



III-224 - ESTUDO DOS DETERMINANTES DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MINAS GERAIS

Magnus Martins Caldeira⁽¹⁾

Engenheiro Civil (UFMG). Especialista em Gestão e Manejo Ambiental Agrícola (UFLA). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG). Atua como Engenheiro Civil na Prefeitura Municipal de Santana do Paraíso-MG e como Professor Universitário na UNIPAC Vale do Aço.

Sonaly Rezende

Engenheira Civil. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Doutora em Demografia. Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG.

Léo Heller

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Sanitária. Doutor em Epidemiologia. Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Milton Campos, 216, ap602, bairro Cidade Nobre, Ipatinga-MG, Brasil; CEP 35.162-393; tel.: +55 (31) 3826 1368; e-mail: magnusmcaldeira@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal estudar o papel dos determinantes geográficos, demográficos e socioeconômicos na realidade da disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) nos municípios de Minas Gerais. O ano-base da pesquisa foi o ano 2000, pois as principais fontes de dados foram o Censo Demográfico de 2000 (IBGE, 2000a) e a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000 (IBGE, 2000b). Foram trabalhadas diversas variáveis explicativas de cunho municipal em modelos estatísticos de regressão, relacionando-as à variável resposta “*percentual de RSU adequadamente disposto no município*”. O modelo final de regressão foi constituído pelas variáveis PIB per capita e porte populacional, ambas apresentando diferenciais bastante amplos entre as suas categorias extremas, corroborando com a constatação de desigualdades intraestaduais bem acentuadas. Os resultados permitiram delinear o cenário da disposição final dos RSU, onde a inexistência de um serviço adequado é mais comum em municípios das mesorregiões Norte, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Vale do Rio Doce.

PALAVRAS-CHAVE: disposição final de resíduos sólidos urbanos; determinantes geográficos, demográficos e socioeconômicos.

INTRODUÇÃO

Em janeiro de 2007 o Setor de Saneamento do Brasil conheceu seu marco de referência, definido pela Lei 11.445, que contém as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Este texto trata dos mais diversos aspectos concernentes ao setor, incorporando e integrando conceitos, princípios e diretrizes relativos aos serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos. Para esta última temática, a referida Lei estabelece atividades de coleta, transporte, transbordo, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos domésticos (BRASIL, 2007).

A titularidade dos serviços públicos de saneamento pertence aos municípios, assim foi definido no texto da Constituição Federal de 1988. As prefeituras e a coletividade têm o dever de prover o acesso de toda a população à adequadas soluções sanitárias, promovendo, deste modo, boas condições de saúde pública e de qualidade ambiental aos habitantes (BRASIL, 2005).

No entanto uma parcela significativa da população brasileira não é atendida adequadamente pelos serviços públicos relativos aos RSU. A carência presente em muitos municípios, em relação à ausência de disposição final adequada dos RSU, acarreta impactos negativos nas comunidades próximas, cabendo destacar a maior incidência de doenças e as conseqüentes mazelas sociais e econômicas para as famílias afligidas.



A Cobertura dos Serviços de Saneamento e seus Determinantes

São vários os autores que abordam a questão da cobertura dos serviços de saneamento no Brasil, e em geral apontam um quadro de carência na prestação destes serviços. Costa (2007), por exemplo, dissertando sobre aspectos conjunturais do saneamento no Brasil, destaca que apesar da cobertura dos serviços ter aumentado recentemente, ainda existe uma considerável parcela da população urbana fadada à exclusão sanitária. Esta população é constituída pelas camadas de mais baixa renda, em geral, habitando áreas precárias sob o ponto de vista da adequada infra-estrutura urbana.

Estudando a questão das políticas do setor de saneamento, Dias, Borja e Moraes (2004), apresentam as condições sanitárias em áreas de ocupação espontânea, revelando a forte correlação da distribuição espacial da população com os padrões de desigualdade social, o que estaria associado às disparidades sócio-econômicas características do País. Segundo os autores, o entendimento desses aspectos deve ser relacionado às condições sanitárias existentes, para melhor subsidiar os processos de formulação e consolidação das políticas públicas de saneamento nos assentamentos carentes de serviços públicos essenciais.

Heller e Castro (2007) afirmam que para um melhor entendimento da dinâmica de ações e resultados do setor de saneamento, deve-se somar à abordagem tecnológica o caráter de política pública setorial que o saneamento apresenta. Tal conjunção de visões é que poderá levar à proposição de soluções que consigam eliminar o déficit de cobertura dos serviços públicos, pois a mera alegação de falta de recursos financeiros não fundamenta esta carência de atendimento. Os autores conferem importância ao entendimento dos condicionantes sistêmicos, que são os processos sociais, políticos, econômicos, culturais e demográficos que determinam tanto as políticas quanto os seus beneficiários.

Ao analisarem a gestão ambiental em resíduos sólidos no Brasil, Brollo e Silva (2001) apontaram a existência de um quadro de degradação social e ambiental, em especial nas áreas de mais baixa renda, onde grande parcela da população convivia com a disposição inadequada em terrenos ou cursos d'água próximos. Esta ausência tem sido apontada como uma grande falha da atuação municipal no gerenciamento dos resíduos sólidos.

Compartilham desta constatação D'Almeida (2000), que também afirmam que a composição e a quantidade de resíduos sólidos gerados nos municípios estão associadas ao seu porte populacional e grau de desenvolvimento econômico. Estes autores destacam os desafios relativos ao manejo dos resíduos sólidos em grandes centros urbanos, onde a quantidade de resíduos sólidos gerados e a dificuldade de se viabilizar áreas para sua disposição são aspectos de máxima relevância; também em pequenas cidades, graças às carências financeiras e administrativas que lhes são peculiares.

METODOLOGIA

Este estudo trabalhou estatisticamente variáveis explicativas geográficas, demográficas e socioeconômicas, objetivando o conhecimento sobre os determinantes relativos à disposição final dos RSU nos municípios de Minas Gerais. Foram feitas análises descritivas para cada variável explicativa em separado, finalizando com um modelo de regressão linear múltipla, que trabalhou a variável resposta percentual de RSU adequadamente disposto para os municípios mineiros.

Fontes de Dados

Foram analisadas fontes de dados secundários disponíveis, visando à seleção das variáveis pertinentes e que foram posteriormente trabalhadas para comporem o banco de dados. Em virtude da disponibilidade e das características dos dados, em especial os relativos às pesquisas do IBGE, adotou-se como referência temporal das análises o ano 2000.

As fontes de dados utilizadas foram:

- IBGE - Censo Demográfico de 2000 (microdados);
- IBGE - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 2000;
- Fundação João Pinheiro - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2003;
- Associação Mineira dos Municípios. – Anuário Mineiro dos Municípios 2006.



Elaboração do Banco de Dados

Após a escolha das variáveis nas suas respectivas fontes foi construído um banco de dados relativo aos municípios de Minas Gerais (ver **Tabela 1**). Muitas variáveis originais foram modificadas, tendo seus dados remodelados de maneira a se adequarem às necessidades das análises posteriores. Também foram elaboradas novas variáveis a partir das originalmente disponibilizadas nas fontes, em especial a variável resposta. Algumas variáveis pré-selecionadas foram depois descartadas, após a constatação da não utilidade ou então da não adequação das mesmas ao trabalho de pesquisa. O software utilizado para a criação dos bancos de dados e também nas análises descritivas e de regressão linear foi o SPSS 11.5 for Windows, da SPSS Inc., licenciado para o CEDEPLAR – Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG.

A variável resposta percentual de RSU adequadamente disposto no município foi construída a partir dos dados da PNSB 2000. Como formas de disposição final consideradas adequadas têm-se, a partir das categorias originais da PNSB 2000: aterro controlado, aterro sanitário, estação de compostagem, estação de triagem e reciclagem, e incineração. Já a disposição final considerada inadequada foi constituída pelo seguintes itens: locais não fixos, outros locais, vazadouros a céu aberto, e vazadouros em área alagadas.

Tabela 1 – Variáveis do Banco de Dados para os Municípios de Minas Gerais

	<i>variável</i>	<i>categorias</i>	<i>função na pesquisa</i>	<i>fonte dos dados básicos</i>
1	percentual de RSU adequadamente disposto no município	(variável numérica contínua)	resposta	IBGE - Censo Demográfico de 2000 e PNSB 2000
2	IDH	Alto Médio	explicativa	FJP - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil
3	PIB per capita (em R\$)	até 2.200,00 2.200,00 a 2.700,00 2.700,00 a 3.500,00 3.500,00 a 4.700,00 mais de 4.700,00	explicativa	FJP – planilhas no endereço eletrônico da instituição
4	porte populacional (em número de habitantes)	até 5.000 5.001 a 10.000 10.001 a 20.000 20.001 a 50.000 50.001 a 100.000 100.001 a 500.000 mais de 500.000	explicativa	IBGE - Censo Demográfico de 2000
5	grau de urbanização	até 20% 20 a 40% 40 a 60% 60 a 80% mais de 80%	explicativa	IBGE - Censo Demográfico de 2000
6	tempo de emancipação (em anos)	até 40 40 a 50 50 a 65 mais de 65	explicativa	AMM - Anuário Mineiro dos Municípios 2006

**Tabela 1 – Variáveis do Banco de Dados para os Municípios de Minas Gerais – continuação**

7	mesorregião de MG	Campo das Vertentes	explicativa	IBGE - Censo Demográfico de 2000
		Central Mineira		
		Jequitinhonha		
		Metropolitana de Belo Horizonte		
		Noroeste de Minas		
		Norte de Minas		
		Oeste de Minas		
		Sul/Sudoeste de Minas		
		Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba		
		Vale do Mucuri		
		Vale do Rio Doce		
		Zona da Mata		

Análises Descritivas

Com o banco de dados municipal devidamente estruturado, procedeu-se às análises descritivas das variáveis, visando ao conhecimento e à interpretação dos principais parâmetros estatísticos e também das distribuições de frequência de cada categoria. Apesar de se constituir em um estudo ainda preliminar, a análise descritiva já permite antever um esboço das grandes desigualdades e diferenciações existentes entre os municípios mineiros em relação à disposição final.

Análises de Regressão Linear

Foram realizadas análises estatísticas de regressão, objetivando o conhecimento do impacto do conjunto de variáveis explicativas sobre a variável resposta. As análises iniciaram-se com a etapa de regressões simples, para cada variável explicativa em separado, e seguiram com as regressões múltiplas, fazendo trabalhar o conjunto de variáveis. O nível de significância estatística adotado foi o valor tradicional de 5% ($\alpha = 0,05$). Já como critério seletivo para uma variável e/ou categoria prosseguir na modelagem (da simples para a múltipla), adotou-se a análise do p-valor (prossegue se $p \leq 0,20$), que é um critério reportado pela literatura e utilizado em diversos artigos. Executaram-se também análises de correlação entre as variáveis explicativas municipais, fornecendo assim mais elementos para a escolha das variáveis e categorias que continuarão a ser trabalhadas, e visando-se também evitar os efeitos de colinearidade e confundimento nos modelos (KASHIGAN, 1991).

RESULTADOS

Análise Descritiva Preliminar

Ao analisar o percentual médio de disposição final adequada segundo as mesorregiões de Minas Gerais, fica patente o elevado diferencial entre as mesorregiões Sul/Sudoeste e Vale do Jequitinhonha, da ordem de mais de 11 vezes, além do caso específico do Vale do Mucuri, onde a totalidade dos resíduos sólidos domiciliares produzidos não recebe destino final adequado (ver **Figura 1**).

Na **Tabela 2** tem-se a distribuição dos municípios mineiros segundo categorias de percentual dos RSU adequadamente disposto. Duas questões chamam a atenção: a enorme proporção de municípios (cerca de 76% deles) com menos de 25% de disposição final adequada; e a significativa parcela de municípios que destina adequadamente mais de 75% (cerca de 17% dos municípios). Estes dados levam ao questionamento sobre as causas de tal realidade de desigualdade entre as municipalidades do Estado, motivando o estudo dos determinantes deste cenário.

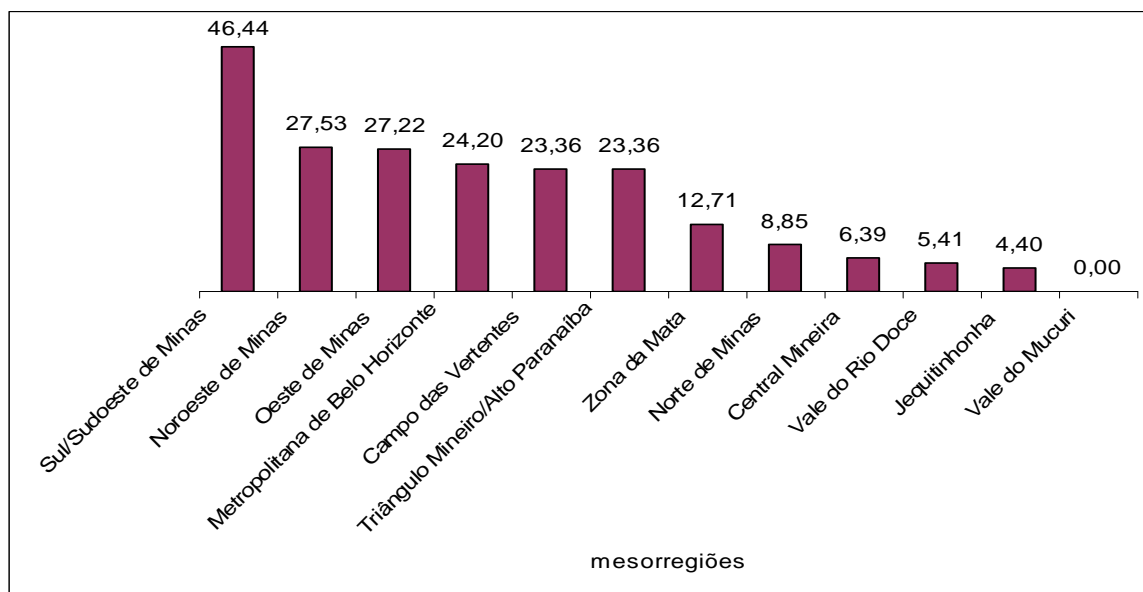


Figura 1 – Percentual médio de disposição final adequada dos RSU segundo a variável mesorregiões de Minas Gerais no ano 2000

Fonte dos dados básicos: IBGE – Censo Demográfico de 2000 e Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.

Tabela 2 - Distribuição de frequência dos municípios segundo o percentual de disposição final adequada dos RSU para Minas Gerais no ano 2000

<i>percentual de disposição adequada</i>	<i>municípios</i>	<i>proporção(%)</i>
até 25%	588	76,5
25 a 50%	17	2,2
50 a 75%	30	3,9
75 a 100%	134	17,4
total	769	100,0

Fonte dos dados básicos: IBGE - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.

Em relação à variável PIB per capita, nota-se uma desigualdade muito elevada entre os quintis extremos, com um gradiente bem claro entre as categorias, como mostrado na **Figura 2**. Tais dados corroboram a premissa de que a situação econômica municipal guarda forte relação com a realidade sanitária da população residente e com as condições ambientais do município.

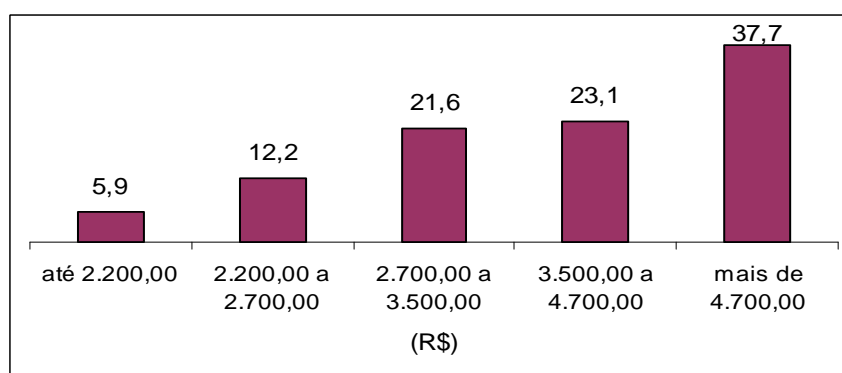


Figura 2 – Percentual médio de disposição final adequada dos RSU segundo a variável PIB per capita para Minas Gerais no ano 2000

Fonte dos dados básicos: FJP, 2007; IBGE - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.



A **Figura 3** mostra que um diferencial elevado também se apresenta entre as categorias extremas da variável porte populacional. Quanto mais populoso o município maior a proporção dos RSU adequadamente dispostos. As razões para tal tendência podem ser encontradas no processo histórico de urbanização do País, com a concentração populacional e de recursos econômicos nas capitais e maiores cidades dos estados, o que demandou e também possibilitou promoverem um maior alcance para as soluções sanitárias.

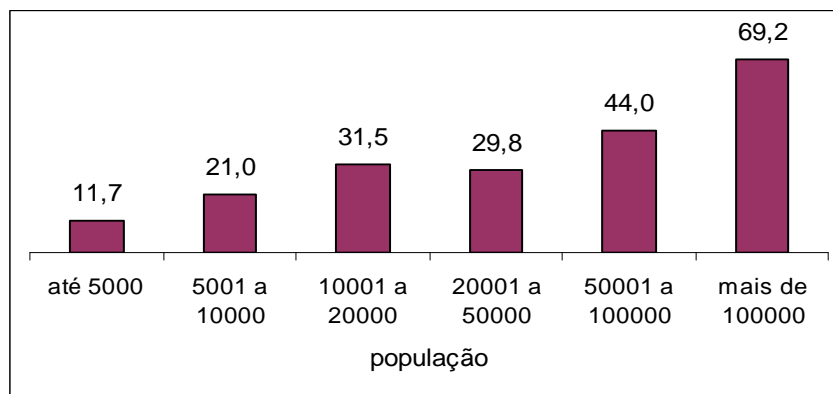


Figura 3 – Percentual médio de disposição final adequada dos RSU segundo a variável porte populacional para Minas Gerais no ano 2000

Fonte dos dados básicos: IBGE – Censo Demográfico 2000; IBGE - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.

Análise de Regressão Linear Múltipla

Após tentativas de ajustes da modelagem, optou-se pela exclusão das variáveis IDH, grau de urbanização e tempo de emancipação, uma vez que várias de suas categorias se mostraram não significativas. A **Tabela 3** mostra o resultado final para o modelo de regressão linear múltipla para o conjunto de variáveis municipais, que acabou constituído apenas por duas preditoras: PIB per capita e porte populacional. Verifica-se a significância de praticamente todas as categorias destas duas variáveis, e também um claro gradiente entre os valores dos coeficientes B da regressão. Chama a atenção o elevado diferencial entre as faixas extremas, especialmente para a variável porte populacional (da ordem de 47 vezes).

Tabela 3 – Regressão linear múltipla entre a variável resposta percentual de disposição final adequada dos RSU no município e o conjunto de variáveis explicativas para Minas Gerais no ano 2000

<i>variável - categorias</i>	<i>coeficiente B</i>	<i>t</i>	<i>p-valor</i>
(PIB per capita)			
até 2.200,00		categoria referência	
2.200,00 a 2.700,00	6,218	1,60	0,11
2.700,00 a 3.500,00	13,580	3,54	0,00
3.500,00 a 4.700,00	12,991	3,25	0,00
mais de 4.700,00	22,743	5,46	0,00
(porte populacional)			
até 5.000		categoria referência	
5.001 a 10.000	7,430	2,27	0,02
10.001 a 20.000	14,948	3,81	0,00
20.001 a 50.000	11,243	2,23	0,03
50.001 a 100.000	21,353	3,18	0,00
mais de 100.001	47,808	5,51	0,00

Fonte dos dados básicos: IBGE – Censo Demográfico 2000; IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000; FJP - Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil 2003; AMM - Anuário Mineiro de Municípios 2006.



CONCLUSÕES

Minas Gerais é um estado brasileiro que apresenta grande diversidade entre os seus municípios constituintes, possuindo realidades muito diferentes no que diz respeito aos aspectos sociais, demográficos, políticos e econômicos. Em relação aos RSU, tem-se uma grande diferenciação intraestadual no que diz respeito à situação da *disposição final*.

O modelo final de regressão foi constituído pelas variáveis PIB per capita e porte populacional, ambas apresentando diferenciais bastante amplos entre as faixas extremas, corroborando com a constatação de desigualdades intraestaduais bem acentuadas. A vertente econômica é a que prevaleceu, somada ao aspecto populacional, com quem guarda forte associação, pois são os maiores municípios os mais privilegiados em termos de recursos financeiros e de investimentos. Os resultados permitiram delinear o cenário da exclusão em relação à disposição final adequada dos RSU, que foi constituído pelo habitantes das precárias periferias urbanas de Minas Gerais, principalmente nas mesorregiões Norte, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Vale do Rio Doce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE MUNICÍPIOS. Anuário Mineiro de Municípios - 2006. Belo Horizonte: Associação Mineira de Municípios, 2006.
2. BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 2005.
3. BRASIL. Lei 11.445, de 05/01/2007. Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico. Brasília: Diário Oficial da União, 2007.
4. BROLLO, M.J.; SILVA, M.M. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. IN: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL / ABES / João Pessoa – PB, 2001. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil21/vi-078.pdf>. Acesso em 02/07/2007.
5. COSTA, S.S. A visão da ASSEMAE sobre os principais aspectos conjunturais que interessam ao Saneamento Ambiental nos municípios brasileiros, 2006. Disponível em: www.assemae.org.br/ibam.htm. Acesso em 30/05/2007.
6. D'ALMEIDA, M.L.O. (coord.) Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas / CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. São Paulo, 2000.
7. DIAS, M.C.; BORJA, P.C.; MORAES, L.R.S. Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea: um estudo em Salvador – Bahia. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.9, n.1, p. 82-92, jan/mar 2004.
8. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Planilha com os valores do PIB per capita dos municípios de Minas Gerais, 2006. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/produtos/cei/saneamento/Limpeza.htm>. Acesso em 13/04/2007.
9. HELLER, L.; CASTRO, J.E. Política pública de saneamento: apontamentos teórico-conceituais. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.12, n.3, p. 284-295, jul/set 2007.
10. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico de 2000: dados da amostra. Rio de Janeiro: IBGE, 2000a.
11. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000: dados da amostra. Rio de Janeiro: IBGE, 2000b.
12. KASHIGAN, S.K. Multivariate Statistical Analysis – A Conceptual Introduction. New York: Radius Press, 1991.
13. PNUD/IPEA/FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2003. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2003.