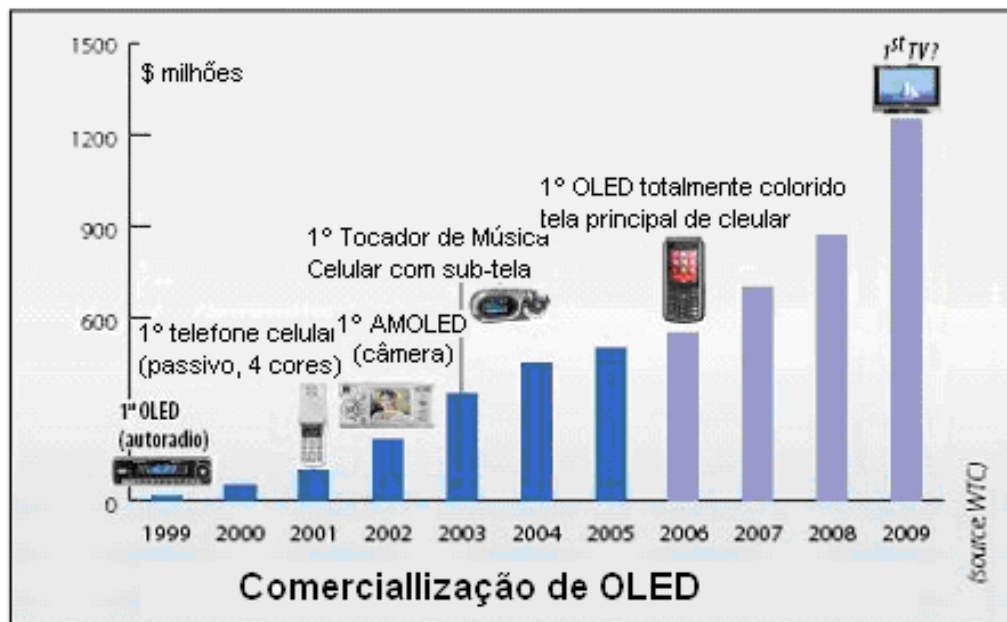


FIGURA 2.8 - Aplicações de Telas OLED

Fonte: WTC – adaptado de Wicht Technology Consulting, 2006

### Telas EL (eletroluminescente)

Utilizam um tipo especial de fósforo que emite luz ao receber uma carga elétrica. O design destes monitores é semelhante ao dos monitores LCD de matriz passiva, com linhas e colunas de filamentos que ativam as células de fósforo. Filtros coloridos verdes, vermelhos e azuis são responsáveis por cada *pixel*. Os EL é menos sensível a impurezas que o LCD, o que permite a fabricação fora das salas limpas, que respondem por uma porcentagem considerável dos custos dos fabricantes de LCD. Esta é uma tecnologia emissiva, com um ângulo de visão semelhante aos monitores CRT, pode vir a ser um substituto de baixo custo para os telões de plasma.

### Telas FSA

Esta tecnologia ainda está sendo desenvolvida. Nos monitores LCD de matriz ativa, toda a tela é tratada com silício amorfo, ou poli - silício. O monitor torna-se uma espécie de chip gigante, caríssimo de ser produzido, pois o custo de produção de chips é proporcional ao seu tamanho. Como o vidro tratado não é um material muito bom para a construção de transistores, os índices de transistores defeituosos aumentam, causando os chamados *bad pixels*. A tecnologia FSA (*fluidic self-assembly*) desenvolvida pela *Alien Technology* pode ser a resposta



para este problema. Nesta tecnologia, ao invés de construir os transistores diretamente na camada de vidro, são fabricados *waffers* de silício tradicionais, com milhões de transistores, que são posteriormente separados.

### 2.3 Economia e Sociedade

Um componente em um computador que tem uma grande contribuição para a satisfação e conforto das pessoas é o monitor de vídeo. Quando se compra um computador, discute-se a velocidade do processador, a quantidade de memória, a capacidade de armazenamento do disco rígido e até algum tempo atrás, aliado a toda esta tecnologia, era utilizada uma tecnologia de mais de 100 anos, os monitores CRT (BERKWITZ, 2005).

Por décadas, os CRT foram os mais populares, porém hoje o domínio já é dos LCD, pelo fato de terem tamanho compacto, baixo peso, baixo consumo de energia, tempo de resposta mais rápido, melhor qualidade das cores, entre outros. No mercado mundial existem diversas tecnologias de monitores e as mais conhecidas para uso em computadores são o CRT e o LCD. O preço de comercialização do monitor de LCD já foi alto, quando comparado ao de um monitor de CRT, que apesar de ter um baixo preço, apresenta um consumo de energia maior que o LCD (CHEN, 2004).

A utilização do CRT ainda é predominante, principalmente em televisores, por ser uma tecnologia de preço mais acessível. Observa-se, porém, que a taxa de crescimento do consumo de monitores de LCD se eleva significativamente em relação ao CRT. O mercado de CRT para televisores e monitores, que em 2005 foi de US\$ 50 bilhões, de acordo com a DISPLAYSEARCH (2006), apresentou declínio nos preços e no número de unidades vendidas, causado pela difusão de novas tecnologias como LCD, Plasma e Projeção. Apesar da queda dos preços dos monitores LCD, observou-se também a queda dos preços do CRT (ANSHELL, 2005).

Em 2005, o mercado de telas planas (LCD, Plasma e Projeção) foi de US\$ 74 bilhões, sendo o LCD responsável por US\$ 60 bilhões, que é a tecnologia que vem substituindo o CRT, principalmente no que se refere a monitores de computador (GUTIERREZ *at al*, 2006).

Na FIGURA 2.9, pode-se ver a fatia de mercado das principais tecnologias

de displays no ano de 2006 com destaque para as telas LCD que corresponderam a 75% do mercado mundial de displays (ANTONIADIS, 2006).

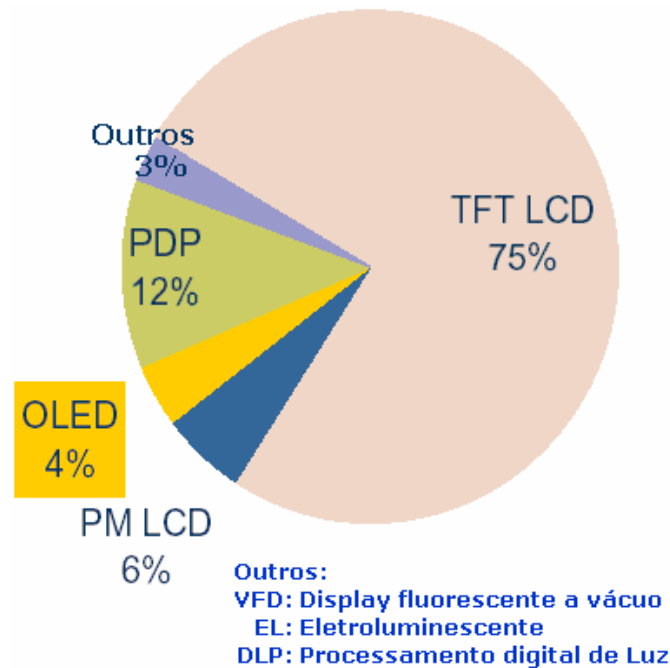


FIGURA 2.9 - Mercado Mundial de Monitores

Fonte: Adaptado de DISPLAYSEARCH, 2006 apud ANTONIADIS,2006

No que se refere a monitores CRT e LCD, a diferença entre o número de aparelhos vendidos vem caindo ano a ano, apesar do custo ainda mais elevado do LCD. A venda de monitores LCD superou a do CRT a partir do segundo semestre de 2004. Ao final de 2005, o mercado de monitores LCD atingiu US\$ 35 bilhões, correspondendo a 73,3% do mercado mundial de monitores (DISPLAYSEARCH, 2006).

### 2.3.1 Produção de Monitores no Brasil

Apesar do Plasma e LCD estarem em fase de introdução e crescimento e consolidação no mercado mundial de televisores, se verifica que tecnicamente e economicamente há pouca possibilidade para atividades de pesquisa e desenvolvimento de tais tecnologias no Brasil, pois estas tecnologias já se encontram dominadas por seus fabricantes. O mercado mundial de Plasma e LCD, estão sendo atendidos por países estrategicamente bem localizados, o México bem posicionado para o mercado HDTV americano, Japão e China atendendo ao mercado europeu e japonês. A implantação de fábricas montadoras

de telas no Brasil, segundo alguns fabricantes, exigiriam altos investimentos que, segundo eles, não são economicamente viáveis em função do reduzido mercado brasileiro e sul americano para este tipo de produto, caro e sofisticado para a maioria de sua população. A solução para implantação de novas fábricas de telas, em grande parte, somente sairá através de negociação política e de incentivos. Sugere-se uma política de incentivo a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias como a OLED e a FED, ainda em fase de pesquisa em todo o mundo.(CERTI, 2007)

A venda de monitores LCD no mercado brasileiro cresceu 200 % nos seis primeiros meses de 2007 em relação ao mesmo período do ano passado. Segundo o estudo *Brazil Quarterly LCD and Plasma Monitors Tracker Q2 2007*, realizado pela *International Data Corporation* do Brasil, de janeiro a julho foram contabilizadas vendas de aproximadamente 4 milhões de monitores no País, somados os LCD e os CRT. A expectativa da IDC Brasil é que o mercado nacional movimente cerca de 9 milhões de monitores até o final de 2007 (SAKIS, 2007).

No Brasil, pode-se observar que as vendas de monitores LCD estão crescendo, confirmando as previsões de aumento de vendas, como mostrado na FIGURA 2.10.

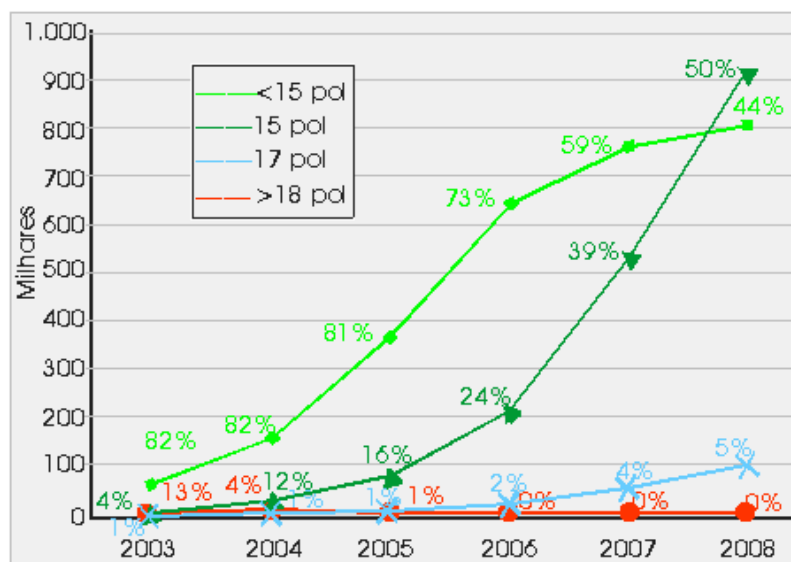


FIGURA 2.10 - Previsão Mercado Brasileiro de Monitores LCD

Fonte: Adaptado de RODRIGUES I., 2005

No Brasil, a competição dos bens eletrônicos de consumo importados já fez desaparecer a fabricação local de diversos produtos. Apesar de o país possuir a

maior planta industrial de CRT do mundo, a substituição da tecnologia tradicional por telas de LCD finas e leves, não fabricadas no país, já mostrou seus efeitos, com a demissão de trabalhadores e fechamento de fábricas. A presença do LCD em um grande número de dispositivos, como por exemplo, em celulares, faz com que o display seja, atualmente, o segundo componente eletrônico mais importado pelo país. O LCD, de pequenas e grandes dimensões foi responsável por um déficit de US\$ 537 milhões. A balança comercial brasileira mostra ainda um déficit devido à importação de CRT especiais, produzidos pelos chineses em poucas fábricas ao redor do mundo, equipadas com antigas linhas de produção desativadas na Europa e EUA.

Para agravar a situação, os fabricantes concentram as novas plantas para as novas tecnologias principalmente na Ásia, prejudicando assim a produção nacional de displays LCD para televisores, monitores e terminais. Há uma demanda por essa tecnologia no país, que vem se intensificando ao longo dos anos, configurando-se assim, um quadro de extrema dependência do país em relação aos *displays* de novas tecnologias. O relativo conforto proporcionado pela grande produção brasileira de cinescópios, alimentando a maior parte da indústria local de televisores, tende a acabar em médio prazo. (GUTIERREZ *at al*, 2006).

Na FIGURA 2.11, pode-se observar o comportamento da balança comercial brasileira até o ano de 2005.

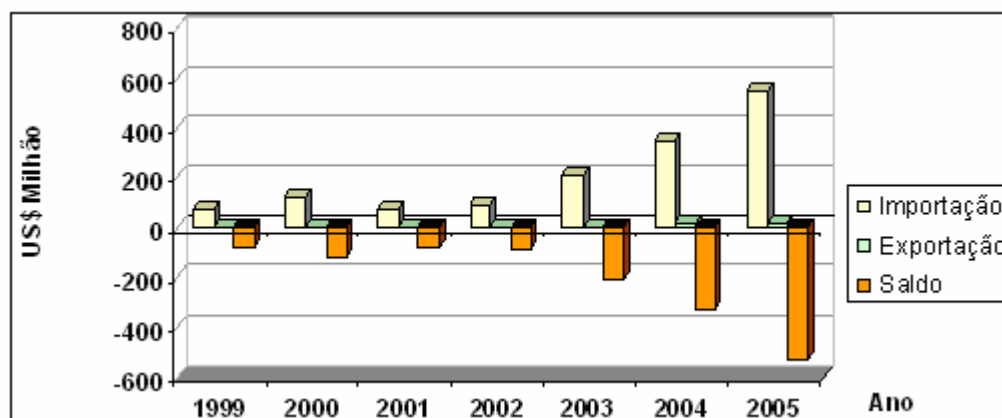


FIGURA 2.11 - Balança Comercial: Telas LCD

Fonte: Adaptado BNDES 2006.

Na FIGURA 2.12, são mostradas a diminuição da exportação de cinescópios e o aumento das suas importações.

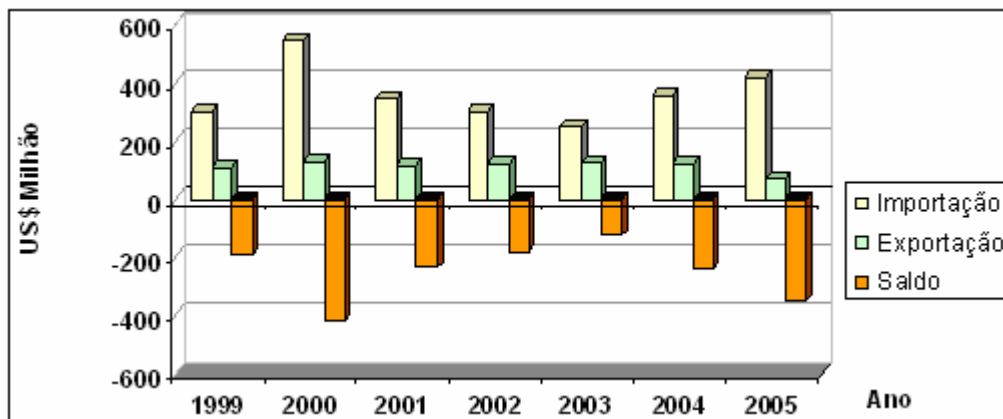


FIGURA 2.12 - Balança Comercial: Cinescópios e Válvulas

Fonte: Adaptado de BNDES , 2006

Estima-se que o mercado brasileiro de microcomputadores em 2005 tenha sido de 5,5 milhões de máquinas, sendo que 60% foram comercializadas pelo mercado informal de equipamentos. O mercado informal foi responsável por 74% das máquinas comercializadas em dezembro de 2004 (IDC, 2006), sendo que houve um recuo em função da queda nos preços dos computadores produzidos legalmente no país. Tal queda foi decorrente da redução da carga tributária das máquinas até R\$ 2.500,00, estabelecida pela Medida Provisória do Bem e pela isenção fiscal propiciada pelo Programa Computador para Todos, que também possui linhas de crédito especiais para computadores de até R\$ 1.400,00.

Em 2005 foram vendidos no país 4,7 milhões de monitores, sendo 85% do total foi pela venda de CRT ( RODRIGUES, 2006 ). Na FIGURA 2.13 é mostrada uma projeção de vendas e monitores de LCD e CRT no Brasil.

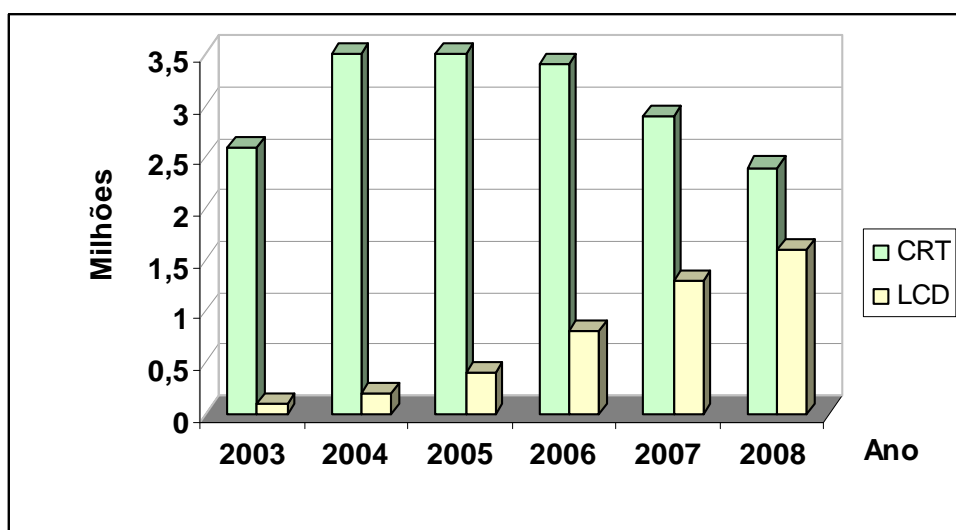


FIGURA 2.13 - Projeção de Vendas: LCD x CRT

Fonte: Adaptado de RODRIGUES, 2006.

A Produção de monitores de LCD que está concentrada no PIM - Pólo Industrial de Manaus, e vem crescendo ano a ano desde 2000. Em 2006 a produção de LCD respondeu por quase 30% de todos os monitores destinados a computadores produzidos e vendidos no PIM, perfazendo um total de 1.384.733 unidades LCD contra 3.266.931 unidades CRT, como é mostrado na TABELA 2.2. Na FIGURA 2.14 são mostradas a produção e venda de monitores CRT e LCD com dados extraídos dos Indicadores de desempenho do PIM, de responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior e SUFRAMA -Superintendência do Pólo Industrial de Manaus.

TABELA 2.2 - Produção e Venda de Monitores

Ano	LCD		CRT	
	Produzidos	Vendidos	Produzidos	Vendidos
2000	47	41	2.186.935	2.163.852
2001	245	448	2.087.493	2.179.503
2002	16.020	14.592	2.075.227	2.176.097
2003	27.603	30.657	2.690.664	2.666.853
2004	98.356	100.414	2.713.019	2.676.587
2005	404.137	397.375	3.005.113	3.057.609
2006	1.345.291	1.384.733	3.295.723	3.266.931

Fonte: Extraído de SUFRAMA, 2007

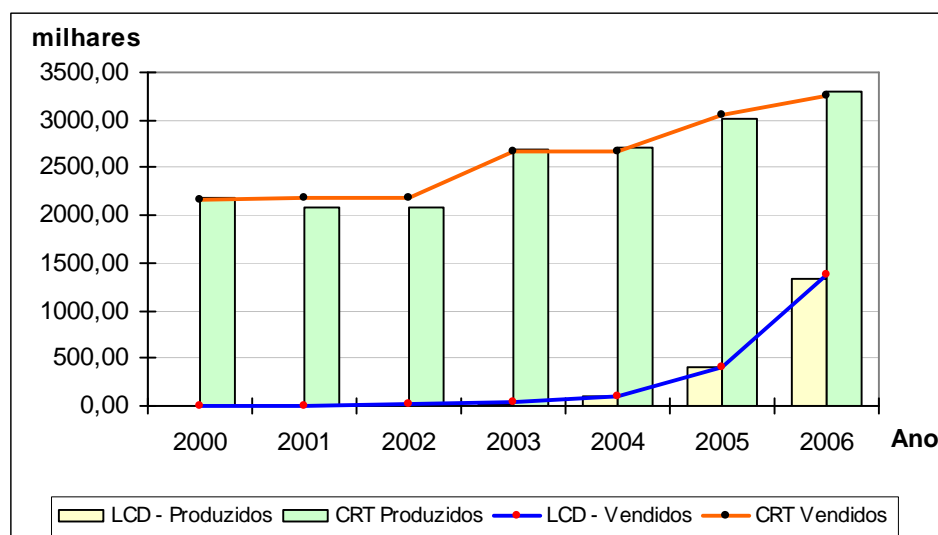


FIGURA 2.14 - PIM – Produção e Exportação de CRT e LCD

Fonte: Extraído de SUFRAMA, 2007

## 2.4 Meio Ambiente

Quando se fala em mudanças de tecnologias, de um modo geral, levam-se em conta os valores de aquisição e consumos mensais. Porém, podem haver outros impactos que a substituição de tecnologias pode provocar no meio ambiente. Podem-se avaliar estes impactos ambientais sob vários aspectos, seja na produção, utilização e descarte dos produtos (ACCETTURA, 2004).

Há grande dificuldade em se avaliar os impactos ambientais de produtos tecnológicos, devido à grande variedade de componentes. Para se fazer isto corretamente, todos os processos e materiais utilizados para cada componente, tais como combustíveis, cerâmicas, vidros utilizados nos componentes deveriam ser analisados, bem como as suas disposições finais. De um modo geral, podemos dividir os impactos ambientais em três categorias, o uso de recursos limitados ou não renováveis, atoxidade e a destruição do meio ambiente (GOLDBERG, 1999).

Os produtos eletro-eletrônicos provocam grandes impactos ambientais. Estudos recentes indicam que os maiores impactos no ciclo de vida dos equipamentos eletroeletrônicos ocorrem na etapa de extração de materiais, com cerca de 45 % da demanda por energia. Para se ter uma idéia, na produção de um único micro chip de 2.7 cm<sup>2</sup> e 2 g de peso, consome-se aproximadamente 32 litros de água, 1,6 litros de combustíveis fósseis e 41 MJ de energia (WILLIAMS *et al.*, 2002). Os telefones celulares, por exemplo, são produzidos aos milhares e se caracterizam por um ciclo de vida curto, multiplicando-se assim os impactos ambientais (GÜNTHER *et al.*, 2006).

O tempo de vida médio do CRT é de aproximadamente 12.500 [ h ] e do LCD é de 45.000 [ h ], entretanto, as pessoas estão trocando-os antes disso mesmo que eles estejam em perfeito estado, entretanto efetivamente o tempo de vida de ambos é aproximadamente 6,5 [ anos ]. Sobre estas circunstâncias, calculou-se que durante o ciclo de vida do monitor, matéria prima, manufatura e utilização, o CRT consome 18.538 [ MJ ] e o LCD 1.989 [ MJ ] (KIATKITTIPONG, 2007).

Ultimamente, muito se comenta sobre a substituição dos monitores CRT em sistemas computacionais e em residências, por tecnologias mais energeticamente eficientes. Entre estas trocas de tecnologias, as que mais se destacam, seja pela participação no mercado ou pela exposição na mídia, são os monitores e

televisores de tubos de raios catódicos, pelos televisores de plasma e monitores de LCD ( PRADO *at al*, 2006 ).

### Na Produção

Podemos estimar os impactos na produção, analisando os principais insumos utilizados na linha de montagem:

- Vidros - são utilizados em monitores e televisores de CRT e Plasma. No processo de fabricação do vidro, há a necessidade de adição de chumbo, para contenção da radiação que é produzida quando o fluxo de elétrons colide com a camada e fósforo. Neste processo de adição de chumbo, há escape de óxidos de chumbo para atmosfera e outros compostos tóxicos. O chumbo é também utilizado nas soldagens de placas e circuitos impressos, que também contêm mercúrio, que pode causar danos nos sistema nervoso central e periférico dos seres humanos, efeitos no sistema endócrino, no sistema circulatório e nos rins ( RODRIGUES, 2003 ).
- Fósforo: É utilizado nas telas de monitores e televisores de Plasma e CRT, de modo a cintilar quando atingida pelo fluxo de elétrons. Em geral, possuem em sua composição metais pesados, tóxicos inflamáveis, como o cádmio, que é utilizado como estabilizador em PVC. Os compostos de cádmio são classificados como tóxicos e com risco de efeitos irreversíveis à saúde humana, e cancerígenos como o Ítrio. Na atualidade, a indústria está utilizando materiais menos tóxicos.
- 5-BDE, 8-BDE e 10-BDE. são principalmente usados nas placas de circuitos impressos e nas coberturas de plástico dos televisores, sua liberação para o ambiente se dá no processo de reciclagem dos componentes plásticos dos equipamentos são também desreguladores endócrinos. Os impactos ambientais são consideravelmente maiores quando os REEE são depositados em aterros não controlados, pois os lixiviadores contaminados penetram diretamente no solo, nas águas subterrâneas e superficiais ( RODRIGUES, 2003 ).
- Gases Nobres: São utilizados em monitores e televisores de Plasma e não oferecem riscos.
- Cristal Líquido: Utilizados nos monitores e televisores de LCD. São compostos



por óxidos de índio, estanho e materiais polimerizados a partir de radicais dos elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Sua produção apresenta baixa toxicidade e não gera resíduos ou efluentes ( PRADO, 2006 ).

Os impactos da fabricação de LCD sobre o aquecimento global é maior que o impacto da produção de CRT, não por causa da utilização de energia, e sim pela liberação de hexafluoreto de enxofre SF<sub>6</sub> na atmosfera, cerca de 29% dos impactos sobre o aquecimento global são de SF<sub>6</sub>, que é usado no processo de fabricação de LCD. Por outro lado na fase de produção o CRT contribui para o aquecimento global com a liberação de CO<sub>2</sub>, durante a geração da energia utilizada no processo de fabricação. Devido aos elevados requisitos de combustível na fabricação do vidro, os impactos da produção de energia são muito maiores no CRT do que na produção de LCD ( SOCOLOF, 2005 ).

### **Na Utilização**

Quanto aos impactos gerados na utilização dos equipamentos, numa aproximação mais adequada deste estudo, podemos analisá-los em termos de consumo energético final. O consumo dos monitores de televisores varia de acordo com o fabricante e do tamanho da tela e, geralmente, quanto maior o tamanho da tela, maior o consumo energético.

Os monitores de LCD consomem em média 1/3 a menos de potência do que um monitor CRT de mesma polegada. Isso resulta em menor aquecimento. Esta questão pode não ser muito importante em uma residência, porém em empresas que utilizam 100 monitores em uma sala, se a tecnologia utilizada for a LCD, certamente haverá redução no consumo de energia pelo uso deste tipo de monitor e também redução no consumo de utilização de ar condicionado, o que pode significar uma grande economia de energia ( BERKWITZ, 2005 ).

Através de pesquisas e coletas de dados em diversos sites de fabricantes de monitores na Internet e em manuais impressos de várias marcas e modelos, mostrados no ANEXO 1, pôde-se fazer um comparativo entre as tecnologias de CRT e LCD, pelo consumo energético e o tamanho da tela. A FIGURA 2.15 mostra que o consumo de energia cresce à medida em que aumenta o tamanho da tela do monitor, podendo variar de marca / modelo para outra. É raro encontrarmos monitores de CRT e LCD acima de 40 polegadas, porém, é muito

comum encontrarmos monitores de plasma acima de 42 polegadas, e que podem chegar até 100 polegadas.

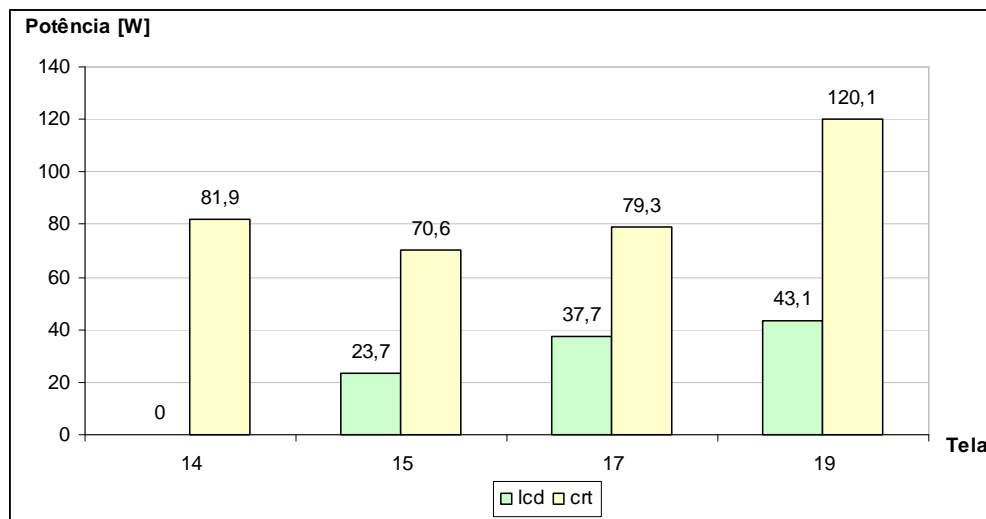


FIGURA 2.15 - Tamanho da Tela pelo Consumo de Energia.

A eco-rotulagem existe para melhorar o desempenho ambiental dos produtos através da escolha do consumidor. Embora a eco-rotulagem por si não seja novidade, a eco-rotulagem para promover a eficiência energética ou a sustentabilidade é um fenômeno mais recente. Existem cinco programas de rotulagem energética nos Estados Unidos: *Green Seal*, *Scientific Certification Systems*, *Energy Guide*, *Energy Star* e *Green - E*. Os quatro primeiros certificam aparelhos energeticamente eficientes, enquanto o último certifica a eletricidade renovável. *Energy Guide* e *Energy Star* são programas governamentais, os outros são programas não governamentais ( BANERJEE et al, 2003 ).

Por não existir um consenso global a respeito dos programas de preservação ambiental, que são implementados de acordo com critérios definidos localmente e sujeitos à legislação de cada país, algumas iniciativas para conservação de energia se destacam, como programa americano *Energy Star* e o europeu *Eco-label* ( BANERJEE et al, 2003 ).

Em 1995, foi instituído o programa brasileiro para incentivo à conservação de energia elétrica (PROCEL). Cada equipamento, de acordo com os critérios de eficiência energética adotados pelos programas, recebe um selo de identificação, mostrado na FIGURA 2.16.



FIGURA 2.16 - Selos de Conformidade e Eficiência

Os equipamentos modernos consomem energia em vários modos de operação. Estes programas, entre outras situações, trazem importantes definições de consumo energéticos, como os modos de operação ativo, *standby1* (em espera) e *standby2* (suspensão).

O estabelecimento de padrões de consumo energético dos equipamentos nos vários modos de operação pode reduzir o consumo energético. Segundo VENDRUSCULO, 2005 é possível obter recursos significativos para investimentos em fontes de energia limpa através da imposição de limites para o consumo em estado de espera. A saída dos níveis de consumo em estado de espera para um consumo de 1 [Wh], somente levando-se em conta o volume de vendas de televisores no ano de 2005 de 2.251.080 unidades, implica na redução de 6,32 [MW] na demanda por energia, equivalente a 1/3 da capacidade eólica total instalada de 20,3 MW em 2005.

No Brasil, a lei nº. 10.295, de 17 de outubro de 2001, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, onde regulamenta a obrigatoriedade de comprovação de atendimento aos níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, durante o processo de importação e comercialização de produtos eletrônicos no país. O decreto nº. 4.059, de 19.12.2001, regulamenta a Lei nº. 10.295, de 17 de outubro de 2001, institui o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), composto por representantes de vários ministérios, agências reguladoras e especialistas, que, entre outras coisas, são os responsáveis por elaborar regulamentação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia e define o INMETRO como credenciador dos laboratórios responsáveis pelos ensaios que comprovarão o atendimento dos níveis máximos de consumo

específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País ( MCT, 2007 ).

### **No Descarte - Lixo tecnológico**

Os resíduos equipamentos elétricos e eletrônicos, também denominados resíduos tecnológicos, merecem atenção ao fim de seu ciclo de vida. Os equipamentos elétricos e eletrônicos são televisores, rádios, telefones celulares, eletrodomésticos portáteis, todos equipamentos de microinformática, vídeos, filmadoras, ferramentas elétricas, DVD'S, lâmpadas fluorescentes, brinquedos eletrônicos e milhares de outros produtos concebidos para facilitar a vida moderna e que atualmente são praticamente descartáveis, uma vez que ficam tecnologicamente ultrapassados em prazos de tempo cada vez mais curtos ou então devido à inviabilidade econômica de conserto, em comparação com aparelhos novos. A ONU defende o aumento dos esforços para evitar os danos ambientais causados por computadores e seus acessórios: "Para a fabricação de cada microcomputador, são necessários dez vezes o seu peso em produtos químicos e combustíveis fósseis", afirma o estudo preparado pela Universidade da ONU. Os produtos elétricos e eletrônicos possuem vários módulos básicos que podem ser placas de circuitos impressos, cabos, cordões e fios, plásticos antichama, comutadores e disjuntores de mercúrio, monitores de vídeo, pilhas, acumuladores, relês, armazenamento de dados, dispositivos luminosos, condensadores, resistências, sensores e conectores ( RODRIGUES, 2003 ).

O CRT é composto de 85% de vidro, entretanto, a reciclagem do vidro é problemática, pois em geral eles são compostos de 4 partes, o painel, cone, pescoço e junção, cada um com diferentes composições químicas e propriedades. Os vidros do cone e pescoço, são compostos de chumbo e outros materiais cancerígenos, como o Bário e o Estrôncio, estas partes são proibidas de reciclagem para fabricação de recipientes, usos domésticos ou fibra. Por esta razão é importante o desenvolvimento de aplicações para a reciclagem do vidro do CRT. Os resultados sugerem que a indústria da cerâmica pode ser uma alternativa para a reciclagem deste material. O CRT é considerado pelo EPA, agência ambiental dos Estados Unidos como resíduos perigosos, devido à sua

alta concentração de chumbo e toxicidade ( ANDREOLA *at al*, 2007 ).

No caso da União Européia, algumas políticas foram adotadas. De acordo com o resultado da pesquisa de experiências de outros países na área de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, verifica-se a existência de algumas iniciativas, visando a gestão adequada desses resíduos, que merecem ser analisadas. A Comunidade Européia, em função de reflexos negativos, decorrentes do manuseio, reciclagem e disposição de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, aprovou recentemente duas Diretivas relacionadas ao problema: a Diretiva 2002/96/CE, que estabelece regras disciplinando a gestão adequada desses resíduos, tendo como princípio a responsabilização do poluidor pagador, e a Diretiva 2002/95/CE, relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas nos equipamentos elétricos e eletrônicos. A Diretiva 2002/96/CE prevê a responsabilidade pós-consumo do produtor como forma de incentivar a concepção e produção dos EEE, que contemplem plenamente e facilitem o seu conserto, eventual atualização, reutilização, desmontagem e reciclagem ( RODRIGUES, 2003 ).

No Brasil, a realidade de geração e impacto desses resíduos não é conhecida; sequer temos uma Política Nacional de Resíduos Sólidos. É urgente estabelecer um debate com a participação ativa de toda a sociedade e, de forma especial, de legisladores e pesquisadores, que precisam assumir a responsabilidade de dar o devido encaminhamento ao problema, norteados pelos princípios do desenvolvimento sustentável. É necessário integrar a gestão desses resíduos à uma futura Política Nacional de Resíduos Sólidos com a especificidade e relevância que esse tipo de resíduo requer, tanto pelo grau de risco que apresenta para a saúde ambiental e humana, quanto pelo volume de resíduos gerados ( RODRIGUES, 2003 ).

Segundo a Comissão Européia, a quantidade total de resíduos na Europa poderá aumentar em cerca de 45% entre 1995 e 2020. Como resposta a essa previsão, a estratégia européia de resíduos é fundamentada em três pilares; a prevenção dos resíduos, a reciclagem e reutilização e a melhoria no descarte final ( EUROPEAN UNION, 2002 ). Estes resíduos específicos ganharam importância nas últimas décadas, e de acordo com CUI & FORSSBERG (2003), a produção de eletro-eletrônicos é uma das áreas que tem tido o mais rápido crescimento e,

conseqüentemente, aumentando o lixo tecnológico, onde existe a expectativa na Europa de um aumento de 3 a 5% ao ano.

Segundo PRADO (2006), nos países desenvolvidos os produtos seguem processos de descarte semelhantes. Ao final da vida dos produtos, eles são encaminhados às plantas específicas, onde são desmontados e reutilizados os materiais que podem ser reaproveitados, sendo tratados e descartados os materiais não reutilizados. Entretanto, em países em desenvolvimento, os produtos tendem a ser utilizados bem além do fim de sua vida útil, ocasionando com isto um certo retardo na adoção de novas tecnologias, e por vezes deixando de utilizar produtos mais energeticamente eficientes.

Tanto as tecnologias de CRT, PDP e LCD provocam impactos ambientais elevados na eliminação de lixos tóxicos e radioativos, pois a reutilização da maioria de suas partes não é economicamente viável. Pôde-se constatar que os monitores de CRT são os que causam os maiores impactos ambientais, quando comparados aos das tecnologias de Plasma e LCD, tanto no uso dos recursos energéticos, na produção de lixo, bem como impactos sobre ecossistemas. Os monitores de Plasma e LCD causam mais toxicidade do meio aquático, eutrofização da água e destruição da camada de ozônio do que os CRT. Um outro grande problema inerente a produtos de alta tecnologia é que a maioria dos aparelhos descartada antes do fim de sua vida útil, produz um acúmulo ainda maior de lixo ( SPECTRUM, 2004 ).

A sociedade como um todo, vê-se diante de um dilema: como compatibilizar a grande variedade da produção de equipamentos eletrônicos para um mercado que oferece equipamentos de alta tecnologia e com preços cada vez mais competitivos, como computadores, celulares, monitores, televisores, com a necessidade e proteção dos recursos naturais, e evitando a contaminação do meio ambiente inerente aos processos produtivos e pelo rápido e crescente descarte dos mesmos?

A rápida obsolescência dos equipamentos eletrônicos e inexistência de políticas eficientes de regularização do lixo tecnológico fazem com que os sejam despejados em aterros sanitários ou outros locais de forma inapropriada e com reciclagens rudimentares e precárias, acabam por causar danos já devidamente constatados à própria saúde humana, inclusive nos países considerados

desenvolvidos.

Um monitor CRT contém aproximadamente de 1,8 a 4,5 kg de metais pesados como chumbo e cádmio. A incineração de forma inadequada destes materiais pode contaminar o ar, o solo e as águas. A presença destes materiais sugere que estes equipamentos devam ser tratados de forma separada do lixo urbano comum e reciclados quando possível. Nos EUA, apesar de existirem leis, a maioria do lixo eletrônico acaba por ser depositado em aterros sanitários ou exportados e o governo norte-americano tem pouco controle sobre a reciclagem destes materiais. Dois Estados, Califórnia e Massachusetts, possuem leis banindo o lixo eletrônico dos aterros municipais ( MCCARTHY, 2002 ). O governo da Califórnia estima que o Estado tenha cerca de 6 milhões de velhos monitores e televisores para serem reciclados, sendo que 10.000 são descartados todos os dias. No Canadá, apenas no ano 2000, foram descartadas mais de 40 mil toneladas de computadores, considerados velhos ( GONÇALVES, 2005 ).

Com intenção de diminuir a exclusão digital, países como os EUA estão sendo acusados de depositar seu lixo tecnológico em países em desenvolvimento, pois os equipamentos, em grande parte, são inúteis ou sem conserto, o que estaria criando um enorme problema ambiental em alguns dos lugares mais pobres do mundo, como na Nigéria e na África Ocidental, como afirma o relatório *The Digital Dump: Exporting Reuse and Abuse to África*, lançado pela organização não-governamental BAN - *Basel Action Networked*. A ONG - Organização não governamental critica duramente a estratégia dos Estados Unidos para livrar-se de seu lixo tecnológico. O relatório diz que equipamentos obsoletos estão sendo doados ou vendidos por empresas norte-americanas, como um modo de evitar despesas com a correta reciclagem de seus computadores. " Frequentemente, a justificativa de estar construindo pontes sobre a brecha digital" é usada como desculpa para disfarçar e ignorar o fato de que essa pontes servem para transferir lixo tóxico" (BAN, 2005).

Internacionalmente, está em vigência a Convenção da Basileia, de 1989, única regulamentação internacional que proíbe o movimento de resíduos perigosos entre fronteiras, incluindo o Brasil, dentre seus, os principais objetivos são o de controlar e minimizar a geração e transporte de resíduos perigosos entre fronteiras, auxiliar os países em desenvolvimento e com economias em

transição na gestão dos resíduos perigosos por eles gerados, proibir o transporte de resíduos perigosos para países sem capacitação técnica, administrativa e legal ( LEMOS, 2007 ).

Há algumas legislações relevantes na Alemanha, para os estados membros da UE e no Brasil. Na Alemanha, mudou-se o modo de gerenciamento por descarte (*throw-away*) para o modo integrado (*integrated substance cycle*), onde a prevenção de resíduos e a recuperação são as principais prioridades. O KrW-/AbfG - *Closed Substance Cycle and Waste Management Act*, que entrou em vigor em 1996, estabeleceu responsabilidades de gerenciamento aos fabricantes e comerciantes, também estabelece que somente os tipos de resíduos irrecuperáveis podem ser descartados, de modo não agressivos ao meio ambiente. Apoiada na KrW-/AbfG, tem-se a diretiva nacional para EEE, a EAG - *Elektro Altgeräte Richtlinie* que é a primeira a oferecer um padrão técnico profissional amplo e benigno ao meio ambiente para o tratamento de EEE na Alemanha, abordando o tratamento de resíduos líquidos e sólidos, a regulação das baterias (BattV) e padrões voluntários de organizações como a VDMA - Federação dos Engenheiros da Alemanha e a ZVEI - Associação dos fabricantes de produtos elétricos e eletrônicos da Alemanha, classifica a ameaça ambiental os diferentes grupos de EEE, componentes e materiais. Elas apresentam tratamentos disponíveis e opções de disposição final, cobrindo a coleta, identificação, tratamento, reciclagem e disposição final de EEE. Outras iniciativas podem ser citadas, como é o caso da lei "*Ordinance on Environmentally Sound Disposal of Municipal Wastes*", o qual põe fim a ação de depositar resíduos não tratados ou insuficientemente tratados em aterros.

Na União Européia, há a diretiva "*Waste Electrical and Electronic Equipment*" de 2002, e outra para substâncias perigosas, a "*Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment*". Estas duas diretivas da União Européia são baseadas no princípio da responsabilidade de produtos, que asseguram a compatibilidade ambiental do descarte de resíduos, em termos mais específicos.

Nos EUA, a EPA - Agência de Proteção Ambiental, aprovou a resolução "*Hazardous Waste Management System; Modification of the Hazardous Waste Program; Cathode Ray Tubes*", que determina as regras para descarte,



reaproveitamento do vidro e da parte eletrônica, reciclagem, armazenagem, desmontagem e transporte de CRT.

Na CF/88, o assunto é tratado de forma abrangente no que se refere à preservação do meio-ambiente e ao desenvolvimento sustentável da economia, cabendo à União, Estados, Distrito Federal e municípios, a tarefa de proteção do meio ambiente e de controlar a poluição, art. 23 ( PLANALTO, 1988 ).

Na legislação ambiental brasileira, foram encontrados dispositivos para o controle apropriado dos descartes de resíduos sólidos além da resolução nº. 257 e complementada pela resolução nº 263 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que tratam da destinação final de certos resíduos como baterias e pilhas, determinando aos produtores, a responsabilidade pelo gerenciamento da coleta, classificação e transporte dos produtos descartados, assim como o tratamento prévio dos mesmos (CONAMA, 1999).

Alguns Estados do Brasil já validaram outras leis mais restritivas e específicas às suas demandas regionais. No estado de São Paulo, um Plano Diretor de Resíduos Sólidos foi estabelecido pela lei nº 11.387 de 2003, para propor apropriadamente novas resoluções a respeito do gerenciamento de resíduos. Também há o Projeto de lei, na Assembléia Legislativa do Rio de Janeiro, mostrado no ANEXO 4, de autoria do ex-Deputado Carlos Minc, que determina o estabelecimento de normas e procedimentos para o gerenciamento e destinação de "Lixo Tecnológico", onde também é citada a lei Nº. 3183 de 28 de janeiro de 1999, que autoriza o poder executivo a criar normas e procedimentos para o serviço de coleta e disposição final de pilhas no estado do Rio de Janeiro (ALERJ, 2007). Na mesma linha, existe também a Lei nº 12493, de 1999, do Estado do Paraná, que define princípios e regras rígidas aplicadas à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos.

Do ponto de vista ambiental, a troca de tecnologia é um passo interessante no sentido do desenvolvimento sustentável, desde que haja o correto descarte dos monitores CRT. A análise do ciclo de vida de monitores de computador realizado pela *University of Tennessee*, no ano de 2001, comparou os impactos ambientais e na saúde causados pelos monitores LCD e CRT, mostrando que na manufatura do LCD, há uso intensivo somente de água e energia. Neste estado

do ciclo de vida, principalmente na produção de vidro, são utilizados mais de 75% de recursos renováveis (GÜNTHER *at al*, 2006).

### **Destinação alternativa dos Equipamentos Substituídos**

Desde 2005, o Brasil vem implantando medidas de inclusão digital, com incentivos à diminuição de preços e financiamento de computadores novos, tais como o Programa Computador para Todos – antigo PC Conectado,- que prevê a isenção do PIS / Pasep e da Cofins de máquinas de até R\$ 2,5 mil, reduzindo o preço do produto final em até 9,25%, bem como o financiamento para máquinas que custem até R\$ 1.4 mil. ( ZANATA, 2006)

Mesmo com a diminuição de preços, não é factível que tenhamos um computador por residência, pois o rendimento mensal de 34% dos domicílios permanentes do país é incompatível com a aquisição de um computador pessoal para uso doméstico. Assim, as soluções para a universalização do acesso devem considerar modelos baseados no compartilhamento de equipamentos e conexão por meio de tele centros comunitários ou de escolas, bibliotecas, universidades, centros públicos e outras instituições ou espaços públicos.(MPOG / SLTI, 2006).

O decreto nº. 6.087, de 20 de abril de 2007, quando de interesse social, possibilita que órgãos integrantes da Administração Pública Federal direta, autarquias e fundações façam doação de equipamentos ociosos, recuperáveis ou antieconômicos, tais como monitores de vídeo, impressoras e demais equipamentos de informática, respectivo mobiliário, peças-parte ou componentes, após a avaliação de sua oportunidade e conveniência, à instituições filantrópicas, reconhecidas de utilidade pública pelo Governo Federal, e Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público que participem de projeto integrante do Programa de Inclusão Digital do Governo Federal. A lei nº. 9.790, de 23 de março de 1999, que dispõe sobre a qualificação de pessoas jurídicas de direito privado, sem fins lucrativos, como Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público, institui e disciplina o Termo de Parceria.

Apesar da opção pela não utilização de monitores CRT, por se tratar de uma tecnologia energeticamente menos eficiente, eles podem suprir carências de outras instituições, podendo inclusive ajudar no papel social da Instituição, contribuindo para a inclusão digital. Através do Projeto CI - Projeto Computadores

para Inclusão, que envolvem a administração federal e seus parceiros num esforço conjunto para a oferta de equipamentos de informática reconicionados em plenas condições operacionais de modo a apoiar a disseminação de tele centros comunitários e a informatização de escolas públicas e bibliotecas. Os benefícios advindos com esta ação, vão desde a economia de energia em órgãos públicos, como a utilização dos equipamentos dispensados em Projetos de Inclusão Digital em escolas e centros comunitários, conforme é ilustrado na FIGURA 2.17

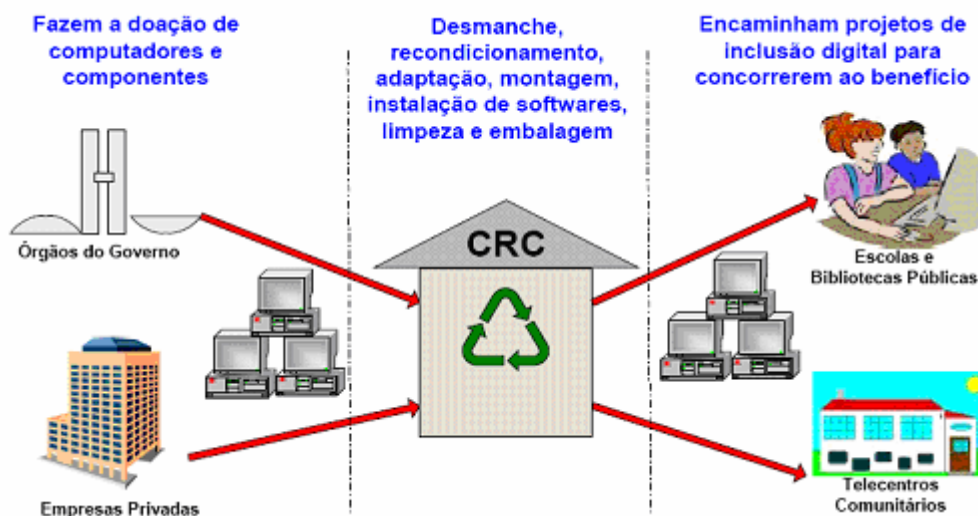


FIGURA 2.17 - Projeto Computadores para Inclusão

Fonte: MPOG / SLTI, 2006.

## 2.5 . Conceitos básicos de Matemática Financeira e Engenharia Econômica

Neste tópico são abordadas técnicas tradicionais para avaliação de investimentos, como VPL, TIR, TMA e Fluxo de Caixa.

Para descobrir a atratividade de um investimento, devemos trazer os investimentos para uma mesma base de comparação. Existem várias técnicas, métodos, convenções e critérios decisórios que são comumente utilizados na análise do processo decisório (SAMANEZ, 2002), tais como o valor presente líquido, valor anual uniforme, taxa interna de retorno e o tempo de retorno do capital. Pode-se avaliar economicamente um projeto, utilizando-se um fluxo de caixa através de equações conhecidas.

**VPL : Valor Presente Líquido**

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

**Onde:**

$t$ : quantidade de tempo (meses, anos),  $n$  a duração total do investimento;

$i$ : custo do capital, taxa de juros da operação financeira ou a TIR;

$FC$ : fluxo de caixa naquele período;

$FC_j$ : representa os valores dos fluxos de caixa de ordem  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ;

$FC_0$ : representa o fluxo de caixa inicial.

Possibilidades para o Valor Presente Líquido de um projeto de investimento

- $VPL > 0$ : É economicamente atrativo, pois o valor presente das entradas de caixa é maior do que o valor presente das saídas de caixa.
- $VPL = 0$ : É indiferente pois o valor presente das entradas de caixa é igual ao valor presente das saídas de caixa.
- $VPL < 0$ : Não é economicamente atrativo porque o valor presente das entradas de caixa é menor do que o valor presente das saídas de caixa.

O projeto mais atrativo aquele que tiver o maior Valor Presente Líquido.

**TMA : Taxa Mínima de Atratividade**

Taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento, ou o máximo que um tomador de dinheiro se propõe a pagar quando faz um financiamento. É formada a partir de 3 componentes básicos:

- Custo de Oportunidade: remuneração obtida em alternativas não analisadas. Exemplo: caderneta de poupança, fundo de investimento, etc.
- Risco do Negócio: o ganho tem que remunerar o risco inerente de uma nova ação. Quanto maior o risco, maior a remuneração esperada.
- Liquidez: capacidade ou velocidade em que se pode sair de uma posição no mercado para assumir outra.

A visão do risco varia de pessoa para pessoa, e a TMA pode variar no tempo, portanto, não existe algoritmo ou fórmula matemática para calcular a TMA.

Ao se utilizar uma TMA como taxa de juros de referência, aplicam-se métodos como o Valor Presente Líquido ou o Custo Anual Uniforme para se determinar a viabilidade financeira de um investimento ou empréstimo. Caso o resultado seja positivo, a taxa interna de retorno supera a TMA e o investimento é interessante.

Como estes critérios são um tanto quanto subjetivos e empresas públicas como o LNA não podem participar de investimentos financeiros, este critério não será analisado nesta simulação.

### **TIR : A Taxa Interna de Retorno**

É a taxa necessária para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros ou saldos de caixa.

A Taxa Interna de Retorno de um investimento pode ser

- TIR > TMA: O investimento é economicamente atrativo.
- TIR = TMA: O investimento é economicamente indiferente.
- TIR < TMA: O investimento não é economicamente atrativo pois seu retorno é superado pelo retorno de um investimento com o mínimo de retorno.

O melhor investimento será aquele que tiver a maior TIR, que é a taxa de desconto que faz com que o VPL do projeto seja zero. O projeto é atrativo quando sua TIR for maior do que o custo de capital do projeto.

Devido à impossibilidade de estimar a TMA, em nosso estudo de viabilidade econômica da troca de equipamentos, utilizaremos apenas o critério VPL.

### **Depreciação**

É a diminuição do valor do ativo imobilizado, resultante do desgaste pelo uso, ação da natureza ou obsolescência normal. Perda de valor dos direitos, que tem por objeto bens físicos do ativo imobilizado das empresas. É aplicável a cada caso, é obtida mediante a divisão de 100% pelo prazo de vida útil, por período, apurando-se assim as taxas mensal, trimestral ou anual a ser utilizada. Foi também fixado em 5 anos, pela IN SRF nº 04/85 o prazo de vida útil para fins de depreciação de computadores e periféricos à taxa de 20% ao ano. (MF, 1999).

### **Recursos Eletrônicos utilizados:**

Planilha eletrônica Microsoft Excel e calculadora financeira HP 12 C.

## **CAPITULO 3. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO E APLICAÇÃO**

Trocar uma tecnologia por outra de forma compatível com o meio ambiente, a sociedade e o desenvolvimento sustentável nos impõe a consideração de vários aspectos e dificuldades a serem enfrentados para tornar o processo positivo e não causar traumas nas bases industriais instaladas e na sociedade como um todo. Deve-se ter um planejamento adequado, atendendo-se as peculiaridades de cada caso, observando-se as inter-relações específicas em cada contexto sociocultural, político, econômico e ecológico respeitando-se as peculiaridades de cada país, tais como tamanho, número de habitantes, volume de aparelhos substituídos e o tempo necessário para adoção. As trocas de tecnologias sempre envolvem o desenvolvimento e implantações de projetos de infra-estrutura, os quais inevitavelmente afetam o meio ambiente. No que se refere à substituição de monitores de CRT por LCD, tem-se como benefício direto com a economia de energia, entretanto os aspectos ambientais e sociais devem ser atentamente analisados, esta deve acontecer de maneira planejada e sustentável, sendo assim todos os aspectos envolvidos no processo, a fim de evitar ao máximo possíveis impactos negativos.

O método consiste em analisar qualitativamente, por meio de uma revisão bibliográfica e quantitativamente, por meio de estudo de caso, as implicações referentes à substituição de tecnologias energeticamente ineficientes por tecnologias ambientalmente adequadas.

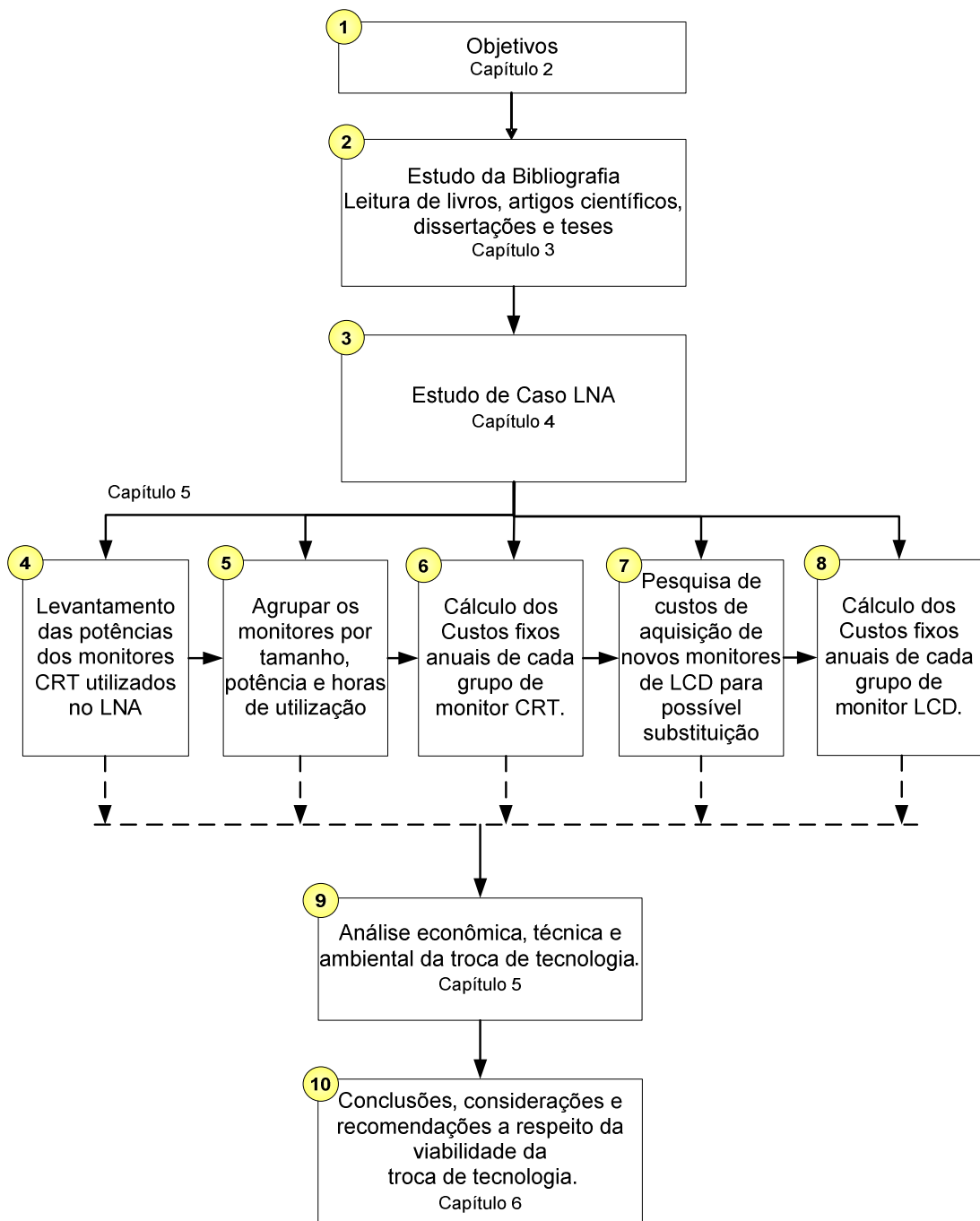


FIGURA 3.1 - Metodologia Aplicada

**Etapa 1.**

Objetivos do Estudo;

**Etapa 2.**

Descreve as informações sobre o consumo energético e a produção de monitores no Brasil e no mundo e a sua relação com o meio ambiente e a sociedade. A pesquisa foi realizada por meio de leitura de livros, artigos

científicos, dissertações de mestrado, tese de doutorado, consultas à Internet, textos técnicos de órgãos governamentais tais como PCAST, MCT e MME, SUFRAMA;

### **Etapa 3.**

Estudo de caso de substituição de monitores de CRT por monitores de LCD, em uma Instituição de pesquisa ligada ao MCT, abrangendo aspectos econômicos, institucionais e legais, com vistas à indicação ou não de substituição dos equipamentos;

### **Etapa 4.**

Resultados obtidos das potências consumidas, em [W], dos monitores CRT em uso no LNA, em sua sede e campus avançado, o OPD, por meio de ampla pesquisa em manuais técnicos e sites de fabricantes na Internet.

### **Etapa 5.**

Agruparam-se os monitores por potências e tamanho de tela, obtidos no item 4 o total de horas utilizadas ao dia, totalizadas por ano, de modo a caracterizar o regime de utilização dos equipamentos. Isto se faz necessário de modo a facilitar os estudos de viabilidade econômica, pois existem variados tipos de monitores em uso, ficando inviável o tratamento de cada um.

Os computadores empregados nas observações astronômicas no OPD geralmente ficam em uso 24 [horas / dia], são utilizados durante o dia para ajustes e configurações dos equipamentos e durante as noites para as observações propriamente ditas. Os referidos computadores possuem como periféricos de saída de dados, monitores de 19 polegadas para as estações empregadas na aquisição de imagens e monitores de 14 e 15 polegadas para os computadores de apoio à instrumentação. Para apoio, desenvolvimento e na sede do Serviço de suporte logístico monitores de 15 e 17 polegadas. Na Sede do LNA são empregados computadores e monitores de 15, 17 e 19 polegadas, utilizados principalmente para tarefas administrativas, pesquisas e suporte a produção científica.

São empregados os mais variados tipos de monitores para as mais variadas tarefas, na sede do LNA e no OPD. Os monitores utilizados são mostrados na



TABELA 3.1.

TABELA 3.1 - Telas CRT utilizadas no LNA

Tela [pol.]	Quantidade na Sede do LNA	Quantidade no OPD
14	12	22
15	1	11
17	50	12
19	12	5
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>50</b>

São utilizados no LNA, monitores CRT de 19 polegadas para observações no OPD e monitores de 15, 17 e 19 polegadas para demais tarefas na Sede do LNA e no OPD. Para o cálculo da viabilidade de troca de tecnologias, foi estabelecido um número de dias e horas de utilização dos equipamentos, levando em conta os consumos em modo ativo, em espera e suspenso. Foi estabelecido um número aproximado de horas de utilização dos equipamentos por ano, levando-se em conta os horários de funcionamento do LNA sede e do OPD, bem como períodos de férias coletivas e a aplicação do monitor. Os valores foram expressos na TABELA 3.2.

TABELA 3.2 - Estimativa de horas/monitor utilizadas no LNA

Tela [polegadas]	Local	Quantidade	Dias / Ano	Horas / dia	Tempo [h]
14	OPD	6	345	24	<b>49680</b>
	Sede LNA+OPD	30	341	6	<b>61380</b>
15	Sede LNA+OPD	12	341	6	<b>24552</b>
17	Sede LNA+OPD	62	341	6	<b>126852</b>
19	OPD	4	345	24	<b>33120</b>
	Sede LNA	12	341	6	<b>24552</b>

## Etapa 6

Cálculo dos consumos anuais com energia elétrica para cada grupo de monitores, com base no regime de utilização estipulado na etapa 5. Com estes dados, calculam-se os gastos em R\$ / ano com energia elétrica para cada grupo de monitores;

O consumo energético dos monitores pode variar muito de acordo com marca e modelo, conforme mostrado no ANEXO 1. Para o estudo foram utilizados um valor representativo para as potências, a partir de pesquisa realizada em manuais

de fabricantes e Internet. Utilizou-se para representar as potências de referências as médias dos consumos, conforme mostrado no ANEXO 2. Para o cálculo dos gastos com energia elétrica, estimados para cada grupo de equipamentos, nos modos Ativo (em pleno funcionamento), em espera ( o monitor não está em operação, mas no aguardo de um comando para ativação ) e suspenso ( conectado à tomada, porém conectado ao um computador desligado ) foi empregado a tarifa de R\$ 0,68 por kWh, obtida de uma conta comum de energia do mês Julho de 2007 da CEMIG. O consumo em kWh / ano e custos R\$ / ano de energia elétrica de todos os monitores CRT utilizados no LNA são apresentados na TABELA 3.3.

TABELA 3.3 - CRT, consumo e custos com energia elétrica / Ano

Tela[pol]	Local	Tempo[h]	Potência Médio[W]	Energia [kWh]	Custos [R\$0,68 * Energia [kWh]]
14	OPD	49.680,00	81,90	4.068,79	2.766,78
	SEDE+OPD	61.380,00	81,90	5.027,02	3.418,37
15	SEDE+OPD	24.552,00	70,60	1.733,37	1.178,69
17	SEDE+OPD	126.852,00	77,90	9.881,77	6.719,60
19	OPD	33.120,00	120,10	3.977,71	2.704,84
	SEDE	24.552,00	120,10	2.948,70	2.005,11
<b>Custo com energia elétrica em Modo Ativo</b>					<b>18.793,41</b>
Tela[pol]	Local	Tempo[h]	Potência Médio[W]	Energia [Wh]	Custos [R\$0,68 * Energia [kWh]]
14	OPD	0,00	15,00	0,00	0,00
	SEDE+OPD	20.460,00	15,00	306.900,00	208,69
15	SEDE+OPD	8.184,00	3,83	31.344,72	21,31
17	SEDE+OPD	42.284,00	9,00	380.556,00	258,78
19	OPD	0,00	4,60	0,00	0,00
	SEDE	8.184,00	4,60	37.646,40	25,60
<b>Custo com energia elétrica em Modo Espera</b>					<b>514,38</b>
Tela[pol]	Local	Tempo[h]	Potência Médio[W]	Energia [Wh]	Custos [R\$0,68 * Energia [kWh]]
14	OPD	0,00	6,00	0,00	0,00
	SEDE+OPD	122.760,00	6,00	491.040,00	333,91
15	SEDE+OPD	49.104,00	3,30	196.416,00	133,56
17	SEDE+OPD	253.704,00	7,00	2.029.632,00	1.380,15
19	OPD	0,00	2,70	0,00	0,00
	SEDE	49.104,00	2,70	245.520,00	166,95
<b>Custo com energia elétrica em Modo Suspenso</b>					<b>2.014,57</b>
<b>Custo Total</b>					<b>21.322,36</b>

## Etapa 7.

Resultados obtidos dos preços de cada grupo de monitores LCD para uma possível substituição do CRT utilizado, por meio de pesquisa em lojas on-line na Internet, e em sítios de fabricantes. Calcularam-se os custos com energia elétrica em R\$ / ano para cada grupo de monitor LCD, com base no regime de utilização definido na etapa 5. Empregaram-se monitores LCD de 15 polegadas em substituição aos monitores de CRT de 14 e 15 polegadas. Os dados de potência média e consumo de energia elétrica são apresentados na TABELA 3.4

TABELA 3.4 - LCD, consumo e custos com energia elétrica / ano

Tela[pol]	Local	Tempo[h]	Potência Médio[W]	Energia [kWh]	Custos [R\$] [R\$0,68 * Energia [kWh]]
15	OPD	49.680,00	21,00	1.043,28	709,43
	SEDE+OPD	61.380,00	21,00	1.288,98	876,51
	SEDE+OPD	24.552,00	21,00	515,59	350,60
17	SEDE+OPD	126.852,00	38,00	4.820,38	3.277,86
19	OPD	33.120,00	35,00	1.159,20	788,26
	SEDE	24.552,00	35,00	859,32	584,34
<b>Custo com energia elétrica em Modo Ativo</b>					<b>6.586,99</b>
Polegadas	Local	Tempo[h]	Potência Média[W]	Energia[kWh]	Custos [R\$] [R\$0,68 * Energia [kWh]]
15	OPD	0,00	1,10	0,00	0,00
	SEDE+OPD	20.460,00	1,10	22,51	15,30
	SEDE+OPD	8.184,00	1,10	9,00	6,12
17	SEDE+OPD	42.284,00	1,20	54,97	37,38
19	OPD	0,00	1,50	0,00	0,00
	SEDE	8.184,00	1,50	12,28	8,35
<b>Custo com energia elétrica em Modo Espera</b>					<b>67,15</b>
Polegadas	Local	Tempo[h]	Potência Média[W]	Energia[kWh]	Custos [R\$] [R\$0,68 * Energia [kWh]]
15	OPD	0,00	1,40	0,00	0,00
	SEDE+OPD	122.760,00	1,40	245,52	166,95
	SEDE+OPD	49.104,00	1,40	98,21	66,78
17	SEDE+OPD	253.704,00	1,10	507,41	345,04
19	OPD	0,00	1,20	0,00	0,00
	SEDE	49.104,00	1,20	98,21	66,78
<b>Custo com energia elétrica em Modo Suspenso</b>					<b>645,55</b>
<b>Custo Total</b>					<b>7.299,70</b>

## Etapa 8

Os preços dos equipamentos LCD foram obtidos por meio de pesquisa em sítios de fabricantes e em lojas de venda on-line como mostrado no ANEXO 3.

Escolheram-se aleatoriamente empresas e produtos, não se utilizou qualquer critério de escolha por marca ou modelo. A média de preços são mostrados na TABELA 3.5.

TABELA 3.5 - LCD: Média dos preços

Custos [R\$]	Tela [pol]		
	15	17	19
<b>Mínima</b>	489,00	599,00	799,00
<b>Média</b>	571,77	787,15	1.022,58
<b>Máxima</b>	649,00	1.399,00	1.299,00

Como a instituição não possui os monitores LCD para substituição, novos monitores devem ser comprados para substituir os monitores CRT. Na simulação de troca de tecnologias utilizaram-se LCD de 15 polegadas em substituição aos monitores CRT de 14 e 15 polegadas, e de 17 e 19 polegadas em substituição aos monitores CRT de 17 e 19, respectivamente. Na TABELA 3.6 é mostrado os preços para a aquisição dos equipamentos LCD, bem como o montante em Reais, necessário para a aquisição dos novos equipamentos, utilizou-se o preço médio de monitores, segregados por seu tamanho de tela em polegadas.

TABELA 3.6 - LCD : Preços de monitores em 2007

Tela [pol.]	Local	Quantidade	Preço de Aquisição [R\$]	Preço Total [R\$]
15	OPD	6	571,00	<b>3.426,00</b>
	Sede LNA+OPD	30	571,00	<b>17.130,00</b>
	Sede LNA+OPD	12	571,00	<b>6.852,00</b>
17	Sede LNA+OPD	62	789,00	<b>48.918,00</b>
19	OPD	4	1.022,00	<b>4.088,00</b>
	Sede LNA	12	1.022,00	<b>12.264,00</b>
<b>Totais</b>		<b>126</b>	<b>Custo Total</b>	<b>92.678,00</b>

## Etapa 9

Análise de viabilidade econômica, por meio de matemática financeira, e da viabilidade ambiental, através da análise da revisão bibliográfica

## Etapa 10

## Conclusões

### 3.1 Simulação: LNA, Caracterização da Área de Estudo

O LNA - *Laboratório Nacional de Astrofísica* é uma das unidades de pesquisa integrantes da estrutura do MCT - *Ministério da Ciência e Tecnologia*. Ele foi o primeiro Laboratório Nacional implementado no Brasil em 1985 e, desde então, seu modelo tem sido aperfeiçoado. A sede do LNA está localizada na cidade de Itajubá, no sul do estado de Minas Gerais, onde se encontra instalada sua administração central, como pode ser vista na FIGURA 3.2.



FIGURA 3.2 - Laboratório Nacional de Astrofísica - LNA(sede)

Fonte: LNA, 2007

*Para cumprir sua missão, num ambiente em rápida evolução como o da ciência, o LNA vem exercendo seu papel prioritário de provedor de serviços sofisticados para a comunidade científica desenvolver suas atividades de pesquisa no setor. Com essa finalidade, o LNA opera o OPD - Observatório do Pico dos Dias, localizado no município mineiro de Brazópolis, onde está situado o maior telescópio em solo brasileiro, como pode ser visto na FIGURA 3.3. Ao longo de mais de 20 anos, o amplo acesso à infra-estrutura do LNA para uso de toda a comunidade viabilizou o crescimento robusto da ciência astronômica no Brasil.*

*Com isso, o País expandiu suas possibilidades e passou a fazer parte dos consórcios internacionais dos telescópios Gemini e SOAR, dos quais o LNA*



*exerce o papel de Secretaria Nacional. Sua posição única na paisagem científica nacional tem se aprimorado continuamente de modo a criar condições otimizadas para o crescimento científico e tecnológico do Brasil, projetando a astronomia brasileira no cenário internacional.*



FIGURA 3.3 - Observatório do Pico dos Dias - OPD

Fonte: LNA, 2007

### **3.1.2 Localização**

*O OPD está localizado entre os municípios sul-mineiros de Brazópolis e Piranguçu, a 1864m de altitude, 900m acima do nível médio da região, nas coordenadas geográficas , Longitude : +45° 34' 57 e Latitude : -22° 32' 04 , a 37km de Itajubá, 300km do Rio de Janeiro e 250km de São Paulo, o acesso se faz por 12km de estrada de terra a partir da rodovia MG-295, A FIGURA 3.4 mostra a localização geográfica privilegiada do OPD, bem próximo aos grandes centros de pesquisa do país. (LNA,2007).*

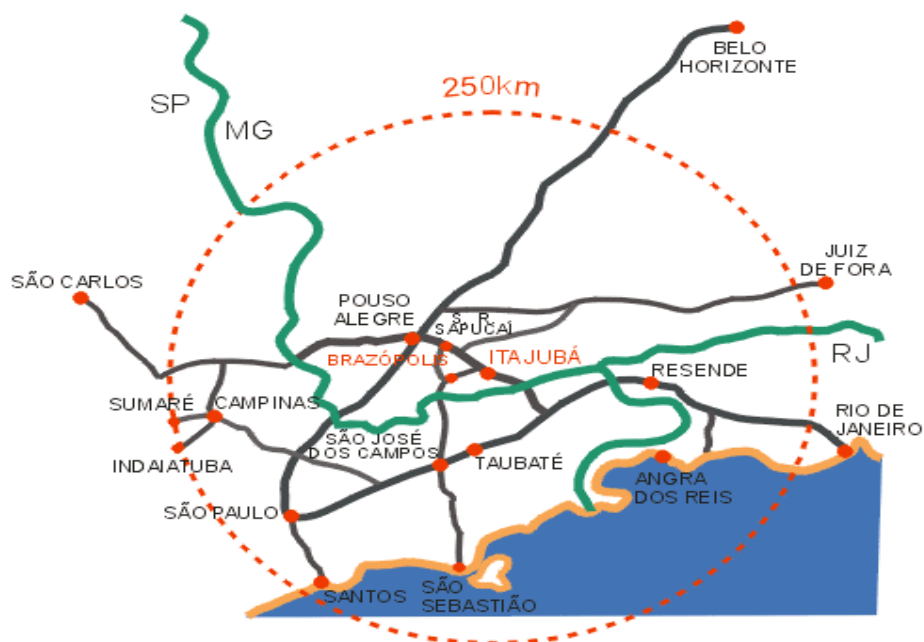


FIGURA 3.4 - Localização do LNA e do OPD

Fonte: LNA, 2007

## **CAPITULO 4. RESULTADOS, ANÁLISES E CONSIDERAÇÕES**

Neste capítulo são apresentados a simulação de troca de tecnologias, os cálculos e considerações sobre a mesma, bem como a análise dos impactos ambientais advindos desta troca.

### **4.1. Simulação da viabilidade econômica da troca de CRT por LCD**

Simulou-se a troca de tecnologias partindo-se do princípio da troca de todos os equipamentos CRT em utilização na Instituição de uma só vez por monitores LCD.

#### **4.1.1 Dados gerais da simulação**

Por tratar-se de uma simulação de troca de tecnologia em uma empresa pública, não foi computada a depreciação do bem. Em uma empresa privada, com responsabilidades fiscais, a este tipo de equipamento poderia considerar uma depreciação linear (Dep) igual a 20% a.a. Pelo mesmo motivo, também não foi computado o valor residual ao final da vida útil dos equipamentos. Considerou-se uma vida útil de 5 anos para o LCD e o CRT.

Não foram considerados os custos de manutenção inerentes a cada uma das tecnologias.

Estipulou-se o valor da TMA real de 8,50% a.a., baseado no valor da Taxa Selic de 11,75 projetada para o ano de 2007 descontado o valor da inflação 3%, dado pela fórmula  $TMA = [(1+Selic) / (1+Inflação) - 1]$ .

Utilizou-se a planilha eletrônica Microsoft Excel e calculou-se, separadamente, o VPL para as parcelas do Ano 1 ao Ano 5 e o resultado somado ao Valor Presente do investimento em LCD, isto se fez necessário devido à natureza do programa de computador utilizado, que não leva em conta nos cálculos investimento inicial. Para confirmação dos resultados utilizou-se também uma calculadora financeira HP 12 C.

Na TABELA 4.1 são apresentados os dados econômicos referentes aos dois tipos de monitores LCD e CRT.



TABELA 4.1 - Dados da Simulação

<b>CRT</b>	<b>Valor [ R\$ ]</b>	
Gastos com Energia Elétrica	21.322,36	a.a.
Gastos com Manutenção	R\$ 0	Admiram-se custos equivalentes
Depreciação	Não aplicada na simulação	
Valor de Venda (média ½ vida útil)	Não aplicado no caso	
Custo Total com CRT = Gastos com a Energia	<b>21.322,36</b>	aa
<b>LCD</b>	<b>Valor [ R\$ ]</b>	
Investimento inicial em 2007	92.678,00	
Gastos com Energia Elétrica	7.299,70	a.a.
Gastos com Manutenção	R\$ 0	Admiram-se custos equivalentes
Depreciação	Não aplicada na simulação	
Custo Total com LCD = Gastos com a Energia	<b>7.299,70</b>	a.a.

Fonte: baseado nos dados do LNA  
 \* Investimento em CRT = ½ do Investimento em LCD

#### 4.1.2 Troca de CRT por LCD com doação do ativo atual

Na TABELA 4.2 é apresentado o Fluxo de Caixa para a troca de tecnologias no LNA, por se tratar de empresa pública, os monitores CRT substituídos podem ser objetos de doação, portanto, a venda dos mesmos não foi computada.

TABELA 4.2 - Fluxo de Caixa para a troca de tecnologias

<b>Ano</b>	<b>Investimento em LCD [ R\$ ]</b>	<b>Venda do CRT [ R\$ ]</b>	<b>LCD: Gastos com Energia Elétrica [R\$]</b>	<b>Fluxo [ R\$ ]</b>
0	-92.678,00	0,00	0	-92.678,00
1	0	0	-7.299,70	-7.299,70
2	0	0	-7.299,70	-7.299,70
3	0	0	-7.299,70	-7.299,70
4	0	0	-7.299,70	-7.299,70
5	0	0	-7.299,70	-7.299,70

Na FIGURA 4.1, é mostrado uma representação gráfica do fluxo de caixa, da análise de viabilidade econômica da substituição de monitores CRT por LCD.

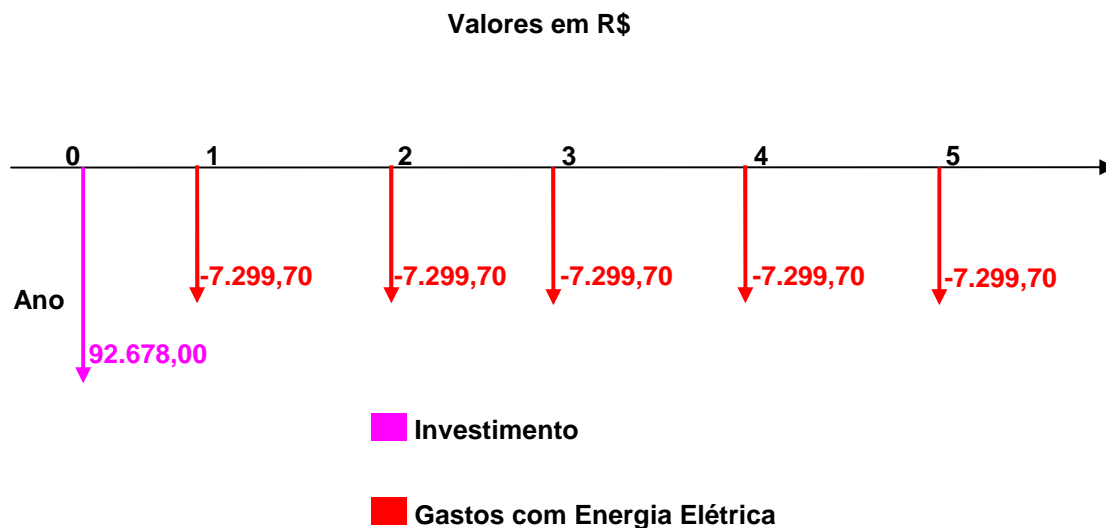


FIGURA 4.1 - Fluxo de Caixa - Troca de CRT por LCD

Os resultados dos cálculos econômicos e financeiros são apresentados na TABELA 4.3.

TABELA 4.3 - Análise de viabilidade - com doação do CRT

<b>VPL do Fluxo de Caixa</b> (Anos 1 a 5 )	(R\$ 28.765,50)
<b>VPL</b> ( Anos 1 a 5 + Investimento)	(R\$ 121.443,50)
<b>TIR</b>	Sem resultado
<b>Tempo de retorno ( <i>Payback</i> )</b>	Sem resultado

Pela análise do Valor Presente Líquido o investimento não se mostrou viável, pois a técnica do VPL define que o investimento viável é aquele cujo valor do VPL é maior que zero, o que não ocorreu. Portanto, o investimento não é viável quando analisado por este critério de viabilidade econômica.

Outros critérios de viabilidade não puderam ser empregados. A TIR que representa a taxa necessária para igualar o valor do investimento não pôde ser calculada, pois o fluxo de caixa apresentou somente valores negativos. Do mesmo modo o tempo de retorno não pode ser calculado, pois sendo todas as parcelas do fluxo negativas, o investimento jamais se igualará ao capital investido. Portanto, quando analisado pelos critérios da TIR e do tempo de retorno, o investimento novamente não se mostrou economicamente viável.

### 4.1.3 Permanência na utilização de monitores CRT

Na TABELA 4.4, não há um investimento na compra de equipamentos pois a instituição já os possui e já os vem utilizando. São apresentadas as parcelas gastas anualmente com energia elétrica sem a depreciação de 20%, definida pela Receita Federal para equipamentos deste gênero.

TABELA 4.4 - Fluxo de Caixa para CRT

Ano	Investimento em LCD [ R\$ ]	Venda do CRT [ R\$ ]	CRT: Gastos com Energia Elétrica [R\$]	Fluxo [ R\$ ]
0	0	0	0	0
1	0	0	-21.322,36	-21.322,36
2	0	0	-21.322,36	-21.322,36
3	0	0	-21.322,36	-21.322,36
4	0	0	-21.322,36	-21.322,36
5	0	0	-21.322,36	-21.322,36

Na FIGURA 4.2 é mostrado o fluxo de caixa empregado para a análise de viabilidade para a permanência de utilização de monitores CRT.

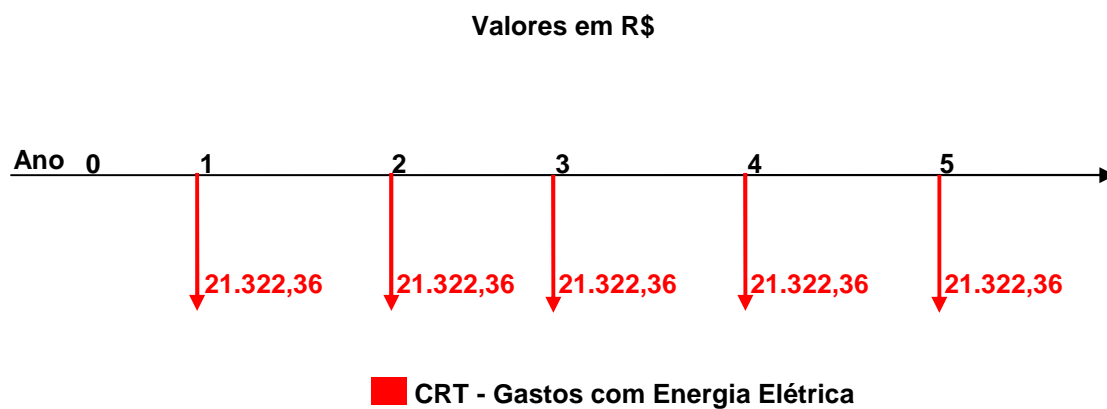


FIGURA 4.2 - Fluxo de caixa para CRT

NA TABELA 4.5 temos os resultados dos cálculos de VPL, TIR e tempo de retorno do investimento para o caso em que há a troca dos monitores CRT por LCD.

TABELA 4.5 - Análise de viabilidade - permanência do CRT

<b>VPL ( Anos 1 a 5 + Investimento)</b>	(R\$ 84.023,79)
<b>TIR</b>	Sem resultado
<b>Tempo de retorno ( <i>Payback</i> )</b>	Sem resultado

#### 4.1.4 Análise da simulação

Quando analisadas as três opções:

1º Caso: Investimento em LCD sem Venda do CRT (Empresa pública);

2º Caso: Continuar utilização do CRT (tecnologia atual).

Verifica-se que os dois investimentos apresentam fluxos de caixa negativos, conseqüentemente  $VPL < 0$ , pelo critério do VPL, nos dois casos não se têm investimentos viáveis. Por tratar-se de um equipamento difícil de se calcular em Reais os benefícios gerados com a sua utilização, verifica-se que o fluxo é inteiramente negativo para ambos os casos, por este motivo, não foram possíveis comparações do VPL calculados com a TMA estipulada.

Analisando-se os investimentos apenas pelo critério do maior VPL, tem-se que a segunda opção é a mais economicamente viável, ou seja, o não investimento em novos equipamentos LCD. A permanência de utilização do CRT é o investimento que apresentou o maior VPL. A troca de tecnologias CRT por LCD, com a intenção de lucro não é recomendada quando comparada a outros tipos de aplicações disponíveis no mercado.

Outras formas de economia de energia que não a troca de CRT por LCD, como mudanças de hábitos de consumo ou utilização de softwares gerenciados de energia, poderiam ser pensadas a fim de diminuir o consumo de energia dos monitores uma vez que não há vantagem econômica na troca de tecnologia CRT por LCD.

#### 4.2 Análise e Considerações Gerais

A economia de energia pode ser conseguida mediante a adoção de tecnologias energeticamente eficientes, reduzindo-se também os investimentos necessários em infra-estrutura de produção e geração de energia elétrica. A diminuição dos desperdícios também pode ser promovida por meio da conscientização da sociedade, através de informação, mudança de hábitos de consumo e pela utilização de tecnologias de modo mais adequado, no que se

refere à sua aplicação e consumo. Pode-se otimizar o uso dos equipamentos disponíveis no que se refere à relação consumo por tamanho, tendo em vista que por vezes, grandes monitores são utilizados em tarefas onde o tamanho utilizado poderia ser menor, com um menor consumo de energia elétrica.

Agruparam-se todos os monitores presentes na simulação por tamanhos de telas e somou-se os gastos anuais para cada grupo de monitores, assim podemos ter uma noção de quais tamanhos de telas mais contribuem para os referidos gastos. Apesar dos monitores de 19 polegadas aparecerem em menor quantidade na simulação, eles contribuem substancialmente para os custos, como mostrado na TABELA 4.6. Com os dados de tempo de uso e consumo de energia, pode-se promover um remanejamento dos monitores, de modo a dispor os mais econômicos nos lugares de maior utilização.

TABELA 4.6 - CRT e LCD, Comparativo dos custos energia / ano

CRT		LCD	
Tela [pol]	Custo / Ano [R\$]	Tela [pol]	Custo / Ano [R\$]
14 e 15	8.061,31	15	2.191,70
17	8.358,53	17	3.660,27
19	4.902,50	19	1.447,72
<b>Total</b>	<b>21.322,34</b>		<b>7.299,70</b>

Na FIGURA 4.3 é mostrado o consumo de energia elétrica do CRT e LCD, para os vários tamanhos de tela em polegadas. Pôde-se ver que os cálculos obtidos para os gastos com energia elétrica do CRT é aproximadamente três vezes o valor dos gastos com energia elétrica do LCD. Como era de se esperar, uma vez que a potencia dos monitores CRT é em torno de três vezes a potencia do LCD. É interessante notar que apesar do investimento em LCD não ser economicamente viável, o LCD é melhor em termos de consumo de energia.

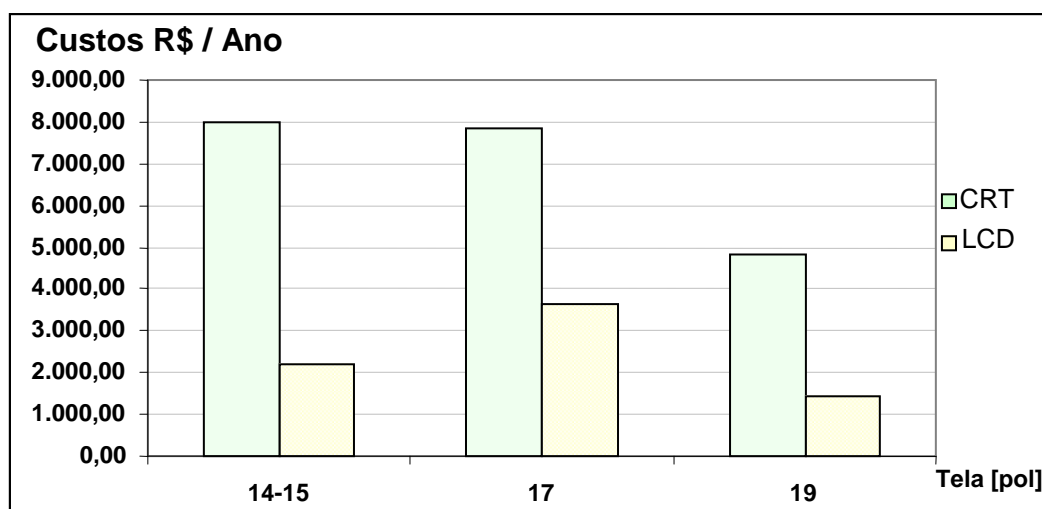


FIGURA 4.3 - CRT E LCD: comparativo dos custos energia / ano

Na TABELA 4.7 temos um quadro comparativo das duas tecnologias, levando-se em conta os gastos e a economia acumulada com energia elétrica onde a {economia acumulada pela adoção da tecnologia LCD} é igual a {Gastos com energia elétrica LCD} menos os {Gastos com energia elétrica CRT} mais a {Diferença de Preços para aquisição de LCD}, em uma das linhas tabela.

TABELA 4.7 - CRT e LCD, Economia acumulada em 5 anos

Ano	Preço de Aquisição LCD [ R\$ ]	Preço de Aquisição CRT [ R\$ ]	Diferença de Preços para aquisição de LCD [ R\$ ]
0	-92.678,00	-46.445,10	-46.232,90
	Gastos com energia elétrica LCD [ R\$ ]	Gastos com energia elétrica CRT [ R\$ ]	Economia acumulada pela adoção da tecnologia LCD
1	-7.299,70	-21.322,36	-32.210,24
2	-14.599,40	-42.644,72	-18.187,58
3	-21.899,10	-63.967,08	-4.164,92
4	-29.198,80	-85.289,44	-9.857,74
5	-36.498,50	-106.611,80	23.880,40

Este quadro comparativo, foi elaborado a partir dos gastos com energia elétrica e preço de compra das duas tecnologias; não foram levados em conta, neste quadro depreciação, valores residuais e custos de manutenção que podem

vir a onerar os dois investimentos. Na FIGURA 4.4, é mostrada a representação gráfica da economia em Reais com energia elétrica ao longo de cinco anos, estipulados para a vida útil dos equipamentos.

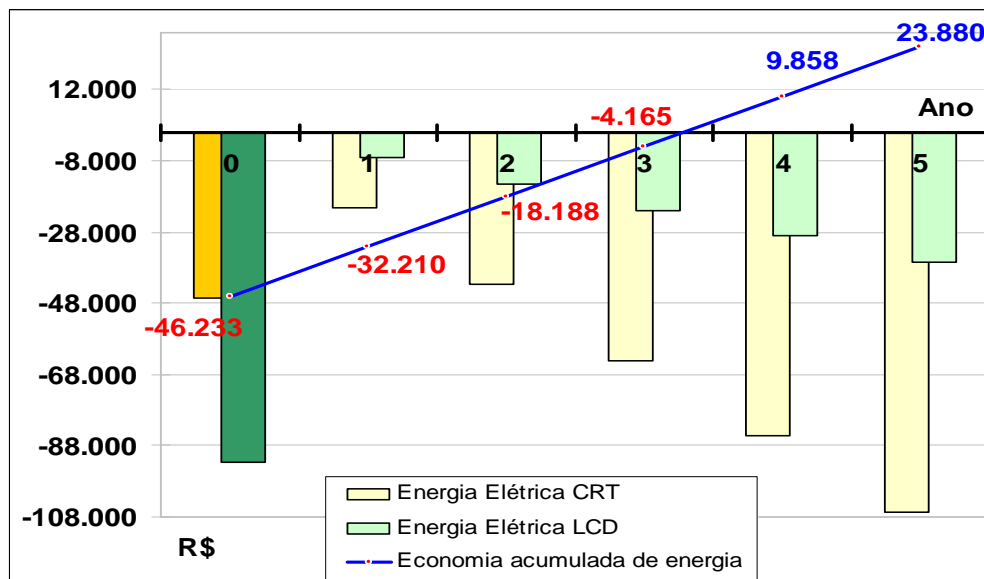


Figura 4.4 - Economia Acumulada em 5 Anos

Com as especificações de potência e quantidade de horas de utilização admitidos na simulação mostrado na TABELA 4.6, verificou-se que o baixo consumo de energia elétrica dos monitores LCD, quando comparados aos monitores CRT, fez com que o LCD começasse a apresentar vantagem em relação ao valor economizado com energia, que começa a superar o preço pago na aquisição do LCD entre o 3º e 4º anos de utilização, levando-se em conta apenas o consumo com energia elétrica e o investimento inicial.

Na TABELA 4.8 são mostrados os dados técnicos para uma estimativa de economia de energia com a utilização de LCD ao invés de CRT. Estimou-se a potência dos monitores de 14, 15, 17 e 19 polegadas tanto para o CRT quanto para LCD, como sendo a média das potências. As mesmas utilizadas nos cálculos da simulação de troca de tecnologias apresentada neste trabalho, vide anexo 2.

TABELA 4.8 - Estimativa de Economia de Energia - dados técnicos

Tempo de utilização	1	h
Potência Média do CRT	92	Wh
Potência Média do LCD	36	Wh

Na TABELA 4.9 são mostrados os dados do IBGE relativos à quantidade de pessoas acima dos 10 anos de idade que acessam a Internet pelo menos uma vez por dia, bem como o consumo total de energia elétrica no Brasil e São Paulo. Com base nestes dados é possível calcular o consumo de energia elétrica economizado com a substituição dos monitores CRT por LCD, para este grupo de pessoas. Admitiu-se que cada uma destas pessoas que acessam a Internet, acessem um tempo mínimo de 1 hora, com isto podemos calcular a economia de energia que seria gerada com “simples” substituição de uma tecnologia ultrapassada por uma tecnologia mais energeticamente eficiente.

TABELA 4.9 - Estimativa de Economia de Energia - Consumo

Lugar	Quantidade Pessoas	Energia consumida pelo CRT [ MWh ]	Energia consumida pelo LCD [ MWh ]	Diferença entre CRT - LCD [ MWh ]
Brasil	32.109.939	2.954	1.153	1.801
São Paulo	10.254.783	943	368	575

Fonte: IBGE, 2007

Em seguida, podemos comparar os resultados obtidos com a capacidade instalada de Usinas hidrelétricas do Brasil, Na FIGURA 4.5 temos um comparativo dos resultados obtidos com a troca de tecnologia com a capacidade instalada das principais hidrelétricas do Brasil.



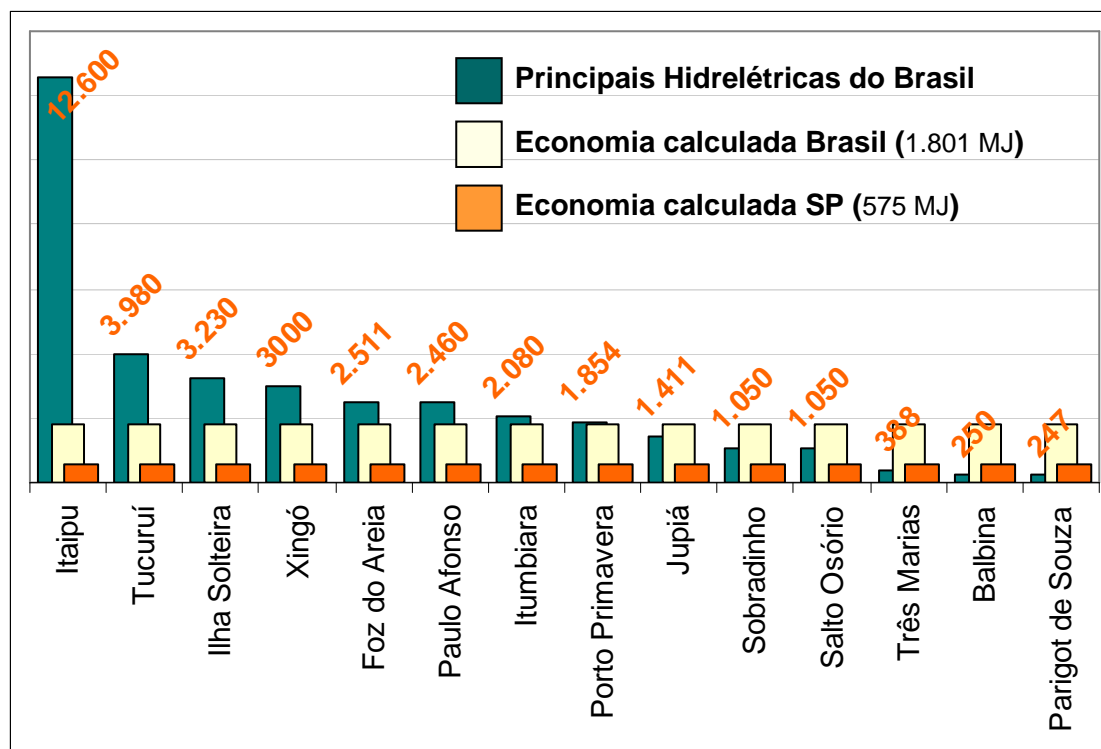


FIGURA 4.5 - Economia de Energia X Potencial Hidrelétrico Instalado.

Fonte: baseado em dados CEMIG, 2007

Pôde-se notar pelo gráfico da FIGURA 4.5 que somente com a troca de monitores de computador de CRT para LCD para o grupo de pessoas no estado de São Paulo que acessam a Internet uma vez por dia e durante uma hora, já seria obtida uma economia substancial de energia elétrica, 575 [MJ]. Este valor é maior que o potencial instalado de algumas das principais hidrelétricas do país.

As duas tecnologias possuem suas peculiaridades e, portanto, diferentes impactos, seja no uso dos recursos naturais ou na disposição final, com impactos sobre ecossistemas, pois a reutilização de suas partes nem sempre é economicamente viável. De um modo geral, os monitores de CRT apresentam maiores quantidades de rejeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde, tais como o fósforo, óxidos de chumbo que são liberados na produção do vidro, compostos tóxicos e cancerígenos, metais pesados, como o cádmio. O cristal líquido é composto por óxidos de índio, estanho e materiais polimerizados a partir de radicais dos elementos Carbono, Hidrogênio, Oxigênio e Nitrogênio que na sua produção apresentam baixa toxicidade, apesar disto, monitores LCD causam mais toxicidade do meio aquático como a eutrofização da água e maior destruição da camada de ozônio do que o CRT. Em termos de consumo energético final dos

monitores, eles variam de acordo com o tamanho da tela, quanto maior o tamanho da tela, maior o consumo energético. Ao longo do ciclo de vida o CRT consome muito mais recursos energéticos que LCD.

É difícil estimar o potencial de equipamentos obsoletos que aguardam serem descartados. É necessário a execução de leis que obriguem os fabricantes a terem responsabilidade pelo descarte adequado de seus produtos. Alguma iniciativa como resolução nº. 257 e complementada pela resolução nº 263 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que trata da destinação final de certos resíduos como baterias e pilhas esgotadas, poderiam ser estendidas de modo a contemplar as telas CRT, presentes em monitores de computador e televisores, considerados resíduos perigosos por apresentarem toxicidade e metais pesados em sua composição.

Países como o Brasil, podem fazer com que aqueles produtos que já não satisfazem um determinado grupo de usuários sejam transferidos a outros mais carentes e que poderiam fazer uso dos equipamentos substituídos, promovendo a inclusão social, e no caso específico, a Inclusão digital, evitando-se de imediato a aumento de lixo tecnológico.

Um meio de se evitar o desemprego originado pelo fechamento de fábricas de CRT, poderia ser o incentivo à pesquisa em novas tecnologias que ainda não estão estabelecidas no mercado e com potencial de crescimento, como o OLED e FED, pois as fábricas de LCD já estão em funcionamento fora do país e não há interesse econômico em trazê-las para o Brasil.

Algumas questões devem ser consideradas antes de uma tomada de decisão, tais como os impactos socioeconômicos, ambientais, conhecimento e aceitação da nova tecnologia e preços competitivos.

A substituição de monitores CRT por LCD no que se refere à economia de energia é apenas uma parte na complexa cadeia de produção, consumo e distribuição de energia. Frente à dificuldade em suprir adequadamente a demanda de energia com os recursos energéticos renováveis, a tendência é o agravamento do efeito estufa do planeta. Se o uso mundial de energia continuar crescendo, serão necessários altos investimentos, afetando principalmente os países em desenvolvimento.

## CAPITULO 5. CONCLUSÃO

Esta dissertação analisou alguns aspectos relevantes no processo de substituição de tecnologias, focado no setor de eletroeletrônicos, no caso específico da troca de telas do tipo CRT por telas LCD, no contexto da eficiência energética e da preservação do meio ambiente. De modo mais amplo, o trabalho se sustenta sobre a hipótese de que o processo de troca de tecnologias, ainda que incipiente no uso de LCD em telas para televisores, ganhou força na utilização em computadores e alcançou diversos países, inclusive os países em desenvolvimento. Afirma-se que as políticas nacionais e o comportamento da sociedade são importantes e decisivos na atração de investimentos, bem como na manutenção de empregos, na qualidade de vida, na economia de energia e desenvolvimento sustentável.

O trabalho aponta a economia de energia através da utilização de tecnologias mais eficientes e a correta disposição dos resíduos tecnológicos como alguns dos meios de desenvolvimento sustentável para esta e para as futuras gerações, num contexto de um mundo globalizado. Existem países que se conscientizaram da necessidade de se criar e aplicar leis que regulamentem a produção e o descarte de produtos tecnológicos. No Brasil, o CRT ainda é descartado de forma inadequada, visto que não existem leis efetivas que o trate como resíduo perigoso, sendo por este motivo ainda descartado em lixões. É necessária a criação de leis de responsabilidade sobre produtos, aplicadas às empresas geradoras de lixo tecnológico, obrigando-as a dar uma disposição adequada aos seus produtos.

A sociedade pode agir concomitante alterando os seus hábitos de consumo, modificando seus critérios de escolha e dando preferência a empresas e produtos ecologicamente corretos, quando forem adquirir novos equipamentos eletrônicos, levando em conta quesitos como consumo de energéticos e impactos no meio ambiente, na produção, utilização e disposição final.

De modo a evitar o desemprego, devido ao fechamento de fábricas, o país deve investir em pesquisas e incentivos a outras tecnologias, a fim de atrair investimentos para a próxima geração de telas, que ainda não possuem plantas estabelecidas e que no futuro tendem a substituir inclusive o LCD, como as

promissoras tecnologias OLED e FED.

No que se refere à simulação de troca de tecnologias, apesar dos preços do LCD estarem em queda, verificou-se que a troca não é economicamente viável quando comparado a outros tipos de investimentos disponíveis no mercado financeiro. O investimento na compra de LCD pode apresentar um tempo de retorno, em torno de 16 anos, bem maior que o tempo de vida médio do equipamento. Entretanto, mesmo um investimento economicamente inviável como este, pode ser viável no que se refere à eficiência energética e à preservação do meio ambiente. A simulação da troca da tecnologia de telas CRT por LCD em computadores no LNA demonstrou que poderia gerar uma economia de energia considerável ao longo dos anos, ficando esta economia fortemente ligada à quantidade de tempo de utilização diária de cada monitor e do tamanho da tela.

No que se refere ao meio ambiente, verificou-se que em diferentes fases do seu ciclo de vida, ambas tecnologias provocam impactos negativos. Como até o momento outras tecnologias mais ambientalmente adequadas ainda estão em fase de desenvolvimento e de um modo geral, os impactos ambientais do LCD são menores que os impactos gerados pelo CRT, é ambientalmente interessante a troca de CRT por LCD. Entretanto, é necessário criar meios para o adequado descarte do CRT, já pensando no futuro descarte do LCD.

Conclui-se que a referida troca de tecnologia CRT por LCD é recomendada, no que se refere à economia de energia, pois o LCD é energeticamente mais eficiente, garantindo economia substancial de energia elétrica, aproximadamente um terço do consumo de energia da tecnologia CRT. Verificou-se também que esta troca provoca alguns efeitos indesejáveis, como a produção do chamado "lixo tecnológico", que se tornou um incômodo, não só para os países desenvolvidos, que o produz em grandes quantidades, bem como aos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, que correm o risco de se tornarem grandes depósitos, causados pela rapidez das sociedades modernas, ávidas em consumir cada vez mais equipamentos eletrônicos. É extremamente importante a criação de leis, que regularizem não somente a produção de equipamentos eletrônicos, mas que também controlem o descarte do material obsoleto. Esta substituição de tecnologia deve levar em conta, não somente a economia de energia, mas também o respeito ao meio ambiente, por meio de políticas e leis,

visando o descarte e o controle dos resíduos tecnológicos gerados.

Na busca de um desenvolvimento sustentável, e adicionalmente, aos benefícios com a economia de energia, constatou-se que os monitores desativados poderiam ser doados a outras Instituições, preenchendo algumas lacunas sociais e econômicas de setores carentes de tecnologia e promovendo a inclusão digital, governamentalmente incentivada, através de leis e decretos pertinentes, além de postergar o descarte ao meio ambiente dos monitores trocados.

Esta dissertação contribuiu a cerca dos cuidados necessários para tornar a troca de tecnologias mais atrativa à sociedade, podendo servir de apoio à análise de troca da tecnologia de CRT por LCD, bem como para outras substituições tecnológicas. O respeito aos aspectos levantados deve fazer parte, num sentido mais amplo, localmente através de uma política ambiental e industrial nacional bem estruturada e definida, e mundial por meio de acordos de responsabilidades sobre o lixo tecnológico.

Para que a troca de tecnologias surta o efeito desejável no que se refere à economia de energia e respeito ao meio ambiente, é necessário que haja um envolvimento real do governo e da sociedade, que em última análise devem absorvê-la, de forma gradual e responsável.

## CAPITULO 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCETTURA, R., **Environmental Impact of Technology Waste**. Disponível em [http://robert.accettura.com/download/040426\\_env\\_impacts\\_technology\\_waste.doc](http://robert.accettura.com/download/040426_env_impacts_technology_waste.doc) Estados Unidos, 2004.

ANDREOLA F., BARBIERI L., et al. **Recycling of CRT panel glass as fluxing agent in the porcelain stoneware tile production**. Ceramics International. ELSEVIER, 2007.

ANSHELL, J., **Visual Ergonomics Handbook**, Ed. CRC Press , *California, USA*, 2005.

ANTONIADIS, H., **Overview of OLED Technology**. OSRAM. San Jose, 2003.

AOC, Disponível <http://www.aoc.com.br>. Acessado em 20/07/2007.

BASTOS, H. S., **Um modelo de promoção da eficiência energética no segmento residencial pela substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas : um estudo de caso em Rondônia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG, 82 p. 2003.

BABOO, **Hardware em Geral e Periféricos**: Disponível em <http://www.babooforum.com.br/forum/index.php?showtopic=143906> acessado em 06/08/2007.

BAN - BASEL ACTION NETWORK, **The Digital Dump:Export Re-use and Abuse to Africa**, A Project of Earth Economics. BAN, 2005.

BANERJEE, A., SOLOMON, B. D., **Eco-labeling for energy efficiency and sustainability: a meta-evaluation of US programs** - Energy Policy, Volume 31, 2a Ed. Estados Unidos, 2003.

BERKWITZ, H., **Visual Ergonomics Handbook – Electronic Visual Displays**. Editor. Jeffrey Anshel, Ed. Taylor&Francis, 2005.

BORTONI, Edison C., ELETROBRÁS, PROCEL - **Conservação de Energia-Eficiência Energética e Instalações e Equipamentos**, 3ª. Edição, Ed. Editora da EFEI. Itajubá, MG, 2001.

CERTI, **Relatório Final Projeto AMAZONAS COMPETITIVO**. Análise da Competitividade do PIM relacionada à manufatura de equipamentos demandados pelo Sistema Brasileiro de TV Digital - ISDTV, 2007.

CHEN, M., CHIN, L., **Comparison of TFT-LCD and CRT on visual recognition and subjective preference**. International Journal of Industrial Ergonomics 34. Taiwan, 2004.

COSTA, G.J.C., **Iluminação Econômica: Cálculo e Avaliação**, Porto Alegre, RJ, 3 ed. rev. amp. , Ed. EDPUCRS, 2005.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 257** de 13 de Junho de 1999. Brasília, DF. 1999.

\_\_\_\_\_ **Resolução nº 263 e 12 de Novembro de 1999**. Brasília, DF. 1999.

CUI J., FORSSBERG, E., **Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review**. J Hazard Mater, 2003.

EPA Environmental Protection Agency. **40 CFR Parts 9, 260, 261, et al. Hazardous Waste Management System Modification of the Hazardous Waste Program: Cathode Ray Tubes**; Final Rule, part III, Federal Register, 2006.

EUROPEAN UNION., Directive **2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. Brussels. Office for Official Publications of the

European Communities; 2002.

GELLER Howard S., **Revolução Energética, Políticas para um futuro sustentável**. Tradução. Maria Vidal Barbosa. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Relume Dumará 467 p. 2003.

GENCIENCIA – **Ciência, ecologia e mudanças climáticas**. Disponível em [www.genciencia.com](http://www.genciencia.com). Acesso em 3 de novembro de 2007.

GOLDBERG, L. H., **Green Electronics/Green Bottom Line: Environmentally Responsible Engineering**. Ed. Newnes,1999.

GOLDEMBERG, J. E., **Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Editora . Universidade de São Paulo, Segunda Edição, revisada, 2003.

GONÇALVES, A. T., **O lado obscuro da high tech na era do neoliberalismo: seu impacto no meio ambiente**. 2005.

GÜNTHER S., KERNBAUM S., ZETTL M., **Remanufacturing approaches contributing to sustainable engineering Abordagens de remanufatura - uma contribuição para engenharia sustentável**. Gest. Prod. vol.13 no.3 São Carlos Sept./Dec. 2006.

GUTIERREZ, R. M. V, FILHA, D. C.M, KAUSS, I., F., OLIVEIRA, M.J. **Setorial, Complexo Eletrônico: Displays e nanotecnologia**, Rio de Janeiro, RJ, n. 23, p.,

GUIA DO HARDWARE, **FED**, acessado em 07/08/2007. Disponível em: <http://www.guiadohardware.net/termos/fed>.

HENRIQUES A. M., HADDAD J., NOGUEIRA L.A.H., **Eletróbrás, Fóssil - Conservação de Energia-Eficiência Energética e Instalações e Equipamentos**, 3ª. Edição, Ed. Editora da EFEI. Itajubá, MG, 2001.



HINRICHS , R. A, KLEINBACH M., **Energy : its use and the environment**, Ed. Thomson Learning Ibero, 3rd. Nova York, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 19 de novembro de 2006.

IEA – International Energy Agency - **Key World Energy Statistics 2007**. Disponível em <http://www.iea.org/statistics>. Acesso em 29 de outubro de 2007.

IDC - International Data Corporation. Disponível em <http://www.idcbrasil.com.br>. Acesso em 12 de dezembro de 2006.

IOS - INSTITUTO OBSERVATÓRIO SOCIAL, **Comportamento Social e Trabalhista. Relatório Geral de Observação.Philps do Brasil**. Philips. 2004.

JORNAL VALEPARAIBANO, **Editorial**. disponível em: <http://jornal.valeparaibano.com.br/2007/06/03/sjc/lp01.html>. Acessado em 04/06/2007.

KIATKITTIPONG W., WONGSUCHOTO P., MEEVASANA K. , PAVASANT P., **When to buy new electrical/electronic products?**. Journal of Cleaner Production. ScienceDirect. ELSEVIER, 2007.

Lamber A. J. D.T. Gupta M., **Disassembly Modeling for Assembly, Maintenance, Reuse, and Recycling**. Ed. CRC Press, 2005

LEMOS, H. M., **Convenção da Basiléia, Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**, Instituto Brasil PNUMA, Brasil, 2007.

LG ELETRONICS, <http://www.lg.com.br>. Acessado em 19/07/2007.

LNA - Laboratório Nacional De Astrofísica. **Histórico**. Disponível em [http://www.lna.br/lna/lna\\_hist.html](http://www.lna.br/lna/lna_hist.html). Acessado em 20/03/2007.

LORA, E. E.S, ELETROBRÁS, PROCEL - **Conservação de Energia-Eficiência Energética e Instalações e Equipamentos**, 3ª. Edição, Ed. Editora da EFEI. Itajubá, MG, 2001.

LUCON, O., GOLDEMBERG, J., Energia e meio ambiente no Brasil - ESTUDOS AVANÇADOS 21. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159.pdf>. Acesso em 27 de outubro de 2007.

ZANATA M. N., **Políticas Brasileiras de Incentivo à Inovação e Atração de Investimento Direto Estrangeiro em Pesquisa & Desenvolvimento**. Pós-Graduação Em Política Científica E Tecnológica Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Geociências. Campinas-SP, 2006

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia , **Decreto nº. 4.059, de 19.12.2001**.

MCCARTHY, James E., **Recycling Computers and Electronic Equipment: Legislative And Regulatory Approaches for “E-Waste”**. Congressional Research Service "The Library of Congress", 2002.

MF - Ministério da Fazenda. **RIR. Tributação das Pessoas Jurídicas**. Decreto nº 3.000, de 26 de março de 1999, Ministério da Fazenda, 1999. Brasília, DF.

MJ - Ministério da Justiça. **Glossário**. Disponível em: [http://www.mj.gov.br/transparencia/Glossario\\_ORC.htm](http://www.mj.gov.br/transparencia/Glossario_ORC.htm). Acessado em: 15/04/2007.

MME - Ministério das Minas e Energia. **BEN - Balanço Energético Nacional**. Anexo D. Tratamento das Informações, ano base 2005, Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_ **Balanco Energético Nacional - Relatório Final**, Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_ **EPE, Balanco de Energia Útil - BEU (1984 a 2004)**, Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_ **EPE, BEN - Balanco Energético Nacional. 13.01 - Eficiência De Uso - Balanco De Energia Útil - Sinopse**, ano base 2005. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_ **EPE, BEN - Balanco Energético Nacional. 13.02 - Eficiência de Uso - Balanco de Energia Útil - Relatório Completo**, ano base 2005. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_ **EPE, BEN - Balanco Energético Nacional 13.03 - Eficiência de Uso - Balanco de Energia Útil**, ano base 2005. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_ **Resenha Energética Brasileira**, exercício de 2006 (preliminar), 2007 ano base 2006.

MPOG - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, **Projeto Computadores para Inclusão**. 2006.

PHILIPS , Disponível <http://www.consumer.philips.com/>. Acessado em 20/07/2007.

NEC, **Technology White Paper Plasma Displays, Technologies Visual Systems Division**, 1998.

NOWAK, O. **Atualidades da Nano Ciência e Micro Tecnologia para a Indústria e Academia**, SUFRAMA / Ministério d Desenvolvimento, Industria e Comércio Exterior, 2007.

PLANALTO. Casa Civil. **Decreto nº. 6.087**.

\_\_\_\_\_ **Decreto nº. 9.790.**

\_\_\_\_\_ **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**

PRADO A. P., BRACHER, L. M., GUIDI M.H.S., **Estudo Comparativo De Três Tecnologias De Televisores Em Termos De Impactos Ambientais**, Revista Ciências do Ambiente On-Line Agosto, Vol. 2, Núm. 2, Curso de Graduação - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação/UNICAMP, Campinas, SP, 2006.

RODRIGUES, Ivair, **O Mercado de PCs e Monitores, Perspectivas para Perspectivas para 2005**. IDC, 2005.

RODRIGUES Angela C. , **Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Alternativas de Política e Gestão** , Biblioteca da Escola de Sociologia e Política de SP. 2003.

SAMANEZ, C. P., **Matemática Financeira: Aplicações à análise de Investimentos**. São Paulo, SP. Ed. Prentice Hall . 2002.

SAMSUNG, Disponível em [www.samsung.com.br](http://www.samsung.com.br). Acessado em 19/07/2007.

SAKIS, R., **Brazil Quarterly LCD and Plasma Monitors Tracker 2Q 2007**, IDC - International Data Corporation. Brasil, 2007.

SENAI - Serviço Nacional da Indústria, **Resíduos Tecnológicos**. BRT - Serviço Nacional de Respostas Técnicas, 2007.

SUFRAMA, COISE/CGPRO/SAP, **Indicadores de desempenho do Pólo Industrial de Manaus**. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior/SUFRAMA, 2007.

SONY, Disponível <http://www.sonystyle.com.br/>. Acessado em 21/07/2007.

SILVA, L.F., CARVALHO, L.M., **A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino. Revista Brasileira de Ensino de Física.** vol.24 no.3 São Paulo Cet. 2002.

SOCOLOF M. L. OVERLY J. G., GEIBIG J.R. , **Environmental life-cycle impacts of CRT and LCD desktop computer displays.** University of Tennessee, Center for Clean Products and Clean Technologies, 311 Conference Center Building, Knoxville, TN 37996-4134, United States, 2005.

SPECTRUM, **Monitor Recycling & Monitor Disposal by CRT Monitor Recycler. CRT Monitor and Computer Recycling, Handling and Disposal.** 2004.

SUSTAINABLE ENERGY NEWS - No. 55, December 2006 – Disponível em <http://www.inforse.org/> - Editado por Gunnar Boye Olesen, Judit Szoleczky, Niki Fowler. Dinamarca, 2006.

TERTZAKIAN P., **A Thousand Barrels a Second : The Coming Oil Break Point and the Challenges Facing an Energy Dependent World.** Ed. McGraw-Hill, Estados Unidos, 2006.

TAVARES, W. M. L. **Implantação Da Televisão Digital No Brasil,** Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, Brasília, DF, 2001.

TORRES, G., **HARDWARE CURSO COMPLETO.** Rio de Janeiro, RJ. Ed. Axcel Books do Brasil Editora, 2001.

TVHISTORY, **História da TV,** disponível em <http://www.tvhistory.tv/1956%20QF.htm>, 2006, acessado em 10/03/2007.

**UNICAMP-IE-NEI,. - Estudo Da Competitividade De Cadeias Integradas No Brasil: Impactos Das Zonas De Livre Comércio.** Cadeia: Bens Eletrônicos de Consumo. Nota Técnica. 2002.

**VENDRUSCULO, Edson A., Avaliação de televisores quanto ao consumo de energia elétrica, no modo de operação standby, e adequação a padrões de eficiência energética internacionais.** Campinas, SP: Energy Discussion Paper nº. 2.56.1/05, 2005.

**WTC - Wicht Technology Consulting - Os OLEDs (Organic Light-Emitting Diode - Diodos Orgânicos Emissores de Luz) ativos aproximam-se do mercado de telefones celulares, 2007.**

## ANEXOS

### Anexo1

#### Consumo de Monitores (Fonte: Internet. Acessado em Agosto,2006)

Tecnologia	Marca	Modelo	TELA [pol.]	Potencias [W]					Linha e Fora de linha	Tipo
				Ligado	M+ $\sigma$	M- $\sigma$	StandBy (espera)	StandBy (suspensa)		
CRT	TCE	JX457D	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	TCE	JX459D	14	85	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	CVM-478T	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	CVM-478LR	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	CVM-96T	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	CVM-96LR	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	ADD	1438/cgd	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	ADD	1438E	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	syncmaster 2 cvm496P	14	70	V	-	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	syncmaster 3 cvm496PL	14	70	V	-	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	syncmaster 2 cvm478P	14	70	V	-	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	syncmaster 3 cvm478PL	14	70	V	-	-	-	-	Convencional
CRT	VideoComp	1448H	14	75	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	IBM	G54	14	110	-	V	15	5	-	Convencional
CRT	IBM	G74	14	110	-	V	15	5	-	Convencional
CRT	Samsung	750V	14	90	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Proview	PX720	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Generico/Manaus	PA/AS/PX/EZ-456-561-566-769	14	100	-	V	15	8	-	Convencional
CRT	DAEWOOD	1427S/1427x	14	80	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	AOC	4vm	14	75	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	DAEWOOD	1424 cmc 1424X	14	75	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	SyncMaster 592V	15	55	V	-	-	1	Linha	Convencional

## Continuação do ANEXO 1

Tecnologia	Marca	Modelo	TELA [pol.]	Ligado	M+ $\sigma$	M- $\sigma$	StandBy (espera)	StandBy (suspensão)	Linha/Fora de linha	Tipo
CRT	Philips	105S69	15	62	V	V	-	-	fora	-
CRT	LG	T530S	15	63	V	V	4	4	Linha	Plano
CRT	Proview	T530S	15	63	V	V	4	4	Linha	-
CRT	LG	T530S	15	63	V	V	4	4	Linha	Convencional
CRT	IBM/Lenovo	Lenovo 41A1963	15	65	V	V	5	5	-	-
CRT	Samsung	591V	15	65	V	V	-	2	Linha	-
CRT	Samsung	592V	15	65	V	V	-	3	Linha	-
CRT	Samsung	SyncMaster 551V	15	70	V	V	3	-	fora	-
CRT	Samsung	SyncMaster 551S	15	70	V	V	3	-	fora	-
CRT	Proview	proview	15	70	V	V	-	-	Linha	Convencional
CRT	AOC	CT500G	15	75	V	V	-	-	Linha	Convencional
CRT	AOC	CT510G	15	75	V	V	-	-	Linha	Convencional
CRT	AOC	5G-LSK	15	75	V	V	-	-	fora	Convencional
CRT	Proview	LX-562NS	15	75	V	V	-	-	Linha	-
CRT	Proview	CT500G	15	75	V	V	-	-	Linha	-
CRT	AOC	CT 500G	15	75	V	V	-	-	Linha	-
CRT	TCE	TX517	15	90	-	V	-	-	-	Convencional
CRT	TCE	JX559D	15	90	-	V	-	-	-	Convencional
CRT	LG	T730SH	17	68	V	-	4	4	Linha	Plano
CRT	Samsung	SyncMaster 794V	17	70	V	V	-	1	Linha	Convencional
CRT	Samsung	SyncMaster 794S	17	70	V	V	1	-	fora	-
CRT	IBM/Lenovo	41A2020	17	70	V	V	4	4	-	-
CRT	Samsung	SyncMaster 794MB Plus	17	72	V	V	-	1	Linha	Plano
CRT	Samsung	SyncMaster 796MB Plus	17	72	V	V	-	1	fora	Convencional
CRT	Samsung	794MB	17	72	V	V	-	-	Linha	-
CRT	LG	710E	17	73	V	V	15	15	Linha	Convencional



## Continuação do ANEXO 1

Tecnologia	Marca	Modelo	TELA [pol.]	Ligado	M+ $\sigma$	M- $\sigma$	StandBy (espera)	StandBy (suspensão)	Linha e Fora de linha	Tipo
CRT	LG	Studioworks 710e	17	73	V	V	15	15	Linha	-
CRT	LG	710E	17	73	V	V	15	15	Linha	-
CRT	AOC	CT700G	17	75	V	V	-	-	Linha	Convencional
CRT	AOC	CT710G	17	75	V	V	-	-	Linha	Convencional
CRT	AOC	FT720	17	75	V	V	-	-	Linha	Plano
CRT	Viewsonic	E70FB	17	75	V	V	-	-	Linha	-
CRT	AOC	CT710D	17	75	V	V	-	-	Linha	Plano
CRT	Philips	107e70	17	75	V	V	-	-	Linha	-
CRT	AOC	7E-LSK	17	90	-	V	-	-	fora	Convencional
CRT	AOC	7F-SLK	17	90	-	V	-	-	fora	Convencional
CRT	AOC	7F	17	90	-	V	-	-	fora	Convencional
CRT	TCE	JX759D	17	90	-	V	-	-	-	Convencional
CRT	AOC	AOC 7F	17	90	-	V	-	-	Linha	Plano
CRT	TCE	JX769F	17	100	-	V	-	-	-	Convencional
CRT	Samsung	SyncMaster 997MB	19	100	V	V	-	2	Linha	Plano
CRT	Samsung	997MB	19	100	V	V	2	-	Linha	-
CRT	Samsung	DYNAFLAT 997MB	19	100	V	V	2	-	Linha	-
CRT	LG	T930b	19	103	V	V	8	-	Linha	Digital
CRT	LG	T930B	19	108	V	V	8	3	Linha	Plano
CRT	AOC	9KLR-SLK	19	130	V	V	-	-	Linha	Plano
CRT	TCE	JX959D	19	130	V	V	-	-	-	Convencional
CRT	Sony	CPD-G400	19	140	V	V	-	-	-	-
CRT	LG	T910B	19	160	-	V	-	-	Linha	-
CRT	Philips	109B63	19	130	V	V	3	3	Linha	-
LCD	AOC	511VWB	15	15	V	-	-	-	Linha	-
LCD	LG	L1553S-BF	15	17	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digit

## Continuação do ANEXO 1

Tecnologia	Marca	Modelo	TELA [pol.]	Ligado	M+ $\sigma$	M- $\sigma$	StandBy (espera)	StandBy (suspensão)	Linha e Fora de linha	Tipo
LCD	LG	L1553S-SF	15	17	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1552S	15	17	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1550S	15	17	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	Philips	150S7FS/78	15	17	V	V	1	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	Philips	150S7FS	15	17	V	V	1	-	Linha	-
LCD	Philips	150s7fs	15	17	V	V	1	-	Linha	-
LCD	Sony	SDM M51	15	22	V	V	-	-	-	-
LCD	LG	L1553S	15	23	V	V	1	-	Linha	Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 540N	15	25	V	V	-	1	Linha	Analógico.
LCD	Samsung	SyncMaster 510N	15	25	V	V	1	-	fora	-
LCD	IBM/Leno	41A4627	15	25	V	V	2	2	-	Analógico.
LCD	AOC	LM520	15	25	V	V	-	-	fora	Analógico./Digital
LCD	AOC	LM520B	15	25	V	V	-	-	fora	Analógico./Digital
LCD	LG	1550-S	15	25	V	V	1	1	Linha	-
LCD	Samsung	540N	15	25	V	V	1	-	Linha	-
LCD	AOC	LM522	15	35	-	V	-	3	Linha	Analógico./Digital
LCD	Sony	SDM N50	15	35	-	V	-	-	-	-
LCD	Samsung	SyncMaster 151BM	15	36	-	V	1	-	fora	-
LCD	Proview	LP 517	15	37	-	V	-	-	Linha	-
LCD	Philips	170S7FS/78	17	30	V	V	1	-	Linha	Analógico.
LCD	Philips	170C6FS/78	17	30	V	V	1	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1760TQ	17	30	V	V	1	1	Linha	Digital
LCD	Philips	170C7FS/69	17	31	V	V	1	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	Samsung	SyncMaster732N	17	34	V	V	-	1	Linha	Analógico.
LCD	Samsung	SyncMaster732N PLUS	17	34	V	V	-	1	Linha	Analógico.
LCD	Samsung	SyncMaster 740N	17	34	V	V	-	1	Linha	Analógico.

## Continuação do ANEXO 1

Tecnologia	Marca	Modelo	TELA [pol.]	Ligado	M+ $\sigma$	M- $\sigma$	StandBy (espera)	StandBy (suspensão)	Linha e Fora de linha	Tipo
LCD	Samsung	SyncMaster 740BPLUS	17	34	V	V	-	1	Linha	Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 761BF	17	34	V	V	-	1	Linha	Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 750B	17	34	V	V	-	1	Linha	Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 770P	17	34	V	V	1	-	fora	-
LCD	Samsung	SYNCMaster 740N	17	34	V	V	1	-	Linha	Digital
LCD	IBM/Leno	30R5647	17	35	V	V	2	2	-	Analógico.
LCD	IBM/Leno	9417HC2	17	35	V	V	2	2	-	Digital
LCD	LG	L1753T-BF	17	35	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1753T-SF	17	35	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1760TQ	17	35	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1752S	17	35	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	AOC	712Sa-Multimídia	17	37	V	V	-	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1740PQ	17	39	V	V	1	1	fora	Analógico./Digital
LCD	AOC	173P	17	40	V	V	-	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	Sony	SDM-HS75B	17	40	V	V	-	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	AOC	LM720	17	45	V	V	-	-	fora	Analógico./Digital
LCD	AOC	LM720B	17	45	V	V	-	-	fora	Analógico./Digital
LCD	LG	L173SA	17	55	-	V	3	3	fora	Analógico./Digital
LCD	AOC	FT700	17	75	-	V	-	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	IBM/Leno	6920AB1	19	36	V	V	2	2	-	Digital
LCD	Philips	190C7FS/78	19	36	V	V	1	-	Linha	Analógico.
LCD	Philips	190CW7CS/27	19	36	V	V	1	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	AOC	912VWA	19	36	V	V	-	-	Linha	-
LCD	LG	L1982U	19	37	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L196WT	19	37	V	V	1	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 932B PLUS	19	38	V	V	-	1	Linha	Digital

## Continuação do ANEXO 1

Tecnologia	Marca	Modelo	TELA [pol.]	Ligado	M+ $\sigma$	M- $\sigma$	StandBy (espera)	StandBy (suspensão)	Linha e Fora de linha	Tipo
LCD	Samsung	SyncMaster 940B Plus	19	38	V	V	-	1	Linha	Digital
LCD	Samsung	Sync Master 931C	19	38	V	V	1	-	Linha	Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 950B	19	38	V	V	1	-	fora	-
LCD	Samsung	932b	19	38	V	V	1	-	Linha	-
LCD	Samsung	SyncMaster 940B	19	39	V	V	1	-	Linha	Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 971P	19	39	V	V	1	-	Linha	Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 931BA	19	39	V	V	1	-	fora	-
LCD	LG	L1900J	19	39	V	V	2	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1900R	19	39	V	V	2	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1900E	19	39	V	V	2	1	Linha	Analógico./Digital
LCD	LG	L1900R	19	39	V	V	2	-	Linha	-
LCD	IBM/Leno	9419HC2	19	40	V	V	2	2	-	Digital
LCD	Philips	190X6FB/00	19	41	V	V	1	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	Samsung	SyncMaster 931BW	19	42	V	V	1	-	Linha	Digital
LCD	AOC	193FW	19	50	V	V	-	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	AOC	193P+	19	50	V	V	-	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	Sony	SDM-X93	19	50	V	V	-	-	Linha	Analógico./Digital
LCD	AOC	AOC - 193P+	19	50	V	V	-	-	Linha	Plano
LCD	Samsung	SyncMaster 940MG	19	55	-	V	2	1	Linha	Multifuncional
LCD	Samsung	SyncMaster 940MW	19	55	-	V	2	-	fora	-
LCD	Samsung	SyncMaster 932MP	19	58	-	V	2	-	fora	-
LCD	AOC	LM914	19	60	-	V	-	-	fora	Convencional
LCD	Philips	190G6FB/00	19	62	-	V	2	-	Linha	Analógico./Digital

**ANEXO 2****Média das Potencias** (Fonte: Internet. Acessado em : Julho,2007)

<b>CRT</b>				
<b>Tamanho</b>	<b>Potencias [W]</b>			
		<b>Ligado</b>	<b>Standby (espera)</b>	<b>Standby (suspenso)</b>
<b>14</b>	<b>minimo</b>	70,00	3,00	1,00
	<b>medio</b>	81,90	6,63	4,00
	<b>maximo</b>	110,00	15,00	8,00
<b>15</b>	<b>minimo</b>	55,00	3,00	1,00
	<b>medio</b>	70,58	3,83	3,29
	<b>maximo</b>	90,00	5,00	5,00
<b>17</b>	<b>minimo</b>	68,00	1,00	1,00
	<b>medio</b>	77,86	9,00	7,00
	<b>maximo</b>	100,00	15,00	15,00
<b>19</b>	<b>minimo</b>	100,00	2,00	2,00
	<b>medio</b>	120,10	4,60	2,67
	<b>maximo</b>	160,00	8,00	2,00
<b>LCD</b>				
<b>Tamanho</b>	<b>Potencias [W]</b>			
		<b>Ligado</b>	<b>Standby (espera)</b>	<b>Standby (suspenso)</b>
<b>15</b>	<b>minimo</b>	15,00	1,00	1,00
	<b>medio</b>	23,67	1,08	1,38
	<b>maximo</b>	37,00	2,00	3,00
<b>17</b>	<b>minimo</b>	30,00	1,00	1,00
	<b>medio</b>	37,65	1,29	1,27
	<b>maximo</b>	75,00	3,00	3,00
<b>19</b>	<b>minimo</b>	36,00	1,00	1,00
	<b>medio</b>	43,13	1,45	1,20
	<b>maximo</b>	62,00	2,00	2,00

**ANEXO 3****Custo de monitores LCD e CRT (Fonte: Internet. Acessado em : Julho,2007)**

<b>Tecnologia</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Tamanho</b>	<b>Preço</b>	<b>Empresa</b>
LCD	waytec	1420 S	14	R\$ 499,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
LCD	Waytec	FW1420	14	R\$ 499,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
CRT	Philips	105S69	15	R\$ 276,00	<a href="http://loja.tray.com.br">http://loja.tray.com.br</a>
CRT	LG	T530S	15	R\$ 340,00	<a href="http://megaloja.omniserver.com.br">http://megaloja.omniserver.com.br</a>
CRT	LG	MASK	15	R\$ 325,00	<a href="http://megaloja.omniserver.com.br">http://megaloja.omniserver.com.br</a>
CRT	Proview	LX-562NS	15	R\$ 279,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
CRT	Proview	T530S	15	R\$ 299,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
CRT	Proview	CT500G	15	R\$ 299,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
CRT	Proview	LX-562NS	15	R\$ 289,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
CRT	Samsung	KS15SCVPK/XAZ	15	R\$ 334,00	<a href="http://www.awi.com.br">http://www.awi.com.br</a>
CRT	LG	T530S	15	R\$ 299,00	<a href="http://www.clickshop.com.br">http://www.clickshop.com.br</a>
CRT	Samsung	592V	15	R\$ 349,00	<a href="http://www.clickshop.com.br">http://www.clickshop.com.br</a>
CRT	AOC	CT 500G	15	R\$ 268,00	<a href="http://www.colombo.com.br">http://www.colombo.com.br</a>
CRT	LG	T530S	15	R\$ 229,00	<a href="http://www.extra.com.br/">http://www.extra.com.br/</a>
CRT	Proview	Proview	15	R\$ 249,00	<a href="http://www.extra.com.br/">http://www.extra.com.br/</a>
CRT	LG	T530S	15	R\$ 298,00	<a href="http://www.hotmachine.com.br">http://www.hotmachine.com.br</a>
CRT	Samsung	592V	15	R\$ 278,00	<a href="http://www.hotmachine.com.br">http://www.hotmachine.com.br</a>
CRT	Samsung	CX1	15	R\$ 269,00	<a href="http://www.kalunga.com.br">http://www.kalunga.com.br</a>
CRT	LG	T530S	15	R\$ 279,00	<a href="http://www.powercomp.inf.br">http://www.powercomp.inf.br</a>
CRT	LG	T530S	15	R\$ 329,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
CRT	IBM/lenovo	Lenovo 41A1963	15	R\$ 274,00	<a href="http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/">http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/</a>
CRT	AOC	CT500G	15	R\$ 345,00	<a href="https://www.kabum.com.br">https://www.kabum.com.br</a>
CRT	AOC	CT 500G	15	R\$ 341,00	<a href="https://www.stopplay.com.br">https://www.stopplay.com.br</a>
LCD	Philips	150S7FS	15	R\$ 499,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
LCD	Proview	LP 517	15	R\$ 549,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
LCD	Samsung	540N	15	R\$ 540,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
LCD	Clone	L1553S	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.americanas.com.br/">http://www.americanas.com.br/</a>
LCD	LG	L1553S	15	R\$ 489,00	<a href="http://www.atera.com.br">http://www.atera.com.br</a>
LCD	LG	L1553S	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.colombo.com.br">http://www.colombo.com.br</a>
LCD	AOC	Lm522	15	R\$ 499,00	<a href="http://www.livrariasaraiva.com.br/">http://www.livrariasaraiva.com.br/</a>
LCD	LG	L1553s	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.livrariasaraiva.com.br/">http://www.livrariasaraiva.com.br/</a>
LCD	Samsung	Syncmaster 540n	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.livrariasaraiva.com.br/">http://www.livrariasaraiva.com.br/</a>
LCD	Philips	150s7fs	15	R\$ 549,00	<a href="http://www.livrariasaraiva.com.br/">http://www.livrariasaraiva.com.br/</a>
LCD	AOC	LM 522	15	R\$ 559,00	<a href="http://www.magazineluiza.com.br">http://www.magazineluiza.com.br</a>
LCD	LG	L1553S	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br">http://www.pontofrio.com.br</a>
LCD	LG	LM 522 B	15	R\$ 589,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	LG	L1553S	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	LG	L1550-S	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	LG	150S7FS	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	AOC	511VWB	15	R\$ 649,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	Waytec	FW1520	15	R\$ 569,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	AOC	LM522	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	LG	1550-S	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	Samsung	540N	15	R\$ 599,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	IBM/lenovo	41A4627	15	R\$ 499,00	<a href="http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/">http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/</a>
CRT	Philips	107e70	17	R\$ 319,00	<a href="http://loja.tray.com.br">http://loja.tray.com.br</a>

## Continuação do ANEXO 3

CRT	Philips	107e69	17	R\$	390,00	<a href="http://www.awi.com.br">http://www.awi.com.br</a>
CRT	Samsung	794MB	17	R\$	419,00	<a href="http://www.clickshop.com.br">http://www.clickshop.com.br</a>
CRT	AOC	FT700	17	R\$	329,00	<a href="http://www.extra.com.br/">http://www.extra.com.br/</a>
CRT	AOC	AOC 7F	17	R\$	399,00	<a href="http://www.extra.com.br/">http://www.extra.com.br/</a>
CRT	AOC	CT710D	17	R\$	329,00	<a href="http://www.extra.com.br/">http://www.extra.com.br/</a>
CRT	Proview	Proview	17	R\$	299,00	<a href="http://www.extra.com.br/">http://www.extra.com.br/</a>
CRT	Samsung	794MB	17	R\$	364,00	<a href="http://www.hotmachine.com.br">http://www.hotmachine.com.br</a>
CRT	LG	Studioworks 710e	17	R\$	302,00	<a href="http://www.hotmachine.com.br/">http://www.hotmachine.com.br/</a>
CRT	LG	Studioworks 710e	17	R\$	279,00	<a href="http://www.livrariasaraiva.com.br">http://www.livrariasaraiva.com.br</a>
CRT	LG	710e	17	R\$	279,00	<a href="http://www.livrariasaraiva.com.br/">http://www.livrariasaraiva.com.br/</a>
CRT	LG	Studioworks 710e	17	R\$	329,00	<a href="http://www.maniavirtual.com.br">http://www.maniavirtual.com.br</a>
CRT	LG	T730SH	17	R\$	439,00	<a href="http://www.maniavirtual.com.br">http://www.maniavirtual.com.br</a>
CRT	LG	710E	17	R\$	369,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
CRT	Viewsonic	E70FB	17	R\$	399,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
CRT	Viewsonic	E70SB	17	R\$	399,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
CRT	LG	T730SH	17	R\$	439,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
CRT	LG	Studioworks 710e	17	R\$	299,00	<a href="http://www.submarino.com.br">http://www.submarino.com.br</a>
CRT	Samsung	794MB	17	R\$	429,00	<a href="http://www.submarino.com.br">http://www.submarino.com.br</a>
CRT	IBM/lenovo	41A2020	17	R\$	331,00	<a href="http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/">http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/</a>
LCD	Samsung	SYNCMASER 740N	17	R\$	664,00	<a href="http://www.efacil.com.br">http://www.efacil.com.br</a>
LCD	LG	L1760TQ	17	R\$	699,00	<a href="http://www.fastshop.com.br">http://www.fastshop.com.br</a>
LCD	LG	L1760TQ	17	R\$	699,00	<a href="http://www.gimba.com.br">http://www.gimba.com.br</a>
LCD	LG	L1760TQ	17	R\$	799,00	<a href="http://www.kalunga.com.br">http://www.kalunga.com.br</a>
LCD	AOC	712 SA	17	R\$	599,00	<a href="http://www.magazineluiza.com.br">http://www.magazineluiza.com.br</a>
LCD	Samsung	SYNCMASER 740N	17	R\$	799,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br">http://www.pontofrio.com.br</a>
LCD	LG	L1753T	17	R\$	699,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	LG	L1953H	17	R\$	899,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	Samsung	732NPLUS	17	R\$	699,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	LG	L1553S	17	R\$	599,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	LG	L1760TQ	17	R\$	799,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	Samsung	SYNCMASER 740N	17	R\$	799,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	Samsung	SYNCMASER 760B	17	R\$	1.399,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	Bright	0015	17	R\$	799,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	LG	L1760TQ	17	R\$	799,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	Sony	SDM-HS75B	17	R\$	899,00	<a href="http://www.sonystyle.com.br/">http://www.sonystyle.com.br/</a>
LCD	Sony	SDM-HS75	17	R\$	999,00	<a href="http://www.sonystyle.com.br/">http://www.sonystyle.com.br/</a>
LCD	IBM/lenovo	30R5647	17	R\$	599,00	<a href="http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/">http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/</a>
LCD	IBM/lenovo	9417HC2	17	R\$	827,00	<a href="http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/">http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/</a>
LCD	LG	L1760TQ	17	R\$	669,00	<a href="https://www.planacstore.com.br">https://www.planacstore.com.br</a>
CRT	Samsung	997MB	19	R\$	699,00	<a href="http://loja.tray.com.br">http://loja.tray.com.br</a>
CRT	LG	T930b	19	R\$	535,00	<a href="http://loja.tray.com.br/">http://loja.tray.com.br/</a>
CRT	Philips	Real Flat 109B63	19	R\$	649,00	<a href="http://vitrine.shoptime.com.br">http://vitrine.shoptime.com.br</a>
CRT	LG	T930b	19	R\$	564,00	<a href="http://www.awi.com.br">http://www.awi.com.br</a>
CRT	Samsung	997MB	19	R\$	678,00	<a href="http://www.awi.com.br">http://www.awi.com.br</a>
CRT	Samsung	997MB	19	R\$	659,00	<a href="http://www.digitalsuply.com.br/">http://www.digitalsuply.com.br/</a>
CRT	Samsung	997MB	19	R\$	626,00	<a href="http://www.efacil.com.br">http://www.efacil.com.br</a>
CRT	Proview	IZ-996N	19	R\$	399,00	<a href="http://www.extra.com.br/">http://www.extra.com.br/</a>
CRT	LG	T930b	19	R\$	583,00	<a href="http://www.hotmachine.com.br">http://www.hotmachine.com.br</a>
CRT	Samsung	997MB	19	R\$	568,00	<a href="http://www.hotmachine.com.br">http://www.hotmachine.com.br</a>
CRT	LG	T930b	19	R\$	539,00	<a href="http://www.maniavirtual.com.br">http://www.maniavirtual.com.br</a>

Continuação do ANEXO 3

CRT	Samsung	DYNAFLAT 997MB	19	R\$	699,00	<a href="http://www.ondaexpress.com.br">http://www.ondaexpress.com.br</a>
CRT	Philips	109B63	19	R\$	949,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	AOC	912VWA	19	R\$	889,00	<a href="http://www.livrariasaraiva.com.br/">http://www.livrariasaraiva.com.br/</a>
LCD	Samsung	932b	19	R\$	999,00	<a href="http://www.livrariasaraiva.com.br/">http://www.livrariasaraiva.com.br/</a>
LCD	AOC	AOC - 193P+	19	R\$	799,00	<a href="http://www.magazineluiza.com.br">http://www.magazineluiza.com.br</a>
LCD	Samsung	SYNCMaster 940B	19	R\$	919,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	LG	L1900R	19	R\$	1.299,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	Bright	0016	19	R\$	1.099,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	Bright	0076	19	R\$	1.099,00	<a href="http://www.pontofrio.com.br/">http://www.pontofrio.com.br/</a>
LCD	AOC	912VWA	19	R\$	899,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	LG	L1953H	19	R\$	899,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	LG	L1900R	19	R\$	1.299,00	<a href="http://www.shoptime.com.br/">http://www.shoptime.com.br/</a>
LCD	IBM/lenovo	9419HC2	19	R\$	1.226,00	<a href="http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/">http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/</a>
LCD	IBM/lenovo	6920AB1	19	R\$	845,00	<a href="http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/">http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/</a>
LCD	IBM/lenovo	9220HB1	20	R\$	1.721,00	<a href="http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/">http://www-1.ibm.com/lenovoinfo/</a>

### Resumo dos custos

Tela	CRT		LCD	
	Preço		Preço	
15	minimo	R\$ 229,00	R\$ 489,00	
	medio	R\$ 297,52	R\$ 571,77	
	maximo	R\$ 349,00	R\$ 649,00	
	Pto Medio	R\$ 289,00	R\$ 569,00	
	Moda	R\$ 299,00	R\$ 599,00	
17	minimo	R\$ 279,00	R\$ 599,00	
	medio	R\$ 357,05	R\$ 787,15	
	maximo	R\$ 439,00	R\$ 1.399,00	
	Pto Medio	R\$ 359,00	R\$ 999,00	
	Moda	R\$ 329,00	R\$ 799,00	
19	minimo	R\$ 399,00	R\$ 799,00	
	medio	R\$ 626,69	R\$ 1.022,58	
	maximo	R\$ 949,00	R\$ 1.299,00	
	Pto Medio	R\$ 674,00	R\$ 1.049,00	
	Moda	R\$ 699,00	R\$ 1.299,00	



## **Anexo 4**

**Minuta de Projeto de LEI** (Fonte: Carlos Minc : Agosto,2007)

**Autor:** Carlos Minc, Deputado pelo Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

### **Institui a Política Estadual de Resíduos Tecnológicos e dá outras providências.**

Art. 1º - Institui no âmbito do Estado do Rio de Janeiro a Política Estadual de Resíduos Tecnológicos, define os princípios, diretrizes, procedimentos, os critérios e condições referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, reutilização, reciclagem e tratamento diferenciado para a destinação final, instrumentos para gestão integrada e compartilhada, dos resíduos tecnológicos no Estado.

Art. 2º - As empresas que desenvolvam atividade econômica voltada à produção, distribuição, comercialização, ou que utilizem em grande escala equipamentos e produtos eletro-eletrônicos, que produzam resíduos tecnológicos, são responsáveis e ficam obrigadas à promoção da destinação final ambientalmente adequada desses produtos, bem como de todos os seus componentes.

Parágrafo único - As ações implementadas em cumprimento aos dispositivos da presente norma devem objetivar o controle da poluição, da contaminação e a minimização dos impactos ambientais oriundos dos resíduos tecnológicos, observando, sempre que possível, a possibilidade de reutilização destes resíduos.

Art. 3º - As empresas de que trata o caput do artigo anterior ficam obrigadas a criar e manter programas de coleta, reciclagem ou reutilização dos equipamentos e produtos regulados pela presente norma.

Art. 4º - Para efeitos do cumprimento da presente norma, entenda-se como resíduos tecnológicos as sobras de dispositivos eletro-eletrônicos, componentes e periféricos de computadores, impressoras, cartuchos de tinta, monitores e

Continuação do ANEXO 4

televisores, aparelhos de telefonia móvel e fixa, carregadores de energia, filmadoras, eletrodomésticos em geral, aparelhos de microondas, máquinas fotográficas, ferramentas elétricas, brinquedos eletro-eletrônicos, lâmpadas, máquinas xerográficas, aparelhos de rádio, etc.

Parágrafo único - O rol de equipamentos e produtos expressos no caput do presente artigo é exemplificativo e não exclui a obrigação quanto ao tratamento, pelas empresas, de outros resíduos, tais como equipamentos que contenham tubos de raios catódicos, metais pesados, substâncias químicas e quaisquer outras substâncias nocivas ao meio ambiente.

Art. 5º - As empresas de que trata o artigo 2º da presente norma deverão providenciar, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a implantação da estrutura de logística para o cumprimento da presente norma, tais como os recursos humanos, materiais, tecnológicos e outros necessários para o recebimento dos resíduos tecnológicos pelos estabelecimentos que os comercializam pela rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, objetivando o repasse destes resíduos aos fabricantes, importadores ou outros que compõem a cadeia produtiva e de comercialização destes equipamentos e produtos.

§ 1º - As empresas de que trata o artigo 2º, para o efetivo cumprimento da presente norma, poderão adotar, diretamente ou através de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada dentro dos princípios das normas ambientais.

§ 2º - Os resíduos tecnológicos recolhidos de acordo com a presente norma serão acondicionados e armazenados de forma segregada, obedecidas às normas ambientais e de saúde pública pertinentes, bem como as recomendações definidas pelos fabricantes ou importadores, até o seu repasse a estes últimos.

Continuação do ANEXO 4

Art. 6º - Exaurido o prazo estabelecido no caput do artigo anterior, as empresas as quais se refere o artigo 2º da presente norma, ficam obrigadas a elaborar um Plano para Tratamento dos Resíduos Tecnológicos, dispondo dos recursos necessários e especificando as etapas do processo, entre outras informações, os postos de coleta, métodos de acondicionamento, critérios para armazenamento, sistema de transporte, para reciclagem, reutilização e destinação final ambientalmente adequada destes resíduos.

Parágrafo único - O Plano que trata o caput deste artigo deverá ser apresentado à Secretaria de Estado do Ambiente no prazo de 12 (doze) meses a partir da data de publicação desta lei.

Art. 7º - A coleta, o acondicionamento, o transporte, o tratamento, a reciclagem, a reutilização e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos tecnológicos processar-se-ão em condições que não representem malefícios ou inconvenientes à saúde, ao bem-estar público e ao Meio Ambiente.

Art. 8º - Em relação aos resíduos tecnológicos que trata esta norma, fica expressamente proibido:

I - O descarte, lançamento e/ou disposição final a céu aberto, sem o acompanhamento e autorização dos órgãos ambientais, que deverão observar a legislação ambiental em vigor, em áreas urbanas ou rurais;

II - A queima ao ar livre ou em instalações, caldeiras ou fornos não licenciados pelo órgão estadual responsável pelo licenciamento ambiental para essa finalidade;

§ 1º - A acumulação temporária, mediante estoque controlado de resíduos tecnológicos de qualquer natureza somente será permitida em atividades licenciadas pelo órgão responsável pelo licenciamento ambiental.

Continuação do ANEXO 4

§ 2º - Para os fins previstos no parágrafo anterior, entende-se por acumulação temporária, mediante estoque controlado de resíduos tecnológicos, até sua destinação final, em conformidade com as normas técnicas específicas, definidas pelo órgão estadual responsável pelo licenciamento ambiental, que deverá exigir estudos e cronograma de retirada, referentes aos resíduos acumulados.

Art. 9º - Fica estabelecido o prazo de 12 (doze) meses, a partir da publicação da presente lei, a obrigatoriedade de constar de forma visível nas embalagens dos produtos, descritos no caput do artigo 2º e parágrafo único desta, as advertências sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como a necessidade de destinação adequada após o uso, a necessidade de serem devolvidos aos revendedores ou à rede de assistência técnica autorizada, para repasse aos fabricantes ou importadores.

Parágrafo Único - Os fabricantes dos equipamentos e produtos de que trata o artigo 2º da presente norma ficam obrigados a promover o atendimento à determinação contida no caput deste artigo, bem como por toda a matéria publicitária necessária à divulgação dos riscos à saúde humana, os procedimentos, coleta, destinação final e tratamento do lixo tecnológico.

Art. 10 - Quando configurada a impossibilidade absoluta de reutilização ou reciclagem dos resíduos tecnológicos, a destinação final por destruição térmica deverá obedecer aos procedimentos técnicos previstos na NBR-11.175 - Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos, e os padrões e critérios estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº. 003 de 28 de junho de 1990.

Art. 11 - Os resíduos tecnológicos que têm em sua composição elementos radioativos deverão ter acondicionamento, coleta, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final, de acordo com as determinações dos órgãos competentes e as normas estabelecidas pela legislação em vigor consideradas as especificidades de cada substância.

Continuação do ANEXO 4

Art. 12 - A responsabilidade pela execução das medidas para prevenir e/ou corrigir a poluição e/ou contaminação do meio ambiente decorrente de derramamento, vazamento, lançamento e/ou disposição inadequada de lixo tecnológico é solidariamente:

I - dos fabricantes ou importadores;

II - dos estabelecimentos comerciais que comercializam os produtos que derivou o lixo tecnológico

III - da terceira pessoa regularmente contratada pelas empresas de que trata o artigo 2º da presente norma, que por culpa ou dolo concorreu para a contaminação e prejuízos ao meio ambiente;

IV - das concessionárias de energia elétrica para os casos das lâmpadas à mercúrio.

Art. 13 - As empresas de que trata o artigo 2º da presente norma, fabricantes, importadores, estabelecimentos comerciais, a rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias e os terceiros, transportadores e executores contratados, que violarem diretamente ou indiretamente a presente norma, por ação ou omissão, responderão por penalidades administrativas, especialmente às disposições da lei 3.467/00, que dispõe sobre as sanções administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente no estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências, sem prejuízo das ações judiciais cabíveis, em âmbito civil e criminal, estabelecidas pela legislação vigente.

Art. 14 - O descumprimento da presente norma, sem prejuízo de outras sanções administrativas e judiciais, sujeitará o infrator as seguintes penalidades:

I - multa simples no valor correspondente a 5.000 Ufir`s;

II - no caso de reincidência, multa diária correspondente a 5.000 Ufir`s;

Continuação do ANEXO 4

III - perda de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público e impedimento precário para contratar com a administração pública, podendo ser aplicado concomitantemente às penalidades previstas nos incisos I e II deste artigo.

Art. 15 - Os municípios do Estado do Rio de Janeiro, individualmente ou consorciados para o cumprimento da Lei 4191/03 acrescida do disposto na presente lei, deverão prever nos planos diretores as áreas para a destinação final do lixo tecnológico, bem como para a acumulação temporária, no prazo de (01) um ano.

Art. 16 - Ficam estabelecidos os seguintes princípios no tocante a atividades que contribuem para a geração de resíduos tecnológicos:

I - a geração de resíduos tecnológicos, no Estado do Rio de Janeiro, deverá ser minimizada através da adoção de processos de baixa geração de resíduos e do incentivo quanto à reutilização e/ou reciclagem destes;

II - a busca da garantia de qualidade de vida das populações atuais sem comprometer a qualidade de vida das gerações futuras;

III - a participação dos segmentos organizados da sociedade na discussão e implementação de diretrizes e discussão dos problemas sociais e ambientais conseqüentes do aumento na geração de resíduos tecnológicos;

IV - a promoção de um modelo de gestão de resíduos tecnológicos que incentive a cooperação intermunicipal, estimulando a busca de soluções consorciadas, observando suas variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas, tecnológicas e regionais;

V - a responsabilidade pós-consumo das empresas de que trata o artigo 2º da presente norma, pelos resíduos tecnológicos gerados, garantindo o apoio a programas de coleta seletiva e de educação ambiental.

Art. 17 - São objetivos da Política Estadual de Resíduos Sólidos:

I - preservar a saúde pública e proteger o meio ambiente, garantindo seu uso racional;

Continuação do ANEXO 4

II - a implantação de medidas eficientes quanto ao avanço tecnológico e a redução dos prazos de obsolescência programada dos equipamentos e produtos de que trata esta norma, evitando o agravamento dos problemas ambientais gerados pelos resíduos tecnológicos;

III - estabelecer políticas governamentais integradas para a gestão dos resíduos tecnológicos, envolvendo a sociedade, a iniciativa privada e administração pública;

IV - ampliar o acesso às informações existentes concernentes ao potencial nocivo dos resíduos tecnológicos, de forma a integrar ao cotidiano dos cidadãos a consciência quanto aos efeitos nocivos destes resíduos e a busca de soluções para o problema;

V - estimular e valorizar as atividades de segregação de materiais na origem da coleta, bem como a coleta seletiva de resíduos tecnológicos, incentivando a reutilização e a reciclagem;

Art. 18 - As ações do Poder Público no tocante à implementação dos objetivos previstos nesta Lei serão orientadas pelas seguintes diretrizes:

I - minimização e eliminação do lançamento indiscriminado dos resíduos tecnológicos na natureza, adoção da coleta seletiva e do tratamento ambientalmente adequado destes resíduos;

II - fortalecimento de instituições para a gestão sustentável dos resíduos tecnológicos, promoção de programas de incentivo à adoção de práticas preservacionistas e consciência ecológica;

III - compatibilização e integração dos programas de gerenciamento de resíduos tecnológicos e os demais resíduos gerados pela sociedade de consumo, protegendo os recursos hídricos e outros recursos naturais;

IV - incentivo à implantação de indústrias recicladoras de resíduos tecnológicos;

V - estabelecer práticas de consumo consciente;

VI - incentivo à criação e ao desenvolvimento de associações, cooperativas e outras formas de organização de catadores e classificadores de resíduos tecnológicos;

Continuação do ANEXO 4

- VII - estímulo à implantação de consórcios intermunicipais com vistas à viabilização de soluções conjuntas na área de resíduos tecnológicos;
- VIII - incentivo à parceria entre Estado, Municípios, iniciativa privada e sociedade civil organizada para a capacitação profissional e gerencial dos técnicos em resíduos tecnológicos;
- IX - incentivo às parcerias entre Estado, Municípios e sociedade civil para implantação de programas de educação ambiental, com enfoque específico para a área de resíduos tecnológicos;
- X - fomento à criação e articulação de fóruns e conselhos municipais e regionais para garantir a integração e a participação da comunidade, iniciativa privada e agentes públicos em todas as esferas, no processo de gestão integrada dos resíduos tecnológicos;
- XI - incentivo a programas estaduais e municipais que valorizem a atividade de catadores para a atuação no tratamento dos resíduos tecnológicos;
- XII - incentivo à implantação de “selos verdes” pela empresas de que trata o artigo 2º da presente norma, para atestar a excelência no efetivo cumprimento das suas obrigações ambientais e sociais relacionadas à geração dos resíduos tecnológicos e o seu tratamento.

Art. 19 - São Instrumentos da Política Estadual de Resíduos Tecnológicos:

- I - o planejamento regional integrado do gerenciamento dos resíduos tecnológicos;
- II - os Planos para Tratamento dos Resíduos Tecnológicos de que trata o artigo 6º da presente norma;
- III - os programas de incentivo à adoção de sistemas de gestão ambiental compartilhada entre os agentes envolvidos, principalmente entre o Poder Público e as empresas geradoras de resíduos tecnológicos;
- IV - a certificação ambiental das empresas empenhadas em cumprir as suas obrigações legais ambientais;
- V - as auditorias ambientais;
- VI - os termos de compromisso e ajustamento de conduta;



Continuação do ANEXO 4

VII - as ações voltadas à educação ambiental que estimulem práticas de reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada;

VIII - o sistema de informações sobre os resíduos tecnológicos no Estado, os programas, as metas e os relatórios ambientais para divulgação pública;

IX - a implantação de sistemas contínuos para tratamento dos resíduos tecnológicos gerados a partir do funcionamento da administração pública;

X - inserção de programas de reaproveitamento, reutilização e reciclagem dos resíduos tecnológicos pelos órgãos públicos.

Art. 20 - As ações de fiscalização visando o cumprimento das disposições desta norma e demais atos administrativos serão regulamentados pelo Poder Executivo.

Parágrafo Único - Os dispositivos que não dependem de regulamentação específica para a sua aplicação, que tenham aplicabilidade imediata, devem ser observados e cumpridos em sua plenitude, a partir da publicação da presente norma.

Art. 21 - As políticas de ensino relacionadas à educação formal e não formal no Estado do Rio de Janeiro, deverão tratar do tema resíduos tecnológicos em seus programas curriculares.

Art. 22 - O Estado do Rio de Janeiro incentivará os estudos, projetos e programas que desenvolvam produtos e que reduzam a geração de resíduos tecnológicos e viabilizem seu reaproveitamento.

Art. 24 - Esta lei entra em vigor na data de sua publicação, revogam-se as disposições em contrário.