



@waste
swiss e-waste programme



Fundação Estadual do Meio
Ambiente (FEAM)

**Diagnóstico da Geração de
Resíduos Eletroeletrônicos no
Estado de Minas Gerais**

Belo Horizonte - Junho/09

EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO DOCUMENTO

Meius Engenharia Ltda.
CNPJ: 08.033.654/0001-23
Rua dos Timbiras 1940 sala 1813 - Belo Horizonte-MG
(031) 3047-5393
(031) 8786-5013

EQUIPE TÉCNICA DA MEIUS ENGENHARIA

TÉCNICO	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE
Gustavo Henrique Tetzl Rocha	Engenheiro Metalurgista e de Segurança do Trabalho, M.Sc Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos	Elaboração do Documento
Flávia Vilas Boas Gomes	Engenheira Química	Elaboração do Documento

EQUIPE TÉCNICA DO EMPA

Martin Streicher-Porte	M.Sc. Environmental Sciences, Dr.sc.	Elaboração do Documento
------------------------	--------------------------------------	-------------------------

EQUIPE TÉCNICA DA FEAM

Susane Meyer Portugal	Administradora	Elaboração do Documento
Renato Nogueira de Almeida	Geógrafo	Elaboração do Documento
José Cláudio Junqueira Ribeiro	Engenheiro Civil, Ph.D Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos	Elaboração do Documento

INDICE

RESUMO	1
1 - INTRODUÇÃO	3
2 - METODOLOGIA	7
3 - CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL	8
3.1 - BRASIL	8
3.2 - MINAS GERAIS	12
3.3 - MESORREGIÕES DE MINAS GERAIS	13
3.4 - OUTROS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS	14
3.5 - BELO HORIZONTE	14
3.6 - DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	16
3.7 - PROGRAMA MINAS SEM LIXÕES.....	20
3.8 - EVOLUÇÃO POPULACIONAL E DO PIB	22
4 - DIAGNÓSTICO	27
4.1 - PANORAMA GERAL.....	27
4.2 - DOMICÍLIOS COM ELETROELETRÔNICOS	31
4.3 - ELETROELETRÔNICOS EM EMPRESAS	48
5 - ANÁLISE DO FLUXO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	53
5.1 - RESIDÊNCIAS, EMPRESAS PÚBLICAS E EMPRESAS PRIVADAS	53
5.2 - SISTEMA DE LIMPEZA PÚBLICA	54
5.3 - TRANSPORTE PRIVADO.....	55
5.4 - CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS	55
5.5 - CENTRO DE RECONDICIONAMENTO	55
5.6 - ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	56
5.7 - SUCATEIROS	56
5.8 - INDÚSTRIAS DE RECICLAGEM	57
5.9 - ATERRO SANITÁRIO, ATERRO CONTROLADO, LIXÃO E ATERRO INDUSTRIAL	58
5.10 - PRODUTORES E DISTRIBUIDORES.....	58
5.11 - ASSOCIAÇÕES E SOCIEDADES.....	59
6 - ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS	61
6.1 - HIPÓTESES E CONSIDERAÇÕES	61
6.1.1 - <i>Estimativa da Projeção Populacional e de Número de Domicílios.....</i>	<i>61</i>
6.1.2 - <i>Estimativa da Quantidade de Equipamentos Eletroeletrônicos.....</i>	<i>62</i>
6.1.3 - <i>Vida Útil de Equipamentos Eletroeletrônicos.....</i>	<i>63</i>
6.1.4 - <i>Peso Médio de Equipamentos Eletroeletrônicos.....</i>	<i>64</i>
6.1.5 - <i>Estimativa de Geração de REE per capita</i>	<i>64</i>
6.1.6 - <i>Hipóteses e Considerações para Mesorregiões de Minas Gerais.....</i>	<i>64</i>
6.2 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	64
6.3 - ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE MATERIAIS EM REES	70
7 - CONCLUSÃO	73
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
9 - ANEXOS	80

QUADROS

QUADRO 1.1 - MATERIAIS PRESENTES EM REES	5
QUADRO 1.2 - SUBSTÂNCIAS TÓXICAS CONTIDAS EM REES	5
QUADRO 3.1 - EVOLUÇÃO DOS INDICADORES SOCIAIS DO BRASIL	9
QUADRO 3.2 - EVOLUÇÃO DOS INDICADORES ECONÔMICOS DO BRASIL.....	10
QUADRO 3.3 - ÍNDICE DE GINI E PIB PER CAPITA PARA PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL.....	11
QUADRO 3.4 - PRINCIPAIS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS (EXCETO BELO HORIZONTE).....	14
QUADRO 4.1 - PRINCIPAIS PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS IMPORTADOS (BASE 2007), EM US\$ MILHÕES	27
QUADRO 4.2 - PRINCIPAIS PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS EXPORTADOS (BASE 2007), EM US\$ MILHÕES	28
QUADRO 4.3 - EVOLUÇÃO DA REDE NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÃO	29
QUADRO 4.4 - QUANTIDADE DE CELULARES EM MINAS GERAIS	31
QUADRO 4.5 - NÚMERO DE DOMICÍLIOS COM ELETROELETRÔNICOS NO ANO DE 2007	32
QUADRO 4.6 - BENS DURÁVEIS EXISTENTES NOS DOMICÍLIOS DAS MESORREGIÕES DE MINAS GERAIS, E VALOR PERCENTUAL POR DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES	42
QUADRO 4.7 - BENS DURÁVEIS EXISTENTES NOS DOMICÍLIOS DOS PRINCIPAIS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS, E VALOR PERCENTUAL POR DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES	43
QUADRO 4.8 - TIPO DE PLANO DE CELULAR - PERCENTUAL SOBRE O TOTAL DE PESSOAS QUE POSSUEM TELEFONE CELULAR.....	48
QUADRO 4.9 - EVOLUÇÃO DO USO E DO MERCADO DE COMPUTADORES NAS EMPRESAS BRASILEIRAS	50
QUADRO 4.10 - TEMPO DE TROCA DE EES EM EMPRESAS DE MINAS GERAIS	51
QUADRO 5.1 - EMPRESAS RECICLADORAS DE ELETROELETRÔNICOS.....	57
QUADRO 6.1 - TAXAS MÉDIAS DE CRESCIMENTO ANUAL PARA BRASIL, MINAS GERAIS, BELO HORIZONTE E MESORREGIÕES DE MINAS GERAIS.....	61
QUADRO 6.2 - VIDA ÚTIL DE EES POR PAÍS.....	63
QUADRO 6.3 - COMPARAÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CELULARES PARA BRASIL, MINAS GERAIS, BELO HORIZONTE.....	69
QUADRO 6.4 - COMPARAÇÃO ENTRE 3 SITUAÇÕES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE TELEFONES CELULARES NO BRASIL	69
QUADRO 6.5 - CATEGORIAS DEFINIDAS PARA EES.....	70

FIGURAS

FIGURA 1.1 - MATERIAIS BÁSICOS USADOS NA MANUFATURA DE ELETROELETRÔNICOS.....	4
FIGURA 3.1 - MAPA DO BRASIL	8
FIGURA 3.2 - ÍNDICE DE GINI DA DISTRIBUIÇÃO DO RENDIMENTO MENSAL DOS DOMICÍLIOS NO BRASIL.....	11
FIGURA 3.3 - MAPA DE MINAS GERAIS.....	12
FIGURA 3.4 - MESORREGIÕES DE MINAS GERAIS	13
FIGURA 3.5 - MAPA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE	15
FIGURA 3.6 - EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA DE BELO HORIZONTE.....	16
FIGURA 3.7 - DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM 2000	18
FIGURA 3.8 - DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COLETADOS EM 2000.....	18
FIGURA 3.9 - MUNICÍPIOS COM SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA E/OU COLETA DE RESÍDUOS EM 2000, POR PERCENTUAL DE RESÍDUO COLETADO.....	19
FIGURA 3.10 - MUNICÍPIOS COM COLETA SELETIVA EM 2000.....	19
FIGURA 3.11 - NÚMERO DE MUNICÍPIOS POR ENTIDADE PRESTADORA DO SERVIÇO DE LIMPEZA PÚBLICA	20
FIGURA 3.12 - SITUAÇÃO DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MINAS GERAIS EM 2008	21
FIGURA 3.13 - EVOLUÇÃO POPULACIONAL DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS E BRASIL	23
FIGURA 3.14 - EVOLUÇÃO DO PIB DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS E BRASIL, ENTRE 2003 E 2006	24
FIGURA 3.15 - EVOLUÇÃO DO PIB PER CAPITA DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS E BRASIL, ENTRE 2003 E 2006	25
FIGURA 3.16 - PIB DE BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS E BRASIL EM 2006	26
FIGURA 4.1 - EVOLUÇÃO DA VENDA DE COMPUTADORES NO BRASIL	29
FIGURA 4.2 - EVOLUÇÃO DE VENDAS E ADESÕES DE TELEFONES CELULARES NO BRASIL	30
FIGURA 4.3 - EVOLUÇÃO DO FATURAMENTO DE TELECOMUNICAÇÃO, INFORMÁTICA E TOTAL DA INDÚSTRIA ELETROELETRÔNICA NO BRASIL.....	30
FIGURA 4.4 - EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE CELULARES EM MINAS GERAIS.....	31
FIGURA 4.5 - DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM TELEVISÃO	34
FIGURA 4.6 - DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM TELEFONE.....	35
FIGURA 4.7 - DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM RÁDIO.....	36
FIGURA 4.8 - DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM COMPUTADOR	37

FIGURA 4.9 - DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM MÁQUINA DE LAVAR ROUPA	38
FIGURA 4.10 - DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM GELADEIRA	39
FIGURA 4.11 - DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM FREEZER.....	40
FIGURA 4.12 - PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS QUE POSSUEM EQUIPAMENTOS TICC EM 2008.....	45
FIGURA 4.13 - EVOLUÇÃO DO PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS URBANOS QUE POSSUEM EQUIPAMENTOS TICC.....	46
FIGURA 4.14 - PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS COM POSSE DE COMPUTADOR E INTERNET EM 2008	46
FIGURA 4.15 - EVOLUÇÃO DO PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS URBANOS COM POSSE DE COMPUTADOR E INTERNET	47
FIGURA 4.16 - LOCAL DE ACESSO À INTERNET - PERCENTUAL SOBRE O TOTAL DE USUÁRIOS DE INTERNET	47
FIGURA 4.17 - LOCAL DE ACESSO À INTERNET - EVOLUÇÃO DO PERCENTUAL SOBRE O TOTAL DE USUÁRIOS URBANOS DE INTERNET	48
FIGURA 4.18 - NÚMERO DE EMPRESAS POR NATUREZA JURÍDICA	49
FIGURA 4.19 - BASE ATIVA DE COMPUTADORES - COMPUTADORES EM USO	50
FIGURA 5.1 - FLUXOGRAMA DO CICLO DO RESÍDUO ELETROELETRÔNICO	53
FIGURA 5.2 - DESTINO DADO A EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS AO FINAL DE SUA PRIMEIRA VIDA ÚTIL	54
FIGURA 6.1 - GERAÇÃO ANUAL TOTAL DE REES SEGUNDO MÉTODO DO CONSUMO E USO.....	67
FIGURA 6.2 - GERAÇÃO ANUAL TOTAL DE RESÍDUOS DE TELEFONES CELULAR E FIXO, TELEVISÃO E COMPUTADORES SEGUNDO MÉTODO DO CONSUMO E USO.....	68
FIGURA 6.3 - GERAÇÃO ANUAL DE RESÍDUOS DE METAL, PLÁSTICO, VIDRO E OUTROS	72

RESUMO

O crescimento no consumo de equipamentos eletroeletrônicos (EEs) em todo o Brasil tem evidenciado problemas com relação à gestão dos resíduos gerados por estes dispositivos. Os resíduos eletroeletrônicos (REEs), além de conterem materiais que podem vir a ser reciclados e recuperados, possuem várias substâncias tóxicas e poluentes, tais como os metais pesados. O manuseio e/ou descarte incorreto dos REEs têm o potencial de causar problemas à saúde humana e ao meio ambiente, por meio da contaminação, principalmente, do solo e das águas subterrâneas.

A partir da identificação destes potenciais problemas ambientais, a Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM pretende, com este diagnóstico, iniciar discussões que envolvam a criação de legislações e políticas públicas relativas ao gerenciamento deste tipo de resíduo no estado de Minas Gerais.

Portanto, a fim de se obter informações a respeito da geração e destinação dos resíduos gerados por EEs no estado de Minas Gerais, este trabalho teve como objetivo estimar, preliminarmente, a geração atual e futura de resíduos eletroeletrônicos (REEs), de forma a auxiliar decisões na busca pela solução dos conseqüentes problemas ambientais advindos do gerenciamento inadequado.

Para o cálculo da estimativa de geração, foi utilizada a metodologia de Consumo e Uso, estabelecida pelo EMPA (*Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research*), além de informações obtidas de diversas fontes, com destaque para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - Abinee.

O EMPA é um centro de pesquisa sediado na Suíça que, ao longo dos últimos anos, tem desenvolvido trabalhos de quantificação e gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos em diversos países do mundo. Neste sentido, além das estimativas de geração de REEs, este trabalho também apresenta uma contextualização geral sobre o assunto, bem como uma análise do fluxo de geração de REEs, incluindo discussões sobre os diversos atores envolvidos desde a geração até a destinação final dos resíduos eletroeletrônicos.

A partir dos dados secundários obtidos, foi possível visualizar as curvas de geração deste tipo de resíduo, em t/ano e kg/hab, até o ano de 2030. Sempre que possível, com o objetivo de se estabelecer uma análise comparativa, foram apresentados também resultados relativos ao Brasil e à Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Como resultados, estima-se que, atualmente, Minas Gerais gere cerca de 68.600 t/ano de resíduos provenientes de telefones celular e fixo, televisores, computadores, rádios, máquinas de lavar roupa, geladeiras e freezer. A Região Metropolitana de Belo Horizonte gera, atualmente, cerca de 19.700 t/ano (cerca de 29% da quantidade gerada em Minas Gerais), enquanto que para o Brasil é estimada uma geração de 679.000 t/ano.

Com relação à geração per capita anual, a média estimada encontrada para o período compreendido entre 2001 e 2030 é de 3,4 kg/habitante para o Brasil, 3,3 kg/habitante para Minas Gerais e 3,7 kg/habitante para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, se considerados todos os equipamentos eletroeletrônicos acima listados. Considerando apenas resíduos gerados a partir de telefones celular e fixo, televisores e computadores, estes valores são, respectivamente, 1,0 kg/habitante, 1,0 kg/habitante e 1,1 kg/habitante.

A partir da soma dos resultados anuais estimados, foi previsto também o acúmulo de resíduos eletroeletrônicos gerados entre 2001 e 2030. A partir destas estimativas, calculou-se que, em 2030, haverá aproximadamente, para disposição, 22,4 milhões, 2,2 milhões e 625 mil toneladas de REEs, respectivamente, no Brasil, em Minas Gerais e na Região Metropolitana de Belo Horizonte, considerando-se todos os equipamentos já citados. No caso de resíduos gerados a partir de telefones celular e fixo, televisores e computadores, estes valores são de, respectivamente, 6,6 milhões, 677 mil e 194 mil toneladas de REEs.

Vale ressaltar que, neste trabalho, foi considerado que cada domicílio possui apenas 1 equipamento eletroeletrônico de cada tipo. Deve-se lembrar que esta é uma hipótese conservadora, já que pode-se esperar que em residências existam mais de 1 equipamento do mesmo tipo (exemplo: telefones celulares). Desta forma, deve-se prever que a geração anual e acumulada de REEs apresentada neste documento é subestimada, e que os números estimados podem ser ainda maiores.

Concluindo, os resultados apresentados ressaltam a necessidade de se implementar melhorias na gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos dentro do estado de Minas Gerais, principalmente com a definição de políticas eficientes para a redução dos potenciais impactos ambientais e que considerem a participação efetiva dos produtores, importadores e distribuidores de equipamentos eletroeletrônicos, consumidores e usuários (população em geral, empresas públicas e privadas), dos envolvidos nas atividades de coleta (sistemas de limpeza pública, catadores de recicláveis, empresas de coleta e transporte privado), das empresas, entidades e associações envolvidas nas atividades de desmontagem, recuperação e recondicionamento (centros de recondicionamento, catadores de recicláveis, sucateiros intermediários, assistências técnicas e indústrias) e também dos envolvidos nas atividades de disposição final (Prefeituras Municipais e empresas públicas e privadas).

Para se ter uma idéia do potencial de aproveitamento destes resíduos, estimativas feitas a partir do diagnóstico constataram que, atualmente, em Minas Gerais, são descartadas, por ano, cerca de 40 mil toneladas de materiais metálicos integrantes dos REEs, compostos por ferro, alumínio, cobre, chumbo, cádmio, mercúrio, ouro, prata, paládio e índio, sendo cerca de 30% deste total gerado na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Em se tratando de plásticos, são gerados cerca de 17 mil toneladas. Já no caso de vidros, a geração é de, aproximadamente, 6 mil toneladas.

1 - Introdução

A indústria de eletroeletrônicos no Brasil, e mais especificamente em Minas Gerais, tem apresentado, durante os anos, um grande crescimento no número de vendas de artigos. Por sua vez, o número de domicílios mineiros com eletroeletrônicos diversos se mostra cada vez maior.

O aumento acelerado do consumo destes equipamentos vem acarretando em um novo problema ambiental: o manejo e controle dos volumes de aparatos e componentes eletrônicos obsoletos, conhecidos como resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REE).

O Brasil produz cerca de 2,6 kg por ano de resíduos eletrônicos por habitante (Rodrigues, 2007), sendo que estes contêm chumbo, cádmio, arsênio, mercúrio, bifenilas policloradas (PCBs), éter difenil polibromados entre outras substâncias tóxicas (Roman, 2007) que, se descartados como resíduo comum, podem contaminar o solo e a água, além de serem acumulados nos organismos dos animais e do homem causando diversos problemas de saúde. Desta forma, deve-se evitar que esse material seja destinado para lixões e aterros sanitários, e estimular a reciclagem dos mesmos ou a correta destinação.

Frente a este problema, este trabalho objetiva diagnosticar a situação atual da gestão do REE no estado de Minas Gerais. Deseja-se, desta forma, obter informações mais concretas a respeito da geração e destinação do resíduo eletroeletrônico a fim de facilitar futuras decisões para a solução do problema apresentado.

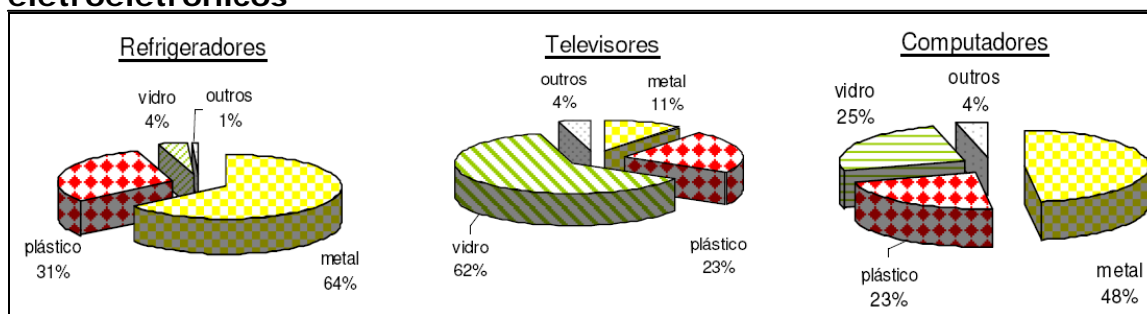
Substâncias presentes nos resíduos eletroeletrônicos

Embora a composição dos resíduos eletroeletrônicos dependa de cada equipamento que o compõe, ela pode ser dividida em seis categorias (Crowe *et al.*, 2003):

- Ferro e aço, usado em gabinetes e molduras;
- Metais não-ferrosos, principalmente cobre usado em cabos e alumínio;
- Vidros, usados nas telas e mostradores;
- Plásticos, usados em gabinetes, revestimentos de cabos e circuito impresso;
- Dispositivos eletrônicos montados em circuito impresso;
- Outros (borracha, madeira, cerâmica, etc.).

Destas categorias, as mais presentes nos resíduos eletroeletrônicos são metais (ferrosos e não-ferrosos), vidro e plástico (Franco, 2008). A composição básica dos materiais utilizados em alguns equipamentos eletroeletrônicos (EEs) pode ser vista na figura a seguir.

FIGURA 1.1 - Materiais básicos usados na manufatura de eletroeletrônicos



Fonte: Kang e Shoening (2005)

Entre os metais encontrados no REE, alguns são valiosos, como ouro, paládio, platina e prata, oriundos de placas de circuito impresso presente em computadores pessoais e telefones celulares (Lee *et al.*, 2007).

No caso do vidro, a maior quantidade é composta de tubos de raio catódicos (CRT) presentes em monitores de computador e televisão, que contendo chumbo, cádmio, európio, selênio, zinco e ítrio (Crowe *et al.*, 2003).

Dos materiais plásticos utilizados nos EEs, aproximadamente 3% são polímeros contendo nitrogênio, 13% são polímeros halogenados, e 84% são polímeros C-H-O, sendo que, em computadores pessoais, a maioria dos plásticos é do tipo acrilonitrilabutadienoestireno (Menad *et al.*, 1998).

Geladeiras e freezers podem conter, ainda, clorofluorcaborno (CFC) como gás refrigerante, e o ar-condicionado, hidroflocarbono (HFCF), considerados substâncias que destroem a camada de ozônio, controladas pelo Protocolo de Montreal (EPA, 2008). Estas substâncias, porém, não são mais utilizadas no Brasil por proibição da Resolução CONAMA nº 267.

Os principais materiais que compõem os REEs são apresentados no quadro a seguir, para eletroeletrônicos grandes, e equipamentos de tecnologia da informática e comunicação e equipamentos de consumo (TICC).

QUADRO 1.1 - Materiais presentes em REEs

Material	Grandes EEs (%)	EEs TICC (%)
Ferro	43	36
Alumínio	14	5
Cobre	12	4
Chumbo	1,6	0,29
Cádmio	0,0014	0,018
Mercúrio	0,000038	0,00007
Ouro	0,00000067	0,0024
Prata	0,0000077	0,0012
Paládio	0,0000003	0,00006
Índio	0	0,0005
Plásticos bromurados	0,29	18
Outros Plásticos	19	12
Vidro de chumbo	0	19
Outros Vidros	0,017	0,3
Outros	10	5,7

Fonte: Adaptado de EMPA (2009)

Com relação às substâncias tóxicas presentes nos REEs, as mais relevantes e seus efeitos à saúde podem ser vistas no quadro a seguir.

QUADRO 1.2 - Substâncias Tóxicas contidas em REEs

Substância	Utilização	Efeitos à Saúde
Antimônio	- Semicondutores, ligas e soldas - Aditivo do BFR em forma de trióxido de antimônio	- Inibição de enzimas - Cancerígeno (trióxido de antimônio) - Efeito bioacumulativo
Arsênico	- Semicondutores, ligas e transistors	- Efeito bioacumulativo, com absorção e retenção no corpo humano - Interação com genoma - Inibição de enzimas - Aumenta riscos de câncer na bexiga, rins, pele, fígado, pulmão e cólon
Bário	- Painel frontal do CRT	- Inchaço do cérebro - Fraqueza muscular - Danifica o coração, o fígado e o baço
Berílio	- Liga com cobre - Partes mecânicas, conectores e molas - Relés	- Sensibilização devido a constante exposição, mesmo a quantidades pequenas - Enfisema e fibrose em pulmões - Cancerígeno

Continuação:

Substância	Utilização	Efeitos à Saúde
Cádmio	<ul style="list-style-type: none"> - Placas de circuitos impressos - Resistências de <i>chips</i> SMD - Semicondutores e detectores de infravermelho - Tubos de raios catódicos mais antigos - Estabilizador em PVC - Baterias, interruptores - Materiais fluorescentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos irreversíveis à saúde humana - Acumula-se no corpo humano, especialmente nos rins, podendo deteriorá-los - Pode causar câncer quando cloreto de cádmio - Efeitos cumulativos no ambiente devido à toxicidade aguda e crônica - Aumenta a pressão sanguínea - Pode causar problemas e câncer nos pulmões
Chumbo	<ul style="list-style-type: none"> - Soldagem de placas de circuitos impressos - Vidro dos tubos de raios catódicos - Solda e vidro de lâmpadas elétricas e fluorescentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Danos ao sistema nervoso central e periférico - Danos ao sistema endócrino - Efeito negativo no sistema circulatório e rins - Efeitos secundários nos intestinos e ossos - Efeitos negativos no desenvolvimento do cérebro de crianças
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> - Presente em diversos componentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode gerar cirrose dos fígados
Cromo hexavalente e Cromo VI	<ul style="list-style-type: none"> - Superfícies decorativas - Pigmentos e coberturas - Aço inoxidável 	<ul style="list-style-type: none"> - Irritação do nariz, garganta e pulmões - Dano permanente em olhos devido ao seu contato direto com o ácido crômico ou poeiras cromadas - Dermatites e úlceras na pele devido a efeito prolongado com a pele - Sensibilização ao cromo - Problemas no fígado
Merúrio	<ul style="list-style-type: none"> - Termostatos, sensores, relés e interruptores - Sistemas de transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares - Luzes fluorescentes - Baterias 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode transformar em metilmercúrio, acumulando-se nos organismos vivos e causando efeitos crônicos e danos ao cérebro - Problemas no sistema nervoso central e rins - Pode conectar com o DNA e causar problemas na reprodução
PBB (bifenilas polibromadas) e PBDE (éter difenil polibromados)	<ul style="list-style-type: none"> - Usados na proteção contra inflamabilidade em placas de circuito impressos, componentes como conectores, coberturas de plástico e cabos em TVs e eletrodomésticos de cozinha 	<ul style="list-style-type: none"> - Desreguladores endócrinos - Podem se acumular biologicamente na cadeia alimentar

Fonte: Adaptado de Horner e Gertsakis (2006), Agarwal et al. (2003), Brigden et al. (2005), Yu (2005)

2 - Metodologia

As metodologias utilizadas neste estudo serão a investigação de dados e a análise de fluxo de material.

A investigação de dados, neste estudo, dar-se-á pela pesquisa em *sites* da internet e literatura, a fim de coletar informações pertinentes à realização do trabalho. Informações foram, também, obtidas a partir do questionário enviado a empresas do setor público e privado, que pode ser visto no Anexo 10.

A análise de fluxo de material é um método utilizado para quantificar o fluxo de materiais em um sistema definido através de limites espaciais e temporais. Seu objetivo é aumentar o entendimento do sistema estudado, possibilitando melhor controle e administração (Baccini & Bader, 1996). Esta análise envolve a análise do sistema e dos processos e materiais envolvidos, a medição de fluxos de massa ou materiais, o cálculo do fluxo de massas ou material, e a interpretação de resultados.

A escolha deste método deu-se devido ao fato de ter sido utilizado em diversos estudos semelhantes, como estudos de análise e diagnóstico da geração de diversos tipos de resíduo eletrônico na Colômbia, no Peru e no Chile, desenvolvidos com ajuda do EMPA. Este método é baseado, também, no guia "*e-Waste Country Assessment Methodology*" de RoCHAT, SchluEP & EMPA (2007).

No Método de Consumo e Uso, é utilizada a abordagem que considera o número de residências que possuem o eletroeletrônico, assumindo uma vida média para cada EE e calculando o ano de saída do REE com dados adicionais. A fórmula utilizada é apresentada a seguir.

$$\text{Geração REE/ano} = m_n \times hh \times r_n / Is_n$$

Sendo:

m_n : peso médio de cada aparelho eletroeletrônico considerado

hh : número de residências

r_n : taxa de saturação para cada aparelho eletroeletrônico considerado, por residência

Is_n : vida útil média de cada aparelho eletroeletrônico considerado

Este método assume um conjunto de *commodities* de eletroeletrônicos por residência. Para cada produto, o peso referente é multiplicado pelo número total de residências. Dividindo o valor obtido pela vida útil média, encontra-se a esperada geração anual de resíduo eletroeletrônico.

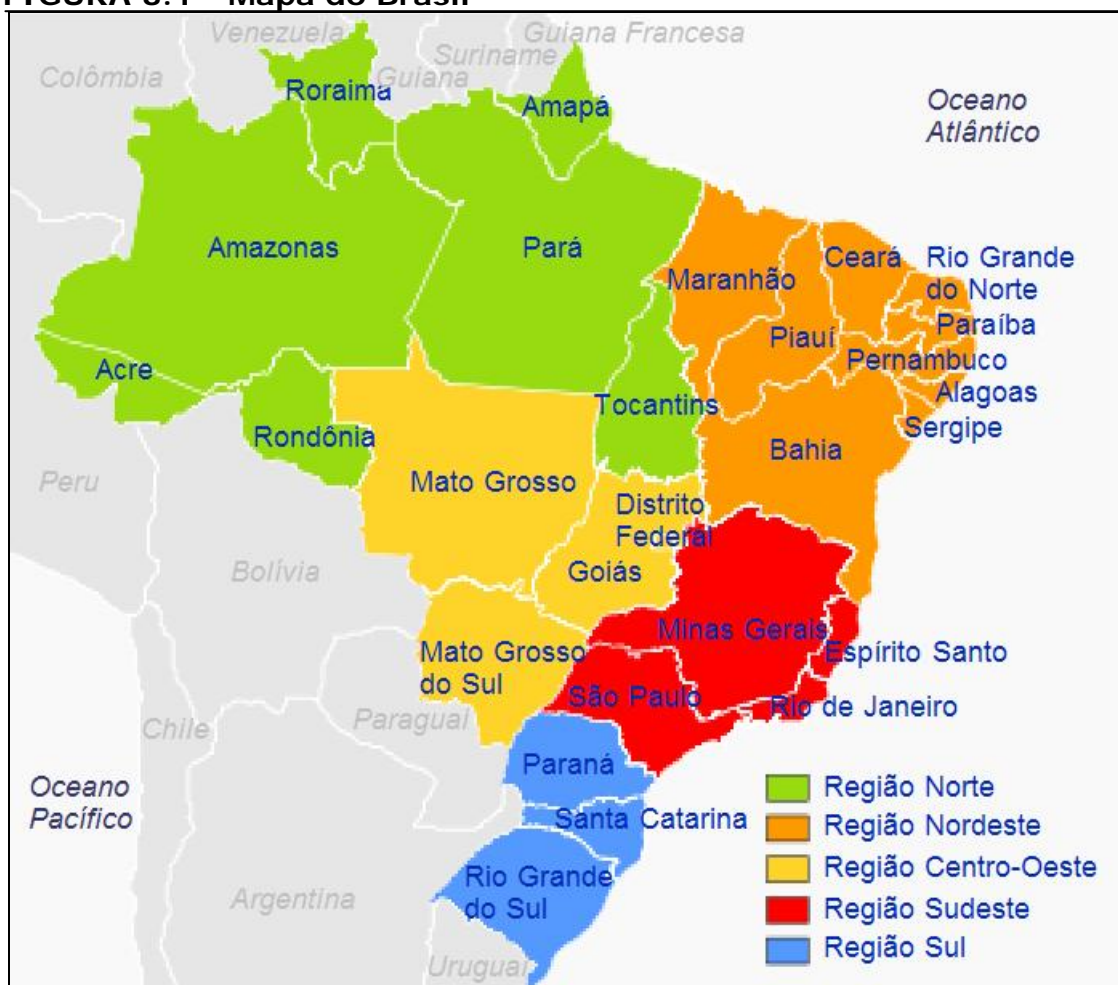
Cabe ressaltar que, além desta abordagem, ainda são possíveis outras, como, por exemplo, o Método do Abastecimento do Mercado, o Método *Time Step*, ou o Método *Carnegie Mellon*.

3 - Contextualização geral

3.1 - Brasil

O Brasil é uma república federativa formada pela união de 26 estados e pelo Distrito Federal. É o maior país da América do Sul (47% do território), com 8.514.876 km² e uma vasta área litorânea atlântica, que se estende por toda costa leste do país, oferecendo 7.367 km de orla marítima. Faz fronteira com Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Uruguai, Argentina, Paraguai, Bolívia, Peru, e Colômbia. Os únicos países sul-americanos que não têm fronteira comum com o Brasil são o Chile e o Equador. Um mapa ilustrativo pode ser visualizado na figura a seguir.

FIGURA 3.1 - Mapa do Brasil



Fonte: Wikipédia (2009)

Apesar de ser o quinto país mais populoso do mundo, o Brasil apresenta uma das mais baixas densidades populacionais, com 22 habitantes/km² (IBGE/Pnad). Há uma forte concentração das atividades econômicas e da população sobre uma parcela menor do espaço brasileiro, o que influencia na concentração da renda e da riqueza e na exclusão social.

O Brasil começou o século XXI com aproximadamente 180 milhões de habitantes, e com um grande deslocamento migratório do interior para as áreas urbanas. Em 2006, o IBGE registrou 84,8% dos domicílios em áreas urbanas, enquanto 15,2% ainda estavam nas zonas rurais.

Em 2008, segundo registros do IBGE, a população total do Brasil era de 194.227.984 habitantes. A expectativa de vida, em 2006, foi de 72,3 anos, e a taxa de crescimento populacional, no mesmo ano, foi de 1,41%.

A evolução dos principais indicadores sociais, segundo a Abinee (2008), podem ser vistos no quadro a seguir.

QUADRO 3.1 - Evolução dos Indicadores Sociais do Brasil

Indicadores	1990	2002	2003	2004	2005	2006
População (em mil habitantes)	147.594	174.633	176.876	182.060	184.184	186.771
População economicamente ativa (em mil)	69.969	86.917	88.803	92.860	96.142	97.528
Taxa de analfabetismo (% acima de 15 anos)	18,3	11,8	11,5	11,4	11,0	10,9
Escolaridade média - acima de 25 anos (anos)	4,9	6,1	6,3	6,4	6,5	6,7
Crianças que freqüentam a escola (% entre 7 e 14 anos)	81,9	96,9	97,2	97,1	97,3	97,6
Mortalidade infantil (óbitos por mil nascidos vivos)	48,0	27,8	27,0	26,6	25,8	24,9
Expectativa de vida (anos)	66	71	71	72	72	72

Fonte: IBGE

A sociedade brasileira é uma das mais multirraciais do mundo. Em quinhentos anos de história, construiu-se uma nação formada por vários povos, dona de uma cultura variada, sendo formada por descendentes de europeus, indígenas, africanos, asiáticos, judeus e árabes.

Sendo uma democracia, o exercício do Poder é atribuído a órgãos distintos e independentes, cada qual com uma função, prevendo-se ainda um sistema de controle entre eles, de modo que nenhum possa agir em desacordo com as leis e a Constituição. Os estados e municípios possuem auto-administração, autogoverno e auto-organização, elegendo seus líderes e representantes políticos e administrando seus negócios públicos sem interferência de outros municípios, estados ou país.

A situação econômica atual é caracterizada por inflação em queda e controlada, por uma política fiscal que permitirá grande redução da dívida pública e por uma situação sólida nas contas externas. De acordo com o IBGE, o PIB, em 2007, foi de 1.314.199 milhões de dólares (US\$ 6.852 per capita), com uma taxa de crescimento real de 5,66% (Governo Federal). A balança comercial, por sua vez, operou, neste mesmo ano, com superávit de US\$ 40,04 milhões.

A produção industrial brasileira corresponde, de acordo com o Governo Federal, por três quintos da economia sul-americana, e o Brasil participa de diversos blocos econômicos como o Mercosul, o G-22 e o Grupo de Cairns.

O Brasil comercia regularmente com diversos países, sendo os maiores parceiros a União Européia (com 26% do saldo), os EUA (24%), o Mercosul e América Latina (21%), e a Ásia (12%).

A evolução dos principais indicadores econômicos, de acordo com a Abinee (2008), pode ser vista no quadro a seguir.

QUADRO 3.2 - Evolução dos Indicadores Econômicos do Brasil

Indicadores	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007*
Valor do PIB							
Reais correntes (R\$ bilhões)	1.302,1	1.477,8	1.701,0	1.942,2	2.147,7	2.332,9	2.558,8
Dólares correntes (US\$ bilhões)	554,0	505,8	552,6	663,8	881,9	1.072,1	1.313,6
Per capita (US\$)	2.932,9	2.604,3	2.831,4	3.326,2	4.323,3	5.740,2	6.870,5
Crescimento do PIB (var % real)							
PIB (descontado inflação)	1,3	2,7	1,2	5,7	3,1	3,7	5,4
- Agropecuária	6,1	6,6	4,9	1,5	0,1	5,0	5,3
- Indústria	-0,6	2,1	1,3	7,9	2,1	2,9	4,9
- Serviços	1,9	3,2	0,8	5,0	3,7	3,8	4,7
Composição do PIB (part %)							
- Agropecuária	5,97	6,62	7,39	6,91	5,65	5,10	4,90
- Indústria	26,92	27,05	27,85	30,11	30,34	30,92	31,22
- Serviços	67,10	66,33	64,77	62,97	64,01	63,98	63,88
Outros Indicadores							
Inflação - IPCA (% ao ano)	7,7	12,5	9,3	7,6	5,7	3,1	4,5
Exportações (US\$ bilhões)	58,2	60,4	73,1	96,5	118,3	137,8	160,7
Importações (US\$ bilhões)	55,6	47,2	48,3	62,8	73,6	91,3	120,6
Saldo Bal. Com. (US\$ bilhões)	2,7	13,1	24,8	33,6	44,7	46,5	40,0
Contas Públicas (% PIB)							
- Superávit Primário	3,8	3,5	3,9	4,2	4,4	3,9	4,0
- Déficit Nominal	3,5	4,2	4,7	2,4	3,0	3,0	2,3
- Dívida Líquida	48,5	50,5	52,4	47,0	46,5	44,9	42,8

Fonte: IBGE

* Dados preliminares

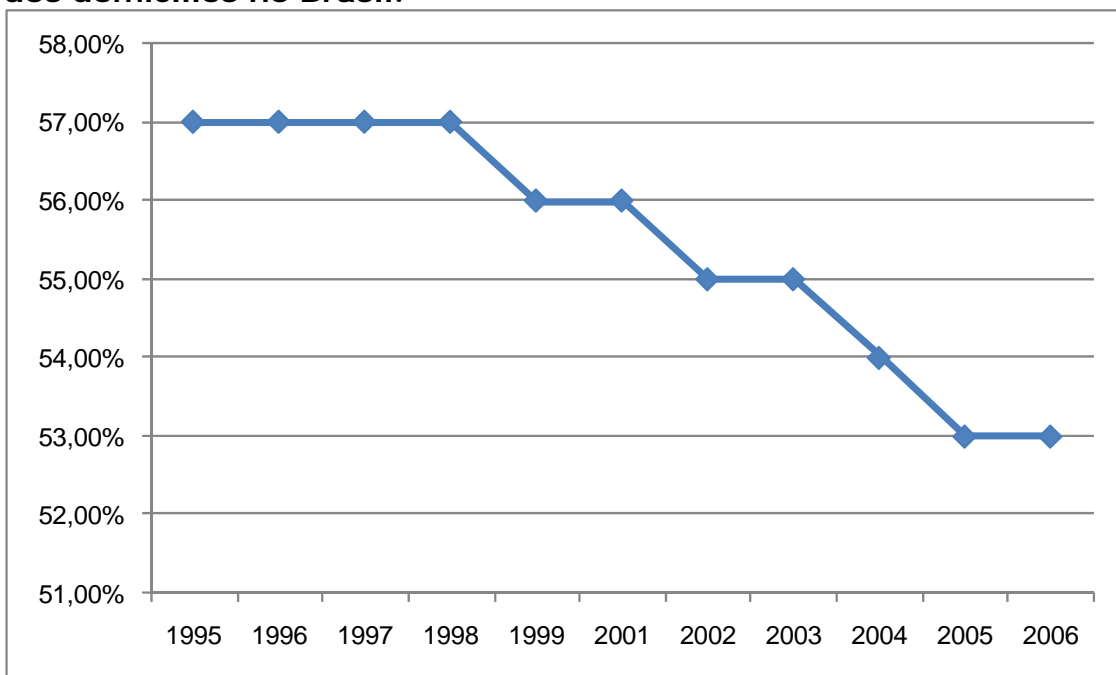
Índice de Gini

O Índice de Gini é uma medida de desigualdade que define o grau de distribuição da renda entre os indivíduos em uma economia. Seu valor, expresso em pontos percentuais, varia de zero, quando há uma perfeita distribuição de renda ou não há desigualdade, a cem, quando a desigualdade é máxima e um indivíduo detém toda a renda da sociedade (IPD, PNUD).

Apesar de ser comumente utilizado para análise da distribuição de renda, ele pode, também, ser utilizado para medir o grau de concentração de qualquer distribuição estatística, como o grau de concentração de posse da terra em uma região, ou a distribuição da população urbana de um país pelas cidades (IPECE, 2006).

A evolução do Índice de Gini da distribuição do rendimento mensal dos domicílios no Brasil, de 1995 a 2006, segundo o IBGE, pode ser vista na figura a seguir.

FIGURA 3.2 - Índice de Gini da distribuição do rendimento mensal dos domicílios no Brasil.



Fonte: SIDRA

O quadro a seguir apresenta os Índices de Gini para alguns países, assim como o PIB per capita.

QUADRO 3.3 - Índice de Gini e PIB per capita para Países da América do Sul.

País	Índice de Gini (¹ 2003, ² 2005 e ³ 2007)	PIB per Capita (2008 est.)
Chile	54,9% ¹	US\$ 15.400
Brasil	56,7% ²	US\$ 10.300
Colômbia	53,8% ²	US\$ 9.000
Peru	49,8% ²	US\$ 8.500
Estados Unidos	45,0% ³	US\$ 47.000

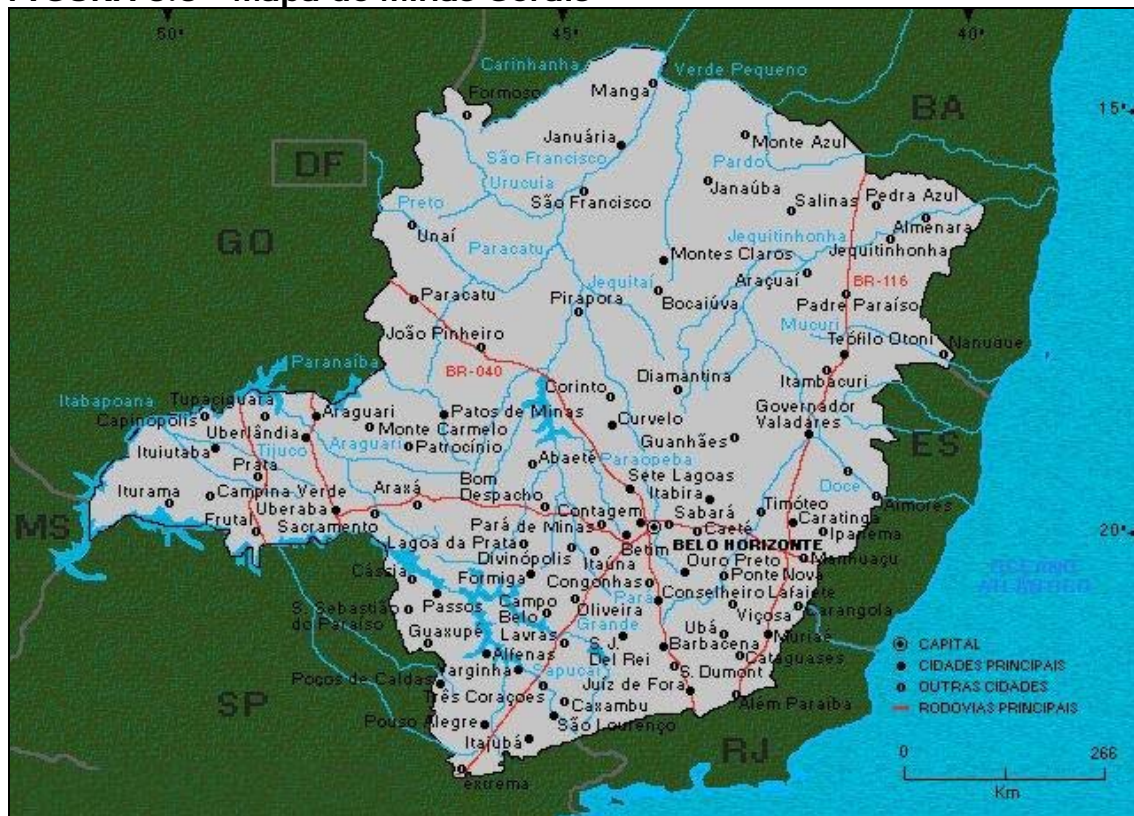
Fonte: CIA World Factbook

Vale ressaltar que, comparando-se os valores definidos pela CIA e pelo IBGE para o Brasil, observa-se diferenças percentuais nos valores do índice de Gini.

3.2 - Minas Gerais

O estado de Minas Gerais está localizado na região Sudeste do Brasil, e é o quarto maior em extensão territorial (586.528 km²). Ele se limita a sul e sudoeste com São Paulo, a oeste com o Mato Grosso do Sul e a noroeste com Goiás, incluindo uma pequena divisa com o Distrito Federal, a leste com o Espírito Santo, a sudeste com o Rio de Janeiro, e a norte e nordeste com a Bahia. O mapa de Minas Gerais pode ser visto na figura a seguir.

FIGURA 3.3 - Mapa de Minas Gerais



Fonte: Professor Paulinho (2009)

O estado é o segundo mais populoso do Brasil, com população estimada pelo IBGE, em 2007, de 19.273.506 habitantes, distribuídos por 853 municípios, que representam 51,2% dos existentes na região Sudeste e 15,5% dos existentes no Brasil. Com relação às residências, em 2006, 85,7% se encontravam em áreas urbanas e 14,3% em áreas rurais (IBGE).

Minas Gerais possui o terceiro maior PIB do Brasil, com 214.814 milhões de reais (IBGE, 2006), atrás de São Paulo e Rio de Janeiro. Seu índice de Gini foi de 50% em 2006, e o produto interno bruto per capita do estado, neste mesmo ano, foi de 11.028 reais. Os setores industrial e de serviços, são equilibrados e responsáveis, respectivamente, por 45,4% e 46,3% do PIB, enquanto a agropecuária contribui com apenas 8,3% (Fundação João Pinheiro, 2007).

O parque industrial de Minas Gerais é o terceiro maior do país, e atuam, principalmente, as indústrias extrativa (mineração), metalúrgica,

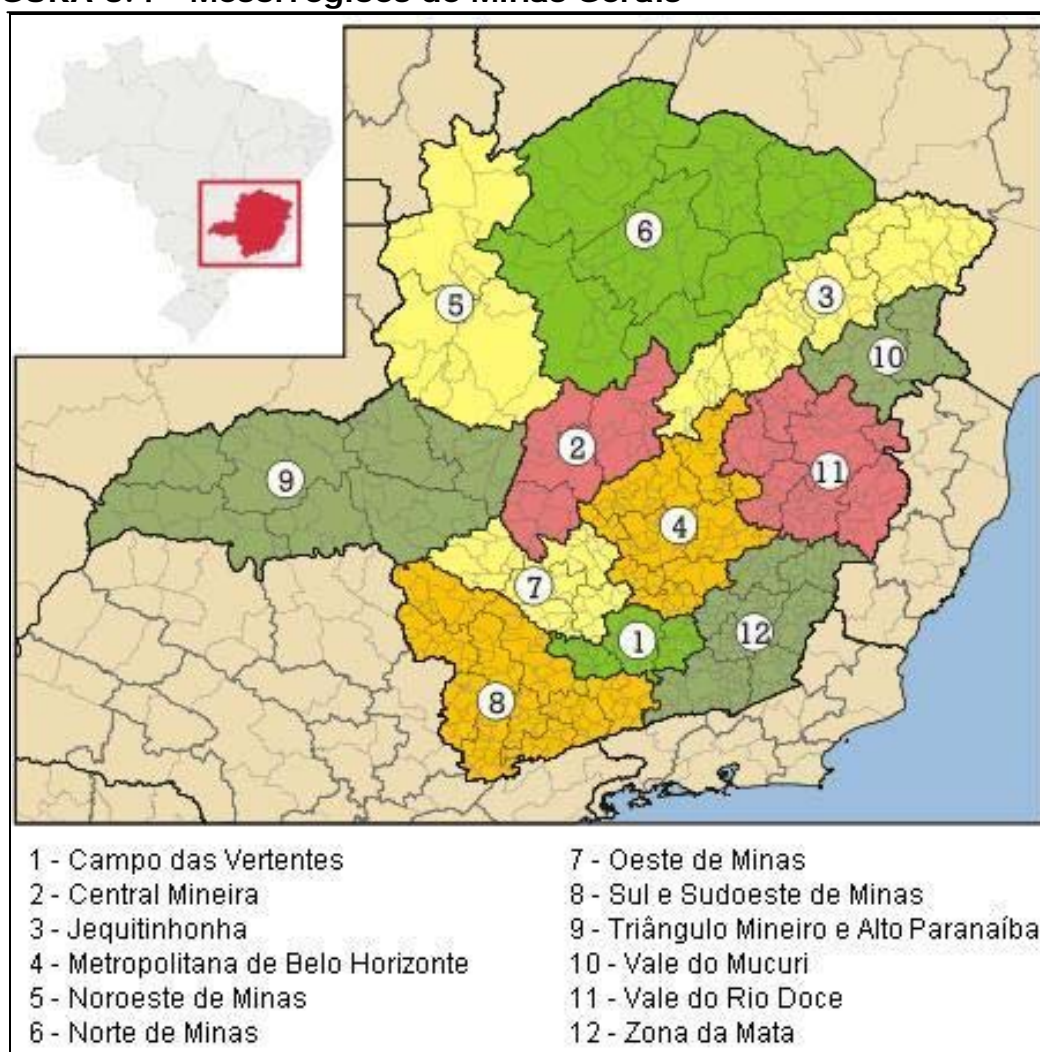
automobilística, alimentícia, têxtil, construção civil, produtos químicos e minerais não-metálicos. As regiões mais industrializadas são a Central, Rio Doce (leste), Zona da Mata, Sul e Triângulo.

A sociedade mineira é composta por diversos grupos e raças, de novos imigrantes brancos e de segunda e terceira gerações de americanos natos, de novos escravos e de escravos nascidos em cativeiros. A maior parte da população mineira é descendente de colonos portugueses e de escravos africanos. Além destes, há contribuições de imigrantes italianos, mamelucos e indígenas. Esta miscigenação, por sua vez, deixou características marcantes na cultura mineira, influenciando as artes, a culinária e o folclore.

3.3 - Mesorregiões de Minas Gerais

O estado de Minas Gerais é dividido pelo IBGE em 12 mesorregiões, conforme mostra a figura a seguir. Informações mais completas a respeito das mesorregiões podem ser vistas no Anexo 1.

FIGURA 3.4 - Mesorregiões de Minas Gerais



Fonte: Wikipedia (2009)

3.4 - Outros Municípios de Minas Gerais

O descritivo dos principais municípios de Minas Gerais, exceto Belo Horizonte, podem ser encontrados no Anexo 2.

QUADRO 3.4 - Principais Municípios de Minas Gerais (exceto Belo Horizonte)

Município	Número de Habitantes (2007)
Conselheiro Lafaiete	109.280
Diamantina	44.746
Divinópolis	209.921
Governador Valadares	260.396
Ipatinga	238.397
Juiz de Fora	513.348
Manhuaçu	74.297
Montes Claros	352.384
Muriae	95.548
Paracatu	75.739
Passos	102.765
Poços de Caldas	144.386
Pouso Alegre	120.467
Teófilo Otoni	126.895
Uberaba	287.760
Uberlândia	608.369
Varginha	116.093

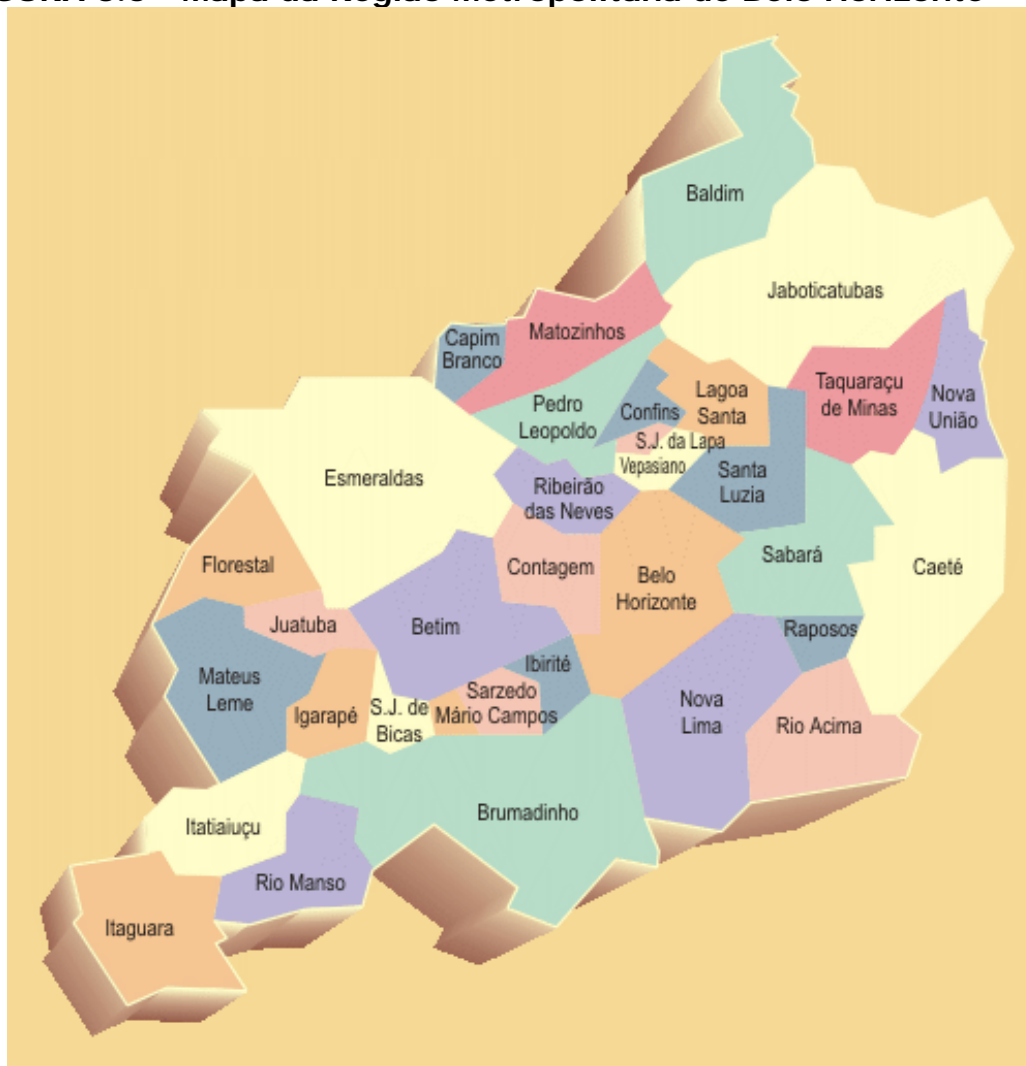
Fonte: IBGE Cidades

3.5 - Belo Horizonte

Belo Horizonte é a capital do estado de Minas Gerais, e foi concebida e planejada para sediar o governo. Ela possui 331 km² e está localizada na região central do estado. De acordo com estimativas do IBGE (2007), possui 2.412.937 habitantes, sendo a cidade mais populosa do estado, e a sexta do país.

A Região Metropolitana de Belo Horizonte, formada por 34 municípios, possui uma população estimada em 4.939.053 habitantes (IBGE, 2007), sendo a terceira maior aglomeração populacional brasileira e a terceira em importância econômica da indústria nacional. É, também, o 48º maior aglomerado urbano do mundo e o sétimo da América Latina. O mapa da Região Metropolitana de Belo Horizonte pode ser visto a seguir.

FIGURA 3.5 - Mapa da Região Metropolitana de Belo Horizonte

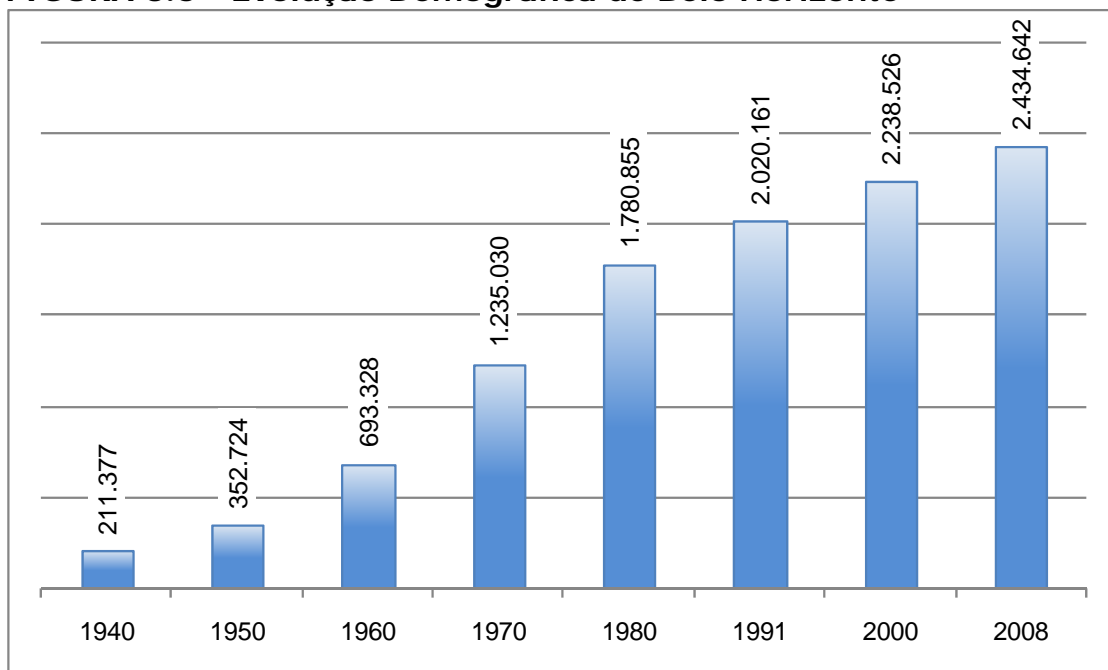


Fonte: GRANBEL (2009)

De acordo com o IBGE (2006), dos domicílios do município de Belo Horizonte, apenas 1,3% se encontram na área rural, sendo que 98,7% eram localizados na zona urbana.

O índice de Gini, em 2006, de Belo Horizonte foi de 53% e a evolução demográfica do município pode ser visualizada na figura a seguir.

FIGURA 3.6 - Evolução Demográfica de Belo Horizonte



Fonte: Adaptado de Souza (2008)

De acordo com estudo realizado pela Fundação João Pinheiro (2007), Belo Horizonte é o quarto maior PIB brasileiro, representando 1,38% do total das riquezas produzidas no país. Segundo a FJP, em 2008, seu PIB somou 32,7 bilhões de reais, equivalente a cerca de 15,2% de toda produção de bens e serviços do estado. Para a região metropolitana, o PIB, em 2006, somou aproximadamente R\$ 74,16 bilhões, correspondente a 34,5% do estado (Estado de Minas, 2009). De acordo com dados do IBGE, o PIB per capita do município, em 2007, foi de R\$ 13.636,00.

A Região Metropolitana de Belo Horizonte possui o quinto maior parque produtivo da América do Sul, com destaque para a indústria automobilística e de autopeças, siderurgia, eletrônica e construção civil. Belo Horizonte é, também, caracterizada pela predominância do setor terciário em sua economia, com mais de 80% desta se concentrando nos serviços, com destaque para o comércio, serviços financeiros, atividades imobiliárias e administração pública (FJP, 2007). A composição econômica de Belo Horizonte, de acordo com o IBGE, é de 83,12% serviços e 16,88% industrial.

Belo Horizonte é uma cidade multirracial, com intensa migração, sendo seu povoamento efetuado, principalmente, por mineiros vindos de todas as partes do estado.

3.6 - Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos

Um estudo, realizado pelo IBGE (1991), indicou que 76% dos resíduos sólidos no Brasil são enviados para lixões, 13% vão para aterros

controlados, 10% são encaminhados para aterros sanitários, e 1% passam por algum tratamento, como reciclagem ou compostagem.

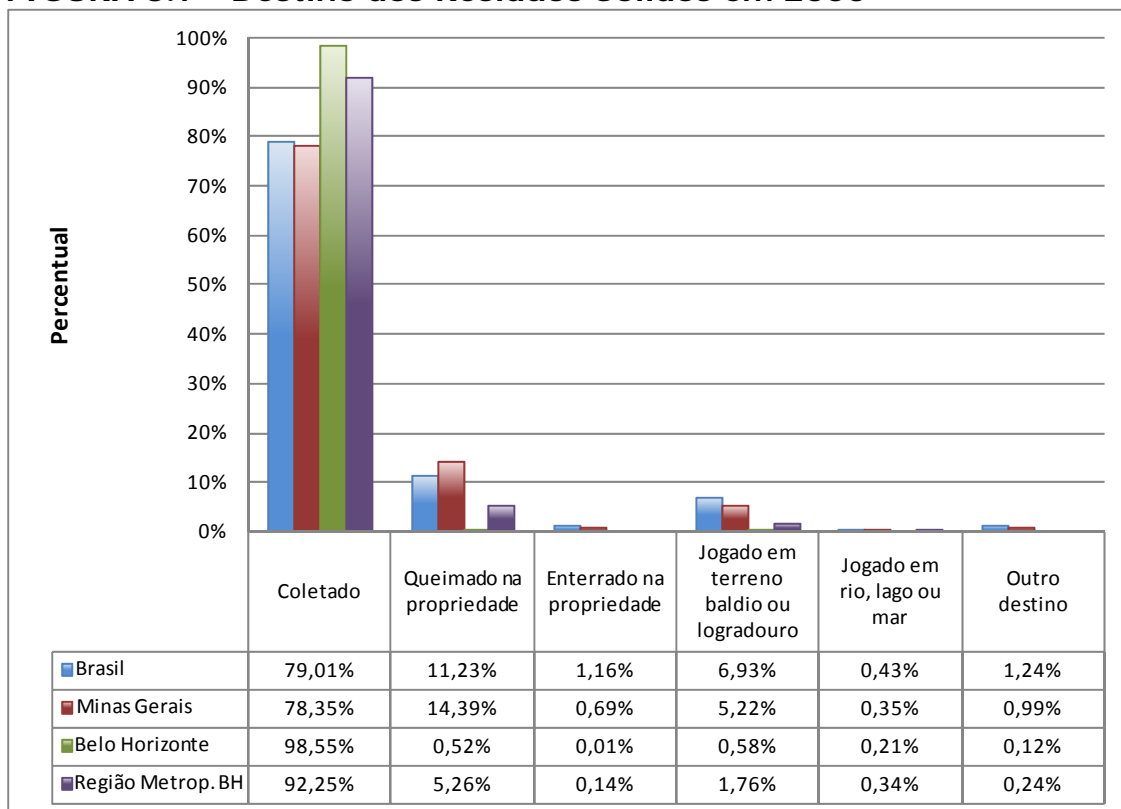
Nos lixões, o resíduo é depositado a céu aberto, não recebendo nenhuma forma de tratamento. Há liberação de metano e chorume, substâncias tóxicas e poluentes, além de serem focos de doenças, já que atraem animais vetores. Desta forma, nota-se que a maior parte dos resíduos sólidos gerados no Brasil são destinados de forma incorreta, gerando inconvenientes sanitários, sociais, ambientais e de saúde pública.

A limpeza urbana é um serviço público essencial, formado, no Brasil, por sistemas operacionais municipais. Ela consiste, basicamente, na coleta, transporte, destinação e tratamento dos resíduos sólidos gerados nas zonas urbanas, e constitui um dos maiores problemas de saneamento básico das pequenas, médias, e principalmente grandes cidades brasileiras, já que devido à característica da atividade e, também, do produto gerado, é necessário que haja rapidez, abrangência e regularidade na atividade. A falta de estrutura organizacional adequada e de mão-de-obra qualificada, juntamente com as dificuldades de gerenciamento, geram improvisações e empirismo na atividade, sem que hajam ações planejadas.

A geração diversificada de resíduos sólidos e as demandas de limpeza urbana estão crescendo proporcionalmente à expansão urbana das cidades e ao crescimento demográfico. Isto aumenta as defasagens da prestação de serviços, reduzindo o atendimento à comunidade. De acordo com Nogueira & Rocha (2005), e considerando todos os tipos de resíduos, a geração média diária de resíduos, nas cidades brasileiras, são de aproximadamente 1 kg por habitante, sendo esta média progressiva, indicando a necessidade de programas de minimização da geração. De acordo com a ReCESA (s.d.), esta média pode variar entre 0,5 e 1 kg no Brasil, conforme a região, sendo que quanto mais rico a cidade, mais resíduo sólido é gerado.

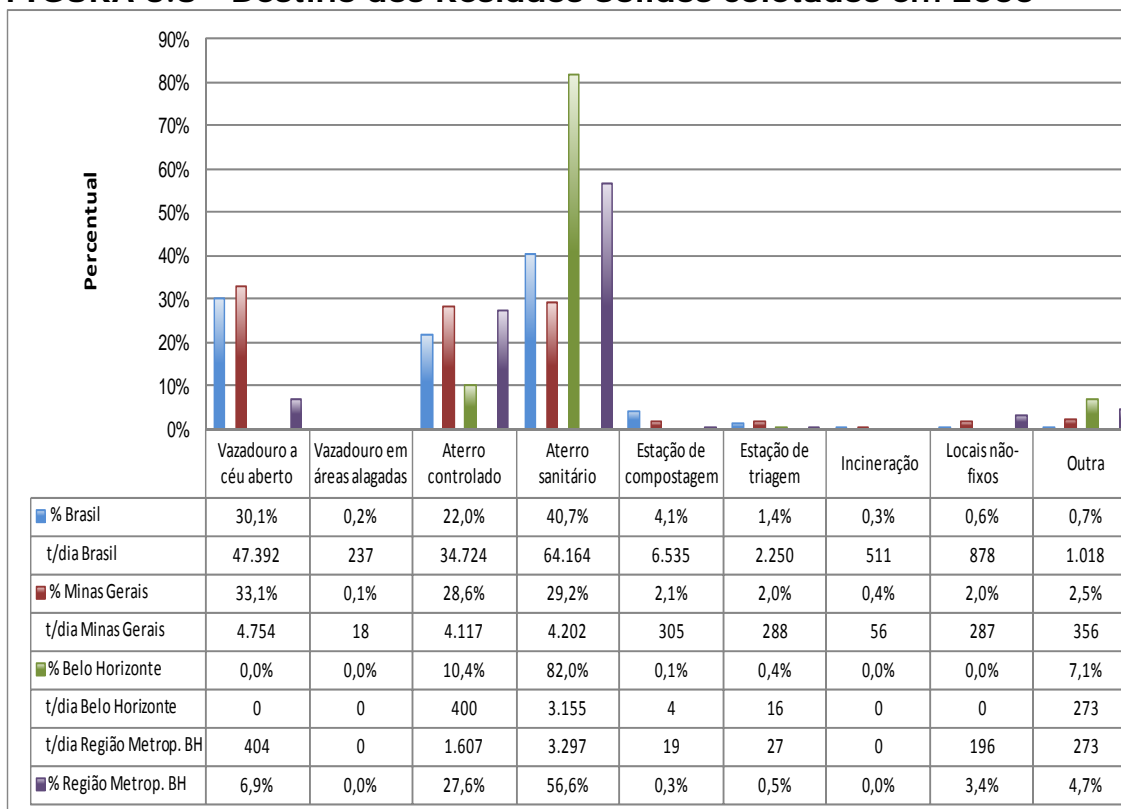
A seguir, serão apresentadas figuras mostrando diversas situações referentes a resíduos sólidos no Brasil, em Minas Gerais, na Região Metropolitana de Belo Horizonte e no Município de Belo Horizonte, obtidas do Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, a fim de caracterizar o panorama atual.

FIGURA 3.7 - Destino dos Resíduos Sólidos em 2000



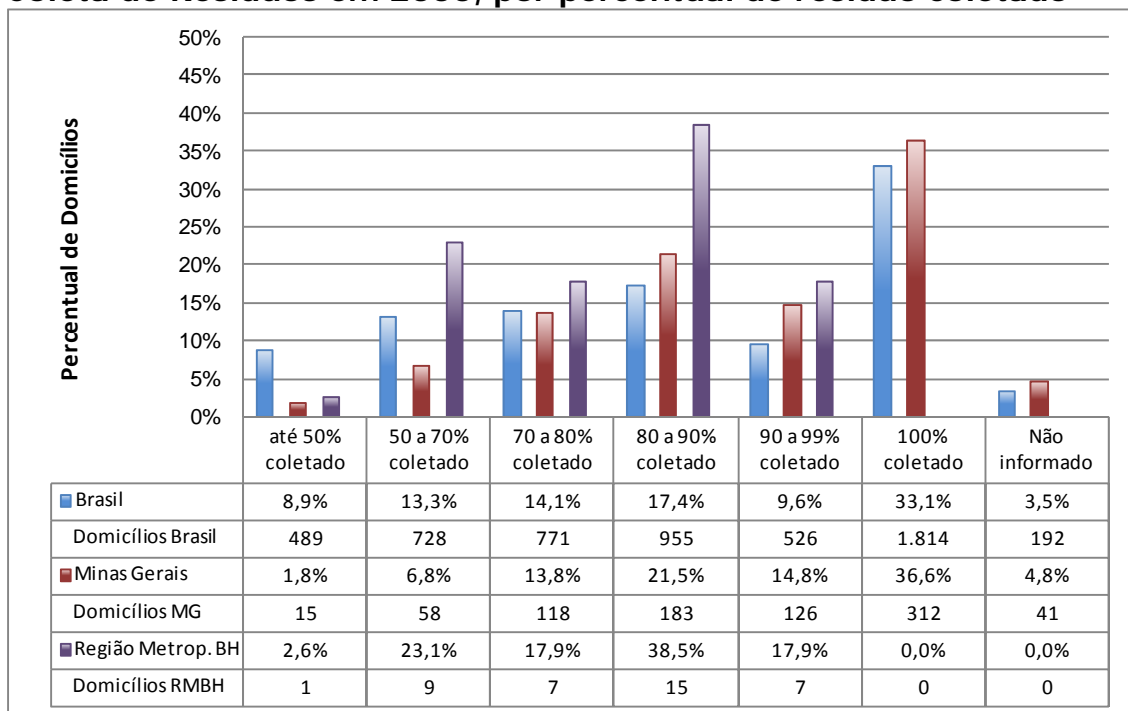
Fonte: IBGE

FIGURA 3.8 - Destino dos Resíduos Sólidos coletados em 2000



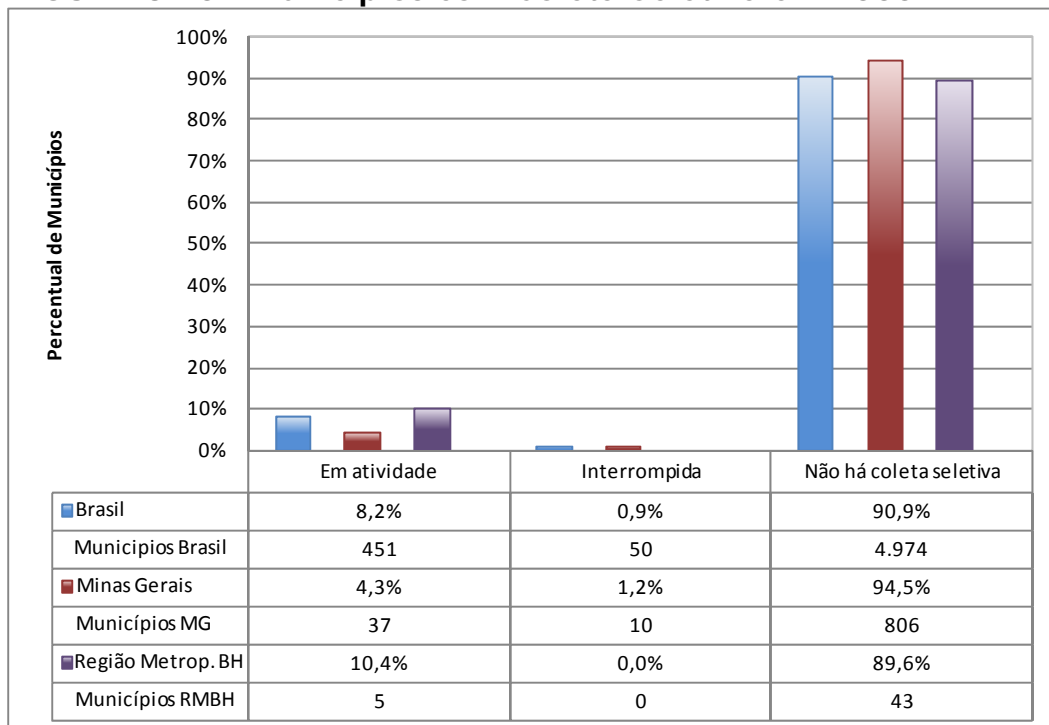
Fonte: IBGE

FIGURA 3.9 - Municípios com Serviço de Limpeza Urbana e/ou Coleta de Resíduos em 2000, por percentual de resíduo coletado



Fonte: IBGE

FIGURA 3.10 - Municípios com Coleta Seletiva em 2000

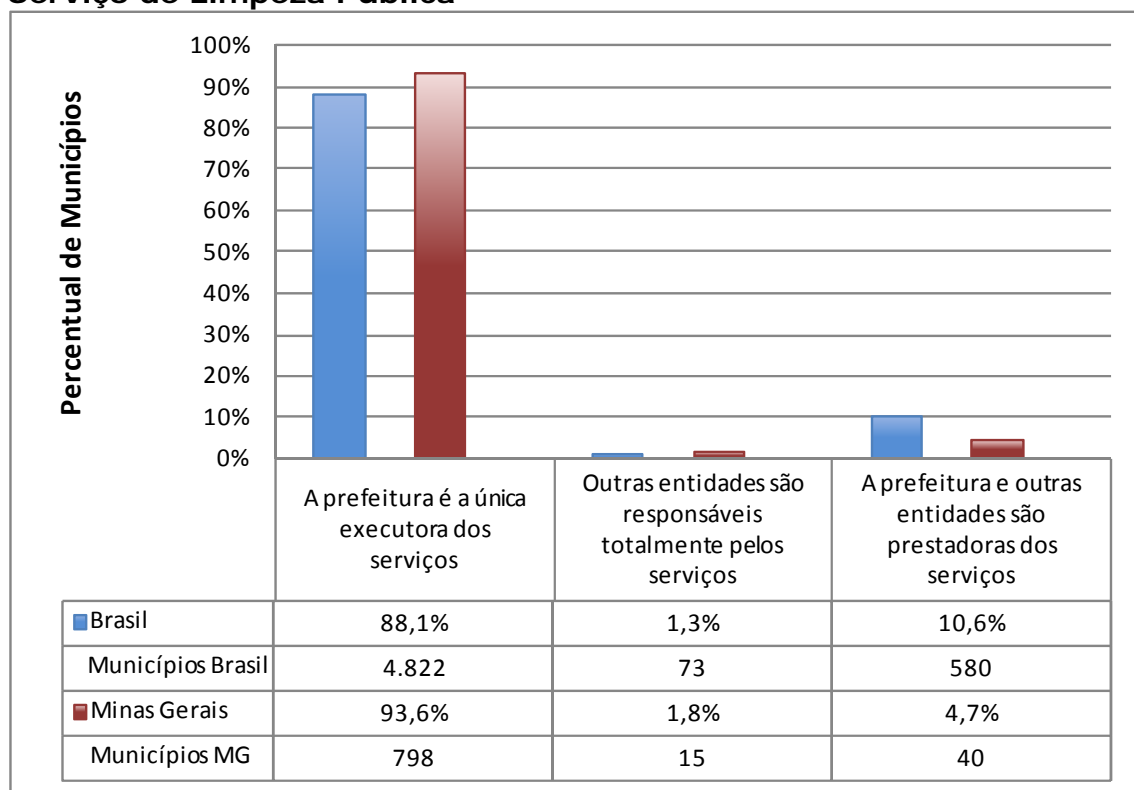


Fonte: IBGE

O número de municípios, de acordo com a entidade prestadora do serviço de Limpeza Pública para o Brasil e para Minas Gerais, podem ser vistos na

figura a seguir. Em Belo Horizonte, o serviço é realizado pela prefeitura e por outras entidades.

FIGURA 3.11 - Número de Municípios por Entidade Prestadora do Serviço de Limpeza Pública



Fonte: IBGE (2000)

3.7 - Programa Minas sem Lixões

O Programa Minas sem Lixões foi iniciado em 2003 pela Fundação Estadual do Meio Ambiente, passando a ter ancoragem legal em janeiro de 2009, após a publicação da Lei Estadual de Resíduos Sólidos. Seu objetivo é propor e implementar a política pública estabelecida pelo COPAM e Assembléia Legislativa de forma a facilitar o acesso da população mineira à melhoria da qualidade de vida e de saúde, atuando não somente na gestão técnica dos resíduos, mas também no resgate social e mudança de comportamento.

As metas do Programa são de, até 2011, atender, no mínimo, 60% da população urbana com sistemas adequados para tratamento ou disposição final de resíduos sólidos urbanos, e reduzir em 80% do número de lixões do estado.

O Programa age na exigência de implantação de sistemas tecnicamente adequados junto aos municípios com população igual ou superior a 20.000 habitantes na área urbana, sendo incluídos 123 municípios nessa situação, que são responsáveis por quase 75% de todo o resíduo dessa natureza gerado em Minas Gerais.

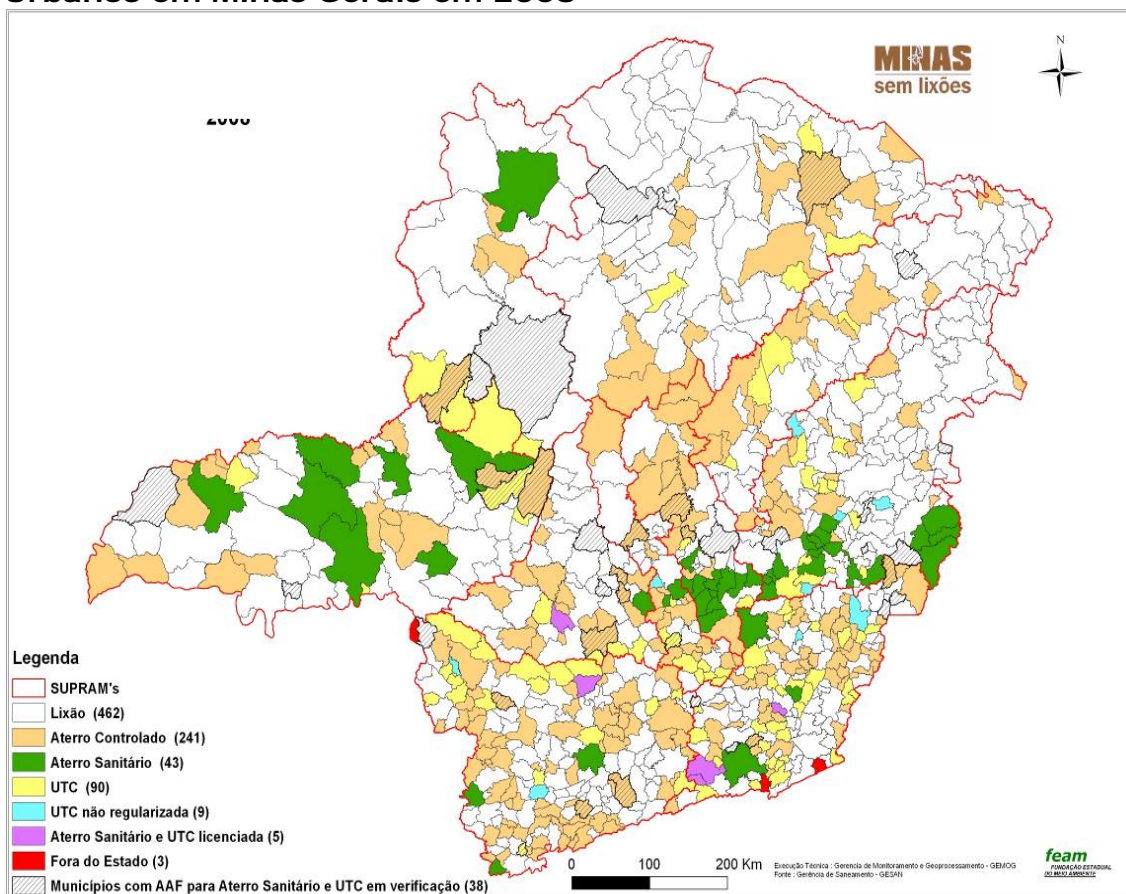
Ele tem atuado, principalmente por meio de publicações de Deliberações Normativas do Conselho Estadual de Política Ambiental, definindo a política pública, orientando às administrações municipais, formalizando o apoio técnico aos municípios, fiscalizando e licenciando, capacitando equipes técnicas das Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, editando materiais técnicos, formalizando termos de parceria, e buscando recursos junto aos agentes financiadores.

A partir de 2008, o Programa recebe o apoio do Projeto Resíduo é Energia, que atua na pesquisa e implantação de soluções para que o resíduo sólido urbano seja utilizado como fonte energética no coprocessamento em fornos de clínquer, biometanização, aproveitamento térmico, recuperação energética de gases de aterros sanitários, dentre outras.

Os resultados do Programa foram notados em dezembro de 2008, quando se contabilizou 45,92% da população urbana com acesso a sistemas de disposição final de Resíduos Sólidos, cuja operação encontra-se devidamente regularizada junto ao COPAM, sendo que, em 2003, eram apenas 19,2%.

Uma figura contendo as destinações finais dos resíduos sólidos nos municípios de Minas Gerais pode ser vista a seguir.

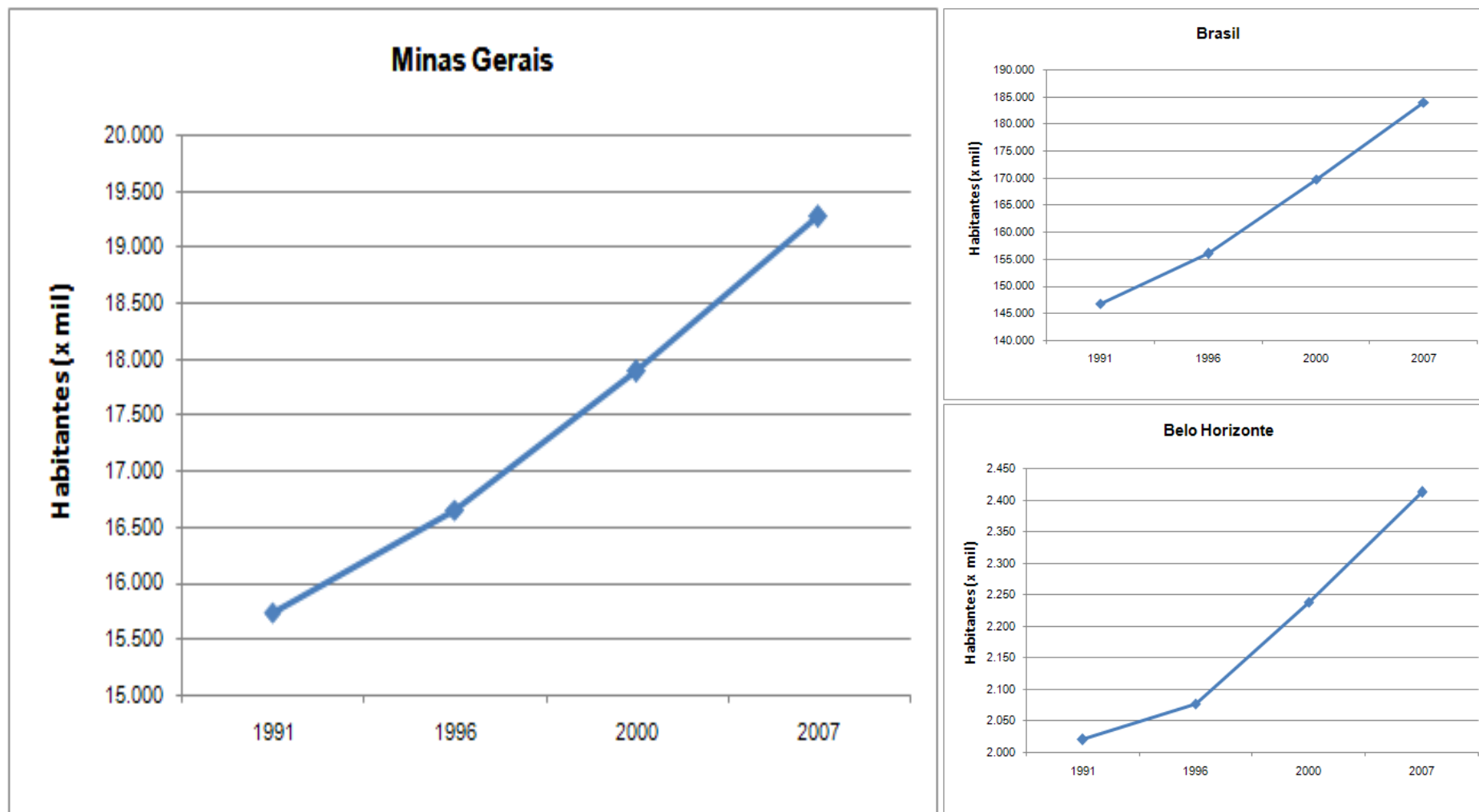
FIGURA 3.12 - Situação da Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais em 2008



3.8 - Evolução populacional e do PIB

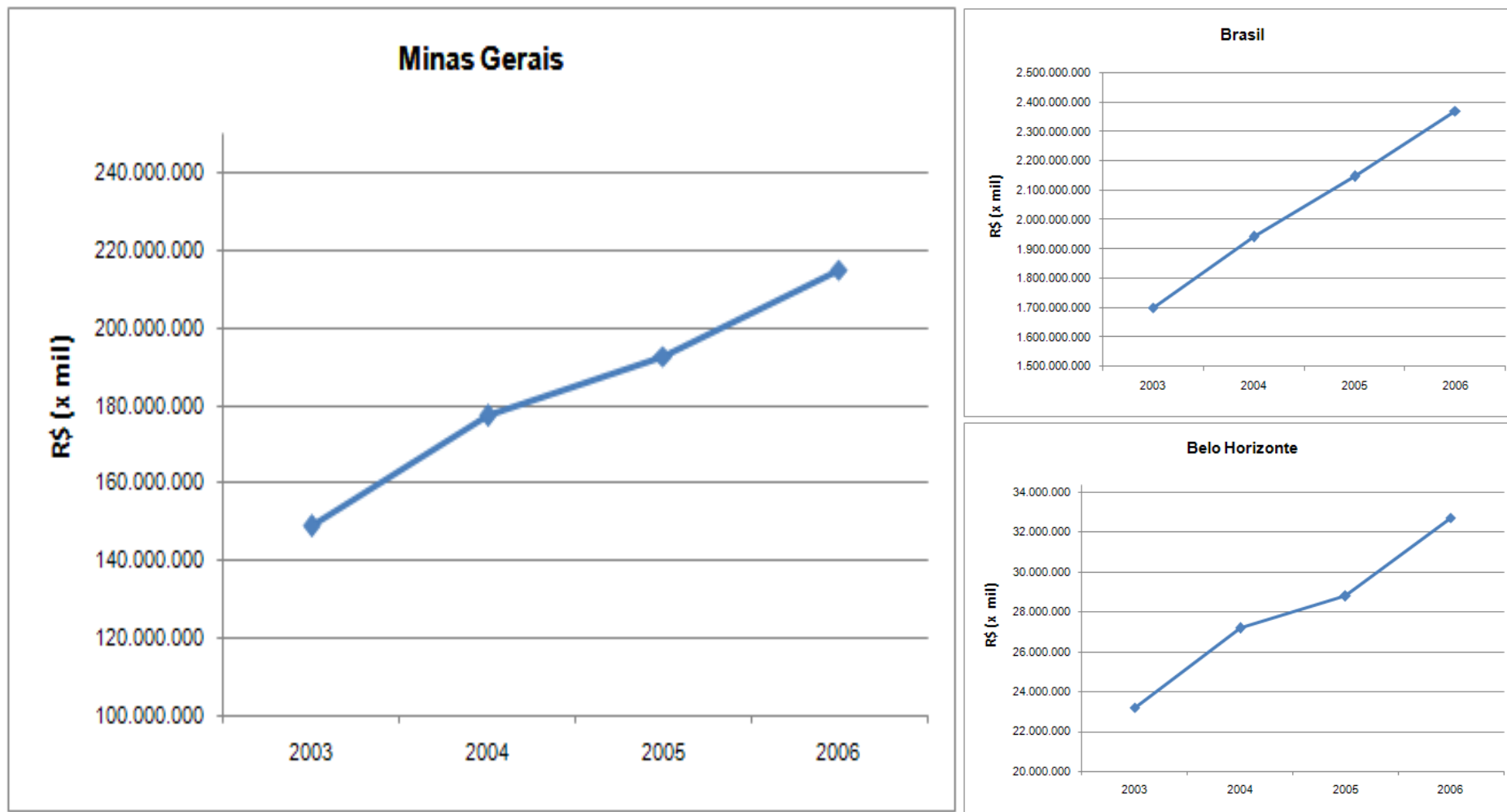
Nas figuras a seguir, serão apresentados dados comparativos de evolução populacional, evolução do PIB e Divisão do PIB entre setores para Belo Horizonte, Minas Gerais e Brasil, extraídos do IBGE.

FIGURA 3.13 - Evolução Populacional de Belo Horizonte, Minas Gerais e Brasil



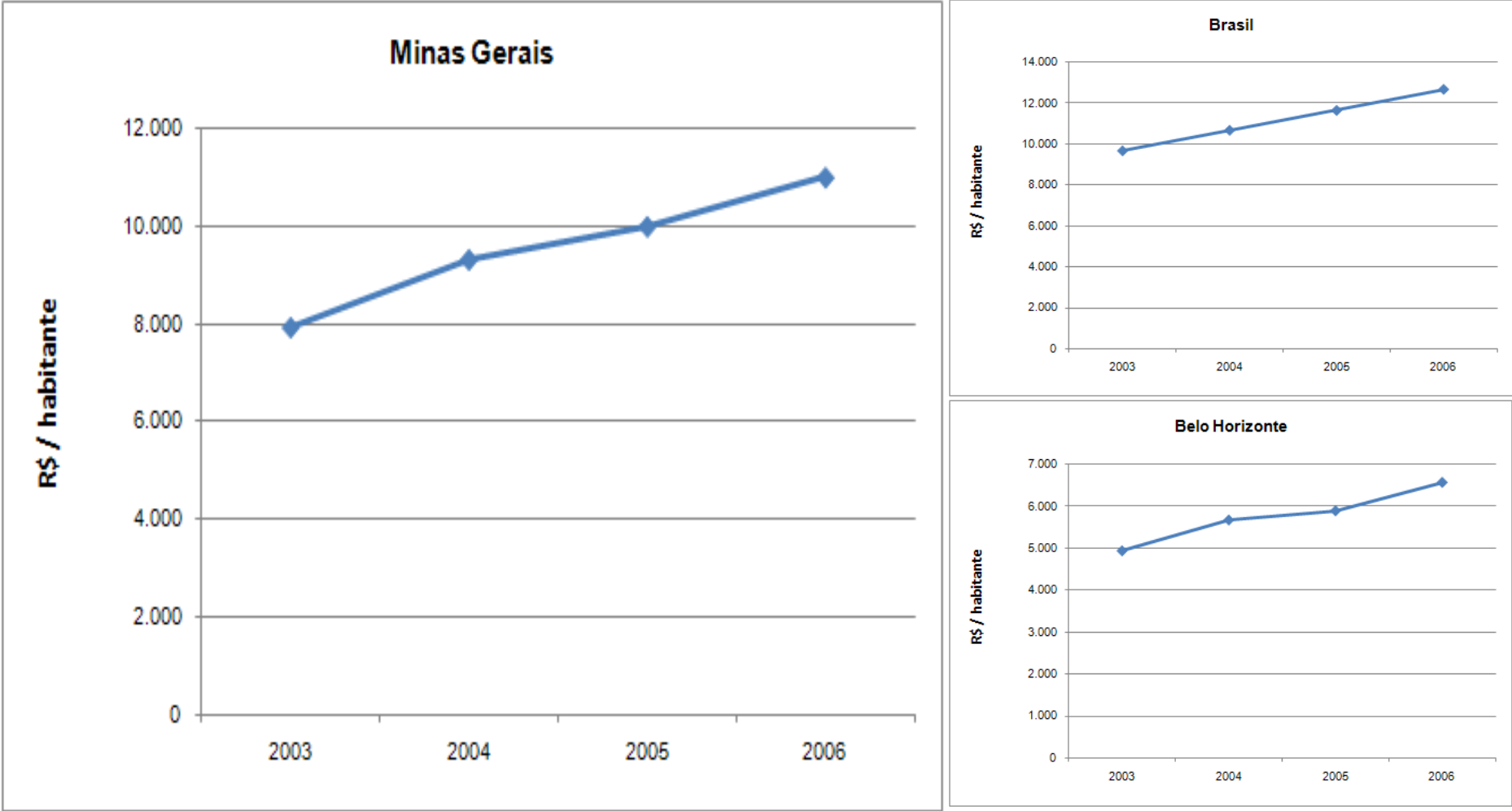
Fonte: IBGE Cidades – Censos demográficos de 1991 e 2000 e Contagem Populacional de 1996 e 2007

FIGURA 3.14 - Evolução do PIB de Belo Horizonte, Minas Gerais e Brasil, entre 2003 e 2006



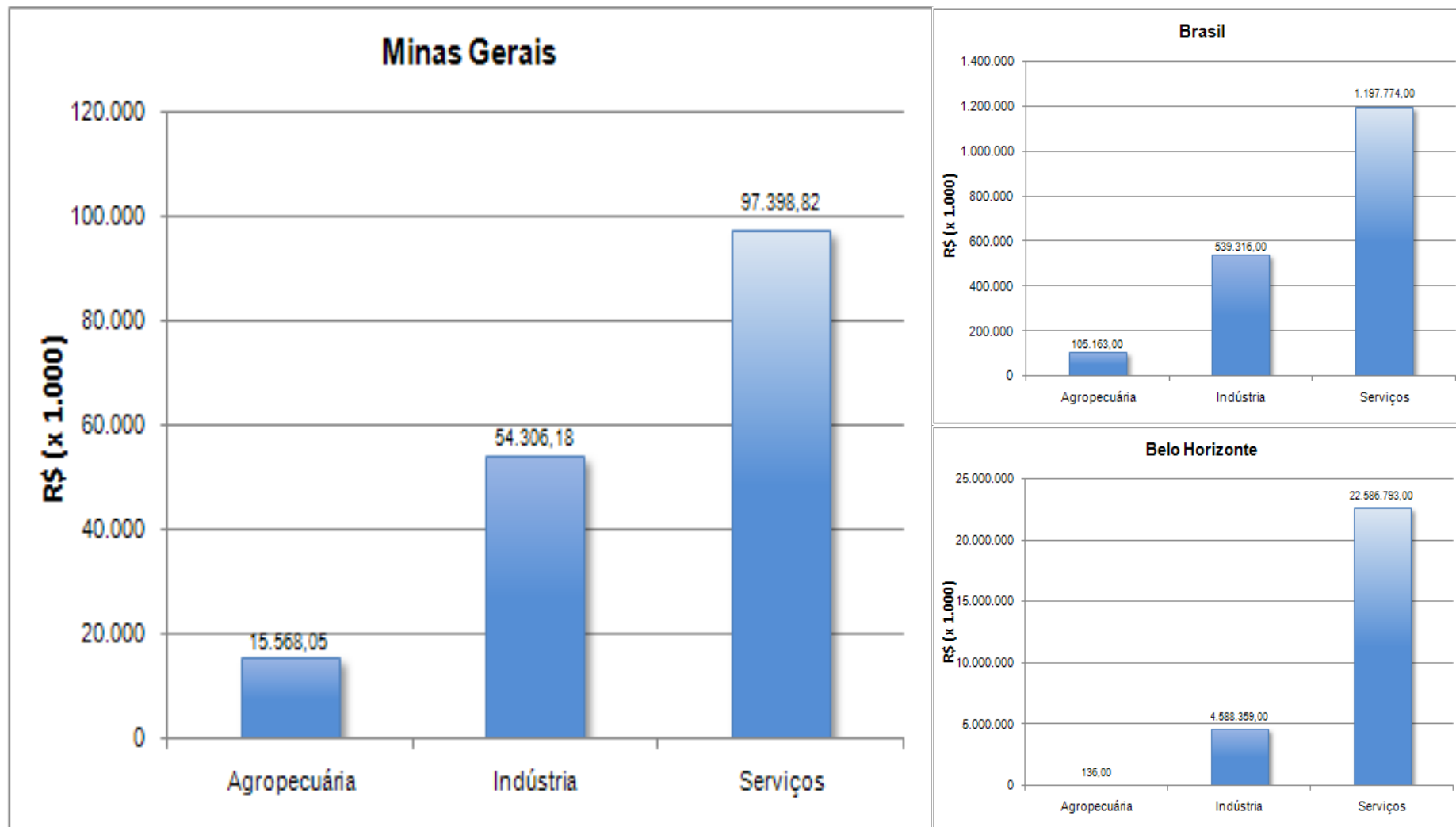
Fonte: IBGE - Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais

FIGURA 3.15 - Evolução do PIB per capita de Belo Horizonte, Minas Gerais e Brasil, entre 2003 e 2006



Fonte: Adaptado do IBGE

FIGURA 3.16 - PIB de Belo Horizonte, Minas Gerais e Brasil em 2006



Fonte: IBGE Cidades - Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais

4 - Diagnóstico

4.1 - Panorama Geral

No ano de 2007, as áreas classificadas pela Abinee como Informática, Telecomunicações e Utilidades domésticas faturaram, respectivamente, 16.138, 8.964 e 8.096 milhões de reais no Brasil. Elas foram responsáveis, respectivamente, por 337,8, 2.491,5 e 1.080,7 milhões de dólares em exportações de eletroeletrônicos, e por 1.882,9, 2.019,4 e 1.707,3 milhões de dólares em importações no mesmo ano (Abinee, 2008).

De acordo com a Abinee, os principais produtos eletroeletrônicos importados para o Brasil são semicondutores, componentes para informática e componentes para telecomunicações. Um quadro, apresentando a evolução das principais importações, pode ser visto a seguir.

QUADRO 4.1 - Principais Produtos Eletroeletrônicos Importados (Base 2007), em US\$ milhões

Produtos	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Semicondutores	1.506,60	1.742,90	2.397,50	2.904,20	3.332,50	3.423,20
Componentes para informática	869,40	878,70	1.170,10	1.597,80	2.177,50	3.089,00
Componentes para telecomunicações	650,30	812,50	1.285,10	1.744,80	2.420,30	2.649,60
Instrumentos de medida	531,30	510,80	665,40	592,60	796,50	975,00
Outros equipamentos de informática	317,10	276,70	277,30	432,60	648,60	890,20
Eletrônica embarcada	423,80	454,30	546,40	648,30	657,10	884,50
Outros equipamentos industriais	247,10	240,70	274,80	259,00	596,20	772,70
Componentes para equipamentos industriais	414,60	414,70	497,90	498,40	620,30	627,00
Outros eletrodomésticos	70,60	78,40	113,00	160,30	328,70	521,20
Outros materiais elétricos de instalação	260,80	281,80	348,80	335,30	355,70	495,80

Fonte: Abinee (2008)

A partir deste quadro, conclui-se que o Brasil é um grande importador de peças e componentes para a montagem de equipamentos eletroeletrônicos, montando-os dentro do próprio país. Por outro lado, observando-se as principais exportações eletroeletrônicas nacionais, apresentadas no próximo quadro, nota-se que os telefones celulares são os produtos líderes, com 33,6% do faturamento total dos principais produtos em 2007.

QUADRO 4.2 - Principais Produtos Eletroeletrônicos Exportados (Base 2007), em US\$ milhões

Produtos	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Telefones Celulares	1.072,1	1.068,6	736,0	2.408,9	2.664,7	2.085,0
Componentes para equipamentos industriais	212,1	299,9	294,4	426,1	616,4	885,6
Eletrônica embarcada	269,0	294,0	405,1	552,6	630,7	716,0
Motocompressor hermético	441,2	461,7	506,3	549,2	643,0	704,3
Motores e geradores	174,6	216,8	280,0	348,6	431,6	567,9
Transformadores	83,1	53,0	92,7	133,0	202,1	326,7
Refrigeradores	65,5	163,7	243,2	253,3	278,5	292,2
Outros equipamentos industriais	61,4	69,0	103,5	123,4	176,4	231,0
Cabos para telecomunicação	31,2	55,5	71,4	98,0	129,3	216,4
Outros materiais elétricos de instalação	71,6	62,7	94,9	117,7	157,4	185,6

Fonte: Abinee (2008)

Em relação ao mercado nacional, no ano de 2005, o IBGE registrou, para cada 100 habitantes, 21,38 linhas telefônicas, 46,25 assinantes de telefonia celular, 16,09 computadores pessoais e 21,00 usuários com acesso a internet. Nota-se que há mais usuários de internet do que computadores pessoais, mostrando a forte presença das *lan houses* no país. De acordo com a CETIC (2008), o uso destes centros públicos de acesso à Internet são de extrema importância, principalmente, no processo de inclusão digital nas áreas rurais do país.

O crescimento dos celulares no Brasil foi de 120.980.103, em dezembro de 2007, para 151.949.077, em janeiro de 2009, sendo que a média de celulares pré-pagos é de 81,25% do total de celulares, neste período (TELECO).

Informações e dados a respeito do crescimento do mercado de computadores e celulares no Brasil podem ser vistos nas figuras e quadro que serão apresentados a seguir.

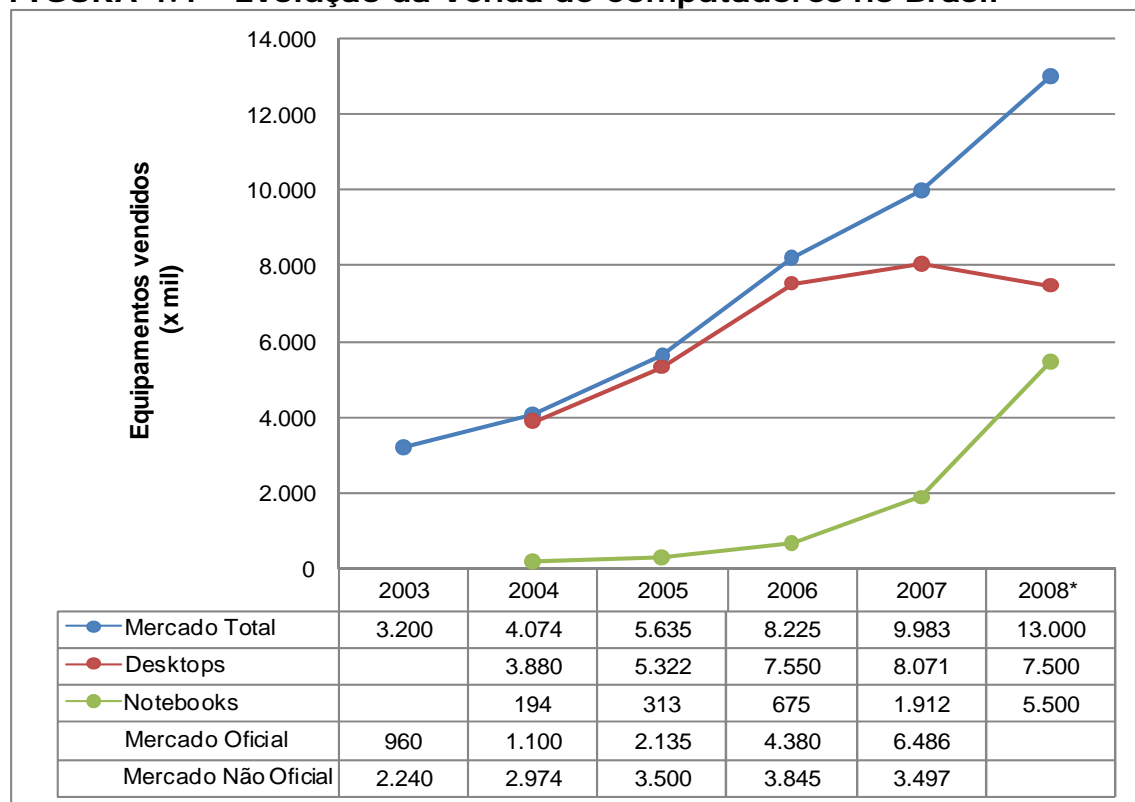
Na figura 4.1, observa-se a inversão entre os mercados oficiais e não oficiais de computadores no Brasil a partir de 2006. Verifica-se, também, aumento significativo no mercado de Notebooks, e um decréscimo nas vendas de Desktops a partir de 2007, caracterizando-se alterações de preferências de usuários.

Por sua vez, no quadro 4.3, observa-se, o grande crescimento nos acessos móveis, com aumento aproximadamente 420% de 2000 a 2007 nas unidades de celulares existentes no país.

A figura 4.2, por sua vez, apresenta dados de evolução de vendas e adesões de telefones celulares. Nota-se o crescente aumento de vendas, exceto em 2006, caracterizando-se um mercado em constante crescimento, e o acompanhamento praticamente paralelo do número de adesões.

De acordo com a figura 4.3, percebe-se um grande aumento no faturamento total de EE, com, mais uma vez, comprovado crescimento dos mercados de telecomunicação e informática.

FIGURA 4.1 - Evolução da Venda de Computadores no Brasil



Fontes: Abinee / IT Data Consultoria.

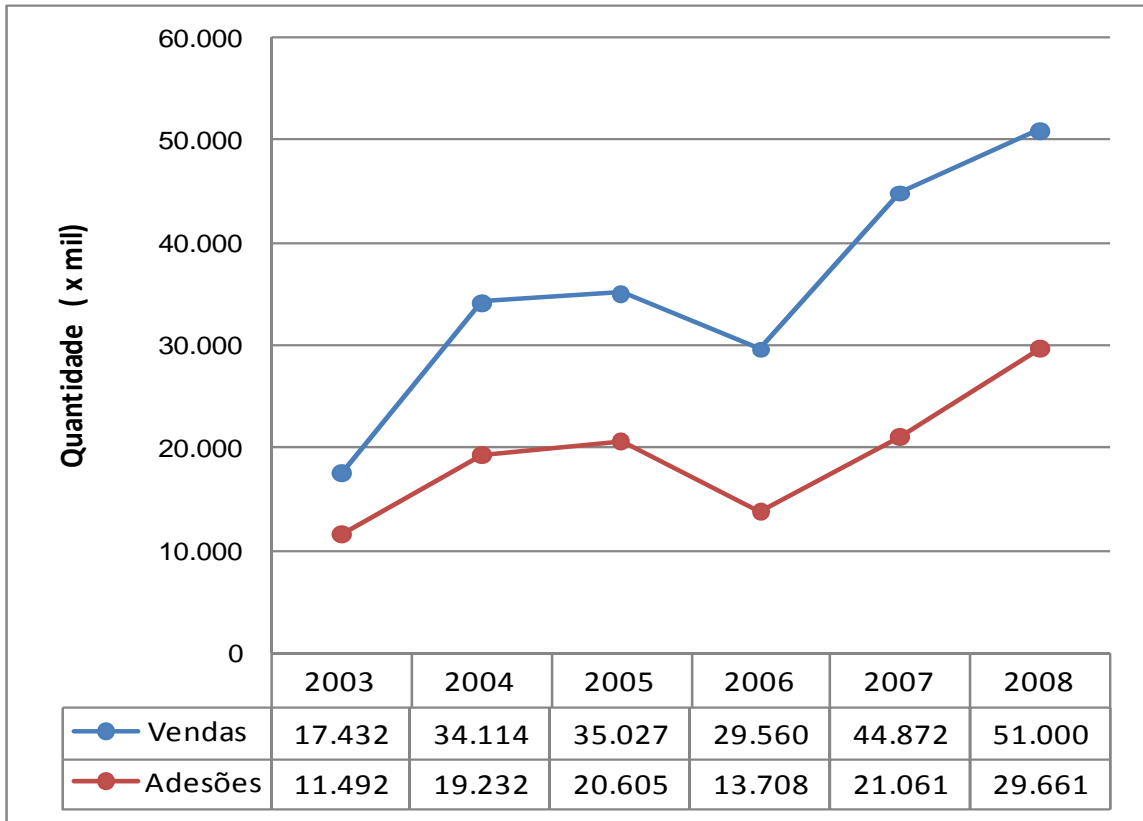
* Estimado pela Abinee

QUADRO 4.3 - Evolução da Rede Nacional de Telecomunicação

Serviços	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Terminais fixos instalados (milhões de unidades)	38,3	47,8	49,2	49,8	50,0	50,5	51,2	52,7
Terminais fixos em serviço (milhões de unidades)	30,9	37,4	38,8	39,2	39,6	39,8	38,8	39,4
Densidade - Telefonia Fixa (acesso por 100 habitantes)	18,6	22,1	22,6	22,2	22,1	21,5	20,7	20,7
Acessos móveis celulares em serviço (milhões de unidades)	23,2	28,7	34,9	46,4	65,6	86,2	99,9	121,0
Densidade - Telefonia móvel (acesso por 100 habitantes)	14,0	17,0	20,3	26,2	36,6	46,6	53,2	63,6
Serviço de Televisão por assinatura (milhões de unidades)	3,4	3,6	3,6	3,6	3,9	4,2	4,6	5,3
Densidade - Televisão por assinatura (acesso por 100 domicílios)	7,7	8,0	7,7	7,6	7,9	8,3	8,9	10,2

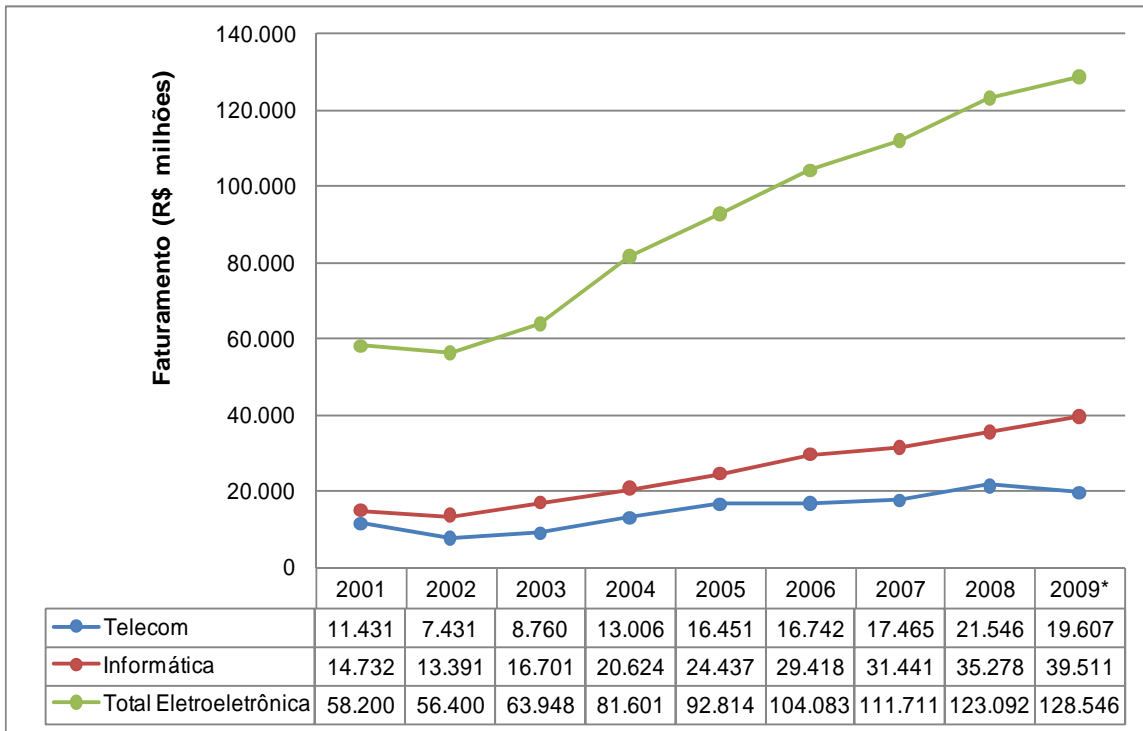
Fonte: Anatel (2009)

FIGURA 4.2 - Evolução de Vendas e Adesões de Telefones Celulares no Brasil



Fonte: TELECO (2009), ANATEL (2009)

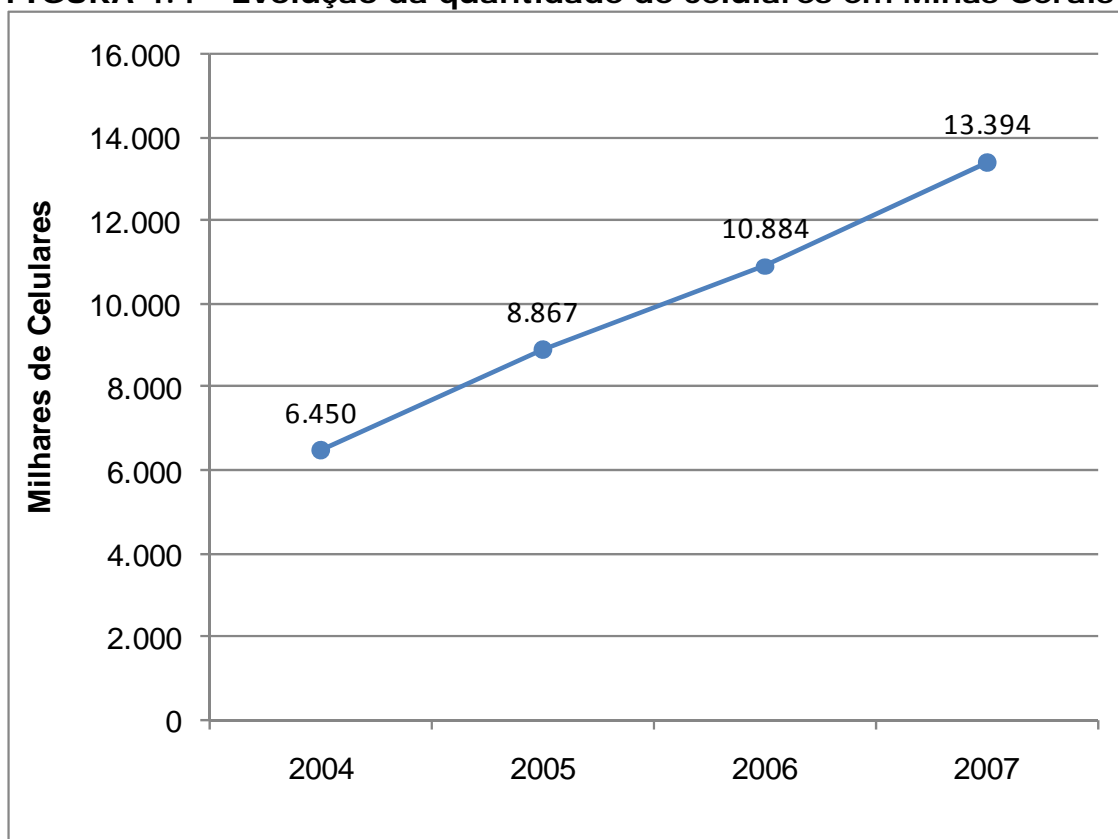
FIGURA 4.3 - Evolução do Faturamento de Telecomunicação, Informática e total da Indústria Eletroeletrônica no Brasil



Fonte: TELECO (2009)

Em relação a Minas Gerais, houve um aumento de aproximadamente 107% de 2004 para 2007 na quantidade de celulares, passando de 6.450 para 13.394 celulares. Esta evolução que pode ser vista na figura a seguir.

FIGURA 4.4 - Evolução da quantidade de celulares em Minas Gerais



Fonte: TELECO (2009)

O número de celulares em Minas Gerais em dezembro de 2008, conforme o DDD (códigos de localidade no Brasil), pode ser visto no quadro a seguir.

QUADRO 4.4 - Quantidade de celulares em Minas Gerais

DDD	Cidade Principal	Número de celulares
31	Belo Horizonte	7.092.000
32	Juiz de Fora	1.457.000
33	Governador Valadares	1.115.000
34	Uberlândia	1.941.000
35	Varginha	2.063.000
37	Divinópolis	1.073.000
38	Montes Claros	1.378.000

Fonte: TELECO (2009)

4.2 - Domicílios com Eletroeletrônicos

A presença de eletroeletrônicos nos domicílios em 2007, de acordo com o IBGE, pode ser vista no quadro abaixo. Suas últimas colunas apresentam a

relação percentual entre Minas Gerais e Brasil, Belo Horizonte e Brasil, e Belo Horizonte e Minas Gerais.

QUADRO 4.5 - Número de Domicílios com Eletroeletrônicos no ano de 2007

Eletroeletrônicos	Brasil	MG	BH	% MG/BR	% BH/BR	% BH/MG
Rádio	49.641	5.341	1.441	10,76	2,90	26,98
Televisão	53.218	5.659	1.495	10,63	2,81	26,42
Geladeira	51.158	5.480	1.482	10,71	2,90	27,04
Freezer	9.188	610	191	6,64	2,08	31,31
Máquina de lavar roupa	22.259	1.826	673	8,20	3,02	36,86
Microcomputador	15.008	1.541	560	10,27	3,73	36,34
Telefone	43.379	4.576	1.413	10,55	3,26	30,88
Total de Domicílios (x mil)	56.454	5.941	1.535	10,52	2,72	25,84
População Residente (x mil)	189.820	19.765	5.076	10,41	2,67	25,68

Fonte: IBGE (2007)

A seguir, serão apresentadas figuras com a evolução da presença de dispositivos eletrônicos em domicílios particulares permanentes entre 2001 e 2007, de acordo com dados do IBGE retirados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios, para Brasil, Minas Gerais e Região Metropolitana de Belo Horizonte. Cabe ressaltar que o valor de domicílios com eletroeletrônicos não é igual ao número de eletroeletrônicos em domicílios. Desta forma, os valores apresentados aqui não se referem à quantidade de dispositivos existentes. Ainda, entende-se que domicílios particulares permanentes são moradias, próprias, alugadas ou cedidas, que são habitadas permanentemente pelos moradores.

Nestas figuras é mostrada a evolução de número de domicílios contendo EEs, conforme discutido a seguir. Ressalta-se que as tendências para Brasil, Minas Gerais e Região Metropolitana de Belo Horizonte são praticamente as mesmas e que as figuras apresentam um crescimento no consumo de eletroeletrônicos nos últimos anos.

Televisão, dividido em cores e preto e branco (figura 4.5)

Esta figura mostra crescimento constante do número de domicílios com televisão, alavancados, também, pelo aumento do crescimento populacional e do número de domicílios. Observa-se que o número de domicílios com televisão em preto e branco é cada menor, ao passo que o número de domicílios com televisão em cores se mostra cada vez mais próximo do número total.

Telefone, dividido em fixos e celulares (figura 4.6)

Esta figura mostra o crescimento constante do número de domicílios com telefones, de forma que há aumento anual de domicílios contendo apenas celulares, redução anual de domicílios contendo apenas fixos, e uma

tendência de estabilização nos últimos anos dos número de domicílios com ambos os tipos de telefone.

Rádio (figura 4.7)

A figura apresenta um crescimento praticamente linear no número de domicílios contendo rádios, com pequena variação no percentual do total de domicílios.

Computador e Acesso a Internet (figura 4.8)

Nestes gráficos, observa-se o crescimento constante no número de domicílios com computadores e, também, com acesso a internet, de forma que as curvas são praticamente paralelas durante os anos. Verifica-se, ainda, um grande aumento no percentual de domicílios contendo este dispositivo.

Máquina de Lavar Roupa (figura 4.9)

Esta figura mostra uma tendência de crescimento anual nos domicílios contendo este EE, apresentando, também, aumento no percentual de domicílios, indicando maior consumo nos últimos anos.

Geladeira (figura 4.10)

Estes gráficos apresentam um crescimento praticamente linear com o passar do ano, havendo pequena variação do percentual de domicílios contendo este eletrodoméstico.

Freezer (figura 4.11)

Nesta figura, observa-se uma variação anual entre os valores, com aumento e redução de número de domicílios contendo o equipamento. Nota-se, também, a redução do percentual de domicílios, indicando que o consumo deste dispositivo tende a diminuir.

FIGURA 4.5 - Domicílios Particulares Permanentes com Televisão

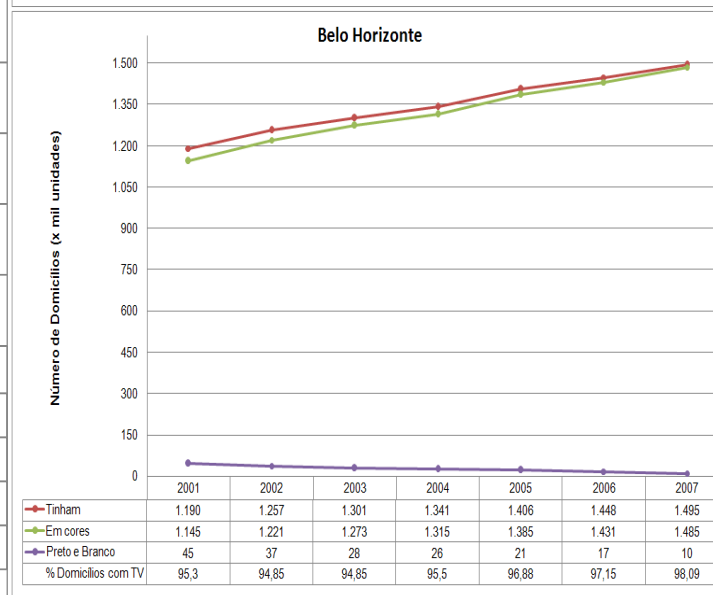
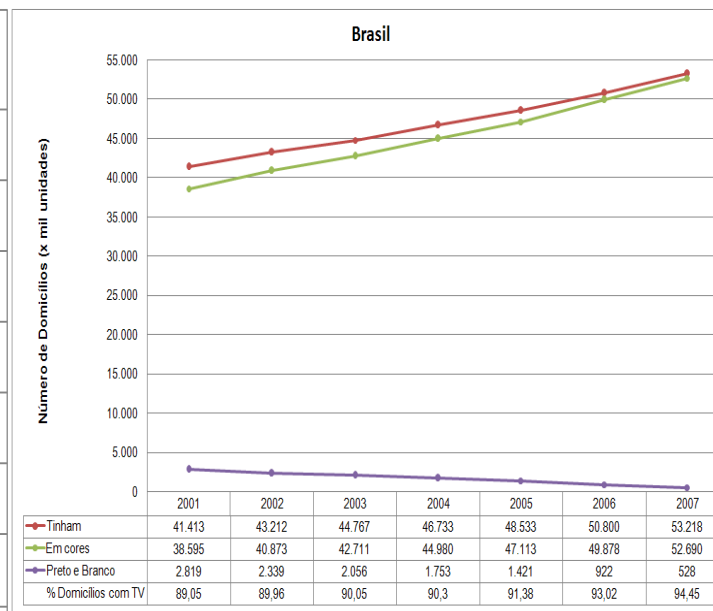
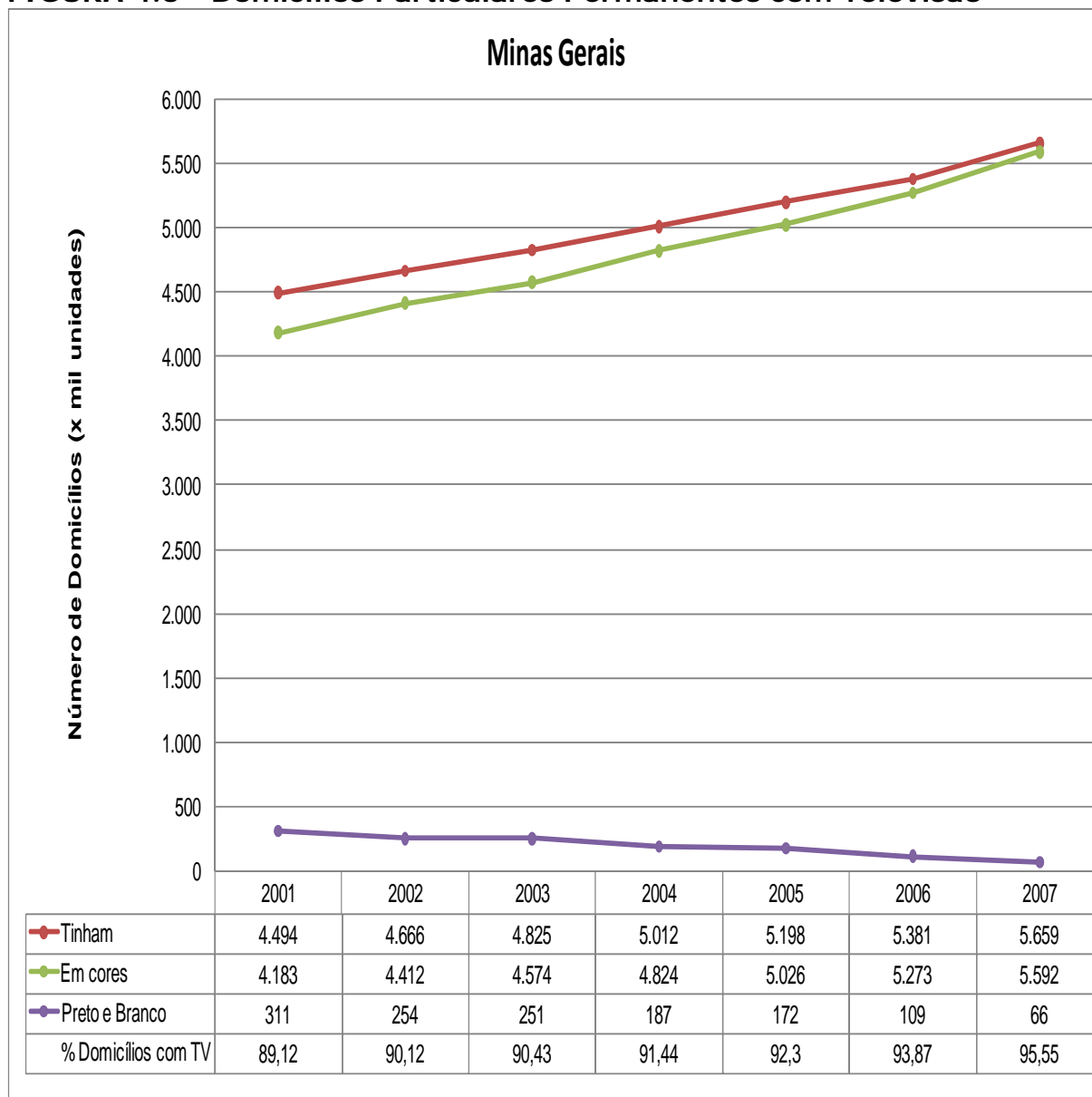


FIGURA 4.6 - Domicílios Particulares Permanentes com Telefone

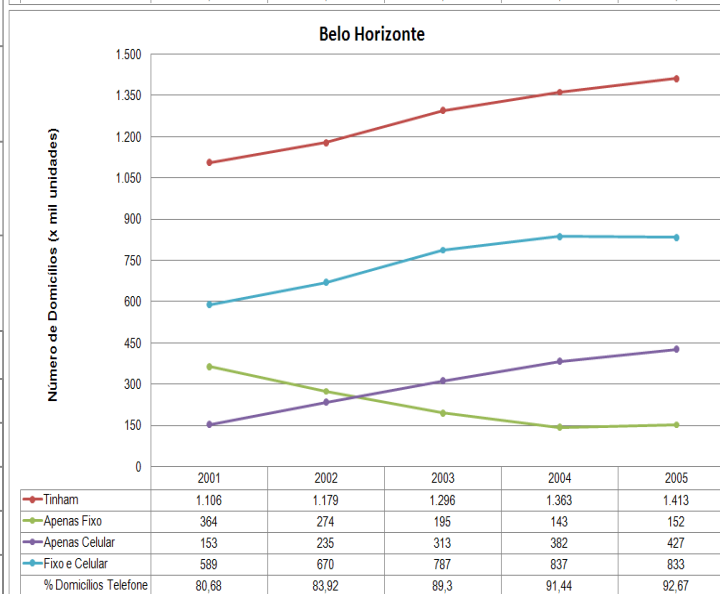
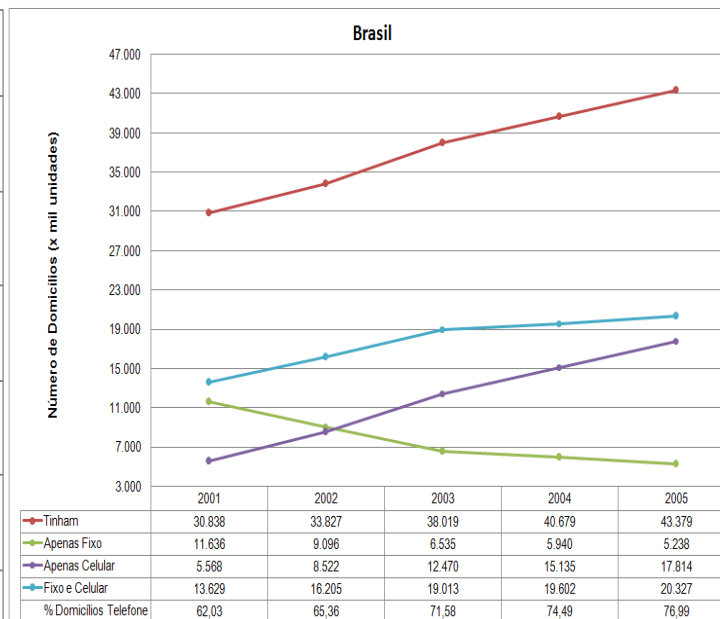
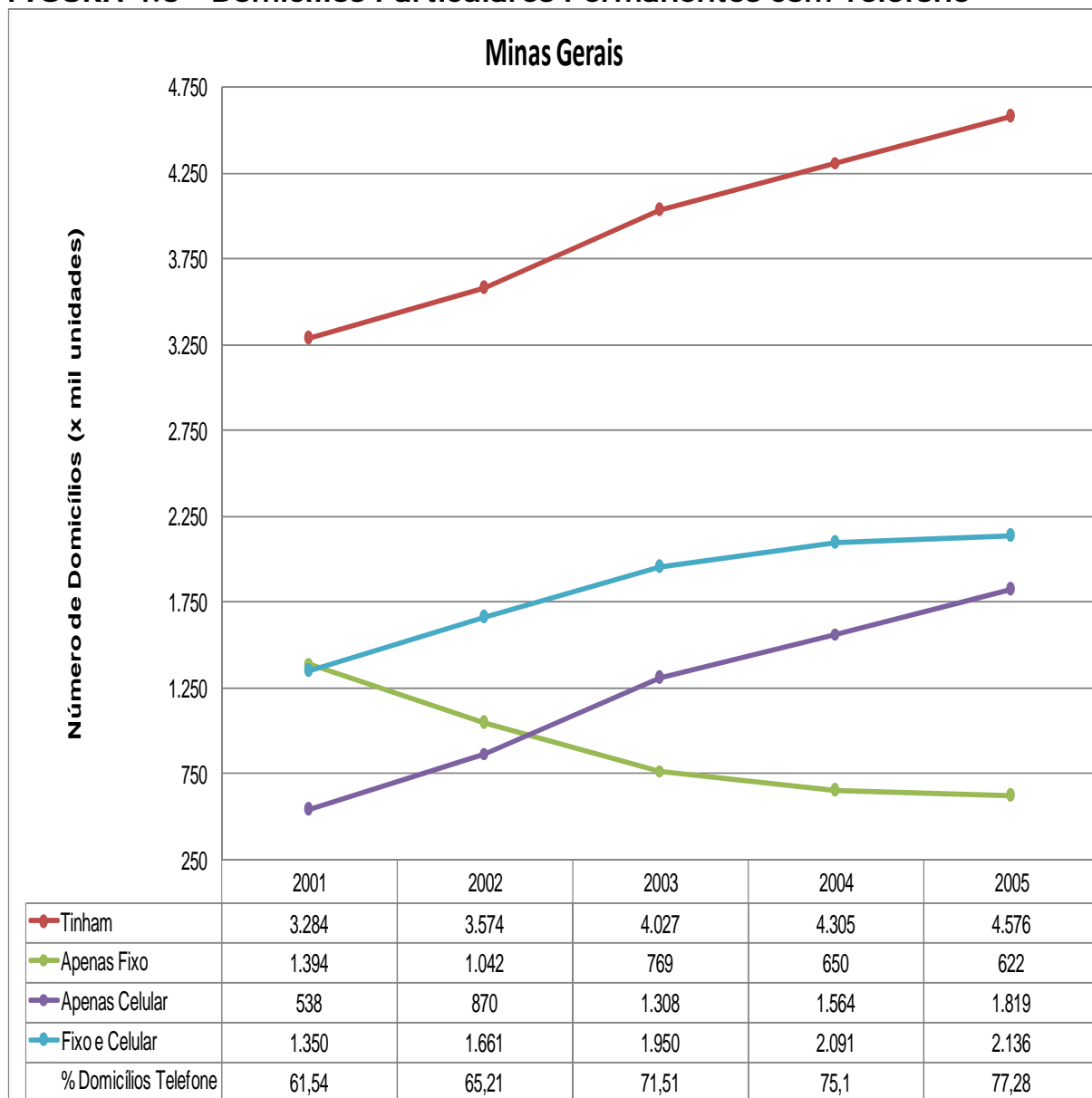


FIGURA 4.7 - Domicílios Particulares Permanentes com Rádio

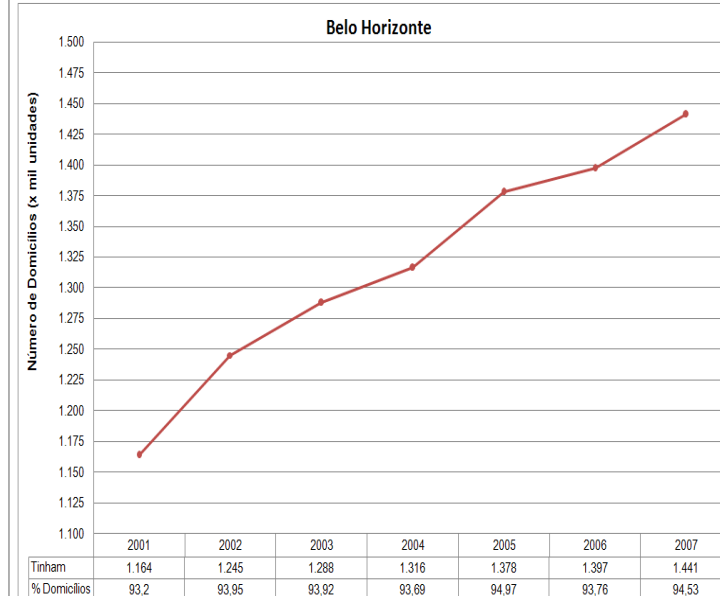
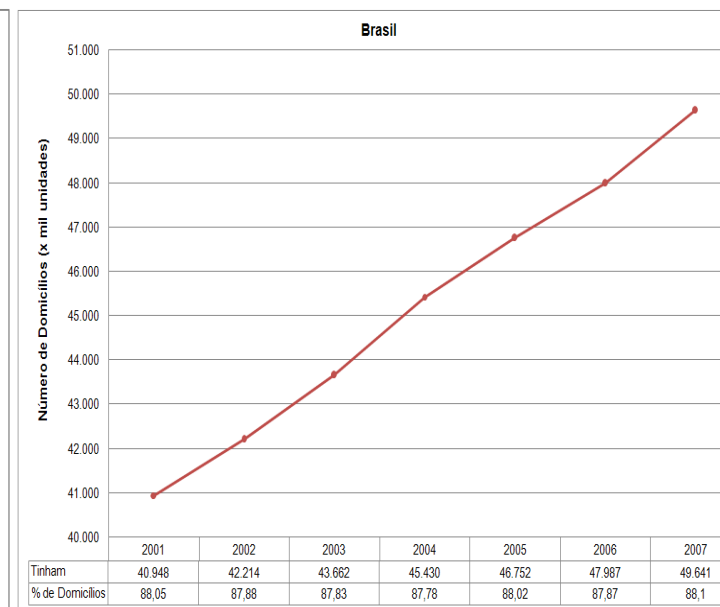
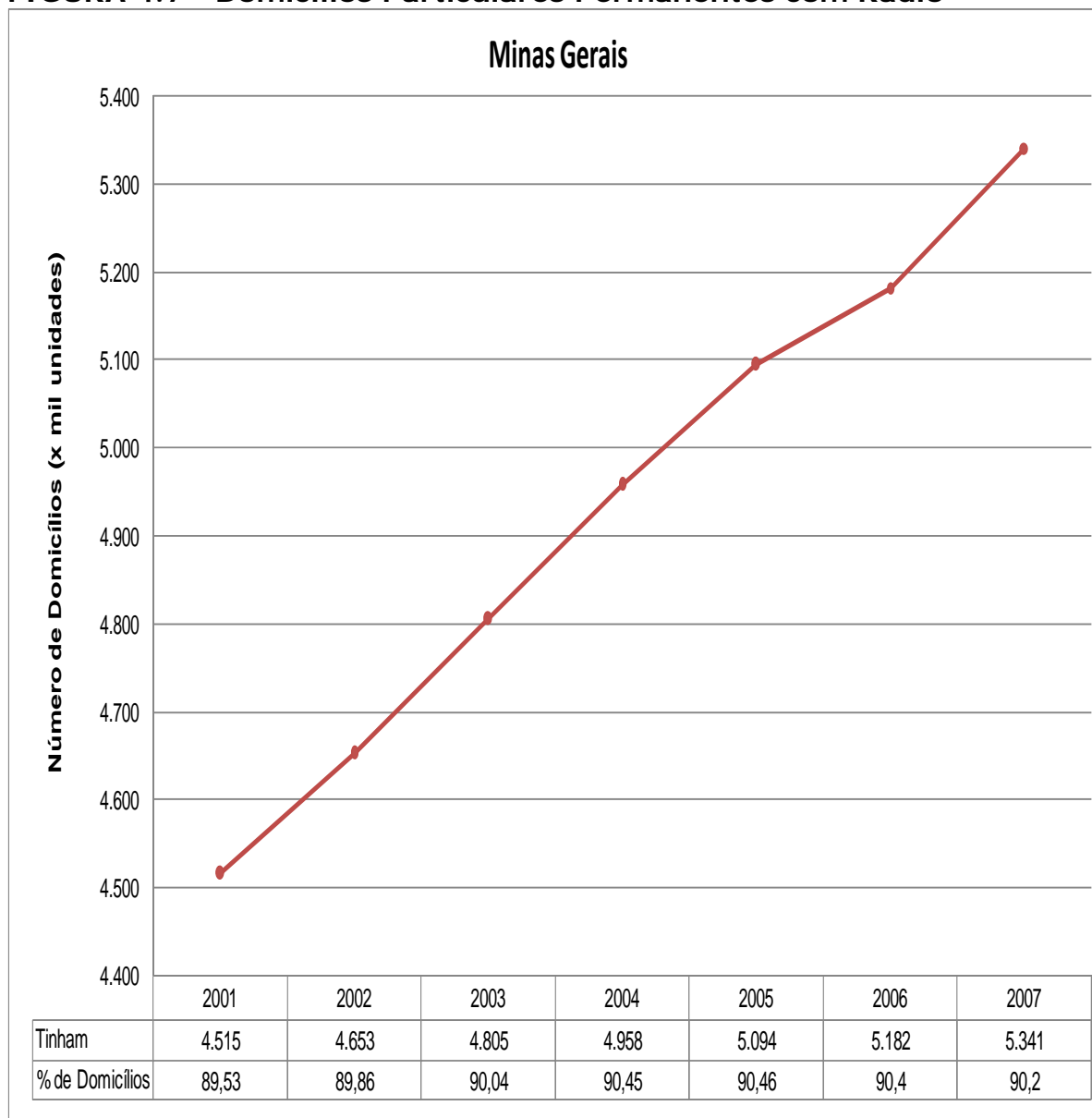


FIGURA 4.8 - Domicílios Particulares Permanentes com Computador

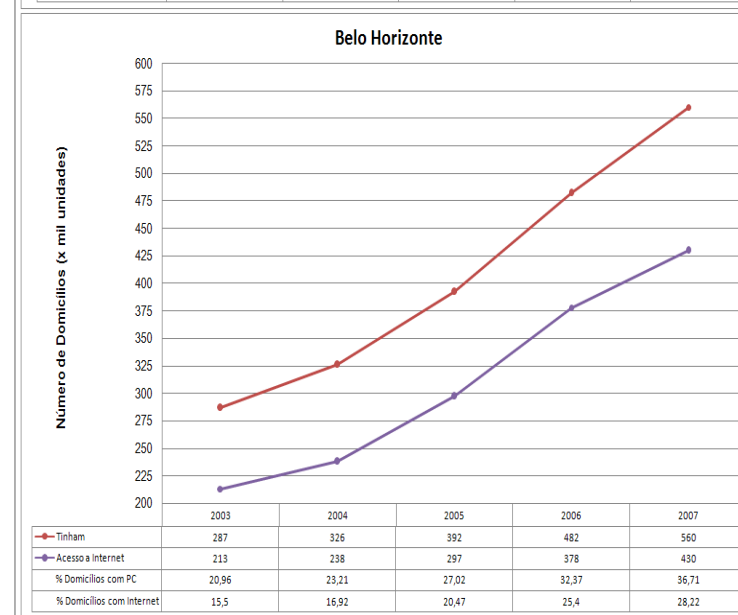
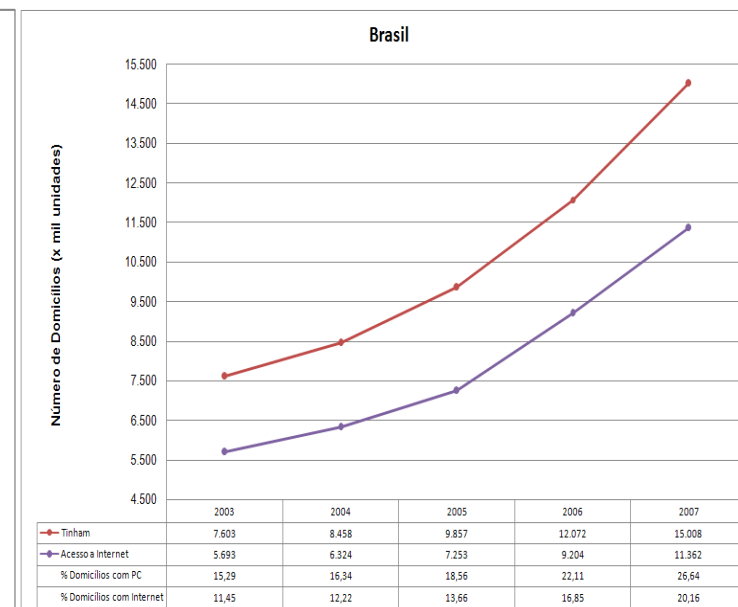
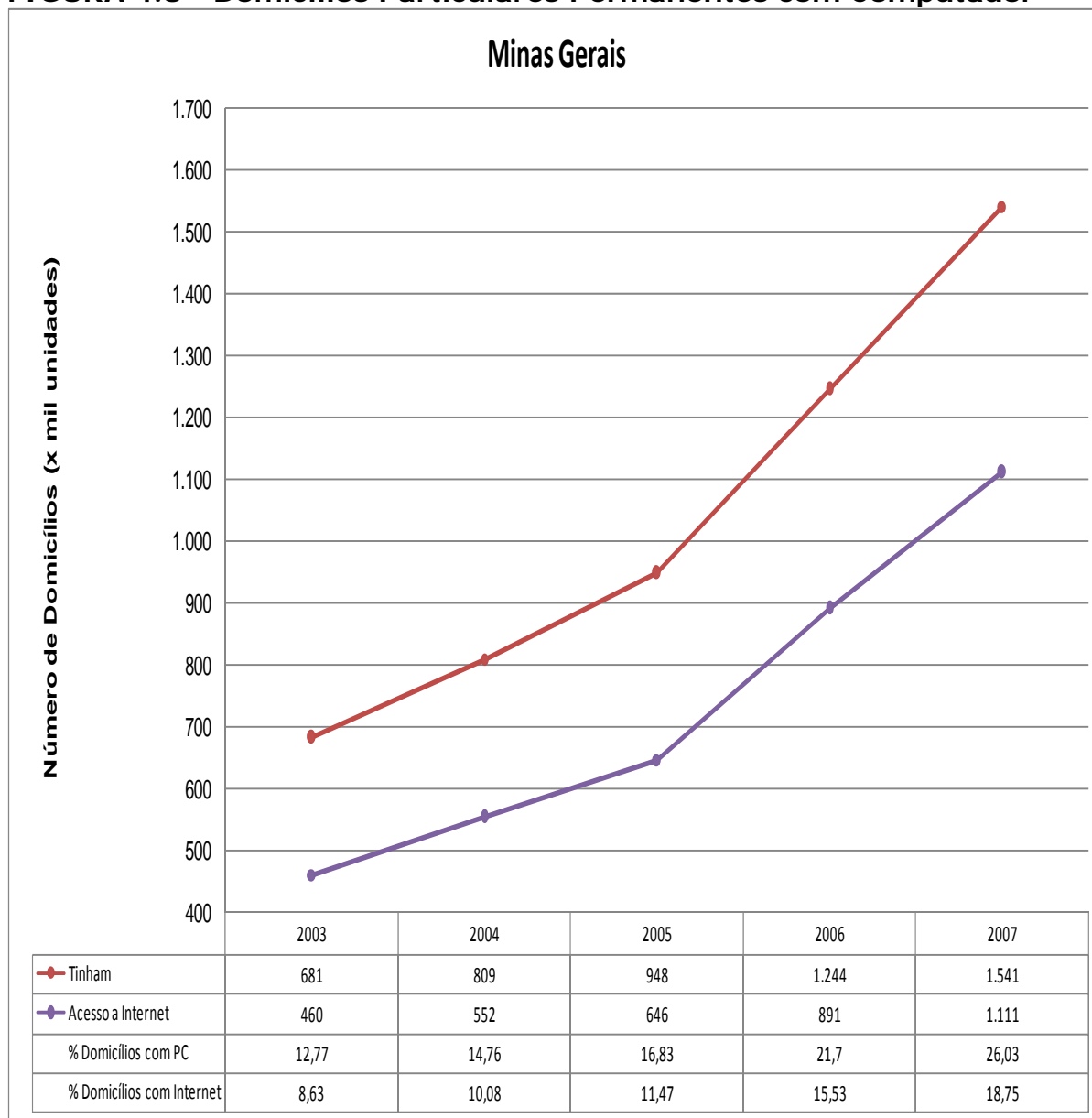


FIGURA 4.9 - Domicílios Particulares Permanentes com Máquina de Lavar Roupa

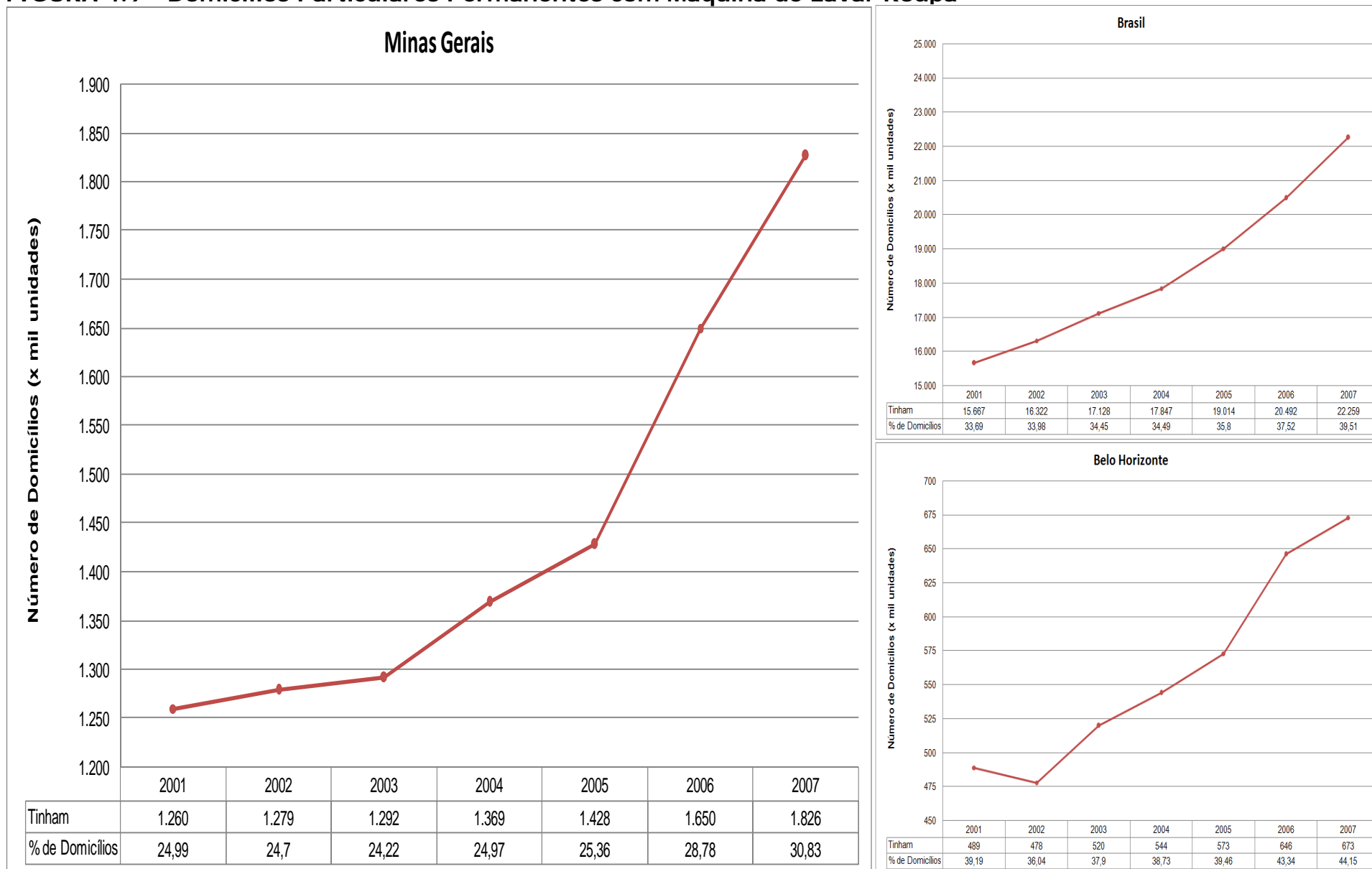


FIGURA 4.10 - Domicílios Particulares Permanentes com Geladeira

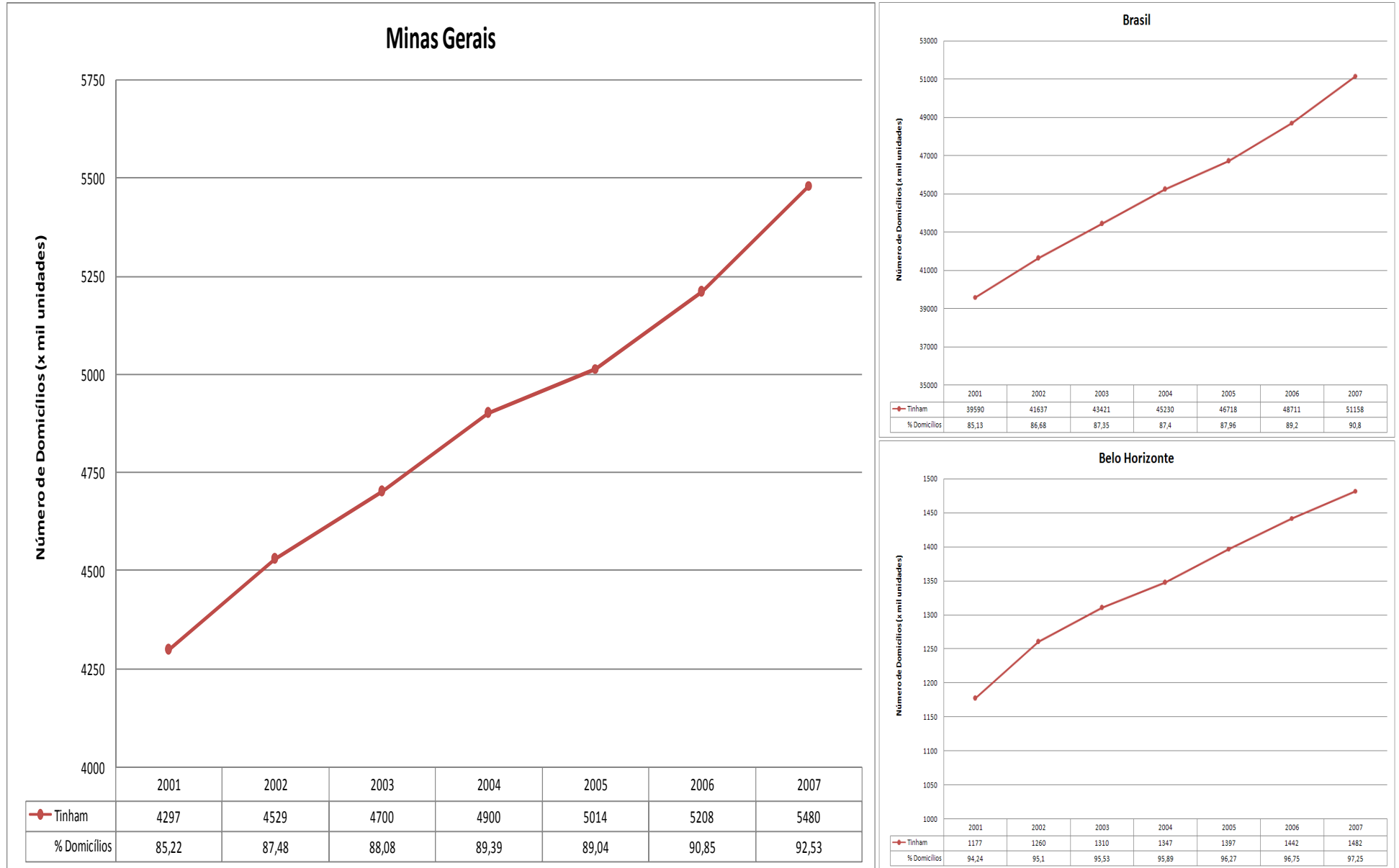
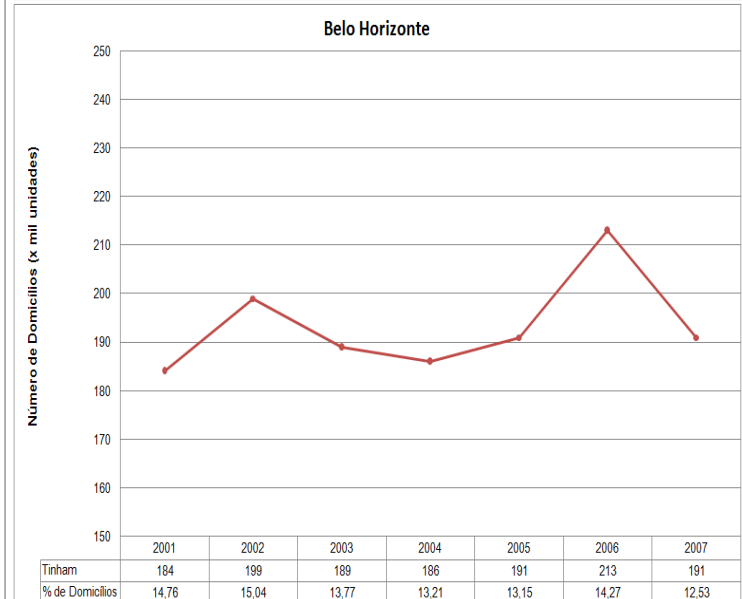
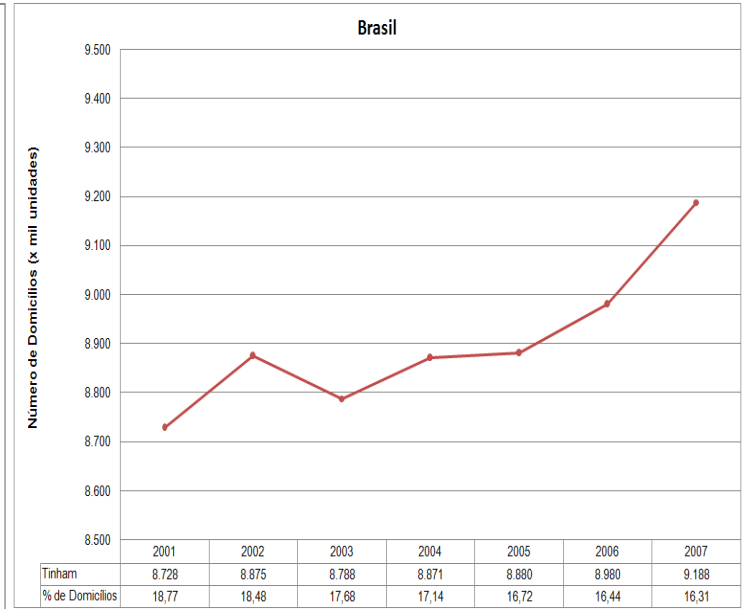
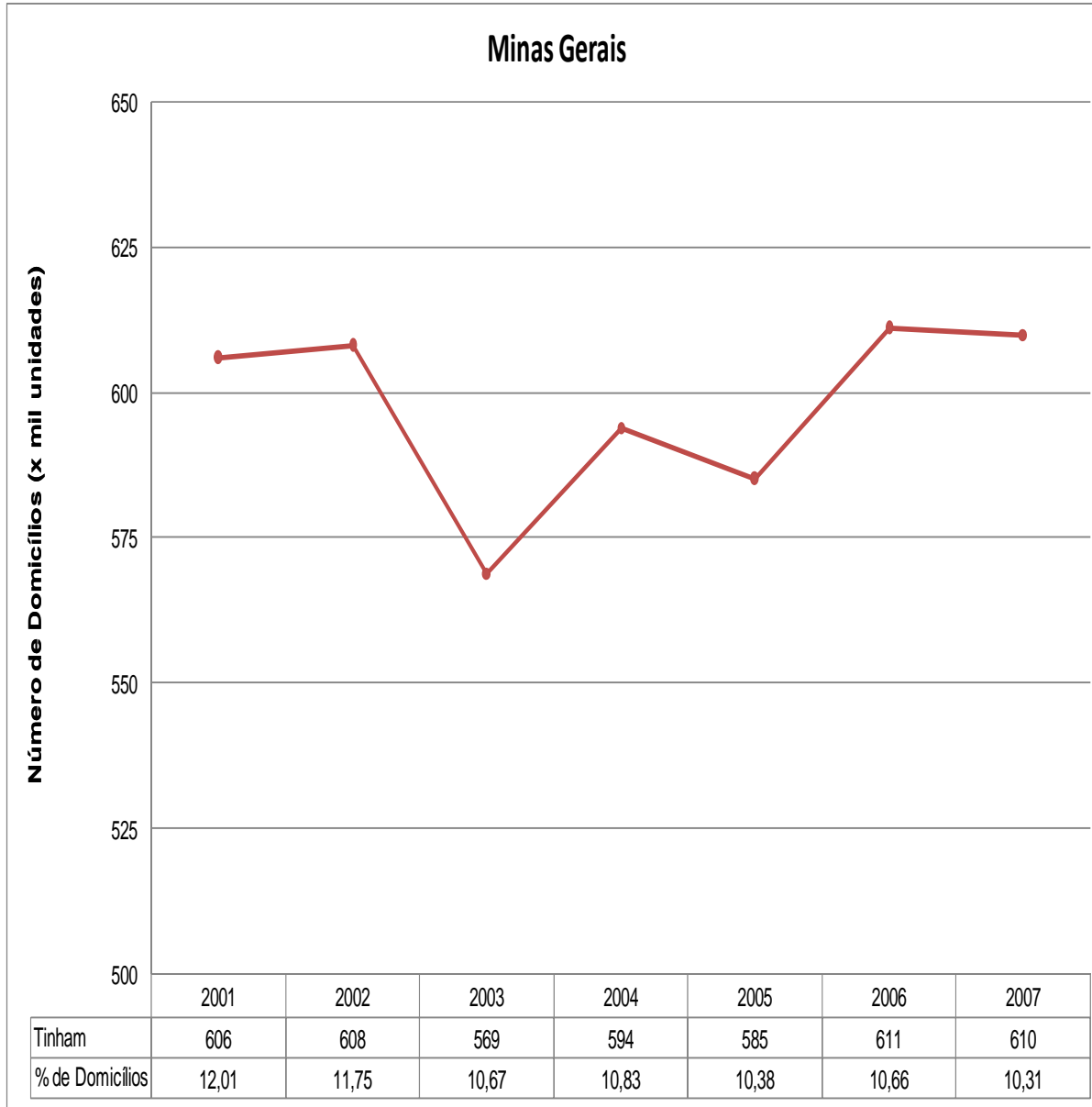


FIGURA 4.11 - Domicílios Particulares Permanentes com Freezer



Os bens duráveis existentes nas mesorregiões e nos principais municípios de Minas Gerais (exceto Belo Horizonte), nos anos de 1991 e 2000 podem ser vistos nos quadros a seguir, de acordo com dados retirados do IBGE/SIDRA. Cabe ressaltar que estes quadros possuem o número real de bens duráveis por região, diferentemente das figuras anteriores que apresentavam o número de domicílios com EEs.

Vale lembrar que não são apresentados dados relativos a computadores em 1991 devido ao fato deste equipamento não ter sido considerado como parte integrante das avaliações do IBGE.

QUADRO 4.6 - Bens Duráveis existentes nos Domicílios das Mesorregiões de Minas Gerais, e Valor Percentual por Domicílios Particulares Permanentes

Mesorregião		1991						2000					
		Freezer	Geladeira	Máquina de Lavar Roupa	Rádio	TV	Telefone	Linha Telefônica	Geladeira ou Freezer	Máquina de Lavar Roupa	Rádio	TV	Computador
Campo das Vertentes	No	5.940	65.082	18.874	96.790	96.285	18.112	43.574	112.539	35.277	127.981	129.620	10.826
	%	5,39	59,07	17,13	87,85	87,39	16,44	31,66	81,78	25,36	93,00	94,19	7,87
Central Mineira	No	4.618	54.297	16.579	67.885	64.166	12.267	28.685	90.812	15.721	92.479	94.171	4.139
	%	5,45	64,07	19,56	80,10	75,71	14,47	27,46	86,94	15,05	88,53	90,15	3,96
Jequitinhonha	No	2.330	34.249	3.277	89.660	45.878	5.615	15.890	77.077	8.395	124.650	96.105	3.323
	%	1,71	25,09	2,40	65,69	33,61	4,11	10,07	48,48	5,32	78,99	60,90	2,11
Metropolitana de Belo Horizonte	No	102.233	858.076	385.499	990.368	1.053.025	264.302	892.581	1.368.463	545.364	1.398.192	1.395.017	216.420
	%	9,38	78,76	35,38	90,90	96,65	24,26	59,90	91,84	36,60	93,84	93,62	14,52
Noroeste de Minas	No	3.970	32.803	14.122	51.994	37.789	9.281	19.658	66.109	8.833	72.332	69.787	3.279
	%	5,76	47,60	20,49	75,45	54,83	13,47	22,65	76,16	10,18	83,32	80,39	3,78
Norte de Minas	No	7.317	95.923	12.947	195.872	117.305	20.588	64.935	206.615	30.424	284.877	239.509	11.190
	%	2,64	34,56	4,66	70,56	42,26	7,42	18,85	59,99	8083	82,71	69,54	3,25
Oeste de Minas	No	10.197	122.028	46.505	155.293	155.073	31.263	80.346	210.349	54.956	216.184	221.549	15.738
	%	5,63	67,41	25,69	85,79	85,67	17,27	34,27	89,73	23,44	92,22	94,50	6,71
Sul e Sudoeste de Minas	No	36.494	324.534	137.176	420.086	421.993	80.833	216.481	546.922	173.902	568.977	577.994	49.612
	%	7,53	66,95	28,30	86,66	87,05	16,68	34,93	88,26	28,06	91,82	93,27	8,01
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	No	51.167	304.008	199.281	358.023	358.064	118.665	258.453	490.179	121.334	487.787	500.998	46.238
	%	12,55	74,59	48,90	87,85	87,86	29,12	47,97	90,98	22,52	90,54	92,99	8,58
Vale do Mucuri	No	3.675	33.292	3.884	59.246	39.107	7.505	18.554	58.206	10.032	77.490	65.882	3.450
	%	4,30	38,94	4,54	69,29	45,74	8,78	19,61	61,53	10,60	81,91	69,64	3,65
Vale do Rio Doce	No	19.910	176.866	62.405	255.294	202.850	39.620	121.095	312.020	80.077	342.283	328.425	24.305
	%	5,99	53,24	18,78	76,84	61,06	11,93	30,30	78,07	20,04	85,64	82,17	6,08
Zona da Mata	No	29.340	270.944	77.669	379.833	355.060	75.422	201.858	463.308	166.449	506.546	505.206	44.969
	%	6,54	60,38	17,31	84,65	79,12	16,81	36,24	83,19	29,89	90,95	90,71	8,07

QUADRO 4.7 - Bens Duráveis existentes nos Domicílios dos Principais Municípios de Minas Gerais, e Valor Percentual por Domicílios Particulares Permanentes

Município		1991						2000					
		Freezer	Geladeira	Máquina de Lavar Roupa	Rádio	TV	Telefone	Linha Telefônica	Geladeira ou Freezer	Máquina de Lavar Roupa	Rádio	TV	Computador
Conselheiro Lafaiete	No	1.254	16.642	6.303	19.322	21.427	3.882	14.331	25.081	8.364	26.367	26.733	2.374
	%	5,96	79,12	29,96	91,86	101,86	18,45	52,19	91,34	30,46	96,02	97,35	11,09
Diamantina	No	342	4.321	1.113	7.187	5.973	1.132	2.374	7.324	1.608	9.073	8.243	803
	%	3,75	47,35	12,20	78,75	65,45	12,40	23,21	71,61	15,72	88,72	80,60	7,85
Divinópolis	No	2.777	31.456	14.408	33.311	37.043	10.738	30.661	48.624	17.367	47.817	49.317	6.069
	%	7,65	86,70	39,71	91,81	102,09	29,60	60,88	96,54	34,48	94,94	97,92	12,05
Governador Valadares	No	5.111	41.471	12.658	43.367	22.635	15.376	35.979	60.421	23.129	57.637	61.240	6.475
	%	9,48	76,96	23,49	80,48	87,75	28,53	54,66	91,79	35,14	87,56	93,03	9,84
Ipatinga	No	4.857	35.026	17.755	36.480	35.408	7.297	31.813	53.320	16.775	50.866	51.289	7.143
	%	11,65	84,03	42,60	87,52	84,95	17,51	56,78	95,17	29,94	910,79	91,54	12,75
Juiz de Fora	No	11.341	87.515	32.977	94.009	110.917	35.276	98.222	125.969	73.841	127.178	128.973	23.727
	%	11,28	87,08	32,81	93,54	110,37	35,10	74,15	95,10	55,74	96,01	97,36	17,91
Manhuaçu	No	807	8.771	3.733	14.789	12.660	1.914	4.076	14.125	5.890	15.831	16.021	810
	%	4,60	50,01	21,29	84,33	72,19	10,91	23,28	80,69	33,65	90,43	91,52	4,63
Montes Claros	No	3.014	34.209	6.676	45.869	42.061	10.959	32.511	63.590	15.038	69.079	67.192	6.232
	%	5,56	63,15	12,32	84,68	77,65	20,23	42,96	84,03	19,87	91,28	88,79	8,24
Muriaé	No	1.329	14.524	2.847	18.100	17.386	3.533	10.343	23.450	7.689	23.942	23.810	1.739
	%	6,26	68,46	13,42	85,32	81,96	16,65	39,89	90,44	29,66	92,34	91,83	6,71
Paracatu	No	1.165	8.480	3.967	11.046	9.441	3.032	5.929	15.036	2.893	15.996	15.793	1.107
	%	8,48	61,74	28,88	80,42	68,74	22,07	32,13	81,48	15,68	86,68	85,58	6,00
Passos	No	1.999	17.015	9.634	18.793	19.980	3.926	10.030	25.568	7.854	25.260	25.779	2.509
	%	9,39	79,91	45,24	88,25	93,83	18,44	36,87	93,98	28,87	92,85	94,75	9,22
Poços de Caldas	No	3.281	25.160	13.246	26.918	29.134	9.441	26.375	38.073	18.709	37.541	37.945	5.790
	%	11,30	86,62	45,61	92,68	100,31	32,50	66,43	95,90	47,12	94,56	95,58	14,58
Pouso Alegre	No	1.919	16.759	7.496	18.522	20.393	4.838	18.093	27.711	12.983	27.458	28.300	3.835
	%	9,38	81,95	36,65	90,57	99,72	23,66	61,43	94,08	44,08	93,22	96,08	13,02

Continuação:

Município		1991						2000					
		Freezer	Geladeira	Máquina de Lavar Roupa	Rádio	TV	Telefone	Linha Telefônica	Geladeira ou Freezer	Máquina de Lavar Roupa	Rádio	TV	Computador
Teófilo Otoni	No	2.034	16.711	2.709	24.515	19.129	4.435	12.180	25.628	5.892	29.429	26.924	2.140
	%	6,56	53,91	8,74	79,09	61,71	14,31	36,69	77,21	17,75	88,66	81,11	6,45
Uberaba	No	7.788	47.884	31.048	50.779	56.407	23.811	45.128	68.986	23.470	67.831	69.885	8.438
	%	14,13	86,90	56,35	92,16	102,37	43,21	62,21	95,09	32,35	93,50	96,33	11,63
Uberlândia	No	13.642	81.242	58.330	86.009	92.022	38.871	90.544	137.582	45.332	131.647	137.553	20.584
	%	14,50	86,35	62,00	91,42	97,81	41,31	62,68	95,24	31,38	91,13	95,22	14,25
Varginha	No	2.574	17.987	7.671	19.675	23.189	7.295	17.958	28.230	119.660	27.906	28.616	4.374
	%	12,07	84,32	35,96	92,23	108,71	34,20	61,21	96,22	40,79	95,12	97,54	14,91

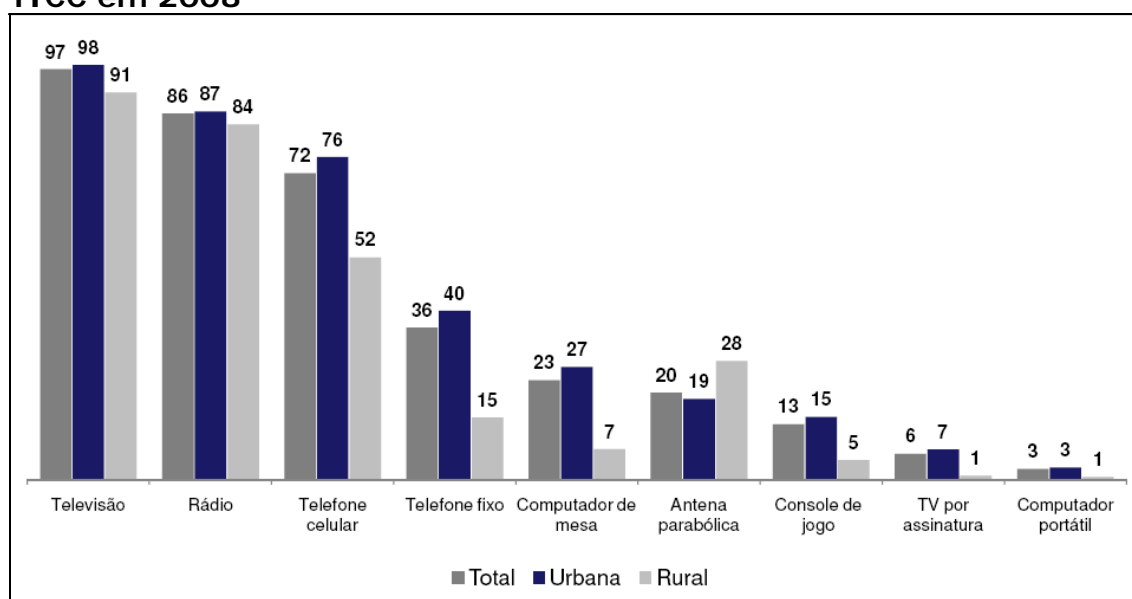
A fim de caracterizar ainda mais o uso de equipamentos eletroeletrônicos nos domicílios brasileiros, podemos avaliar as figuras a seguir, retiradas de pesquisas realizadas pela CETIC para equipamentos de Tecnologia da Informação e da Comunicação e equipamentos de consumo (TICC).

As figuras 4.12 e 4.13 apresentam informações importantes com relação ao comportamento do consumidor brasileiro. Por meio delas, pode-se notar, principalmente, que não há crescimento significativo no consumo de televisões nos últimos anos, já que praticamente todos os domicílios já possuem este tipo de equipamento. Observa-se, também, que a queda no consumo de telefones fixos está sendo compensada pelo aumento do consumo de telefones celulares. Vê-se, ainda, um crescimento significativo com relação a computadores de mesa e portáteis, com aumento de, respectivamente, 58% e 300% de 2005 a 2008. Outro fator importante a ser observado é a diferença entre os consumidores de zonas urbanas e rurais, principalmente com relação a telefones fixos e celulares, e computadores de mesa e portáteis.

Por sua vez, as figuras 4.14 e 4.15 mostram a evolução de domicílios com internet em relação aos domicílios com computador. Observa-se que 71% dos domicílios com computador possuem, também, acesso à internet, valor que tem se mantido praticamente constante entre 2005 e 2008.

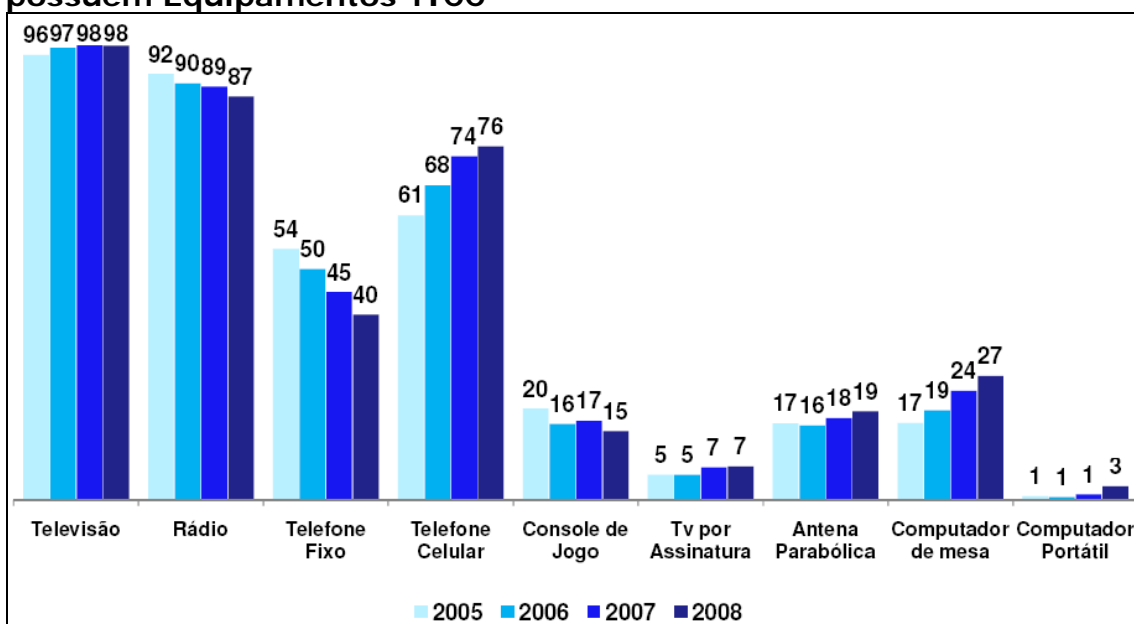
Por meio das figuras 4.16 e 4.17, percebe-se que o local mais freqüente de acesso a internet em zonas rurais é em centro público de acesso pago. Este, também, é o local mais usual nas zonas urbanas, porém, praticamente se equivale aos acessos em casa. Verifica-se, ainda, o grande crescimento no uso das *lan houses* nos últimos 2 anos.

FIGURA 4.12 - Percentual de Domicílios que possuem Equipamentos TICC em 2008



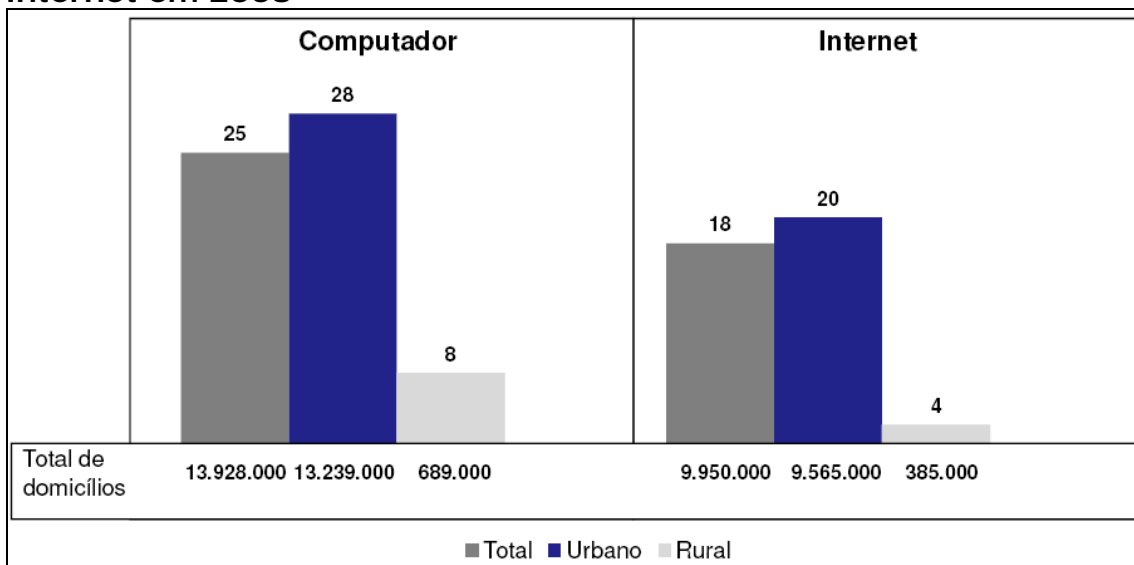
Fonte: CETIC (2009)

FIGURA 4.13 - Evolução do Percentual de Domicílios Urbanos que possuem Equipamentos TICC



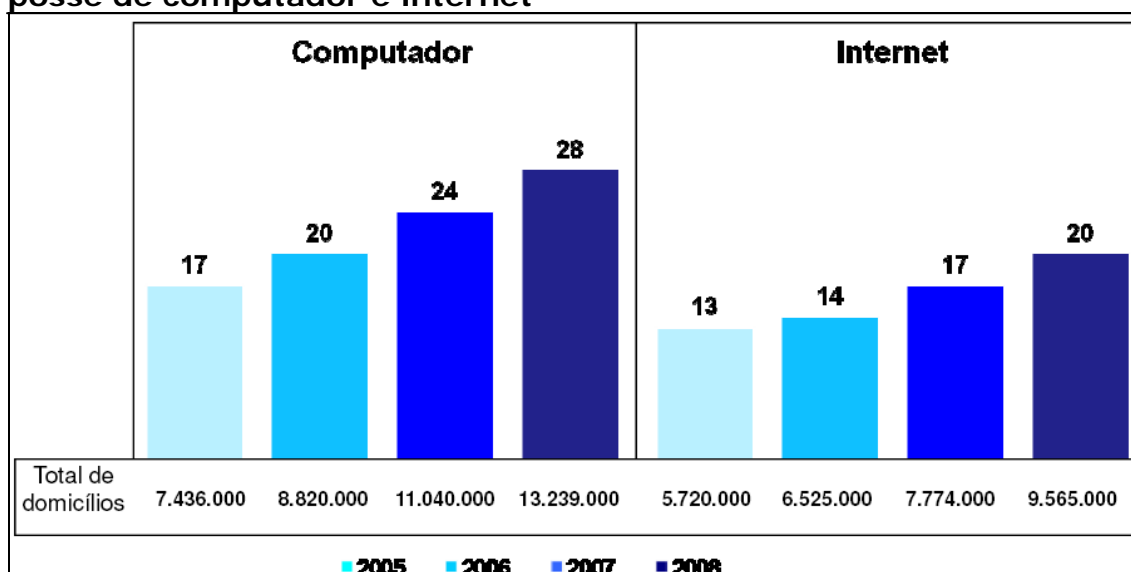
Fonte: CETIC (2009)

FIGURA 4.14 - Percentual de Domicílios com posse de computador e internet em 2008



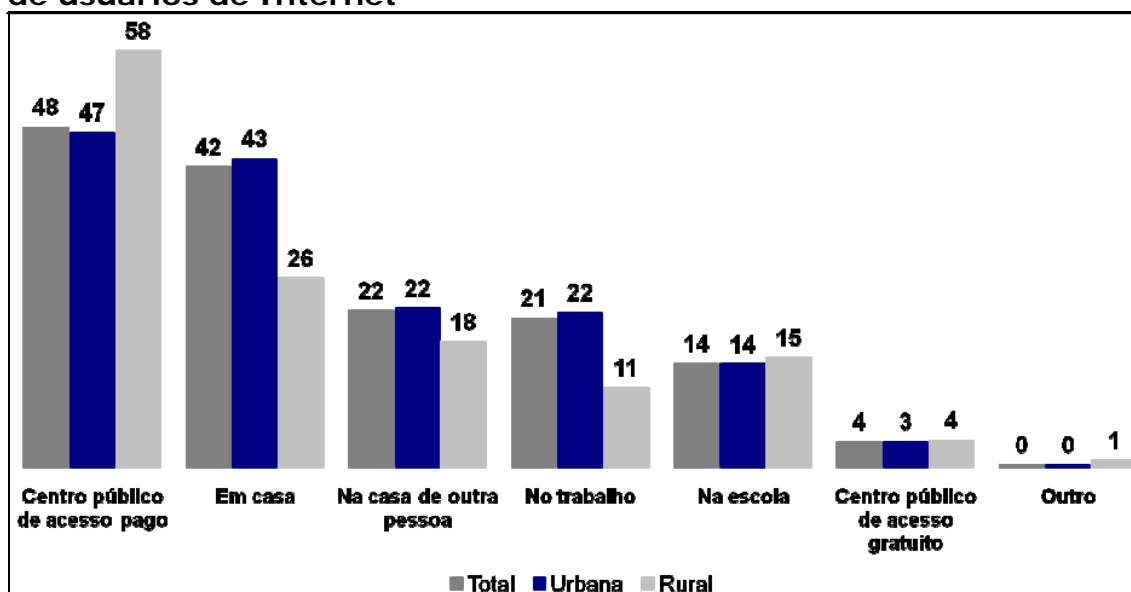
Fonte: CETIC (2009)

FIGURA 4.15 - Evolução do Percentual de Domicílios Urbanos com posse de computador e internet



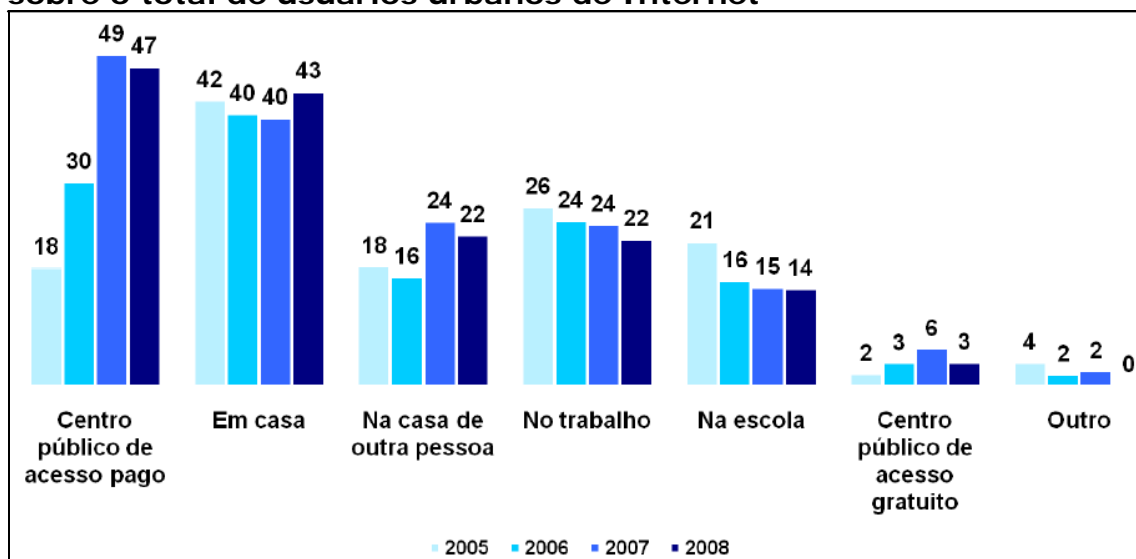
Fonte: CETIC (2009)

FIGURA 4.16 - Local de Acesso à Internet - Percentual sobre o total de usuários de Internet



Fonte: CETIC (2009)

FIGURA 4.17 - Local de Acesso à Internet - Evolução do Percentual sobre o total de usuários urbanos de Internet



Fonte: CETIC (2009)

Com relação aos planos de celular no Brasil, observa-se no quadro a seguir que, cada vez mais, se utilizam planos pré-pagos ao invés dos planos pós-pagos.

QUADRO 4.8 - Tipo de Plano de Celular - Percentual sobre o total de pessoas que possuem telefone celular

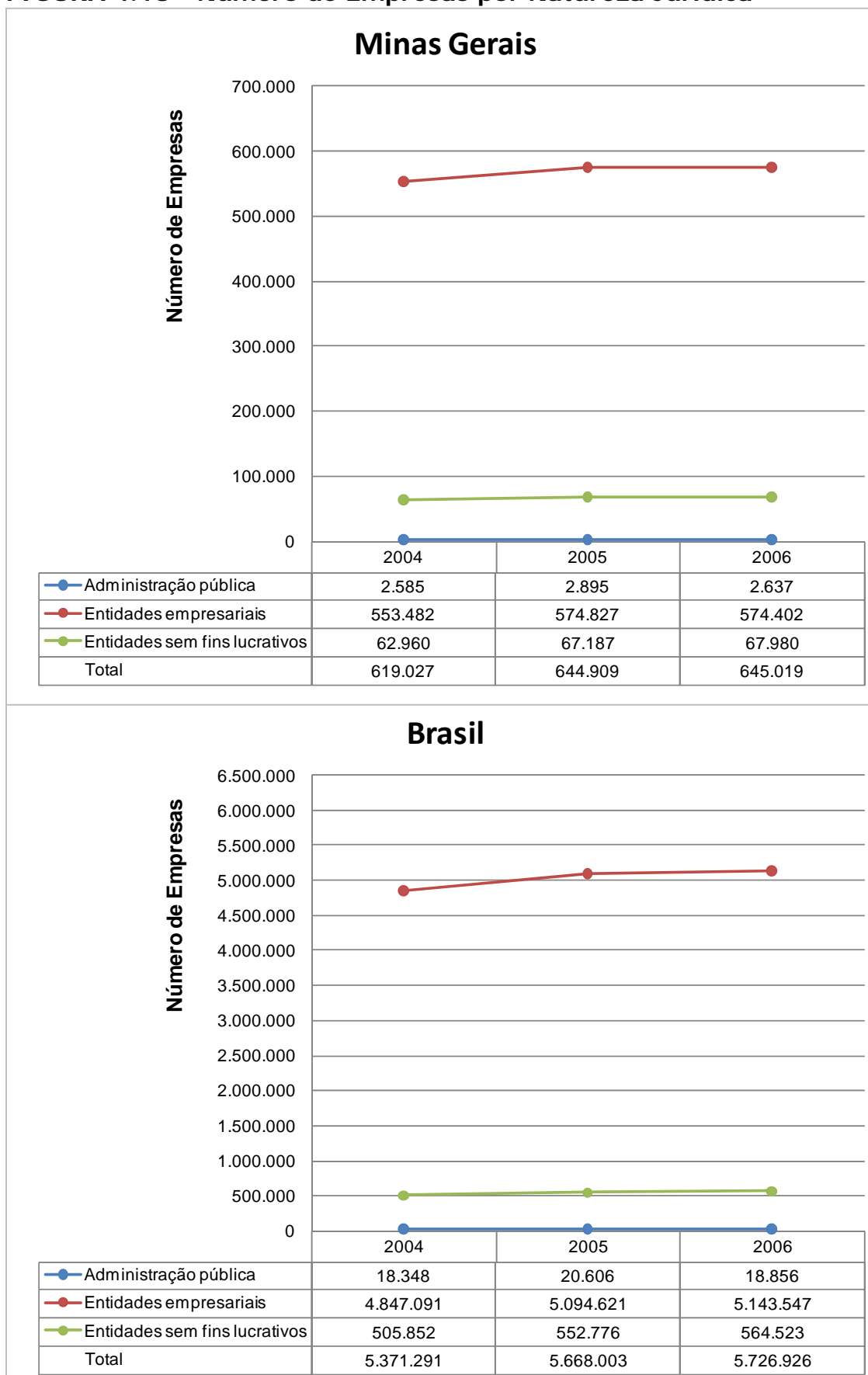
Plano	2006	2007	2008
Pré-pago	89	90	91
Pós-pago	11	10	9

Fonte: CETIC (2009)

4.3 - Eletroeletrônicos em Empresas

O número de empresas existentes no Brasil e em Minas Gerais, de 2004 a 2006, segundo o Cadastro Central de Empresas (IBGE), assim como sua natureza jurídica, pode ser visualizado na figura a seguir. Ela mostra que, tanto no Brasil quanto em Minas Gerais, aproximadamente 90% das empresas são entidades empresariais, e apenas 0,4% são empresas públicas, sendo as demais empresas sem fins lucrativos. Comparativamente, Minas Gerais possui aproximadamente 11% das empresas situadas no Brasil.

FIGURA 4.18 - Número de Empresas por Natureza Jurídica



Fonte: IBGE/SIDRA (2009)

Pesquisas realizadas pela CETIC constataram que, em 2007, o percentual de empresas no Brasil que utilizavam computadores era de 95%, e 93% utilizavam internet. Da mesma forma, estudos realizados pela FGV em 1.700 empresas de médio e grande porte, com predominância proposital em empresas privadas, de setembro de 2007 a abril de 2008, trazem informações interessantes a respeito do uso deste EE no país. Elas são apresentadas no quadro a seguir.

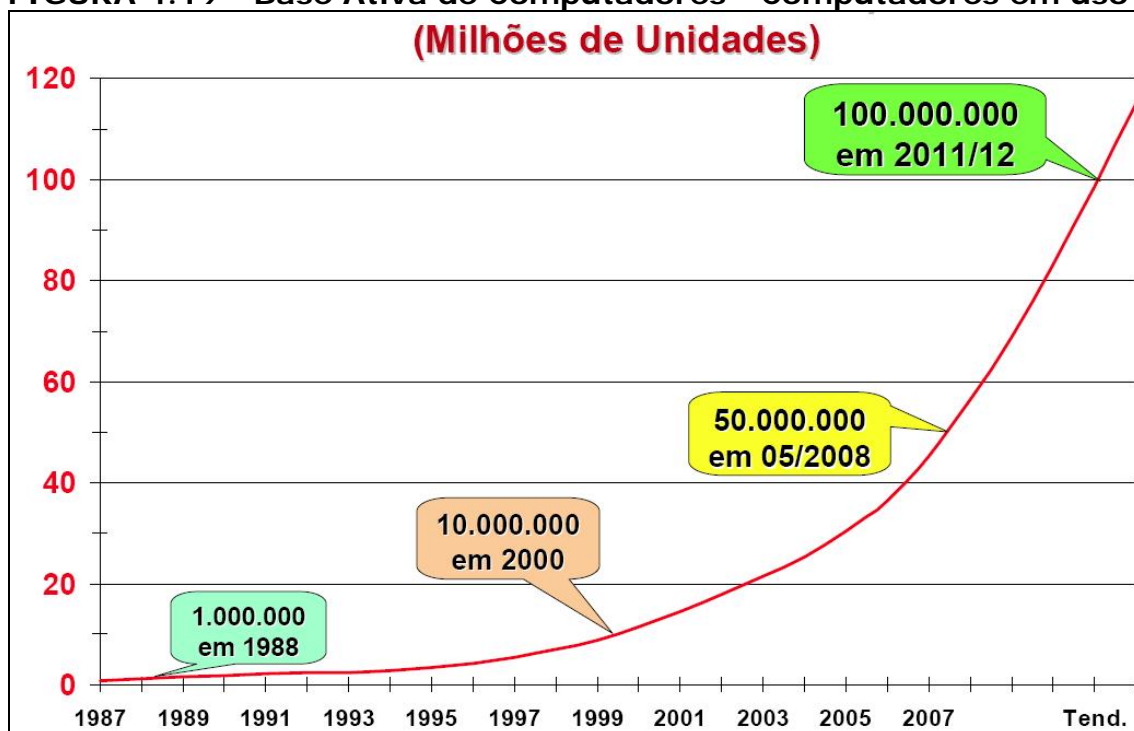
QUADRO 4.9 - Evolução do Uso e do Mercado de Computadores nas Empresas Brasileiras

Índices e Valores	1988	2002	2007/08
Venda no ano (milhões de computadores)	0,4	4,4	10,5
Base Instalada (computadores em uso, milhões)	1	18	45
Gastos em Informática / Faturamento Líquido	1,3%	4,7%	5,7%
Relação usuário / computador	3,0	1,2	1,1
Computadores em rede	5%	94%	98%
Usuários / Funcionários	7%	64%	80%

Fonte: FGV (2008)

O mesmo estudo mencionado a cima, estima a base ativa de computadores para 2011 e 2012. Este valor é apresentado na figura a seguir.

FIGURA 4.19 - Base Ativa de Computadores - Computadores em uso (Milhões de Unidades)



Fonte: FGV (2008)

Para se obter dados primários sobre o uso de EEs e a geração destes resíduos em empresas públicas e privadas de Minas Gerais, foi enviado para as principais empresas do estado, com ajuda da SUCESU, um questionário,

que pode ser visto no Anexo 4. No total, 308 empresas receberam o questionário.

Após o prazo de 20 dias, foram retornados apenas 12 questionários, nos quais se observou o seguinte:

- Foi possível obter dados a respeito da quantidade de EEs destas empresas, assim como as principais motivações para o descarte dos mesmos. Os dois equipamentos mais comuns são computadores e telefones, com média de, respectivamente, 248 e 216 dispositivos por empresa. As principais motivações para troca foram obsolescência e defeitos.
- Dados do tempo de trocas puderam ser avaliados. Os dados encontrados são apresentados no quadro abaixo:

QUADRO 4.10 - Tempo de troca de EEs em empresas de Minas Gerais

Equipamento	Tempo Mínimo (anos)	Tempo Máximo (anos)	Tempo Médio (anos)
Desktop	2,0	7,0	4,8
Notebook	1,0	7,0	4,4
Impressoras e Multifuncionais	2,0	10,0	5,6
Fax	3,0	12,0	7,3
Telefones Fixos	0,5	12,0	7,3
Telefones Celulares	1,5	6,0	2,4
Geladeiras e Freezers	5,0	20,0	13,0
Televisão	5,0	12,0	9,0
Máquina Fotográfica	3,0	10,0	6,5
Xerox	5,0	6,0	5,5

- Os tempos de armazenamento de EEs nas empresas é, em geral, pequeno, não excedendo os 3 anos.
- A forma de coleta e destino final dos REEs é bastante variável, e geralmente, as empresas deixam a responsabilidade a cargo da empresa transportadora, não sabendo informar para onde o resíduo é enviado.
- Muitas empresas informaram que não conhecem as substâncias perigosas contidas nos EEs e seus efeitos à saúde e ao meio ambiente, e grande parte delas desconhecem o destino final do resíduo gerado dentro de suas instalações.
- Com relação à responsabilidade da destinação dos REEs, a maioria das empresas acreditam que esta deve ser das Empresas Montadoras, seguido por Municípios e Empresas Importadoras e Distribuidoras.
- Grande parte das empresas se mostraram interessadas em participar das discussões sobre o assunto e sugeriram idéias para melhorar a gestão e disposição final destes resíduos. As principais sugestões foram com

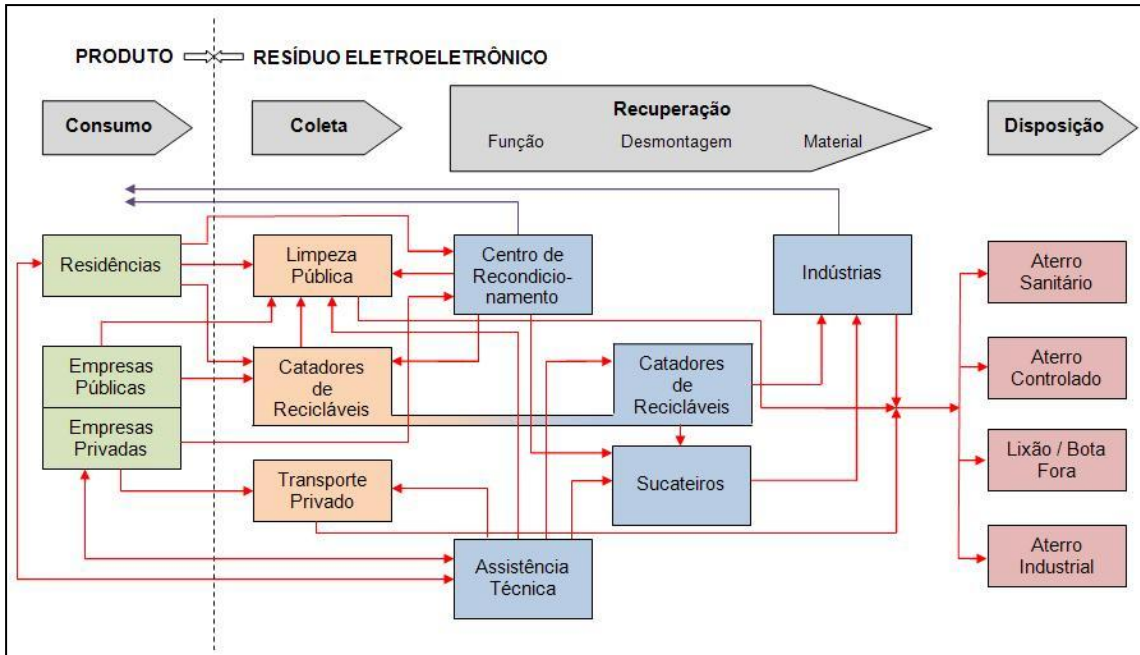
respeito a criação de programas de coleta seletiva, divulgação de procedimentos e incentivo à reciclagem.

Como conclusão da pesquisa, verifica-se que além do baixo retorno, as respostas obtidas muitas vezes não foram suficientes para se concluir a respeito do assunto. Com isto, mostra-se um real desinteresse e a falta de controle das empresas públicas e privadas com relação ao tema, enfatizando a necessidade da ampliação dos canais de comunicação e melhorias no sistema de gestão e gerenciamento.

5 - Análise do Fluxo de Geração de Resíduos eletroeletrônicos

Na figura a seguir, é apresentado um fluxograma com o ciclo do resíduo eletroeletrônico considerado para o Estado de Minas Gerais. Na seqüência, este processo é discutido, com a apresentação dos agentes e suas devidas formas de atuação.

FIGURA 5.1 - Fluxograma do Ciclo do Resíduo Eletroeletrônico



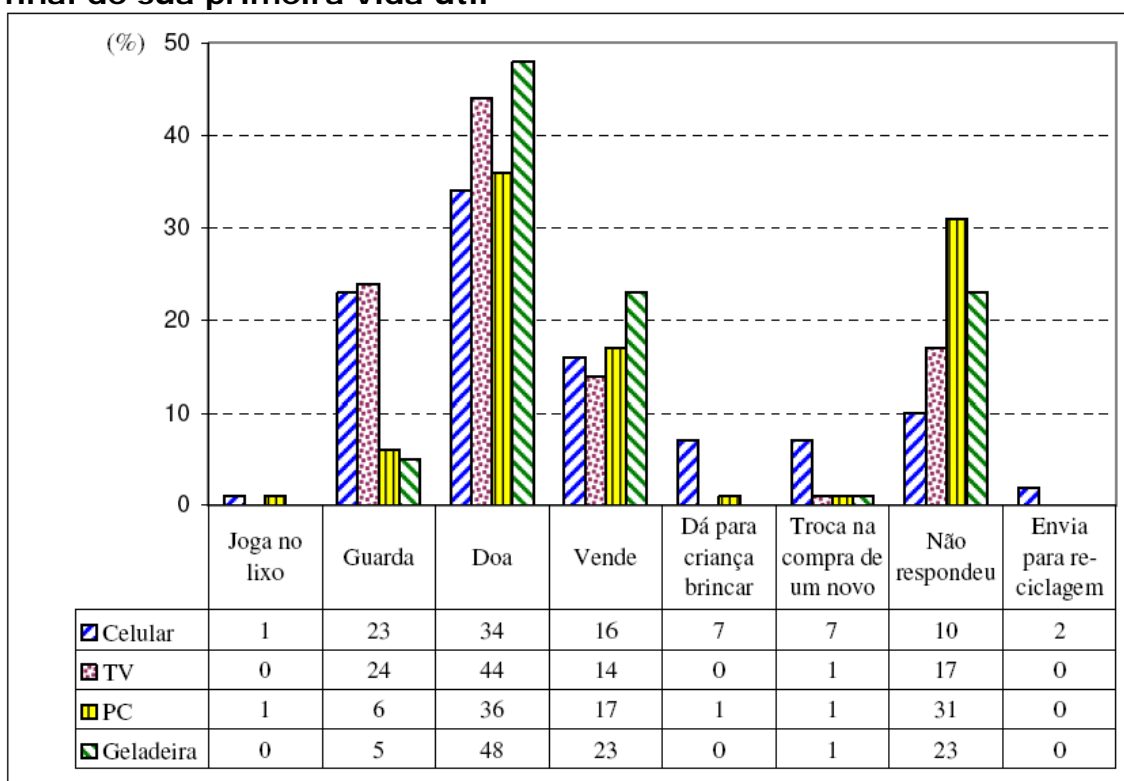
5.1 -Residências, Empresas Públicas e Empresas Privadas

Estes três agentes desempenham, dentro do processo, papéis semelhantes. Eles formam o mercado consumidor do produto, iniciando o ciclo do resíduo eletroeletrônico por dois diferentes caminhos:

- Findada a vida útil do equipamento, ele é encaminhado para a Limpeza Pública, ou para Catadores de Recicláveis, ou para o Transporte Privado, que darão seqüência no ciclo de geração do resíduo. O equipamento pode, também, ser enviado para Centros de Recondicionamento a fim de se viabilizar o reuso de parte do dispositivo.
- Em caso de defeitos, o equipamento é enviado para Assistências Técnicas, que retirarão a peça defeituosa, substituindo-a por uma nova.

O procedimento adotado pelos consumidores particulares (residências) com relação ao destino de equipamentos eletroeletrônicos, ao final da vida útil, pode ser visto na figura a seguir. Por meio desta, conclui-se que o destino mais utilizado é a doação, implicando no reuso do aparelho por outra parte.

FIGURA 5.2 - Destino dado a equipamentos eletroeletrônicos ao final de sua primeira vida útil



Fonte: Franco (2008)

No caso das empresas, conforme respostas ao Questionário enviado, pôde-se verificar que os destinos mais usuais são a venda dos EEs para funcionários ou outras entidades, o envio para empresas de manutenção ou especializadas, ou para centros de recondicionamento, para depósitos de resíduos e a doação a entidades carentes.

5.2 - Sistema de Limpeza Pública

A Limpeza Pública participa da etapa de coleta no ciclo do resíduo eletroeletrônico, recebendo equipamentos dos Consumidores, e, também, de Catadores de Recicláveis, Centros de Recondicionamento e Assistências Técnicas. Após a coleta, este agente encaminha o material para a disposição.

Dados mais detalhados sobre os sistemas de limpeza pública foram apresentados anteriormente para o Brasil, Minas Gerais, Mesorregiões de Minas Gerais e principais municípios de Minas Gerais, incluindo Belo Horizonte. Destes, pode-se ressaltar, novamente, que o percentual de resíduos sólidos coletados no Brasil, Minas Gerais e Região Metropolitana de Belo Horizonte, é de, respectivamente, 79%, 78% e 92%. Destaca-se, ainda, que no Brasil, a maior parte do resíduo é destinada a aterros sanitários, seguido de lixões e aterros controlados. No caso de Minas Gerais, a proporção destinada a estas 3 localidades são praticamente iguais. Diferentemente, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, quase todo o resíduo é encaminhado para aterro sanitário.

5.3 - Transporte Privado

O Transporte Privado é responsável, neste processo, apenas pela coleta de resíduos nas Empresas Públicas e Privadas, e pelo encaminhamento destes para a disposição.

A lista de empresas de Transporte Privado do estado, a partir de dados retirados do *site* Telelistas.net, pode ser vista no Anexo 5.

5.4 - Catadores de Materiais Recicláveis

Os Catadores de Materiais Recicláveis desempenham funções em duas diferentes etapas do ciclo de do resíduo eletroeletrônico: na coleta e na recuperação do material reciclável. Eles coletam materiais provenientes dos agentes Consumidores e Centros de Recondicionamento, encaminhando-os, para a Limpeza Pública. Por outro lado, eles contribuem na recuperação do material por meio da desmontagem dos equipamentos recebidos por Assistências Técnicas ou por outros agentes, já mencionados, e da venda de peças para os Sucateiros e Empresas de Recuperação e Reciclagem.

Por meio de entrevistas, Franco (2008) concluiu que a quantidade de material eletroeletrônico recebido por este agente é variável, sendo que em sua maioria são obtidos por doações de empresas, coleta porta a porta, coleta seletiva do município e doações particulares diretamente às cooperativas. Após recebimento, os catadores verificam o funcionamento do equipamento, doando os que funcionam para cooperativas, e desmontando e separando as peças por tipo de material quando não funcionam, para posterior venda.

A lista de Associações e/ou Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis cadastradas no Fórum Municipal Lixo e Cidadania estão listados no Anexo 6.

5.5 - Centro de Recondicionamento

O Centro de Recondicionamento atua na etapa de recuperação dos equipamentos, restaurando as funções dos dispositivos recebidos das Residências e Empresas, e retornando-os, em boas condições de uso, para o mercado consumidor. Os resíduos inutilizados são encaminhados para a Limpeza Pública, para Catadores de Recicláveis, ou para Sucateiros.

Foram identificados dois centros de recondicionamento: o Centro de Recondicionamento de Computadores de Belo Horizonte (CRC) e o Comitê para Democratização da Informática (CDI).

O CRC, situado em Belo Horizonte, é parte integrante do Projeto Computadores para Inclusão do Governo Federal (Projeto CI), que consiste

em uma rede nacional de reaproveitamento de equipamentos de informática, formação profissional e inclusão digital. Este centro recebe equipamentos por meio de doações de órgãos do governo federal, estadual e municipal, pessoas físicas, empresas privadas e universidades. Após recebimento, os dispositivos passam por uma triagem para testes, onde as máquinas muito antigas são encaminhadas para reciclagem e as mais novas para a manutenção. Após promover o correto funcionamento, as máquinas são montadas e embaladas em *kits* para posterior distribuição em entidades cadastradas no Projeto CI. Os resíduos gerados no processo são armazenados para serem destinados conforme solicitação dos órgãos competentes (Franco, 2008).

O CDI é uma organização não-governamental para promover a inclusão digital visando à inclusão social. No estado de Minas Gerais, possui comitês nas cidades de Além Paraíba, Belo Horizonte, Leopoldina e Poços de Caldas. Após recebimento dos equipamentos, eles são vistoriados quanto ao funcionamento, podendo ser consertados para, então, montar os *kits* que serão encaminhados para os CDIs ou doados para pessoas carentes que fazem cursos no centro. Com relação aos resíduos eletroeletrônicos, há uma parceria entre o CDI-BH e alguns sucateiros do município.

Há também o curso de Montagem, Manutenção e Recondicionamento de Computadores, parte do Projeto 3RSPCs - Resíduos Eletroeletrônicos, da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. Nesse curso, computadores provenientes de prédios do Governo do Estado, considerados obsoletos, são recondicionados, ao mesmo tempo em que alunos são treinados neste ofício. As máquinas em funcionamento são doadas para a inclusão digital e o resíduo gerado é destinado de forma adequada, dando-se preferência para a reciclagem.

5.6 - Assistência Técnica

A Assistência Técnica recebe equipamentos defeituosos dos agentes Consumidores e restaura suas funções a partir de consertos e trocas de peças. O material defeituoso ou inutilizado é encaminhado, então, para a Limpeza Pública, para o Transporte Privado, para Catadores de Recicláveis ou para Sucateiros.

As Assistências Técnicas para diversos tipos de equipamentos eletroeletrônicos do estado estão listadas, a partir de dados retirados do *site* Telelistas.net, no Anexo 7.

5.7 - Sucateiros

Estes agentes atuam, dentro do ciclo do resíduo eletroeletrônico, na etapa de recuperação dos equipamentos, realizando a desmontagem do material recebido pelos Catadores de Recicláveis, Assistências Técnicas e Centros de Recondicionamento, e, posteriormente, vendendo as peças que possam ser reaproveitadas para as Empresas de Recuperação e Reciclagem.

O mercado de sucatas em Minas Gerais pode ser dado como formal e informal. De acordo com pesquisas realizadas por Franco (2008), os resíduos eletroeletrônicos mais recebidos por este agente são placas de computadores, reatores, motores elétricos, computadores inteiros, máquinas de lavar roupa, tanques elétricos, geladeira e televisão. Relata-se, ainda, que estes materiais são recebidos de empresas, catadores, consumidores particulares e leilões.

Os Sucateiros do estado estão listados, a partir de dados retirados do *site* Telelistas.net, no Anexo 8.

5.8 - Indústrias de Reciclagem

As Indústrias de Reciclagem recebem peças dos Catadores de Recicláveis e Sucateiros para a montagem de novos equipamentos, que retornarão ao mercado consumidor. O material não aproveitado é encaminhado para a disposição.

Não foram localizadas empresas recicladoras de produtos eletroeletrônicos em Minas Gerais. Todavia, foram identificadas algumas empresas no Brasil, conforme apresenta o quadro a seguir. Vale ressaltar que, na mesma fonte de dados, há, também, a lista de empresas recicladoras de lâmpadas, que não serão apresentadas aqui por não ser objeto deste estudo.

QUADRO 5.1 - Empresas Recicladoras de Eletroeletrônicos

Empresas Recicladoras	Telefone	Cidade
<i>Baterias</i>		
Baterias Pioneiro Ind. Ltda	(49) 3537-7500	Treze Tílias / SC
Pioneiro Ecometals	(49) 3524-0670	Água Doce / SC
Suzaquim / Faarte	(11) 3159-2929	São Paulo / SP
SIR Company Comércio e Reciclagem Ltda.	(11) 6966-5955	São Paulo / SP
<i>Eletrônicos</i>		
Interamerican Ltda.	(11) 4178-1717	São Bernardo do Campo / SP
Lorene Importação e Exportação Ltda.	(11) 6902-5200	São Paulo / SP
Oxil - Manufatura Reversa	(19) 3833-2827	Paulínia / SP
Sanlien Exportação Ltda.	(11) 6954-2229	São Paulo / SP
SIR Company Comércio e Reciclagem Ltda.	(11) 6966-5955	São Paulo / SP
Sucata Eletrônica	(11) 8965-9312	São Paulo / SP
Target Trading S.A	(11) 3040-2513	São Paulo / SP
TCG Brasil Reciclagem Ltda.	(19) 3837-3313	Jaguariúna / SP
UMICORE	(11) 6421-1246	Guarulhos / SP
Xerox Comércio e Indústria Ltda.	(11) 4009-6290	São Paulo / SP

Fonte: CEMPRE (2009)

Por meio de entrevistas realizadas por Franco (2008), constatou-se que o foco são os fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos, organizações privadas e públicas, e prefeituras, não havendo recebimento de material de pessoas físicas. Após recebimento, o material é desmontado e seus itens são separados de acordo com o tipo de material. Às peças tóxicas são dadas

destinação específica. Os resíduos classe I são destinados ao aterro industrial. Os outros materiais, por sua vez, são triturados e encaminhados para parceiros, sucateiros ou vendidos para empresas que comercializam materiais recicláveis. Apenas as placas de circuito interno são enviadas para o exterior, por não haver reciclagem ou compradores no Brasil.

5.9 - Aterro Sanitário, Aterro Controlado, Lixão e Aterro Industrial

Estes agentes atuam no ciclo do resíduo eletroeletrônico como locais de disposição final para os resíduos gerados. Desta forma, eles receberão materiais da Limpeza Pública, do Transporte Privado e das Empresas de Recuperação e Reciclagem. O local de disposição final será definido de acordo com as possibilidades e necessidades de cada região ou município.

Cabe ressaltar a diferença de cada local de disposição final:

- Aterro Sanitário: É a solução mais apropriada ao aterramento de resíduos sólidos, segundo a ReCESA (s.d.). Eles são compostos por trincheiras ou células com impermeabilização da base e laterais, drenos de coleta de gases, drenos para a coleta de chorume e águas superficiais, cobertura diária dos resíduos com material inerte e tratamento do chorume e gases.
- Aterro Controlado: Utilizam princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Além disto, o solo é compactado para receber os resíduos e há coleta de gases, evitando contaminação do solo e do ar.
- Lixão / Bota Fora: São métodos inadequados de disposição de resíduos em que este é exposto a céu aberto, sem medidas de proteção ao ambiente e saúde.
- Aterro Industrial: É um aterro exclusivo para disposição de resíduos provenientes de indústrias.

5.10 - Produtores e Distribuidores

Estes agentes atuam no início do ciclo do resíduo eletroeletrônico, a partir da fabricação e distribuição dos EEs. Desta forma, são os Produtores e Distribuidores que possibilitam o consumo destes equipamentos pelos agentes Consumidores (Residências, Empresas Públicas e Empresas Privadas).

Uma lista de fábricas para celulares, computadores, equipamentos de informática e televisões no Brasil, assim como os distribuidores e importadores das marcas cujas fábricas não estão localizadas no país, pode ser vista no Anexo 9. Cabe ressaltar que não foi possível cruzar estes dados com os Associados da Abinee a fim de verificar empresas e fábricas que não foram incluídas. Isto ocorre devido ao fato de a Abinee classificar seus associados em grupos genéricos, não se podendo definir o tipo de produto produzido por eles.

5.11 - Associações e Sociedades

5.1.1 - ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

A Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - Abinee - é uma empresa sem fins lucrativos que representa os setores elétrico e eletrônico de todo o país. Ela possui, como associadas, empresas nacionais e internacionais, de todos os portes, instaladas no Brasil.

A Abinee tem como objetivos assegurar o desenvolvimento competitivo no setor elétrico e eletrônico do país, e defender os interesses legítimos e a integração à comunidade. Para isto, ela segue como articuladora e capacitadora de empresas do ramo eletroeletrônico no Brasil, tornando-se um agente facilitador aos objetivos estratégicos e táticos de seus associados.

Seus associados são divididos entre as regiões de Minas Gerais, Nordeste, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e demais regiões. Também são classificados pelas seguintes áreas de atuação:

- Automação industrial;
- Comércio eletrônico;
- Componentes elétricos e eletrônicos;
- Equipamentos industriais;
- Geração, transmissão e distribuição;
- Informática;
- Material elétrico de instalação;
- Operadoras de telecomunicação;
- Responsabilidade socioambiental;
- Serviço de manufatura em eletrônica;
- Sistemas eletroeletrônicos prediais;
- Telecomunicações;
- Utilidades domésticas.

As áreas de atuação pertinentes a este trabalho, e que serão mencionadas durante este estudo são as de Informática, Telecomunicações e Utilidades domésticas. Os associados para estas áreas de atuação e para Minas Gerais podem ser vistos no Anexo 3.

5.1.2 - SUCESU - Sociedade de Usuários de Informática e Telecomunicações de Minas Gerais

A Sociedade de Usuários de Informática e Telecomunicações de Minas Gerais era conhecida antigamente como Sociedade dos Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários, embora a sigla SUCESU continue a ser utilizada.

A SUCESU é uma sociedade civil sem fins lucrativos e sem caráter político-parditário, que representa seus associados e coordena, promove, executa e induz atividades no setor de informática e telecomunicações. Ela atua na participação ativa em estudos, pesquisas e debates, facilitando acesso às autoridades e espaço na mídia, representando os associados em conselhos, fóruns, câmaras e grupos estratégicos, coordenando e desenvolvendo eventos com foco em novos rumos tecnológicos, defendendo o associado contra práticas nocivas de mercado, buscando convivência harmônica entre agentes da comunidade, compreendendo novos cenários e identificando nichos mercadológicos, e desenvolvendo novos métodos e processos.

Seus principais objetivos são:

- Representar empresas e profissionais do setor de informática e telecomunicações;
- Defender os interesses dos associados;
- Promover e colaborar no desenvolvimento do setor de informática e telecomunicações;
- Realizar e estimular debates técnicos e políticos;
- Promover a absorção e divulgação de tecnologias relacionadas a informática e telecomunicações;
- Interagir com entidades especializadas, objetivando a definição e atribuição de padrões técnicos de normatização e de controle de qualidade.

A SUCESU Nacional foi criada em 1965, sendo a entidade mais antiga e tradicional da área de informática e telecomunicações. As regionais, por sua vez, surgiram em diferentes anos, sendo que a SUCESU-MG foi fundada em 1968. Além da regional de Minas Gerais, há regionais em Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pernambuco, Pará, Paraíba, Paraná, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina e São Paulo.

6 - Estimativa de Geração de Resíduos eletroeletrônicos

6.1 - Hipóteses e Considerações

Para o cálculo da geração de resíduos eletroeletrônicos foram necessárias a utilização de hipóteses e a realização de estimativas conforme apresentado abaixo.

6.1.1 - Estimativa da Projeção Populacional e de Número de Domicílios

Na projeção populacional de 2008 a 2030 foi utilizada a taxa geométrica média de crescimento anual, com base no último período intercensitário (1991 - 2000). Desta forma, multiplicou-se o ano anterior pela taxa proposta no quadro a seguir. Vale ressaltar que, embora todos os dados utilizados nas estimativas de Belo Horizonte sejam referentes à sua Região Metropolitana, devido à ausência de dados, foi utilizada, aqui, a taxa média de crescimento do município.

QUADRO 6.1 - Taxas médias de crescimento anual para Brasil, Minas Gerais, Belo Horizonte e Mesorregiões de Minas Gerais

Localidade	1991 ¹	2000 ¹	2007 ²	Taxa ³ 91-00	Taxa ⁴ 00-07
Brasil	146.825.475	169.799.170	183.987.291	1,63	1,15
Minas Gerais	15.743.152	17.891.494	19.273.506	1,43	1,07
Belo Horizonte	2.020.161	2.238.526	2.412.937	1,15	1,08
Campo das Vertentes	464.983	511.571	537.952	1,07	0,72
Central Mineira	348.315	380.992	397.475	1,00	0,61
Jequitinhonha	658.238	678.872	694.888	0,34	0,33
Metropolitana de Belo Horizonte	4.620.624	5.587.808	6.259.573	2,13	1,64
Noroeste de Minas	305.285	334.509	350.489	1,02	0,67
Norte de Minas	1.359.049	1.492.715	1.581.867	1,05	0,83
Oeste de Minas	726.059	839.104	918.398	1,62	1,30
Sul e Sudoeste de Minas	1.961.401	2.250.178	2.346.077	1,54	0,60
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	1.595.648	1.869.886	2.092.131	1,78	1,62
Vale do Mucuri	394.988	380.735	376.667	-0,41	-0,15
Vale do Rio Doce	1.461.404	1.534.268	1.591.392	0,54	0,52
Zona da Mata	1.847.158	2.030.856	2.126.597	1,06	0,66

¹Retirados dos Censos Demográficos de 1991 e 2000 (SIDRA)

²Retirado da Contagem Populacional de 2007 (SIDRA)

³Taxa média de crescimento populacional com base no último período intercensitário

⁴Taxa média de crescimento populacional com base na última contagem populacional e no último censo demográfico

Para o cálculo de moradores por domicílio, dividiram-se valores de população por números de domicílio em 2007, obtidos do IBGE. Os resultados encontrados para Brasil, Minas Gerais e Belo Horizonte foram, respectivamente, 3,36, 3,33 e 3,31.

Na projeção do número de domicílios de 2008 a 2030, dividiu-se a população projetada para o ano pelo número de moradores por domicílio em 2007.

6.1.2 - Estimativa da Quantidade de Equipamentos Eletroeletrônicos

Os dados de dispositivos eletroeletrônicos em domicílios, de 2001 a 2007, foram obtidos do IBGE e são os mesmos já apresentados anteriormente neste documento. Apenas para telefone celular, telefone fixo e computador, os primeiros dados obtidos são do ano de 2003.

A projeção de dispositivos eletroeletrônicos em domicílios de 2008 a 2030 foi realizada de forma proporcional à razão do número de domicílios do ano em questão e do ano anterior.

Foi considerado que cada domicílio que contém certo equipamento eletroeletrônico possui apenas 1 dispositivo deste tipo. Desta forma, os dados e cálculos de geração de resíduo realizados podem ser considerados subestimados, de forma que os valores apresentados são inferiores aos valores reais.

Para o caso de computadores, foi realizada uma divisão percentual de PCs e notebooks, conforme valores mostrados na figura 4.1, já apresentada, para o ano de 2008. Desta forma, considerou-se que 58% dos computadores são desktops e 42% são laptops.

Cabe ressaltar que, devido ao telefone celular ser um equipamento relativamente novo no mercado se comparado com os outros EEs, o consumo deste dispositivo tem um potencial de crescer de forma mais acelerada que a dos outros, já que muitas pessoas estão, ainda, adquirindo seu primeiro aparelho. Apesar disto, optou-se, neste trabalho, por considerar que o crescimento do número deste dispositivo é semelhante ao crescimento populacional, não ponderando-se o potencial crescimento acelerado despertado por uma nova tecnologia.

Todas as estimativas foram realizadas considerando-se a situação do mercado de eletroeletrônicos atual. Qualquer alteração de mercado, como, por exemplo, incentivo ao consumo, poderá modificar os resultados aqui apresentados.

Não foram considerados os EEs de empresas nos cálculos, devido a falta de dados referentes a estes usuários. Desta forma, pode-se considerar, mais uma vez, os valores apresentados subestimados.

6.1.3 - Vida Útil de Equipamentos Eletroeletrônicos

Devido à ausência de dados nacionais, alguns dados a respeito da vida útil média dos equipamentos eletroeletrônicos utilizados em outros países podem ser apresentados, conforme quadro a seguir.

QUADRO 6.2 - Vida útil de EEs por país

EE	Vida útil (anos)			
	EUA ¹	Chile ²	Colômbia ³	Peru ⁴
Computador	5	7 a 8	7*	7
Telefone Celular	2	NA	2	2
Geladeira	15	NA	NA	NA
Freezer	15	NA	NA	NA
Televisão	13	NA	NA	NA

* Esta vida útil inclui 2 anos de armazenamento após o EE se tornar obsoleto.

Fonte: ¹EPA (2007) ²Steubing (2007) ³EPA (2008) ⁴EPA (2008)

Comparando-se o Índice de Gini e o PIB per capita destes países com o do Brasil, conforme apresentado no quadro 3.3, percebe-se semelhanças entre Brasil e Colômbia. Desta forma, adotou-se neste trabalho, para computador e telefone celular, respectivamente, a vida útil de 5 e 2 anos, desconsiderando o armazenamento de 2 anos para computadores. Para os outros equipamentos do quadro, foram adotados dados do EUA devido a falta de referências sobre o assunto em países em desenvolvimento. De qualquer maneira, nota-se similaridades entre os valores estabelecidos pelo EPA e os valores considerados em trabalhos na Colômbia e no Peru.

A vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos que não aparecem no quadro acima foi definida conforme se segue:

Telefone fixo

Apesar de se conhecer diferenças entre os diversos EE, optou-se por considerar o tempo de vida útil do telefone fixo similar ao do telefone celular, devido ao fato de se utilizar, cada vez mais, telefones sem fio, dotados de baterias.

Máquina de lavar roupa

De acordo com dados fornecidos pela Agência Municipal de Energia do Seixal (AMESEIXAL, s.d.), a vida útil deste EE é de 11 anos, considerando sua utilização três vezes na semana.

Rádio (microsystem)

Optou-se, neste trabalho, por analisar a semelhança do rádio e de outros EEs. Considerando-se que, devido ao fato, estes dispositivos incorporarem

cada vez mais tipos de tecnologia, como CDs e DVDs, considerou-se, neste trabalho, a vida útil do computador.

6.1.4 - Peso Médio de Equipamentos Eletroeletrônicos

O peso médio dos equipamentos eletroeletrônicos foram definidos por meio de especificações dos 16 modelos mais populares de cada tipo de dispositivo, segundo o site de compras Bondfaro.

- Telefones celulares: 92,67 g;
- Telefone fixo: 473 g;
- Computadores de mesa (CPU e tela): 29,26 kg;
- Notebooks: 3,51 kg;
- Televisão: 32,45 kg;
- Rádio (microsystem): 10,40 kg;
- Máquina de lavar roupa: 37,51 kg;
- Geladeira: 71,95 kg;
- Freezer: 60,02 kg.

6.1.5 - Estimativa de Geração de REE per capita

Para as estimativas de geração de REE per capita, os resultados de geração de cada ano foram divididos pela população do mesmo ano. Cabe ressaltar que, devido à ausência de dados, os valores de população de Belo Horizonte são do município, enquanto os outros valores são da Região Metropolitana, superestimando-se, então, os resultados.

6.1.6 - Hipóteses e Considerações para Mesorregiões de Minas Gerais

- A projeção populacional foi feita com referência à população de 2000;
- Definiu-se que cada linha telefônica equivale a um telefone fixo;
- O peso para geladeiras ou freezers considerado equivale à média dos pesos dos dois equipamentos (65,98 kg).

São apresentados, neste caso, apenas os resultados totais de geração de resíduos eletroeletrônicos, não sendo estes divididos por tipo de equipamento. Os EEs considerados foram telefone, geladeira ou freezer, máquina de lavar roupa, rádio, televisão e computador, conforme quadro 4.6, apresentado anteriormente.

6.2 - Resultados e Discussões

Os resultados referentes à geração de resíduos eletroeletrônicos (REEs) nos domicílios do Brasil, Estado de Minas Gerais e Região Metropolitana de Belo Horizonte podem ser vistos nas figuras 6.1 e 6.2, a seguir. Estas figuras têm como objetivo apresentar as estimativas referentes à geração anual

(t/ano) e per capita de REEs (kg/hab x ano) provenientes dos domicílios. Em função do baixo índice de retorno das empresas públicas e privadas consultadas neste trabalho, por meio da aplicação de questionários, optou-se por não considerá-las nesta estimativa.

Cabe ressaltar que os resultados são apresentados sobre duas diferentes perspectivas, sendo:

- A primeira considerando, além dos equipamentos telefones celular e fixo, televisão, computadores, rádio, máquina de lavar roupa, geladeira e freezer.
- A segunda considerando apenas telefones celular e fixo, televisão e computadores;

Para obter os resultados apresentados nas figuras citadas, foram compiladas e utilizadas as informações apresentadas no item 5 deste documento, com destaque para os dados de domicílios contendo eletroeletrônicos, números de domicílios, população residente e taxa média de crescimento populacional em vários anos. Como já mencionado, os cálculos realizados utilizaram o Método de Consumo e Uso, proposto por Rochat, Schlupe & EMPA (2007).

Observando as figuras 6.1 e 6.2, verifica-se que haverá um incremento anual da geração de REEs devido ao crescimento populacional, logicamente, uma vez que a geração foi estimada proporcionalmente a este.

Atualmente, ano de 2009, estima-se que sejam geradas cerca de 68.600 t de REEs em Minas Gerais, sendo 29% deste total gerado na Região Metropolitana de Belo Horizonte. No Brasil, a geração estimada é de 679.000 t/ano. Se considerados apenas telefones celular e fixo, televisão e computadores, a geração estimada em Minas Gerais é de, aproximadamente, 21.200 t/ano.

Prevê-se que, em 2030, a geração anual de REEs atinja valores aproximados de 92.500 t/ano em Minas Gerais, 25.000 t/ano na Região Metropolitana de Belo Horizonte e 953.500 t/ano no Brasil, se considerados todos os equipamentos relacionados neste estudo.

Em termos de geração média anual, para um horizonte de 30 anos, englobando-se todos os equipamentos eletroeletrônicos considerados neste estudo, esta é de , aproximadamente, 750.000 t/ano para o Brasil, 74.000 t/ano para Minas Gerais e 21.000 t/ano para a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Em se tratando apenas telefones celular e fixo, televisão e computadores, as estimativas são de 219.000 t/ano, 23.000 t/ano e 6.500 t/ano, respectivamente.

Com relação à geração per capita anual, a média estimada encontrada para o período compreendido entre 2001 e 2030 é de 3,4 kg/habitante para o Brasil, 3,3 kg/habitante para Minas Gerais e 3,7 kg/habitante para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, se considerados todos os tipos de equipamentos eletroeletrônicos do presente estudo. Considerando apenas telefones celular e fixo, televisão e computadores, estes valores são, respectivamente, 1,0 kg/habitante, 1,0 kg/habitante e 1,1 kg/habitante.

Os resultados relativos à geração per capita mostram uma constância na geração anual a partir de 2007. Este fato ocorre devido ao fato de ter-se utilizado uma taxa média de crescimento populacional a partir deste ano. Desta forma, considera-se que a população cresce à mesma taxa todo ano, assim como a geração de resíduos. Caso a população cresça de forma diferente à taxa proposta, haverá variações nestas curvas.

As gerações de REEs per capita médias estimadas podem ser comparadas com a informação de 2,6 kg/habitante, proposta por Rodrigues (2006) para o Brasil. Nota-se que estes valores não são significativamente discrepantes, o que valida os resultados encontrados. Vale lembrar que, para as estimativas realizadas neste trabalho, foram considerados, apenas, alguns tipos de EEs e que cada domicílio possui apenas um dispositivo de cada um destes tipos. Desta forma, os números apresentados tendem a ser ainda maiores se englobados todos os EEs possíveis.

A partir da soma dos resultados anuais estimados mostrados nas figuras 6.1 e 6.2, pode-se prever também o acúmulo de resíduos eletroeletrônicos gerados. A partir destas estimativas, calcula-se que, em 2030, haverá aproximadamente 22,4 milhões, 2,2 milhões e 625 mil toneladas de resíduos eletroeletrônicos, respectivamente, para disposição no Brasil, em Minas Gerais e na Região Metropolitana de Belo Horizonte, considerando-se todos os equipamentos. No caso de apenas telefones celular e fixo, televisão e computadores, estes valores são de, respectivamente, 6,6 milhões, 677 mil e 194 mil toneladas.

Sendo assim, é de suma importância a formulação e aplicação de uma legislação para o setor, a implantação de um sistema de gestão eficaz, além de programas de estímulo à reciclagem e à correta destinação para estes resíduos. Destaca-se, ainda, que não é objetivo deste trabalho a quantificação da destinação final destes resíduos, e sim o diagnóstico de sua geração.

FIGURA 6.1 - Geração anual total de REEs segundo Método do Consumo e Uso

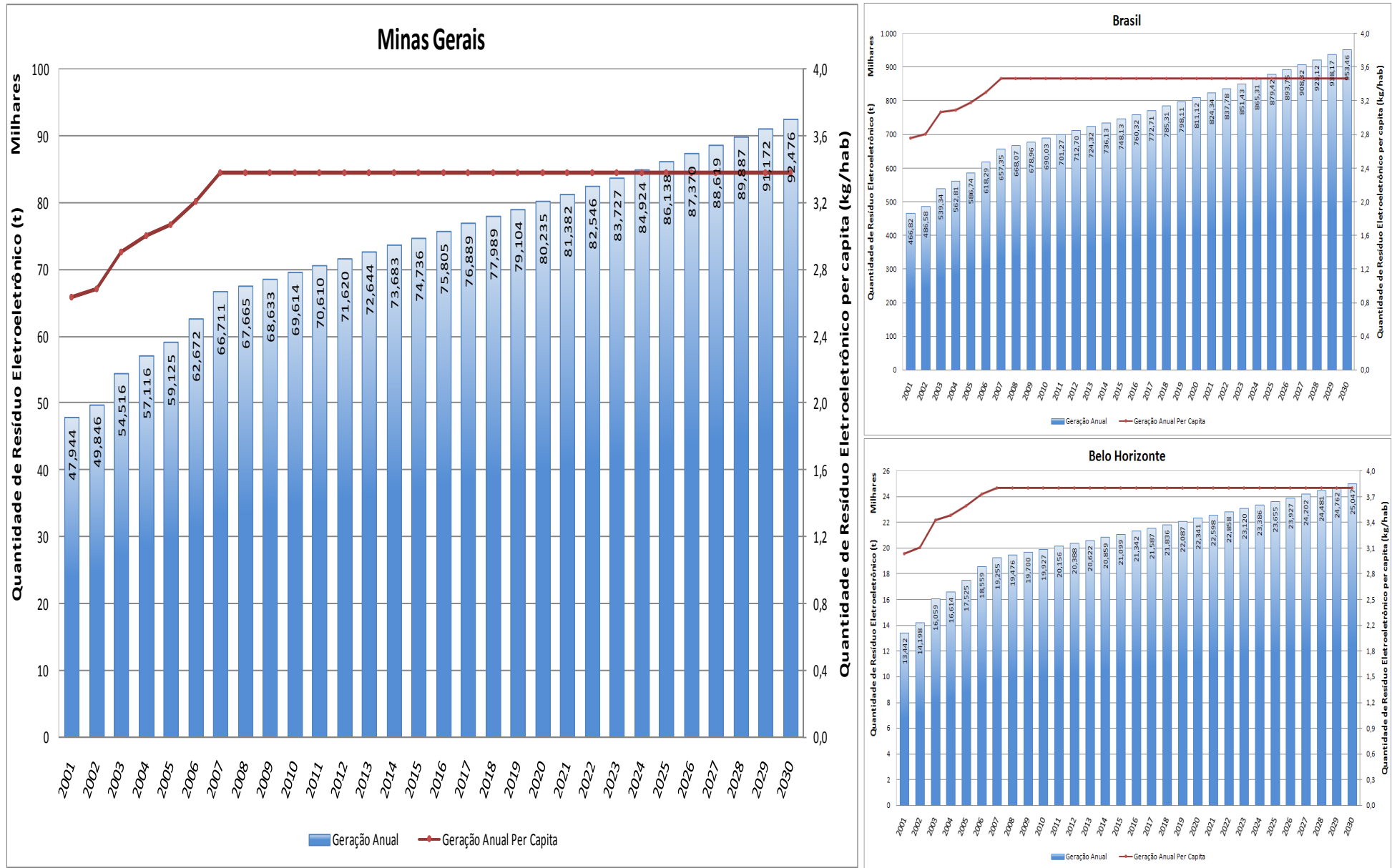
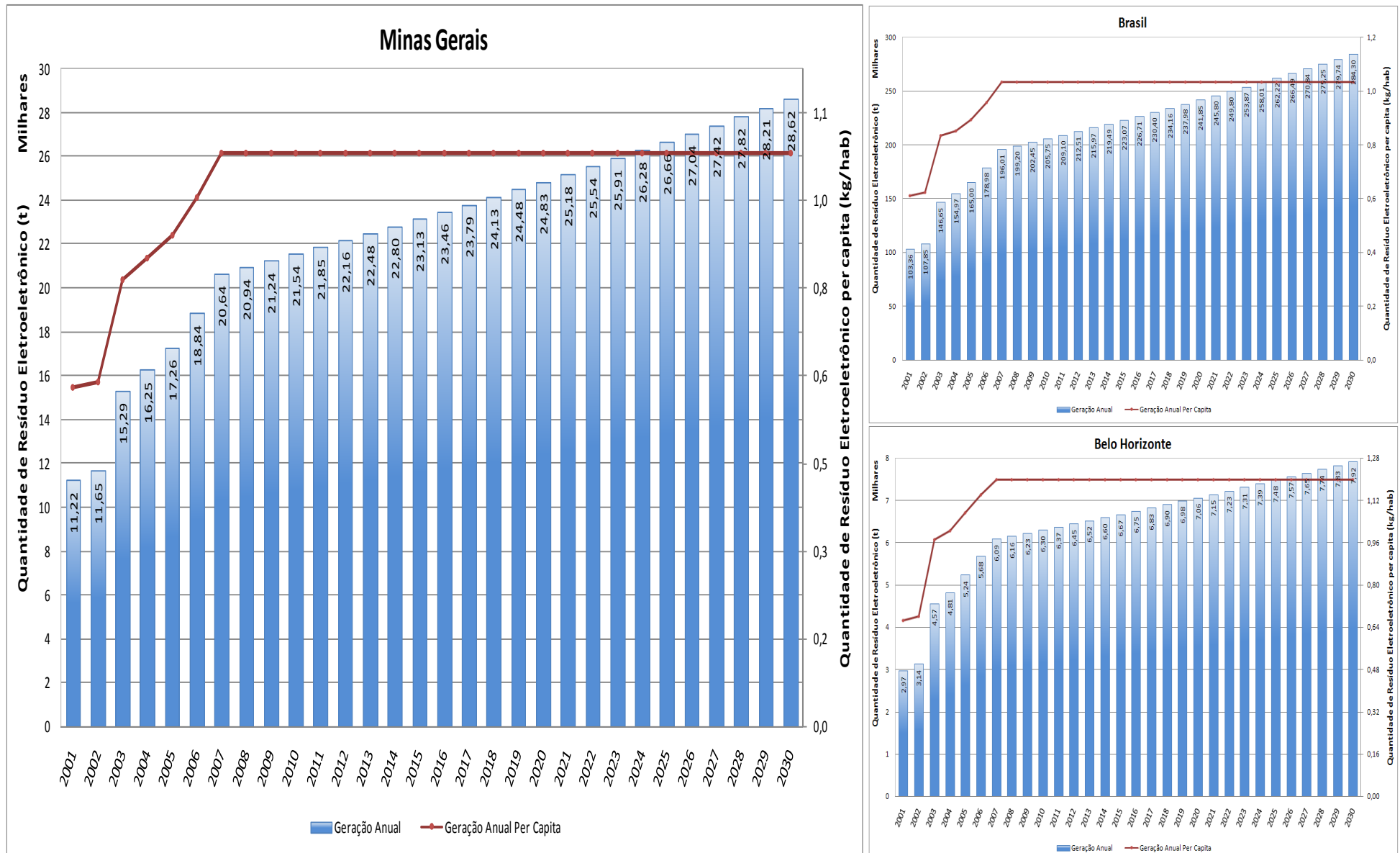


FIGURA 6.2 - Geração anual total de resíduos de telefones celular e fixo, televisão e computadores segundo Método do Consumo e Uso



Vale ressaltar que foi considerado, neste trabalho, que cada domicílio possui apenas 1 dispositivo de cada tipo. Deve-se lembrar que esta é uma hipótese conservadora, já que pode-se esperar que em residências existam mais de 1 equipamento do mesmo tipo (exemplo: telefones celulares). Desta forma, deve-se prever que a geração anual e acumulada de REEs apresentada aqui é subestimada, e que os números estimados podem ser ainda maiores.

Para o caso dos telefones celulares, pode-se prever uma nova situação, com a estimativa, a partir de dados anuais já apresentados de vendas e dispositivos existentes, o número de equipamentos por domicílio. Tem-se que, no Brasil, em Minas Gerais e em Belo Horizonte, há, respectivamente, 0,80, 2,25 e 1,18 celulares/domicílio (valores de 2007 para Brasil e Minas Gerais e de 2008 para Belo Horizonte). Comparativamente aos resultados anteriormente estimados (situação anterior), temos os valores do quadro a seguir.

QUADRO 6.3 - Comparação da geração de resíduos de celulares para Brasil, Minas Gerais, Belo Horizonte

Região	Média Anual (t)		Acumulado em 2030 (t)	
	Situação anterior	Nova Situação	Situação anterior	Nova Situação
Brasil	2.018	2.888	56.509	144.396
Minas Gerais	205	819	5.729	40.970
Belo Horizonte	64	105	1.787	5.226

Este quadro mostra que os valores, calculados a partir de dados de vendas para Brasil, Minas Gerais e Belo Horizonte, respectivamente, são aproximadamente 43%, 300% e 63% mais elevados que as estimativas anuais utilizando informações do IBGE, levando a se considerar a possibilidade de uma situação ainda mais agravante que a já apresentada.

Ainda com relação aos telefones celulares, uma terceira situação pode ser considerada para o Brasil. Pode-se estimar, a partir do valor da teledensidade (demonstra o número de telefones em serviço em cada grupo de 100 habitantes) obtido pela ANATEL (2009), novos valores para o quadro acima. Sendo a teledensidade do país, em março de 2009, igual a 80,56, e considerando-se este mesmo valor até 2030, prevê-se valores ainda maiores, conforme apresentado abaixo.

QUADRO 6.4 - Comparação entre 3 situações de geração de resíduos de telefones celulares no Brasil

Região	Média Anual		Acumulado em 2030	
	tonelada	% Situação 1	tonelada	% Situação 1
Situação 1: <i>Resultados gráficos</i>	2.018	100%	56.509	100%
Situação 2: <i>Valores de vendas</i>	2.888	143%	144.396	256%
Situação 3: <i>Teledensidade</i>	10.392	515%	436.460	772%

Em se tratando de computadores, nota-se, pela figura 4.1 anteriormente apresentada, a tendência de inverter as vendas de laptops e desktops. Até

2008, ainda tem-se mais computadores de mesa que notebooks vendidos, porém, esta diferença é cada vez menor. Para as estimativas apresentadas, considerou-se que 58% dos computadores não são portáteis, sendo que estes são aproximadamente 8 vezes mais pesados que os portáteis. Desta forma, quando houver inversão da curva, com vendas de laptops superiores às vendas de desktops, haverá redução no peso de resíduos eletroeletrônicos gerados.

Os resultados específicos de geração de REEs para cada um dos equipamentos considerados neste estudo podem ser vistos no Anexo 10.

No Anexo 11 são mostrados os resultados encontrados para as Mesorregiões de Minas Gerais.

6.3 - Estimativa da Geração de Materiais em REEs

Conforme mencionado anteriormente, os equipamentos eletroeletrônicos são compostos de diversos materiais como metais, plásticos e vidro. Vários destes materiais podem ser reaproveitados ou reciclados, e alguns deles, principalmente metais, possuem valores elevados de mercado.

A partir de dados de composição, apresentados no quadro 1.1, e de geração de REEs, apresentados nos gráficos anteriores, pode-se estimar a quantidade de cada material que será produzida até 2030. Estes resultados são apresentados nas figuras a seguir.

Para definir a categoria em que os EEs deste trabalho pertencem, foram utilizados dados retirados do Parlamento Europeu, conforme quadro abaixo.

QUADRO 6.5 - Categorias definidas para EEs

Categoria	Exemplos
Grandes eletrodomésticos	Geladeira, máquina de lavar roupa e louça, fogão, microondas
Equipamentos de informática e de telecomunicação	Computador, laptop, impressora, telefone celular, telefone fixo
Equipamentos de consumo	Televisão, DVD, vídeo

Fonte: Adaptado de Parlamento Europeu (2003b, apud Franco, 2008)

Desta forma, geladeira, freezer e máquina de lavar roupa foram considerados grandes eletrodomésticos, computador e telefones celular e fixo foram considerados equipamentos de informática e de telecomunicação, e televisão e rádio foram considerados equipamentos de consumo.

Como pode ser observado na figura 6.3, Minas Gerais gera, atualmente, 40 mil toneladas de resíduos metálicos (ferro, alumínio, cobre, chumbo, cádmio, mercúrio, ouro, prata, paládio e índio) provenientes dos equipamentos considerados neste estudo. Deste total, 29% é produzido na Região Metropolitana de Belo Horizonte, e 401 mil toneladas é proveniente de todo o Brasil.

Em se tratando de plásticos, são gerados, atualmente, a partir dos REEs, 164 mil toneladas, 16,7 mil toneladas e 4,8 mil toneladas, respectivamente, no Brasil, em Minas Gerais e na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

No caso de vidros, a produção de resíduos provenientes de EEs atual para Brasil, Minas Gerais e Região Metropolitana de Belo Horizonte é de, respectivamente, 60 mil toneladas, 6,3 mil toneladas e 1,8 mil toneladas.

A partir destes valores, projeta-se, para o ano de 2030, a geração anual de 563 mil toneladas de metais, 230 mil toneladas de plásticos e 84 mil toneladas de vidros, apenas de REEs no Brasil. Para o caso de Minas Gerais, estes valores são, respectivamente, 54,2 mil toneladas, 22,6 mil toneladas e 8,5 mil toneladas. Pode-se considerar, também, que, dos resíduos produzidos no estado, 27% de cada tipo é gerado apenas na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Cogita-se, também, que, em 2030, no caso do não aproveitamento ou reciclagem destes resíduos, haverá, dispostos no Brasil, em Minas Gerais e na Região Metropolitana de Belo Horizonte, cerca de 13 milhões de toneladas, 1,3 milhões de toneladas e 365 mil toneladas de metais provenientes de REEs. No caso de plásticos, estes valores são de 5,4 milhões de toneladas, 542 mil toneladas e 152 mil toneladas, respectivamente. As estimativas para vidros são de 1,9 milhões de toneladas, 203 mil toneladas e 56 mil toneladas para o país, o estado e a Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Os resultados divididos em tipo de metal, tipo de plástico e tipo de vidro são apresentados no anexo 12.

A partir destas colocações, mostra-se imprescindível o estímulo ao reuso e reciclagem dos componentes provenientes dos equipamentos eletroeletrônicos, a fim de se reduzir a quantidade de resíduos a serem dispostos em aterros e lixões, e contribuir para a diminuição da exploração dos recursos naturais.

7 - Conclusão

A partir dos dados secundários obtidos, foi possível visualizar as curvas de geração dos resíduos eletroeletrônicos no estado de Minas Gerais, em t/ano e kg/hab, até o ano de 2030.

Além disto, sempre que possível, foi estabelecida uma análise comparativa, em termos quantitativos, do estado de Minas Gerais em relação ao Brasil e à Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Os resultados apresentados referiram-se basicamente à geração de resíduos eletroeletrônicos em domicílios, em função do baixo índice de retorno das empresas públicas e privadas aos questionários enviados.

Os resultados apresentados dos quantitativos de geração de resíduos eletroeletrônicos ressaltam a necessidade de:

- Participação efetiva das empresas públicas e privadas no fornecimento de informações relativas à geração e gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos;
- Definição de políticas eficientes para a redução dos impactos ambientais advindos do provável gerenciamento inadequado dos resíduos eletroeletrônicos.

Para elaboração e implementação destas políticas deve-se considerar a participação efetiva dos seguintes agentes:

- Produtores, importadores e distribuidores de equipamentos eletroeletrônicos;
- consumidores e usuários (população em geral, empresas públicas e privadas);
- dos envolvidos nas atividades de coleta (sistemas de limpeza pública, catadores de recicláveis, empresas de coleta e transporte privado);
- das empresas, entidades e associações envolvidas nas atividades de desmontagem, recuperação e acondicionamento (centros de acondicionamento, catadores de recicláveis, sucateiros intermediários, assistências técnicas e indústrias) e;
- também dos envolvidos nas atividades de disposição final (Prefeituras Municipais e empresas públicas e privadas).

8 - Referências Bibliográficas

- ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em <http://www.Abinee.org.br/>. Acesso em 12 de março de 2009.
- ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Panorama Econômico e Desempenho Setorial. 2008
- ABREU, L.B., PALHARES, M.C.. O destino do Lixo. s.d. 6p.
- AGARWAL, R., RANJAN, R., SARKAR, P. Scrapping the hi-tech myth: computer waste in India. Toxics Link, New Delhi. 2003.
- AMESEIXAL - Agência Municipal de Energia do Seixal. Disponível em <http://www.cm-eixal.pt/ameseixal/municipe/utilizacaoRacionalEnergia/Documentos/MaquinaLavarRoupa.pdf>. Acesso em 07 de abril de 2009.
- ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações. Disponível em <HTTP://www.anatel.gov.br>. Acesso em 06 de maio de 2009.
- ARROW BRASIL. Disponível em http://www.arrowbrasil.com.br/blocos_noticiosos/noticias_260808.html. Acesso em 18 de fevereiro de 2009.
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Disponível em <http://www.almg.gov.br/index.asp?grupo=estado&diretorio=munmg&arquivo=municipios>. Acesso em 13 de março de 2009.
- BACCINI, P. & BADER, H.P.. Regionaler Stoffhaushalt, Erfassung, Bewertung und Steuerung. Heidelberg, Berlin. Oxford, Spektrum Akademischer Verlag GmbH.
- BONDFARO. Disponível em <http://www.bondfaro.com.br>. Acesso em 07 de abril de 2009.
- BRASIL.COM.BR. Disponível em http://www.brasil.com.br/site/conteudo/index.php?in_secao=11&in_conteudo=3. Acesso em 09 de março de 2009.
- BRIGDEN, K., LABUNSKA, I., DADNTILLO, D., and ALLSOPP, M. Recycling of electronic wastes in China & India: workplace & environmental contamination. Greenpeace International. 2005.
- CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em http://www.cempre.org.br/serv_eletroeletronicos.php. Acesso em 19 de março de 2009.
- CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. Evolução da Coleta Seletiva e Reciclagem no Brasil. Audiência Senado Federal. 2007. 35p.
- CETIC - Comitê Gestor da Internet no Brasil. Disponível em <http://www.cetic.br/>. Acesso em 30 de março de 2009.

- CIA WORLD FACTBOOK. Disponível em <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>. Acesso em 25 de março de 2009.
- DEPARTMENT OF LABOR. Hexavalent Chromium, Hazard Recognition, in: <http://www.osha.gov/SLTC/hexavalentchromium/recognition.html>, accessed on the 29.08.2006. U.S. Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration. 2005.
- DIAMANTINA. Disponível em <http://www.diamantina.com.br/index.cfm?link=acidade>. cfm. Acesso em 13 de março de 2009.
- EMPA. Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares - Gestión de Resíduos Electrónicos en Colombia. Informe Final. 2008.
- EMPA. Diagnóstico Del Manejo de los Residuos Electrónicos en El Peru. Informe Final. 2008.
- EMPA. E-Waste Composition - Material Composition. Disponível em http://ewasteguide.info/material_composition. Acesso em 19 de maio de 2009.
- EPA - US Environmental Protection Agency. Eletronic Waste Management in the United States. Approach 1 e 2, 2007.
- EPA - US Environmental Protection Agency. Ozone Depletion: Regulatory Programs. Disponível em: <http://epa.gov/ozone/title6/608/disposal/household.html>. Acesso em 01 de março de 2008.
- ESTADO DE MINAS. Grande BH puxa o PIB de Minas Gerais. Disponível em http://www.uai.com.br/UAI/html/sessao_4/2009/01/11/em_noticia_interna,id_sessao=4&id_noticia=94923/em_noticia_interna.shtml. Acesso em 09 de março de 2009.
- E.U. DIRECTIVE 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. EU Commission. 2002b.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Programa Minas Sem Lixões. s.d.
- FGV - Fundação Getúlio Vargas. Tecnologia de Informação. 19ª Pesquisa Anual. 2008. Disponível em <http://www.fgvsp.br/cia/pesquisa>. Acesso em 20 de março de 2009.
- FRANCO, R.G.F.. Protocolo de Referência para Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos Domésticos para o Município de Belo Horizonte. Dissertação - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Engenharia, Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Belo Horizonte. 2008. 162p.

- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Belo Horizonte e Betim entre os 20 maiores PIBs do Brasil. Disponível em http://www.fjp.mg.gov.br//index.php?option=com_content&task=view&id=560&Itemid=125. Acesso em 09 de março de 2009.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. PIB Minas Gerais - 4º Trimestre de 2006. Informativo - CEI. Belo Horizonte. 2007.
- GOVERNO ELETRÔNICO. Disponível em <http://www.governoeletronico.gov.br/noticias-e-eventos/noticias/belo-horizonte-ganha-centro-de-recondicionamento-de-computadores>. Acesso em 23 de março de 2009.
- GOVERNO FEDERAL. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/pais/>. Acesso em 09 de março de 2009.
- GOVERNO MUNICIPAL DE UBERABA. Disponível em http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=67. Acesso em 16 de março de 2009.
- GRANBEL - Associação dos Municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Disponível em http://www.granbel.com.br/IM_maparmbh.asp#. Acesso em 29 de abril de 2009.
- HORNER, R.E., GERTSAKIS, J.A.. Literature Review on the Environmental and Health Impacts of Waste Electrical and Electronic Equipment, Relatório preparado para Ministry for the Environment New Zealand Government. 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em março de 2009.
- INDEX MUNDI. Disponível em <http://www.indexmundi.com/pt/>. Acesso em 23 de março de 2009.
- INSTITUTE OF TOXICOLOGY. Director: Prof. Dr. Martin Göttlicher, in: http://www.gsf.de/neu/Wir_ueber_uns/jahresbericht/2003/227_230_2003.pdf#search=%22kupfer%20toxikologie%22, accessed on the 29.08.2006. Neuherberg. 2005.
- INSTITUTO LIXO E CIDADANIA. Disponível em <http://www.lixoecidadaniapr.org.br/index.php>. Acesso em 18 de março de 2009.
- IPD - Instituto de Política e Democracia. Disponível em <http://www.politica-democracia.com/al-america-latina/ind-gini.htm>. Acesso em 23 de março de 2009.
- IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Nota Técnica No 14 - O Índice de Gini como medida de concentração de renda. 2006. Disponível em http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/notas_tecnicas/NT_14.pdf. Acesso em 23 de março de 2009.

- ITEC - Instituto de Tecnologia em Informática e Informação do Estado de Alagoas. Disponível em <http://www.itec.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias-nacionais/vendas-de-computador-subiram-46/>. Acesso em 25 de fevereiro de 2009.
- KANG, H.Y., SHOENUNG J.M.. Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options. *Resources Conservation & Recycling*, Elsevier, v.45, p.368-400. 2005.
- KELLER, M. Assessment of gold recovery from Printed Wiring Boards in Bangalore, India and evaluation of an alternative recycling path. Master thesis, Department of environmental sciences, Federal Institute of Technology, ETH, Zurich. 2006.
- LEE, J.C., SONG, T.H., YOO, M.J. Present status of the recycling of waste electrical and electronic equipment in Korea. *Resources, conservation & Recycling*, Elsevier, v.50, p.380-397. 2007.
- LOCAWEB. Disponível em http://residuosindustriais1.locaweb.com.br/index.php?fnc=ver_noticia&id_noticia=244. Acesso em 23 de março de 2009.
- MENAD, N., BJORKMAN, B., ALLAIN, E.G.. Combustion of plastics contained in electric and electronic scrap. *Resources Conservation and Recycling*, Elsevier, v.24, p.65-85. 1998.
- MONTES CLAROS. Disponível em http://www.montesclaros.mg.gov.br/cidade/aspectos_gerais.htm. Acesso em 13 de março de 2009.
- NOGUEIRA, R.C., ROCHA, M.S.. Auditoria em Sistemas de Limpeza Pública Urbana. X Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas. 2005. 16p.
- PARLAMENTO EUROPEU. RoHs. Directiva 2002/95/CE do Parlamento Europeu do Conselho de 27 de janeiro de 2003: relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos, 2003b.
- PLANETA SUSTENTÁVEL. Disponível em http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo_396142.shtml. Acesso em 18 de fevereiro de 2009.
- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em http://www.pnud.org.br/popup/pop.php?id_pop=97. Acesso em 23 de março de 2009.
- PREFEITURA DE TEOFILO OTONI. Disponível em <http://www.teofilootoni.mg.gov.br/index.php?p=paginas&id=18>. Acesso em 16 de março de 2009.
- PROFESSOR PAULINHO. Disponível em http://www.professorpaulinho.com.br/Dicas/Mapas/Brasil/minas_gerais.jpg. Acesso em 24 de março de 2009.

- RECESA. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos. Guia do Profissional em Treinamento. Nível 1. s.d. 72p.
- RISCKSECTOR. Disponível em <http://www.risksector.com.br/noticia.htm?137>. Acesso em 25 de fevereiro de 2009.
- RODRIGUES, A.C.. Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos: estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. Dissertação - Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. São Paulo. 2007. Apud FRANCO, R.G.F.. Protocolo de Referência para Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos Domésticos para o Município de Belo Horizonte. Dissertação - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Engenharia, Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Belo Horizonte. 2008. 162p.
- ROMAN, G.. Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica. Instituto Politécnico Nacional México, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo México D.F. 2007.
- SILICON VALLEY TOXICS COALITION. Poison PCs and Toxic TVs, Californians Against Waste and Materials for the Future, 2004. Apud FRANCO, R.G.F.. Protocolo de Referência para Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos Domésticos para o Município de Belo Horizonte. Dissertação - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Engenharia, Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Belo Horizonte. 2008. 162p.
- SOUZA, Joseane. A Expansão Urbana de Belo Horizonte e da Região Metropolitana de Belo Horizonte: O Caso Específico do município de Ribeirão das Neves. Tese de doutorado. Cedeplar/UFMG. 2008.
- STEUBING, Bernhard. E-waste Generation in Chile. Situation analysis and an estimation of actual and future computer waste quantities using material flow analysis. Master´s thesis. 2007.83p.
- STREICHER-PORTE, M.. E-waste workshop. Empa-Swiss Federal Laboratories for Material Testing and Research. Belo Horizonte, 02 e 03 de março de 2009.
- TELECO. Disponível em <http://www.teleco.com.br/>. Acesso em 19 de março de 2009.
- TELELISTAS.NET. Disponível em <http://www.telelistas.net>. Acesso em 12 de março de 2009.
- UNIVERSO AMBIENTAL. Disponível em http://www.universoambiental.com.br/novo/artigos_ler.php?canal=2&canallocal=2&canalsub2=4&id=40&pagina=2. Acesso em 17 de março de 2009.

UOL. Disponível em <http://pcworld.uol.com.br/noticias/2008/04/10/brasil-ja-e-o-quinto-no-mundo-em-numero-de-pcs-vendidos/>. Acesso em 18 de fevereiro de 2009.

UOL. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u496493.shtml>. Acesso em 18 de fevereiro de 2009.

WIKIPEDIA. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/>. Acesso em 09 de março de 2009.

YU, M.-H. Environmental toxicology : biological and health effects of pollutants. Boca Raton, CRC Press. 2005.

9 - ANEXOS

ANEXO A.1 - Mesorregiões de Minas Gerais

- A.1.1 - Campo das Vertentes
- A.1.2 - Central Mineira
- A.1.3 - Jequitinhonha
- A.1.4 - Metropolitana de Belo Horizonte
- A.1.5 - Noroeste de Minas
- A.1.6 - Norte de Minas
- A.1.7 - Oeste de Minas
- A.1.8 - Sul e Sudoeste de Minas
- A.1.9 - Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba
- A.1.10 - Vale do Mucuri
- A.1.11 - Vale do Rio Doce
- A.1.12 - Zona da Mata

ANEXO A.2 - Principais Municípios de Minas Gerais

- A.2.1 - Conselheiro Lafaiete
- A.2.2 - Diamantina
- A.2.3 - Divinópolis
- A.2.4 - Governador Valadares
- A.2.5 - Ipatinga
- A.2.6 - Juiz de Fora
- A.2.7 - Manhuaçu
- A.2.8 - Montes Claros
- A.2.9 - Muriaé
- A.2.10 - Paracatu
- A.2.11 - Passos
- A.2.12 - Poços de Caldas
- A.2.13 - Pouso Alegre
- A.2.14 - Teófilo Otoni
- A.2.15 - Uberaba
- A.2.16 - Uberlândia
- A.2.17 - Varginha

ANEXO A.3 - Associados da Abinee

- A.3.1 - Informática
- A.3.2 - Telecomunicações
- A.3.3 - Utilidades Domésticas
- A.3.4 - Associados em Minas Gerais

ANEXO A.4 - Questionário

ANEXO A.5 - Transporte Privado em Minas Gerais

ANEXO A.6 - Catadores de Materiais Recicláveis

ANEXO A.7 - Assistências Técnicas em Minas Gerais

ANEXO A.8 - Sucateiros em Minas Gerais

ANEXO A.9 - Principais Produtores e Distribuidores no Brasil

ANEXO A.10 - Geração de REE por Equipamento

ANEXO A.11 - Geração de REE nas Mesorregiões de Minas Gerais

ANEXO A.12 - Geração de Materiais de REE