

Fundação Oswaldo Cruz
Escola Nacional de Saúde Pública
Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente

**DESAFIOS NA CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE DE SANEAMENTO, SAÚDE E
QUALIDADE DA ÁGUA NO BRASIL**

por

Thaís Martins Monteiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio ambiente da Escola Nacional de Saúde Pública, com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública e Meio ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Christovam Barcellos

Rio de Janeiro

2009

RESUMO

A utilização de indicadores e índices de saúde ambiental vem se mostrando uma técnica importante para a agregação de informações complexas numa forma mais simples, permitindo aos seus usuários, gestores e sociedade civil, uma melhor compreensão do estado de saúde e ambiente num determinado local. O presente trabalho tem como objetivo a construção de um índice de saúde, saneamento e qualidade da água, demonstrando os procedimentos metodológicos, critérios e dificuldades envolvidas nesse processo.

Os indicadores utilizados na construção do índice fazem parte do Atlas ÁguaBrasil, calculados para os municípios do Brasil e foram obtidos através de diferentes sistemas de informação. A seleção dos indicadores que compuseram o índice baseou-se na relevância estatística e teórica de cada indicador. Os indicadores foram padronizados, ficando cada um com valor entre 0 e 1. Vários índices (cada um abrangendo diferentes indicadores) foram testados com duas operações diferentes, uma baseada na soma e outra, no produto. A variação desses índices entre municípios foi demonstrada através de estatística descritiva, mapas e correlações estatísticas.

Dessa forma, verificaram-se diferenças entre o método que utiliza a soma e o método que utiliza o produto dos componentes do índice, onde a soma tende a aumentar a média do índice enquanto o produto tende a reduzir essa média. O índice final mostra um retrato do estado de saneamento, saúde e qualidade da água e pode indicar ações e prioridades de saneamento no país.

ABSTRACT

Environmental health indicators and indexes are important tools for aggregating complex information into a simpler way. It allows its users, stakeholders and civil society, to have a better comprehension of environment and health state at a specific place. The present work aims to develop an environment, sanitation and water quality index, identifying methodological paths, choices and difficulties enrolled in this process.

All indicators used in the index are part of the “AguaBrasil Atlas”, calculated for the set of Brazilian municipalities, and obtained from different information systems. Indicators selection was based on statistical and theoretical relevance. Indicators were standardized to a value within 0 and 1, so that they could be compared and operated. Indexes were tested with two different kinds of mathematics operations, based on the components sum and product. Theses indexes are presented by statistical description, statistical correlations and maps.

The tested indexes showed relevant differences between the components’ sum method and the product method. While the sum tends to increase the index mean, the product decreased it. The final index shows a profile of sanitation, health and water quality state of the art, indicating possible sanitation actions and priorities in Brazil.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Christovam Barcellos, por toda ajuda, incentivo e paciência ao longo do desenvolvimento do trabalho;

Aos demais membros da Banca, pela disponibilidade para integrá-la e pela discussão que envolveu a aprovação da dissertação;

Aos meus amigos do mestrado, em especial, Gabriela, Virgínia e Maristela, pelos desabafos, incentivos, risadas e amizade;

Aos meus pais, José Carlos e Rosemary, e irmão, Carlos Vinicius, pelo exemplo de vida, incentivo e amor durante toda a minha jornada;

Ao meu marido, Maurício, por todo apoio, paciência e amor;

Obrigada.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	1
2- OBJETIVOS	4
2.1- Objetivo Geral	4
2.2- Objetivos Específicos	4
3- METODOLOGIA	5
3.1- Sistemas de informação	5
3.2- Cálculo dos indicadores	5
3.3- Seleção dos indicadores	5
3.4- Padronização dos indicadores	6
3.5- Operacionalização dos indicadores e cálculo dos índices	6
3.6- Avaliação dos índices	6
4- INDICADORES E ÍNDICES	10
5- ASPECTOS HISTÓRICOS DA UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE AMBIENTE E SAÚDE	12
6- RESULTADOS	15
6.1- Estatística descritiva dos indicadores	15
6.2- Correlações bivariadas	19
6.3- Qualidade dos dados	24
6.4- A seleção dos indicadores	26
6.5- Distribuição dos índices	27
7- DISCUSSÃO	38
8- CONCLUSÕES	44
9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1- INTRODUÇÃO

É cada vez mais freqüente a presença da temática ambiental e sua relação com a saúde nos mais diversos meios de comunicação. Historicamente, alguns processos foram fundamentais no que se refere à interface saúde-ambiente, como os processos demográficos de crescimento e mobilidade populacional; a ampliação das trocas comerciais; e os modos de apropriação dos recursos naturais (Freitas & Porto, 2006).

Os agravos à saúde humana podem ser decorrentes da distribuição desigual de fontes de contaminação ambiental, da dispersão ou concentração de agentes de risco, da exposição da população a estes agentes e das características de suscetibilidade destes grupos. A identificação de grupos populacionais submetidos a risco é fundamental para a elaboração de programas de prevenção e como meio de avaliação de exposições diferenciadas (Barcellos *et al.*, 1998).

Considera-se a vigilância ambiental em saúde como o processo de coleta de dados e análise de informação sobre saúde e ambiente, objetivando orientar a execução de ações de controle de fatores ambientais que interferem na ocorrência de doenças e agravos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), dentre os papéis atribuídos à vigilância ambiental está a utilização de indicadores que relacionem saúde e condições de vida, produzindo estimativas da contribuição de diferentes fatores ambientais e socioeconômicos para problemas de saúde.

Para que o setor saúde assuma estas responsabilidades, é necessária a informação por parte dos gestores e da população, fundamental para a identificação e priorização dos problemas existentes, para que políticas e ações sejam implementadas; para o estabelecimento e avaliação de parâmetros e diretrizes, e para o direcionamento das pesquisas e desenvolvimento de novas iniciativas (Maciel Filho *et al.*, 1999).

Desta forma, o Sistema de Informação da Vigilância Ambiental em Saúde deve possibilitar a coleta e o tratamento de dados, que formarão os indicadores. Estes constituem uma importante ferramenta para os gestores, fornecendo informações de maneira mais simples e de fácil entendimento e possibilitando o intercâmbio das informações entre os diversos setores e atores atuantes (Maciel Filho *et al.*, 1999).

Na área de Saneamento ambiental há uma grande necessidade da construção de um sistema de indicadores, que se constituam em instrumentos confiáveis que possam avaliar

as políticas públicas (Borja & Moraes, 2003), e determinar áreas prioritárias para intervenções em ações de saneamento.

Um dos desafios presentes consiste na definição de indicadores epidemiológicos e sanitários que permitam nortear as ações e empreender avaliações no campo do saneamento. Especialmente nos países em desenvolvimento, as áreas de saneamento e de saúde, ainda que disponham, respectivamente, de um conjunto de indicadores sanitários e epidemiológicos, não os utilizam de forma sistemática e integrada. Esses indicadores permitem representar os efeitos da insuficiência das ações de saneamento sobre a saúde humana, podendo constituir ferramenta para a vigilância e para a orientação de programas e planos de alocação de recursos em saneamento (Costa *et al.*, 2005).

Os serviços de saneamento são de vital importância para proteger a saúde da população, minimizar as consequências da pobreza e proteger o meio ambiente. No entanto, os recursos financeiros disponíveis para o setor são escassos nos países latino-americanos, a despeito das carências observadas na cobertura por serviços de saneamento. Logo, o reduzido número de estudos, com base em dados secundários, a respeito da influência da cobertura populacional por serviços de saneamento sobre as condições de saúde existentes nos diferentes países da região, constitui uma importante lacuna no campo da saúde pública nas Américas (Teixeira & Pungirum, 2005).

Grande parte das doenças registradas nesses países decorre da falta de saneamento, como diarreias, cólera, dengue, hepatite tipo A, leptospirose, esquistossomose e várias parasitoses.

Segundo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, na maioria dos países em desenvolvimento, a impropriedade e a carência de infra-estrutura sanitária é responsável pela alta mortalidade por doenças de veiculação hídrica e por um grande número de mortes evitáveis a cada ano (Teixeira & Pungirum, 2005).

As enfermidades associadas à deficiência ou inexistência de saneamento ambiental e a conseqüente melhoria da saúde devido à implantação de tais medidas têm sido objeto de discussão em estudos em todo o mundo. Por outro lado sabe-se que benefícios específicos de intervenções de saneamento ambiental incluem a diminuição da mortalidade devido às doenças diarreicas e parasitárias e a melhoria do estado nutricional das crianças (Teixeira & Pungirum, 2005).

O presente projeto surgiu da exigência de um grupo de especialistas que esteve presente na oficina do Atlas ÁguaBrasil, realizada nos dias 5 e 6 de novembro de 2007, na cidade do Rio de Janeiro, cujo objetivo era a avaliação do piloto do Atlas por representantes de várias áreas do conhecimento, gestores e sociedade civil, através de sugestões e críticas.

O principal objetivo do Atlas é a reunião e análise conjunta de indicadores de saneamento, saúde e qualidade da água (Fiocruz, 2009). O presente trabalho contribuirá com o desenvolvimento do Atlas, permitindo conhecer de uma forma didática a situação desses aspectos no Brasil, através da construção de um Índice.

2- OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

Descrever procedimentos e apontar dificuldades na elaboração de um índice para os municípios do Brasil, a partir dos indicadores componentes do Atlas ÁguaBrasil.

2.2- Objetivos Específicos

- Selecionar os indicadores mais relevantes para a construção dos índices;
- Testar diferentes metodologias de agregação de indicadores com a base de dados do projeto Atlas ÁguaBrasil;
- Discutir as vantagens e desvantagens de cada método, bem como as vantagens e os problemas que a construção de índices pode gerar;

3- METODOLOGIA

3.1- Sistemas de informação

Os indicadores que serão utilizados para a construção do índice foram obtidos a partir dos seguintes sistemas de informação de saúde: Sistema de Informações Hospitalares (SIH-SUS); Sistema de Notificação de Agravos (SINAN); Sistema de Informação de Mortalidade (SIM). Foram selecionadas como indicadores de saúde as taxas de incidência, internação e mortalidade por cólera, salmonelose, amebíase, helmintose, giardíase, hepatite A, leptospirose, dengue, esquistossomose e mortalidade por diarreia em menores de 5 anos. Essas doenças possuem diferentes gravidades e formas de transmissão, sendo diretamente ou indiretamente relacionadas à qualidade e quantidade da água. A descrição das características epidemiológicas das doenças pode ser obtida no *site* do próprio Atlas Água Brasil (Fiocruz. 2009).

Os dados sobre condições de saneamento, demografia e qualidade da água foram obtidos através das bases de dados: Sistema de Informações Hidrológicas (SIH-ANA); Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS); Censo Demográfico de 2000; Sistema de informação sobre qualidade da água (SISAGUA); Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB).

3.2- Cálculo dos indicadores

Para a formulação do Índice de Saneamento, saúde e qualidade da água foram calculadas as taxas de mortalidade, internação e incidência para os indicadores de agravos à saúde relacionados ao saneamento e à qualidade da água. Os indicadores de saneamento e qualidade da água foram calculados pela proporção de distritos com cada indicador. A lista de indicadores, suas fontes de informação, período e cálculo encontra-se nas tabelas 1, 2 e 3.

3.3- Seleção dos indicadores

O critério utilizado para selecionar os indicadores que deveriam constar no índice baseou-se na relevância estatística e teórica de cada indicador. A relevância estatística foi analisada através de correlações bivariadas (Coeficiente de Pearson) entre todas as

variáveis independentes (entre todos os indicadores) em nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

3.4- Padronização dos indicadores

Neste trabalho, o método escolhido para padronização dos indicadores foi o ranking, seguido de uma normalização de forma que os valores de cada indicador variasse entre 0 e 1. Este método foi escolhido por ser um método de fácil compreensão e execução. O programa utilizado para os cálculos foi o Excel.

3.5- Operacionalização dos indicadores e cálculo dos índices

Neste trabalho foram testadas duas operações utilizando a base de dados do projeto Atlas ÁguaBrasil: soma e produto. Ambos os resultados serão demonstrados neste trabalho.

A operação “soma” foi feita através da média dos indicadores envolvidos, segundo a fórmula, sendo I = indicadores e n = número de indicadores do índice:

$$\text{Índice}_{soma} = \frac{\sum I_n}{n}$$

O “produto” dos indicadores foi efetuado através da fórmula abaixo:

$$\text{Índice}_{produto} = \sqrt[n]{\prod I_n}$$

3.6- Avaliação dos índices

Os índices serão apresentados e avaliados através de estatística descritiva; mapas e correlações estatísticas. Os programas utilizados foram SPSS versão 13.0 for Windows e MapInfo versão 8.0.

Tabela 1 – Cálculo e fonte dos indicadores de qualidade da água

Qualidade da água				
Fonte	Período	Código	Indicador	Cálculo
PNSB	2000	PROPDACT	Proporção de distritos abastecidos com tratamento	(total de distritos abastecidos com tratamento / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPDDC	Proporção de distritos com simples desinfecção cloração	(total de distritos com simples desinfecção cloração / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPDSRG	Proporção de distritos sem rede geral de abastecimento de água	(total de distritos sem rede geral de abastecimento de água / total de distritos 1) *100
PNSB	2000	PROPST	Proporção de distritos sem nenhum tratamento	(total de distritos sem nenhum tratamento / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPSTF	Proporção de distritos sem tratamento com fluoretação	(total de distritos sem tratamento com fluoretação / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPRAC	Proporção de distritos com racionamento de água	(total de distritos com existência de racionamento / total de distritos abastecidos) *100

Tabela 2 – Cálculo e fonte de indicadores de Saneamento

Saneamento				
Fonte	Período	Código	Indicador	Cálculo
CENSO	2000	DENSID	Densidade demográfica	(nº de habitantes por Km ²)
CENSO	2000	POPRES	População Residente	(nº total de habitantes)
PNSB	2000	PRODACA	Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água tratada	(total de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água tratada / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PRODSRCD	Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por cursos d' água	(total de distritos sem rede geral abastecidos por cursos d' água / total de distritos sem rede geral de abastecimento de água) *100
PNSB	2000	PRODSRCP	Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por caminhão pipa	(total de distritos sem rede geral abastecidos por caminhão pipa / total de distritos sem rede geral de abastecimento de água) *100
PNSB	2000	PRODSRGC	Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por chafariz, bica ou mina	(total de distritos sem rede geral abastecidos por chafariz, bica ou mina / total de distritos sem rede geral de abastecimento de água) *100
PNSB	2000	PRODSRGP	Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por poço particular	(total de distritos sem rede geral abastecidos por poço particular / total de distritos sem rede geral de abastecimento de água) *100
PNSB	2000	PRODSROF	Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por outras formas	(total de distritos sem rede geral abastecidos por outras formas / total de distritos sem rede geral de abastecimento de água) *100
PNSB	2000	PRODSRSD	Proporção de distritos sem rede geral e sem declaração da forma de abastecimento	(total de distritos sem rede geral e sem declaração da forma de abastecimento / total de distritos sem rede geral de abastecimento de água) *100
PNSB	2000	PROPACP	Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo poço profundo	(total de distritos abastecidos por captação do tipo poço profundo / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPDAB	Proporção de distritos com abastecimento de água	(total de distritos abastecidos / total de distritos 2) *100
PNSB	2000	PROPDAC	Proporção de distritos com abastecimento convencional	(total de distritos com abastecimento convencional / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPDACA	Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água bruta	(total de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água bruta / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPDACP	Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo poço raso	(total de distritos abastecidos por captação do tipo poço raso / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPDACS	Proporção de distritos abastecidos por captação superficial	(total de distritos abastecidos por captação superficial / total de distritos abastecidos) *100
PNSB	2000	PROPDANC	Proporção de distritos com abastecimento não convencional	(total de distritos com abastecimento não convencional / total de distritos abastecidos) *100
Censo	2000	PROPDCB	Proporção de DPP com banheiro ou sanitário	(total de DPP com banheiro ou sanitário / total de DPP) *100
PNSB	2000	PROPDCD	Proporção de distritos que utilizam lançamento em curso d' água	(total de distritos que utilizam lançamento em curso d' água como solução alternativa para o esgoto / total de distritos sem rede de esgoto) *100
PNSB	2000	PROPDFS	Proporção de distritos que utilizam fossa séptica	(total de distritos que utilizam fossa séptica como solução alternativa para o esgoto / total de distritos sem rede de esgoto) *100
PNSB	2000	PROPDFSC	Proporção de distritos que utilizam fossa seca	(total de distritos que utilizam fossa seca como solução alternativa para o esgoto / total de distritos sem rede de esgoto) *100
Censo	2000	PROPDLC	Proporção de DPP com lixo coletado	(total de DPP com lixo coletado / total de DPP) *100
Censo	2000	PROPDLOD	Proporção de DPP com outro destino para o lixo	(total de DPP com outro destino para o lixo / total de DPP) *100
Censo	2000	PROPDOF	Proporção de DPP com outras formas de abastecimento de água	(total de DPP com outras formas de abastecimento de água / total de DPP) *100
PNSB	2000	PROPDOT	Proporção de distritos que utilizam outros tipos de solução alternativa para o esgoto	(total de distritos que utilizam outros tipos de solução alternativa para o esgoto / total de distritos sem rede de esgoto) *100
Censo	2000	PRODPDP	Proporção de DPP com poço ou nascente como forma de abastecimento de água	(total de DPP com poço ou nascente como forma de abastecimento de água / total de DPP) *100
PNSB	2000	PROPDRE	Proporção de distritos com rede de esgoto	(total de distritos com rede de esgoto / total de distritos 1) *100

Tabela 3 – Cálculo e fontes de indicadores de agravos à saúde

Agravos				
Fonte	Período	Código	Indicador	Cálculo
AIH	2000-2006	TIAM00	Taxa de internação por amebíase por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TICL00	Taxa de internação por cólera por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TIDE00	Taxa de internação por dengue por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TIES00	Taxa de internação por esquistossomose por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TIFI00	Taxa de internação por filariose por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TIFT00	Taxa de internação por febre tifóide por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TIGI00	Taxa de internação por giardia por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TIHA00	Taxa de internação por hepatite A por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TIHE00	Taxa de internação por helmintose por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
AIH	2000-2006	TILE00	Taxa de internação por leptospirose por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SIM	2000-2005	TMCL00	Taxa de mortalidade por cólera por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SIM	2000-2005	TMDE00	Taxa de mortalidade por dengue por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SIM	2000-2005	TMDI00	Taxa de mortalidade por diarreia em menores de 5 anos por 100.000 habitantes	(nº de casos em < de 5 anos/população residente com < 5 anos) * 100.000
SIM	2000-2005	TMES00	Taxa de mortalidade por esquistossomose por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SIM	2000-2005	TMFT00	Taxa de mortalidade por febre tifóide por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SIM	2000-2005	TMHA00	Taxa de mortalidade por hepatite A por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SIM	2000-2005	TMLE00	Taxa de mortalidade por leptospirose por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SINAN	2001-2005	TSCL01	Taxa de incidência de cólera por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SINAN	2001-2005	TSDE01	Taxa de incidência de dengue por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SINAN	2001-2005	TSES01	Taxa de incidência de esquistossomose por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SINAN	2001-2005	TSFT01	Taxa de incidência de febre tifóide por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SINAN	2001-2005	TSHA01	Taxa de incidência de hepatite A por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000
SINAN	2001-2005	TSLE01	Taxa de incidência de leptospirose por 100.000 habitantes	(nº de casos/população residente) * 100.000

4- INDICADORES E ÍNDICES

Os indicadores de saúde ambiental podem ser definidos como uma forma de fácil interpretação da relação entre saúde e ambiente, importante para a tomada de decisões efetivas (Schirnding, 2002). Eles podem contribuir na simplificação de complexas informações sobre a saúde e o ambiente, afetando, desta forma, todos os segmentos da sociedade. A utilização de indicadores também permite avaliar a efetividade de políticas adotadas e informar aos cidadãos sobre o estado do meio ambiente e da qualidade de vida (Hacon *et al.*, 2005).

Segundo UNEP (1995), os indicadores podem transformar-se em uma importante ferramenta para tornar acessível a informação científica e técnica para os diferentes grupos de usuários. A função dos indicadores é resumir em poucos números uma grande quantidade de dados, tornando acessível o seu entendimento (Deus *et al.*, 2004).

De acordo com a OMS os indicadores devem ser (Câmara & Tambellini, 2003): de aplicabilidade geral, isto é, direcionados a questões específicas baseadas em uma associação entre saúde e ambiente; cientificamente sólidos, ou seja, precisam ser validados, comparáveis independentemente do tempo e espaço; baseados em dados confiáveis, resistentes a mudanças em sua metodologia; imparciais e representativos das condições de interesse; aplicáveis pelos usuários, garantindo sua fácil compreensão e aceitabilidade.

Segundo Batista & Silva (2006), na forma de índice, o indicador pode integrar grande quantidade de dados de forma mais simples.

De acordo com Carr-Hill & Chalmers-Dixon (2005) os índices são ferramentas amplamente utilizadas, sendo capazes de medir muitos aspectos de saúde, doença e qualidade de vida. São resultados da combinação de várias variáveis ou parâmetros em um só valor, podendo cada componente do índice assumir um peso relativo. Eles permitem observar e acompanhar a situação do meio ambiente, o impacto e as conseqüências dos processos de desenvolvimento sobre os recursos naturais, as funções ecológicas e as inter-relações entre os diferentes fatores do desenvolvimento (Deus, 2004).

A construção de um índice é um processo dinâmico de síntese e agrupamento de dados, que envolve diversas etapas (Figura 1). No processo de elaboração da informação os dados brutos são analisados e transformados em indicadores e estes em índices. Segundo Barcellos (2002), em geral, os dados brutos são utilizados por pesquisadores; os indicadores, por gestores; enquanto os índices são voltados para o público geral (Figura 2).

Porém, os índices também podem ser utilizados por gestores, permitindo uma melhor visualização, por exemplo, de áreas prioritárias para o desenvolvimento de ações, ajudando-os, desta forma, nas tomadas de decisões.

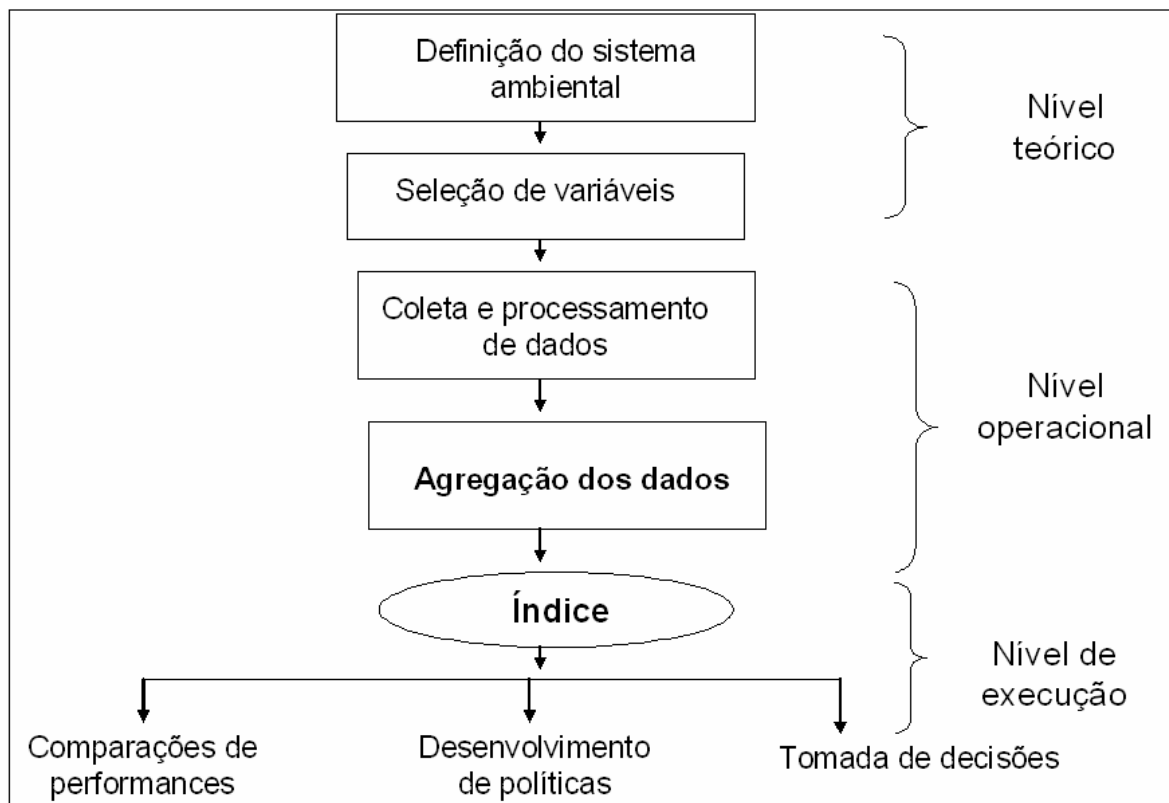


Figura 1 – O processo de construção de um índice (Zhou et al., 2006)

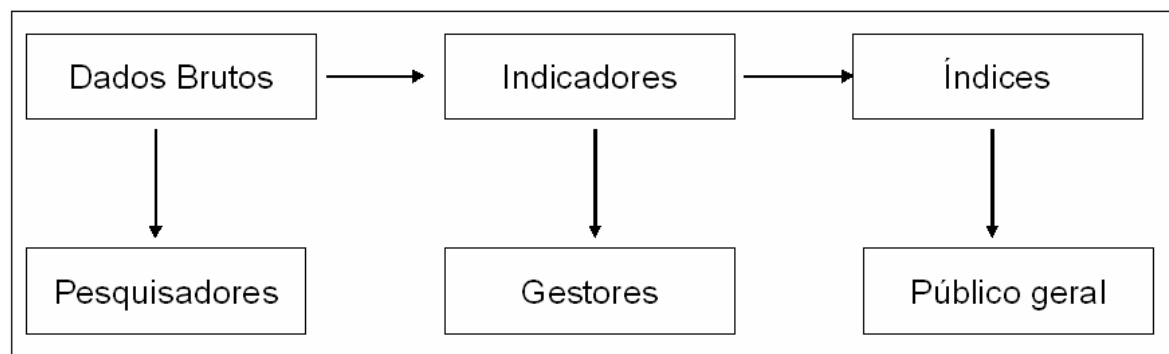


Figura 2 – Utilização da informação

5- ASPECTOS HISTÓRICOS DA UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE AMBIENTE E SAÚDE

Até a década de 1960 os indicadores sociais não abordavam a questão ambiental. A inserção da variável ambiental no movimento dos indicadores sociais, se deu nesta década, ganhando mais força nos anos 70. De acordo com Borja & Moraes (2003), houve um aumento do interesse por essa temática nos últimos 20 anos, provavelmente devido ao acirramento da problemática ambiental, da crise econômica e a repercussão que estes têm na qualidade de vida da população.

Nas décadas de 70 e 80, os indicadores ambientais começaram a ser utilizados na elaboração e divulgação dos primeiros relatórios sobre o estado do ambiente (Franca, 2001; Kligerman *et al.*, 2007).

No final da década de 80, o governo canadense aprimorou o conceito de indicadores ambientais a fim de simplificar as informações sobre as questões ambientais e facilitar a comunicação para um público mais amplo. Em 1989 o governo holandês foi o pioneiro na adoção de indicadores ambientais para avaliar os resultados da implementação do Plano de Política Ambiental Nacional (Franca, 2001).

Entre 1980 e 1990 o World Resources Institute desenvolveu uma pesquisa sobre indicadores ambientais que resultou na publicação do relatório “Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development”, onde eram sugeridos quatro indicadores agregados que refletiam o tipo de interação humana com o ambiente: depleção de recursos, poluição, risco para os ecossistemas, e impacto ambiental sobre o bem-estar humano (Franca, 2001; Benetti, 2006).

No final da década de 80, foi solicitada à Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) a identificação e aplicação de um conjunto básico de indicadores ambientais. Desta forma, foi desenvolvido o modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), que se baseia na idéia de que as atividades humanas exercem pressões sobre o ambiente, modificando sua qualidade e a quantidade de recursos naturais; a sociedade, por sua vez, responde a estas mudanças por intermédio de políticas ambientais, econômicas e setoriais (Kligerman *et al.*, 2007).

Em 1991, o Conselho da OECD aprovou uma “Recomendação sobre Indicadores e Informação Ambiental”, onde o Comitê de Política Ambiental deveria desenvolver núcleos

de indicadores ambientais confiáveis, de fácil entendimento e mensuração, e relevantes para a avaliação de políticas (Benetti, 2006).

Em 1995, a Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (UNCSD) organizou o Grupo de Trabalho para Elaboração de Indicadores do Desenvolvimento Sustentável, que elaborou as *methodological sheets* para cada um dos 134 indicadores propostos. Estes indicadores foram classificados de acordo com a Agenda 21, abrangendo quatro dimensões: social, econômica, ambiental e institucional (Benetti, 2006). Para cada categoria, os indicadores foram divididos em Força Motriz- Estado-Resposta (FER). Nesse modelo, a UNCSD substituiu o elemento "Pressão" pela "Força Motriz" (Kligerman et al., 2007), que foi uma adaptação do modelo PER (indicadores ambientais) para o modelo FER (indicadores de sustentabilidade) (Franca, 2001).

Em 1996 a ONU publicou o livro "Indicators of Sustainable Development: framework and methodologies", mais conhecido como o LIVRO AZUL. O objetivo era que as informações contidas nesta publicação fossem testadas pelos governos de diversos países (Benetti, 2006).

No mundo, 22 países testaram os indicadores, dentre eles o Brasil. Porém, nem todos os indicadores foram empregados no teste, cada país escolheu aqueles considerados mais relevantes. Após esta etapa, sugestões foram feitas no sentido de reduzir a quantidade total de indicadores e incluir outros referentes a problemas emergentes como: turismo, transporte, patrimônio cultural, e vulnerabilidade a desastres. Desta forma, o Grupo de Trabalho revisou a lista de indicadores chegando a um conjunto de 57 indicadores, organizados em 15 temas e 38 subtemas, mantendo a classificação nas 4 dimensões (Benetti, 2006).

No Brasil, dos 57 indicadores sugeridos pelo UNCDS, o IBGE adotou 50 indicadores e manteve a divisão em 4 dimensões: social, ambiental, econômica e institucional. Dentre os temas tratados têm-se: equidade, saúde, educação, população, habitação, segurança, atmosfera, terra, oceanos, mares e áreas costeiras, biodiversidade, saneamento, estrutura econômica, padrões de produção e consumo, e, estrutura e capacidade institucional (Benetti, 2006).

Com o avanço da degradação ambiental houve necessidade de incorporar o componente "Impacto" no modelo desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas e Meio Ambiente (PNUMA). A OMS, pensando nos fatores de risco e nos efeitos à saúde humana, substituiu o elemento "Impacto" pelos elementos "Exposição" e "Efeito". Também, o

elemento "Resposta" foi substituído por "Ação", refletindo sobre as intervenções que devem ser realizadas a fim de minimizar os perigos à saúde (Kligerman *et al.*, 2007).

Desta forma, com base no Environmental Health Indicators for Europe, a OMS propôs um modelo conceitual denominado DPSEEA: Força Motriz – Pressão – Estado – Exposição – Efeitos – Ações, que retrata um sistema de indicadores de saúde ambiental, para descrever e analisar a ligação entre saúde, meio ambiente e desenvolvimento (Kligerman *et al.*, 2007).

Atualmente, os esforços para a construção de sistemas de indicadores têm se concentrado na avaliação da qualidade de vida em sua dimensão social e ambiental. Will & Briggs (1995), discutindo a necessidade da construção de um sistema de indicadores de saúde e ambiente, demonstram esse fato ao identificar 26 sistemas de indicadores desenvolvidos, em sua maioria, em países ditos do Primeiro Mundo. De um total de 960 indicadores propostos, 451 foram aplicados. Avaliando-se a relação dos sistemas propostos, percebe-se uma forte tendência à incorporação de indicadores que contemplam a dimensão ambiental (46%) e a sustentabilidade do ambiente (19%), esta última colocada em pauta após o Relatório Brundtland e a ECO 92-Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Borja & Moraes, 2003).

A partir desse breve histórico da utilização dos indicadores, sejam eles sociais, ambientais, de desenvolvimento sustentável ou de saúde, percebe-se que há uma grande variedade de modelos de indicadores, e ainda grande quantidade de indicadores, que foram sendo desenvolvidos de acordo com momento histórico e os interesses específicos de cada segmento (meio ambiente, desenvolvimento e saúde).

6- RESULTADOS

6.1- Estatística descritiva dos indicadores

Na base de dados utilizada neste trabalho havia 61 indicadores, sendo 5 indicadores de qualidade da água, 30 indicadores de saneamento, 24 indicadores de saúde e 2 indicadores demográficos (densidade demográfica e população residente) para 5565 municípios do Brasil. Para a construção do índice, todos os municípios foram considerados.

Todos esses indicadores mostraram um alto desvio padrão em relação à média, o que demonstra que existem muitas diferenças em cada indicador entre um município e outro. Para todos os indicadores, o valor mínimo encontrado é de zero e máximo de 100%.

Em relação aos indicadores de qualidade da água (Tabela 4), o indicador “Proporção de distritos abastecidos com tratamento” obteve a maior média (72,3) e maior mediana (100), dentre os cinco indicadores, em contrapartida, um indicador similar “Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água tratada” obteve a menor média (18,5).

Tabela 4 – Estatística descritiva dos indicadores de qualidade da água (%)

Indicadores de Qualidade da Água	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo
Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água tratada	18,5	36,9	-	-	100,0
Proporção de distritos abastecidos com tratamento	72,3	41,3	100,0	-	100,0
Proporção de distritos com simples desinfecção cloração	31,0	44,1	-	-	100,0
Proporção de distritos sem nenhum tratamento	32,4	43,9	-	-	100,0
Proporção de distritos sem tratamento com fluoretação	37,3	45,4	-	-	100,0

Em relação aos indicadores de saúde (tabela 5), estes se encontram divididos entre taxas de internação, mortalidade e incidência, todos expressos por 100.000 habitantes. A princípio cada indicador referia-se a um ano específico, entre 2000 até 2006, mas os valores referentes a cada ano foram agregados para cada indicador de uma determinada doença de forma que os indicadores de saúde compreendem as taxas de internação entre 2000 e 2006; as taxas de mortalidade entre 2000 e 2005 e as taxa de incidência entre 2001 a 2005 para cada doença.

Dentre os indicadores de saúde com as maiores médias estão as taxa de internação por dengue e salmonella; taxa de mortalidade por diarreia; taxa de incidência de dengue, taxa de incidência de esquistossomose e taxa de incidência de hepatite A. Todos os casos

possuem um alto desvio padrão e um valor máximo muito acima da média, fato que se repete com outras doenças. A maior discrepância encontrada entre o valor médio e o valor máximo foi com a “Taxa de incidência de esquistossomose”, com valor de média e desvio padrão de 35,9 e 210,1, respectivamente, e valor máximo de 5115,3.

As menores médias encontradas foram nos indicadores de taxa de mortalidade: taxa de mortalidade por hepatite A; febre tifóide; dengue e cólera, mas as médias da taxa de incidência por cólera e taxa de internação por helmintoses também foram muito baixas.

Em todos esses casos o valor máximo exerce grande influência na média final, por isso, a análise da mediana mostra que a maioria das doenças possui uma taxa muito baixa, tendo freqüentemente valor zero, sendo um pouco maior para aquelas doenças que tiveram as maiores médias, porém com valores muito menores que os encontrados nas médias. A taxa de incidência por dengue teve a maior mediana encontrada, com 17,7, muito contrária ao valor de 114,4 de sua média.

Em relação aos indicadores de saneamento (Tabela 6), os indicadores “Proporção de DPP¹ com rede geral ou poço ou nascente como forma de abastecimento de água”; “Proporção de distritos com abastecimento de água” e “Proporção de DPP com banheiro ou sanitário” tiveram as maiores médias e desvios baixos em relação às médias, enquanto os indicadores “Proporção de distritos sem rede geral e sem declaração da forma de abastecimento” e “Proporção de distritos sem declaração para solução do esgoto” tiveram as menores médias.

¹ DPP: Domicílio Particular Permanente.

Tabela 5 – Estatística descritiva dos indicadores de saúde por 100.000 habitantes

Indicadores de saúde	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo
Taxa de internação por amebíase por 100.000 habitantes	1,2	12,8	-	-	627,6
Taxa de internação por cólera por 100.000 habitantes	0,2	3,2	-	-	215,7
Taxa de internação por dengue por 100.000 habitantes	25,4	75,9	2,1	-	1.230,0
Taxa de internação por esquistossomose por 100.000 habitantes	0,6	3,5	-	-	166,6
Taxa de internação por filariose por 100.000 habitantes	0,1	0,6	-	-	28,6
Taxa de internação por febre tifóide por 100.000 habitantes	0,9	7,1	-	-	405,0
Taxa de internação por giardia por 100.000 habitantes	0,3	6,5	-	-	412,4
Taxa de internação por hepatite A por 100.000 habitantes	2,2	4,3	0,7	-	102,9
Taxa de internação por helmintose por 100.000 habitantes	0,0	0,0	-	-	1,7
Taxa de internação por leptospirose por 100.000 habitantes	1,3	6,5	-	-	183,4
Taxa de internação por salmonella por 100.000 habitantes	35,8	90,0	5,5	-	1.544,9
Taxa de mortalidade por cólera por 100.000 habitantes	0,0	0,1	-	-	2,4
Taxa de mortalidade por dengue por 100.000 habitantes	0,0	0,1	-	-	4,2
Taxa de mortalidade por diarreia em menores de 5 anos por 100.000 habitantes	17,0	35,1	5,2	-	1.733,3
Taxa de mortalidade por esquistossomose por 100.000 habitantes	0,2	0,9	-	-	18,1
Taxa de mortalidade por febre tifóide por 100.000 habitantes	0,0	0,1	-	-	5,1
Taxa de mortalidade por hepatite A por 100.000 habitantes	0,0	0,3	-	-	7,0
Taxa de mortalidade por leptospirose por 100.000 habitantes	0,1	0,5	-	-	14,2
Taxa de incidência de cólera por 100.000 habitantes	0,0	0,1	-	-	8,7
Taxa de incidência de dengue por 100.000 habitantes	114,4	242,8	17,7	-	3.258,1
Taxa de incidência de esquistossomose por 100.000	36,0	210,1	-	-	5.115,3
Taxa de incidência de febre tifóide por 100.000 habitantes	0,4	6,5	-	-	380,5
Taxa de incidência de hepatite A por 100.000 habitantes	13,2	32,2	4,1	-	1.507,8
Taxa de incidência de leptospirose por 100.000 habitantes	1,3	5,7	-	-	157,6

Tabela 6 – Estatística descritiva dos indicadores de Saneamento (%)

Indicadores de Saneamento	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo
Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por cursos d'água	1,1	10,1	-	-	100,0
Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por caminhão pipa	1,2	10,7	-	-	100,0
Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por chafariz, bica ou mina	3,4	17,8	-	-	100,0
Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por poço particular	5,9	23,4	-	-	100,0
Proporção de distritos sem rede geral abastecidos por outras formas	1,2	10,6	-	-	100,0
Proporção de distritos sem rede geral e sem declaração da forma de abastecimento	0,1	3,8	-	-	100,0
Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo poço profundo	51,1	47,6	50,0	-	100,0
Proporção de distritos com abastecimento de água	91,8	22,7	100,0	-	100,0
Proporção de distritos com abastecimento convencional	39,8	45,4	-	-	100,0
Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água bruta	14,0	32,7	-	-	100,0
Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo poço raso	8,7	26,7	-	-	100,0
Proporção de distritos abastecidos por captação superficial	48,0	46,8	50,0	-	100,0
Proporção de distritos com abastecimento não convencional	8,5	26,6	-	-	100,0
Proporção de DPP com banheiro ou sanitário	80,8	22,9	91,4	-	100,0
Proporção de distritos que utilizam lançamento em curso d'água	1,7	12,3	-	-	100,0
Proporção de distritos que utilizam fossa séptica	30,3	45,5	-	-	100,0
Proporção de distritos que utilizam fossa seca	25,3	43,0	-	-	100,0
Proporção de DPP com lixo coletado	52,8	27,4	54,0	-	100,0
Proporção de DPP com outro destino para o lixo	46,1	27,3	45,2	-	100,0
Proporção de DPP com outras formas de abastecimento de água	12,5	17,5	4,2	-	99,3
Proporção de distritos que utilizam outros tipos de solução alternativa para o esgoto	1,6	12,1	-	-	100,0
Proporção de DPP com poço ou nascente como forma de abastecimento de água	28,9	20,6	24,5	-	99,5
Proporção de distritos com rede de esgoto	43,4	46,5	20,0	-	100,0
Proporção de DPP com rede geral como forma de abastecimento de água	57,5	24,6	60,6	-	100,0
Proporção de distritos sem declaração para solução do esgoto	0,2	4,5	-	-	100,0
Proporção de distritos sem rede geral de abastecimento de água	7,2	20,7	-	-	100,0
Proporção de distritos que utilizam vala	2,0	13,9	-	-	100,0
Proporção de distritos com racionamento de água	18,3	36,6	-	-	100,0
Proporção de DPP com rede geral ou poço ou nascente como forma de abastecimento de água	86,5	19,5	95,5	-	100,0
Proporção de distritos com tratamento de esgotamento sanitário	18,6	38,2	-	-	100,0

6.2- Correlações bivariadas

Para selecionar os indicadores componentes do índice foi levada em consideração a correlação entre os indicadores de saneamento e qualidade da água com os indicadores de saúde (tabela 7 e tabela 8). Alguns indicadores foram prontamente descartados por não terem correlação significativa com nenhum outro indicador ou com poucos indicadores.

Os indicadores de saúde: taxa de internação por amebíase, taxa de internação por filariose, taxa de internação por helmintoses, taxa de mortalidade por cólera, taxa de mortalidade por dengue, taxa de mortalidade por febre tifóide e taxa de mortalidade por hepatite A correlacionaram significativamente com poucos indicadores de saneamento e qualidade da água, além disso, algumas dessas correlações observadas eram opostas ao que se esperava encontrar, isto é, apontando que municípios com melhores condições de saneamento teriam piores condições de saúde.

A taxa de internação por amebíase, por exemplo, foi diretamente correlacionada aos indicadores: proporção de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água tratada; proporção de distritos com rede de esgoto e proporção de distritos com tratamento de esgotos.

A taxa de mortalidade por hepatite A e taxa de mortalidade por cólera, apesar das poucas correlações significativas com indicadores de saneamento e qualidade da água, essas correlações foram satisfatórias, ou seja, os indicadores de saúde foram inversamente correlacionados aos indicadores de saneamento e qualidade da água. Em relação à cólera, por exemplo, este indicador foi inversamente correlacionado à proporção de distritos com rede de esgoto e à proporção de distritos com tratamento de esgotos.

Alguns indicadores de saneamento e qualidade da água também tiveram poucas correlações significativas, como as proporções de distritos sem rede geral abastecidos por cursos d'água; abastecidos por outras formas; sem declaração de forma de abastecimento; abastecidos por captação do tipo poço raso; que utilizam lançamento em cursos d'água; que utilizam outros tipos de solução alternativa para o esgoto; e sem declaração para a solução do esgoto.

Em relação às correlações que se mostraram estatisticamente significativas, o indicador “Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo adutora de água tratada” foi inversamente correlacionado com os seguintes indicadores de saúde: Taxa de internação por leptospirose, Taxa de mortalidade por leptospirose, taxa de incidência por cólera, Taxa de incidência de dengue, Taxa de incidência de esquistossomose e Taxa de incidência de

leptospirose, mostrando, desta forma, um resultado coerente com o esperado. Por outro, este indicador foi diretamente correlacionado com os indicadores Taxa de internação por amebíase, taxa de internação por giárdia, taxa de internação por hepatite A e taxa de internação por salmonela.

O indicador Proporção de distritos abastecidos com tratamento foi o que mostrou os resultados mais satisfatórios, uma vez que foi significativamente correlacionado de forma inversa aos indicadores de saúde Taxa de internação por cólera, dengue, esquistossomose, febre tifóide e leptospirose; taxa de mortalidade por dengue, diarreia, esquistossomose, leptospirose; taxa de incidência de cólera, dengue, esquistossomose, hepatite A e leptospirose.

O indicador Proporção de DPP com banheiro ou sanitário mostrou muitos resultados diferentes do que era esperado. Este indicador foi diretamente correlacionado com vários indicadores de saúde e apenas correlacionou da forma esperada (correlação inversa) com quatro indicadores de saúde, são eles: Taxa de internação por leptospirose, taxa de mortalidade por leptospirose, taxa de incidência de cólera e taxa de incidência de leptospirose.

O indicador Proporção de DPP com lixo coletado também mostrou resultados satisfatórios uma vez que foram inversamente correlacionados à Taxa de internação por leptospirose, Taxa de mortalidade por leptospirose, taxa de incidência de leptospirose e taxa de incidência de cólera. Por outro lado, este indicador também foi correlacionado significativamente (correlação direta) com outras doenças.

O indicador proporção de distritos com rede de esgotos foi diretamente correlacionado com algumas doenças, mostrando desta forma, resultado diferente do esperado, no entanto, o mesmo foi inversamente correlacionado aos indicadores: taxa de internação por esquistossomose, leptospirose, taxa de mortalidade por cólera, esquistossomose e leptospirose e taxa de incidência de cólera, esquistossomose e leptospirose.

O indicador Proporção de DPP com rede geral como forma de abastecimento de água mostrou correlações diferentes do esperado para os seguintes indicadores de saúde: taxa de internação por cólera, dengue, esquistossomose, febre tifóide, hepatite A, salmonella, taxa de mortalidade por diarreia, febre tifóide e hepatite A. E foi correlacionado inversamente as taxas de incidência por cólera, esquistossomose e leptospirose, taxa de mortalidade por leptospirose e taxa de internação por filariose e leptospirose.

O indicador “proporção de distritos com tratamento de esgotamento sanitário” foi inversamente correlacionado as taxas de internação por filariose e leptospirose; as taxas de mortalidade por cólera, leptospirose e as taxas de incidência de cólera, dengue, esquistossomose e leptospirose. Por outro lado, este indicador foi diretamente correlacionado com algumas doenças, sendo a maioria taxas de internação.

O indicador “proporção de distritos com racionamento de água” teve correlação direta com os indicadores taxa de internação por cólera, dengue, esquistossomose, taxa de mortalidade por diarreia, esquistossomose e taxa de incidência de dengue, esquistossomose, febre tifóide, hepatite A; e correlação inversa a taxa de internação por amebíase, hepatite A e taxa de incidência de leptospirose.

Os indicadores de saúde baseados em taxas de incidência foram os que obtiveram melhor desempenho nas correlações bivariadas, em relação às taxas de internação e mortalidade, apresentando resultados coerentes com o descrito na literatura. Em relação às taxas de incidências de cólera, dengue, esquistossomose e leptospirose, estas tiveram correlação direta com o indicador densidade demográfica, isto é, em geral, municípios com maior densidade demográfica apresentaram maiores incidências de doenças.

Tabela 7 – Correlações Bivariadas entre indicadores de saneamento e qualidade da água e indicadores de saúde (taxa de internação).

Correlações	n_tiam	n_ticm	n_tide	n_ties	n_tifi	n_tift	n_tigi	n_tiha	n_tihe	n_tile	n_tila
n_dens	-0,011	,076(**)	-,038(**)	,123(**)	0,011	,056(**)	-,079(**)	-,063(**)	0,015	,159(**)	-0,019
n_prodaca	,031(*)	-0,014	0,023	0,009	-0,019	0,024	,041(**)	,041(**)	-0,025	-,037(**)	,051(**)
n_prodsrca	0,024	-0,011	0,02	-0,016	0,016	,047(**)	-0,006	0,001	,031(*)	0,001	0,003
n_prodsrca	-0,006	,030(*)	,068(**)	0,024	-0,006	,049(**)	-0,018	-0,024	-0,005	-,033(*)	-0,016
n_prodsrgc	-0,024	0,015	,105(**)	0,008	-0,001	,035(**)	-0,024	0,008	0,011	-,028(*)	,029(*)
n_prodsrgp	0,02	-0,015	-,034(*)	-,052(**)	,075(**)	-0,007	0,016	,083(**)	0,003	,061(**)	0,006
n_prodsrpf	-0,004	-0,013	0,004	-0,019	-0,02	0,003	-0,018	0,016	-0,005	0,011	-0,017
n_propac	-0,021	,033(*)	,103(**)	,077(**)	0	,079(**)	-,030(*)	-,046(**)	-0,008	,036(**)	-,032(*)
n_propdab	-0,018	-0,019	0,023	-,048(**)	,027(*)	0,012	-0,007	,027(*)	0,007	0,004	0,015
n_propdac	0,017	-0,012	-,086(**)	,037(**)	0,011	0,005	-,054(**)	-,027(*)	-0,021	,090(**)	-,046(**)
n_propdaca	-0,008	-0,01	-,078(**)	-0,008	-0,001	-,045(**)	-,032(*)	-0,025	-0,007	0,015	-,054(**)
n_propdacp	-0,009	-0,01	,067(**)	-,031(*)	-0,019	0,003	0,01	0,01	-0,014	0,012	-0,014
n_propdacs	0,012	0,014	-,043(**)	,095(**)	-0,002	,029(*)	-,043(**)	-0,007	-0,021	,057(**)	-,040(**)
n_propdact	0,016	-,032(*)	-,055(**)	-,086(**)	-0,021	-,037(**)	,073(**)	0,012	0,001	-,046(**)	0,019
n_propdanc	-0,011	0,004	,100(**)	,051(**)	0,002	,029(*)	0,005	-,033(*)	0	-0,01	-,036(**)
n_propdcb	0,007	,095(**)	,438(**)	,181(**)	0,012	,187(**)	,081(**)	,034(*)	,043(**)	-,170(**)	,139(**)
n_propdcd	0,003	-0,001	0,008	-0,001	0	0,009	-0,02	-0,026	0,025	,027(*)	0,023
n_propddc	,043(**)	-0,022	-,057(**)	,075(**)	0,011	0,021	0,014	-0,018	-0,008	0,02	-0,006
n_propdlc	-0,015	0,012	,191(**)	,072(**)	-0,021	,111(**)	,077(**)	0,02	0,021	-,094(**)	,122(**)
n_propdlod	-0,009	0,019	,208(**)	,077(**)	-0,013	,122(**)	,077(**)	,027(*)	0,022	-,089(**)	,125(**)
n_propdof	-0,007	,104(**)	,411(**)	,155(**)	0,018	,234(**)	,032(*)	0	,038(**)	-,059(**)	,149(**)
n_propdot	-0,021	-0,016	,055(**)	-0,015	-0,013	0	-0,001	0	-0,006	-0,013	0,026
n_propdp	0,019	,050(**)	,048(**)	,049(**)	0,005	,035(**)	0,004	-,031(*)	0,021	,061(**)	,030(*)
n_propdre	,035(**)	-0,006	,143(**)	-,099(**)	-0,015	0	,092(**)	,053(**)	0,016	-,058(**)	,137(**)
n_propdrg	-0,006	,035(**)	,148(**)	,030(*)	-,034(*)	,109(**)	,045(**)	,039(**)	-0,003	-,044(**)	,083(**)
n_propdsd	-0,017	,034(*)	0,009	-0,001	-0,01	-0,008	-0,007	0,01	-0,002	-0,007	-,026(*)
n_propdsrg	-0,007	-0,012	,051(**)	-,040(**)	,036(**)	0,026	-0,005	,039(**)	0,01	0,013	0,019
n_propdst	,032(*)	-0,025	-,056(**)	-,035(**)	0,001	0	,060(**)	0,021	-0,006	-0,022	,034(*)
n_propdv	,044(**)	0,004	-0,025	-,031(*)	,088(**)	,126(**)	0,008	-,027(*)	0,019	-0,022	-0,005
n_proprac	-,040(**)	,035(**)	,112(**)	,075(**)	-0,001	0,021	-0,007	-,031(*)	-0,001	0,012	-0,003
n_proprop	-0,019	,106(**)	,392(**)	,141(**)	0,016	,218(**)	,027(*)	0	,036(**)	-,065(**)	,158(**)
n_proptesg	,027(*)	,036(**)	,079(**)	,048(**)	-,034(*)	,036(**)	,051(**)	0,018	0,016	-,060(**)	,131(**)
n_prodsrsd	-0,003	0,016	-0,008	-0,013	-0,003	-0,016	-0,006	0,01	-0,002	-0,004	-0,022
n_propdfs	0,011	-0,02	,064(**)	-,084(**)	0,021	-0,021	,066(**)	,075(**)	0,023	,056(**)	,177(**)
n_propdfsc	0,023	,042(**)	,089(**)	0,021	-,028(*)	-0,007	0,003	,029(*)	0,013	-,099(**)	-,052(**)
n_propdstf	-,030(*)	-,062(**)	-,289(**)	-,078(**)	-,030(*)	-,100(**)	-,077(**)	-,065(**)	-0,019	,107(**)	-,101(**)

* Correlação significativa no nível 0,05

** Correlação significativa no nível 0,01.

Tabela 8 – Correlações Bivariadas entre indicadores de saneamento e qualidade da água e indicadores de saúde (taxas de mortalidade e incidência)

Correlações	n_tmdd	n_tmft	n_tmha	n_tmle	n_tmcl	n_tmde	n_tmdd	n_tmft	n_tmha	n_tmle	n_tmcl	n_tmde	n_tmdd
n_dens	,141(**)	0,009	-0,02	,121(**)	,155(**)	,084(**)	,231(**)	-0,007	-,038(**)	,148(**)	0,019	0	0,003
n_prodaca	-0,018	-0,013	0,01	-,039(**)	-,062(**)	-,028(*)	-,050(**)	-0,012	0,007	-,046(**)	-0,014	0,001	0,01
n_prodsrca	-0,012	-0,006	-0,004	-0,005	0,003	0,009	-0,016	,031(*)	,035(**)	-0,018	-0,004	-0,009	0,01
n_prodsrca	,040(**)	-0,007	0,016	0	-0,004	,104(**)	0,008	0,026	,060(**)	-0,018	-0,004	-0,009	,082(**)
n_prodsrgc	0,023	0,02	0,019	-0,012	0,002	,097(**)	0,009	0,022	,068(**)	-,041(**)	-0,007	0,02	,084(**)
n_prodsrgp	-,040(**)	-0,016	,032(*)	,028(*)	,038(**)	-,074(**)	-,059(**)	0,012	,064(**)	,049(**)	-0,009	-0,004	-0,017
n_prodsrof	-0,014	0,02	0,006	0,001	0,007	0,006	0,001	0,008	0,007	,029(*)	-0,004	0,011	-0,001
n_propac	,062(**)	0,011	-0,023	,029(*)	,031(*)	,121(**)	,126(**)	,043(**)	,035(**)	-0,002	0,024	-0,014	,088(**)
n_propdab	-0,024	-0,002	0,011	-0,012	-0,005	-0,011	-,069(**)	,029(*)	,071(**)	-0,009	-0,013	0,02	,039(**)
n_propdac	,030(*)	0,002	-0,01	,049(**)	,066(**)	-,044(**)	,112(**)	-0,009	-,045(**)	,069(**)	0,023	-0,005	-,040(**)
n_propdaca	0,001	-0,005	-0,001	0,007	0,012	-,062(**)	0,013	-0,009	-0,008	0,022	,031(*)	0,008	-,029(*)
n_propdacp	-0,025	-0,007	0,011	-0,013	-0,01	,061(**)	-,048(**)	0,001	-0,021	-0,001	-0,01	-0,016	0,012
n_propdacs	,051(**)	-0,003	-0,012	,036(**)	,041(**)	-0,022	,139(**)	0,014	-0,005	,044(**)	0,006	-0,006	-0,005
n_propdact	-,068(**)	0,009	-0,01	-,047(**)	-,062(**)	-,115(**)	-,154(**)	0,01	-,034(*)	-,045(**)	-0,019	-,029(*)	-,037(**)
n_propdanc	,029(*)	-0,018	0,002	-0,003	-0,009	,101(**)	0,024	,035(**)	0,02	-0,026	0,008	-0,008	0,017
n_propdcb	,144(**)	,059(**)	,044(**)	-,051(**)	-,069(**)	,346(**)	,122(**)	,104(**)	,154(**)	-,245(**)	0,019	,037(**)	,328(**)
n_propdcd	0,024	-0,008	0,011	0,009	0,001	0,007	0,025	0,011	-0,015	0,006	-0,005	-0,01	0,015
n_propddc	0,014	0,007	-0,02	-0,004	-0,01	-,065(**)	,034(*)	0,021	-,041(**)	-0,013	0,008	-,044(**)	-0,016
n_propddc	0,018	,031(*)	0,021	-,078(**)	-,106(**)	,028(*)	-0,02	,060(**)	,074(**)	-,138(**)	0	-0,017	,167(**)
n_propdlod	0,023	,031(*)	0,023	-,075(**)	-,103(**)	,044(**)	-0,011	,071(**)	,085(**)	-,132(**)	0,01	-0,02	,177(**)
n_propdof	,139(**)	,061(**)	0,024	0,02	0,011	,342(**)	,130(**)	,138(**)	,128(**)	-,146(**)	,039(**)	0,02	,289(**)
n_propdot	-0,006	-0,008	0,012	0,017	0,019	,053(**)	-0,006	-0,005	0,025	0,012	-0,004	0,008	,038(**)
n_propdp	,075(**)	-0,014	-0,012	,093(**)	,101(**)	,089(**)	,088(**)	0,009	-0,01	,099(**)	0	0,008	0,017
n_propdre	-,070(**)	-0,001	0,005	-,063(**)	-,091(**)	0,004	-,202(**)	,030(*)	,129(**)	-,054(**)	-,027(*)	0,003	,064(**)
n_propdrg	0,012	,029(*)	0,016	-,060(**)	-,087(**)	-0,018	-,061(**)	,075(**)	,100(**)	-,084(**)	-0,008	-0,012	,136(**)
n_propsds	-0,011	-0,003	-0,007	-0,01	-0,012	-0,002	,037(**)	,038(**)	-0,008	-0,004	-0,002	-0,004	-0,006
n_propsdrg	-0,018	0	0,017	-0,007	0,002	0,014	-,061(**)	,038(**)	,094(**)	-0,001	-0,012	0,017	,058(**)
n_propsdst	-,046(**)	0,012	-0,011	-,031(*)	-,041(**)	-,102(**)	-,110(**)	0,004	-,055(**)	-,035(**)	-0,023	-,029(*)	-,039(**)
n_propdv	-0,006	,032(*)	,054(**)	0,011	0,002	-0,003	-,033(*)	,122(**)	,034(*)	-0,025	-0,005	0,003	,028(*)
n_proprac	,088(**)	-0,02	-0,001	0,025	,033(*)	,152(**)	,064(**)	,031(*)	,039(**)	-,030(*)	0,024	0,015	,058(**)
n_propprop	,118(**)	,058(**)	0,021	0,003	-0,004	,313(**)	,088(**)	,123(**)	,155(**)	-,139(**)	,033(*)	,027(*)	,294(**)
n_proptesg	0,014	0,025	-0,004	-,053(**)	-,084(**)	-,039(**)	-,043(**)	,034(*)	,036(**)	-,101(**)	-,029(*)	0,012	,079(**)
n_prodsrsd	-0,01	-0,002	-0,006	-0,009	-0,011	0,01	0,023	-0,007	0,008	-0,001	-0,001	-0,003	-0,012
n_propdfs	-,067(**)	-0,005	,027(*)	-0,003	-0,013	-,058(**)	-,119(**)	-0,022	,122(**)	,068(**)	-0,025	-0,006	0,005
n_propdfsc	,035(**)	-0,01	-0,018	-,042(**)	-,046(**)	,084(**)	-,048(**)	0,007	,077(**)	-,097(**)	0,012	-0,001	,075(**)
n_propdfstf	-,075(**)	-0,02	-0,022	0,013	0,018	-,251(**)	0,009	-,063(**)	-,121(**)	,139(**)	-0,006	0,003	-,140(**)

* Correlação significativa no nível 0,05

** Correlação significativa no nível 0,01.

6.3- Qualidade dos dados

Todos os dados utilizados para a realização deste trabalho foram obtidos por diferentes tipos de sistemas de informações, de qualidade duvidosa. As informações de saneamento e qualidade da água, por exemplo, foram obtidos através de dados do CENSO demográfico de 2000 e PNSB. Ambas as bases de dados podem conter erros.

No CENSO, quem informa os dados são os próprios moradores, e dependendo de como a pergunta é compreendida por esse morador, e principalmente, dependendo do conhecimento do morador sobre o que está sendo perguntado, sua resposta pode não refletir a realidade – viés do informante morador. Esse é o caso de questões sobre o esgotamento sanitário, que muitas vezes é desconhecido pelo morador. Por outro lado, os dados do PNSB são informados pelos próprios gestores, que podem desconhecer a realidade do local em sua totalidade ou conhecer a realidade, mas informar o que for mais conveniente, fornecendo, então, informações errôneas – viés do informante gestor.

Os Sistemas de Informação de Saúde (SIM –mortalidade; SIH –internações e SINAN –incidência/notificação) também devem ser utilizados com cautela.

Os dados do SIM possuem alguns problemas, como a cobertura e qualidade da declaração da causa da morte preenchida pelos médicos; a escassez de recursos nos estados e municípios para o desenvolvimento do sistema, bem como a falta de qualificação e capacitação permanentes de profissionais para operar o sistema. Estima-se que cerca de 10% dos óbitos infantis não são declarados e que 20% das causas de óbito são mal definidas (Ministério da Saúde, 2009).

O SIH-SUS, cuja concepção é a de pagamento de serviços prestados ao Sistema Único de Saúde, apresenta como ponto fraco a possibilidade de distorção das informações, provocada pela lógica de obtenção de maior faturamento. Além disso, ainda que sua cobertura seja considerada satisfatória, ele não tem informações sobre a rede privada não conveniada ao SUS, e o treinamento dos profissionais que fazem a coleta de dados parece ser insuficiente (Ministério da Saúde, 2009).

Dentre os problemas do SINAN destaca-se a confiabilidade do preenchimento e a questão da cobertura do sistema, que não notifica a totalidade das doenças de notificação compulsória.

É provável que muitas correlações encontradas com resultado diferente do esperado se deva justamente à baixa qualidade desses dados.

Alguns indicadores não puderam ser utilizados no índice pela falta de dados em grande parte dos municípios do Brasil, são eles: “Proporção de amostras que foram positivas para coliforme total”; “Proporção de amostras positivas para *Escherichia coli*” e “cobertura pelo VIGIAGUA”. As amostras de água desse programa são coletadas no ponto de consumo, isto é, nos domicílios e prédios públicos. Dos 5565 municípios do Brasil, considerados neste trabalho, 2659 municípios não têm informação sobre a presença de coliformes totais e *E. Coli*, ou seja, aproximadamente 48% dos municípios. Em relação ao VIGIAGUA, apenas 52% dos municípios brasileiros fazem parte do programa, ou seja, somente os municípios cobertos pelo VIGIAGUA (Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano) possuem informações sobre a proporção de amostras positivas para *E. coli* e coliformes totais.

6.4- A seleção dos indicadores

Para a seleção dos indicadores que iriam compor o índice foram utilizados três critérios: fundamentação teórica; a qualidade do dado e o desempenho do indicador em testes estatísticos, como as correlações de Pearson e comparação entre médias por análise de variância.

Esta constituiu a etapa mais difícil do trabalho, já que a base de dados original continha 60 indicadores.

Além de eliminar os indicadores com desempenho ruim nos testes estatísticos, em especial na correlação, também foram eliminados da composição do índice, os indicadores que geravam dúvidas em relação ao que ele poderia mostrar. Neste caso pode-se citar como exemplo o indicador “Proporção de DPP com poço ou nascente como forma de abastecimento de água”, uma vez que não se pode atestar a qualidade deste poço ou nascente.

Dessa forma, para o desenvolvimento do índice foi pressuposto que os componentes de Saneamento e Qualidade da água deveriam ser medidos através de indicadores de infraestrutura em saneamento e qualidade da água, como a presença de Redes de abastecimento de água, Estações de Tratamento de água, Estações de tratamento de esgoto, redes de esgotamento sanitário e coleta de lixo, abrangendo, desta forma, os componentes de saneamento básico: água, esgoto e resíduos sólidos. Cabe ressaltar que este trabalho não abrange a Drenagem de água como componente de saneamento básico.

Para a escolha dos indicadores de saúde foi usado como critério principal a qualidade desses dados, já ressaltados no tópico anterior, bem como o desempenho de alguns indicadores de saúde nas correlações com os indicadores de saneamento e qualidade da água. Após alguns testes, foram selecionados 14 indicadores para compor o índice final (Tabela 9).

Tabela 9 – Listagem dos indicadores componentes do Índice

Indicadores
Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo de adutora de água tratada
Proporção de distritos com abastecimento convencional
Proporção de distritos abastecidos com tratamento
Proporção de DPP com banheiro ou sanitário
Proporção de DPP com lixo coletado
Proporção de distritos com rede de esgoto
Proporção de DPP com rede geral como forma de abastecimento de água
Proporção de distritos com tratamento de esgotamento sanitário
Taxa de incidência de cólera por 100.000 habitantes
Taxa de incidência de dengue por 100.000 habitantes
Taxa de incidência de esquistossomose por 100.000 habitantes
Taxa de incidência de leptospirose por 100.000 habitantes
Taxa de mortalidade por diarreia em menores de 5 anos por 100.000 habitantes
Taxa de mortalidade por hepatite A por 100.000 habitantes

6.5- Distribuição dos índices

Foram produzidos 6 índices no total, onde a cada índice que era feito tentou-se reduzir o número de variáveis, deixando o índice mais específico das questões relacionadas à qualidade da água e saneamento, isto é, menos sujeito a variações aleatórias. Em cada índice, duas operações foram realizadas: soma e produto. Em todos os casos, verificou-se um melhor desempenho no índice quando este era operacionalizado pela soma. Os maiores valores no índice correspondem aos melhores desempenhos, ou seja, os municípios com melhor estado de saúde, saneamento e qualidade da água.

No primeiro Índice-teste constaram 42 indicadores, sendo este número reduzido para 14 indicadores no último Índice testado. Para fins de comparação, foi escolhido o Índice 3 (composto por 20 indicadores) e o Índice 6 (14 indicadores) por terem apresentado melhores resultados. A tabela 10 faz uma comparação entre esses índices.

Tabela 10: Estatística descritiva dos Índices (N=5.565)

	Mínimo	Máximo	Média	Desv. Padrão
Ind 3 - soma	,34	,99	,72	,11
Ind 3 - Produto	,26	,98	,41	,21
Ind 6 - Produto	,08	,95	,19	,16
Ind 6 - soma	,30	,95	,62	,12

Na tabela 10 observa-se que as médias dos índices são sempre maiores quando a metodologia empregada envolve a soma dos componentes. Nesses casos, o desvio padrão se mostrou menor, em relação ao produto dos componentes, mostrando que na soma dos componentes os municípios tem um resultado final mais homogêneo, ou seja, as diferenças entre os municípios são menos visíveis, uma vez que um resultado negativo em relação a um determinado parâmetro acaba sendo compensando com um resultado positivo em outro parâmetro. Na utilização do produto dos componentes essas diferenças são acentuadas.

Apesar dessas diferenças encontradas nos índices gerados através da soma e do produto, ambos os testes mostraram-se fortemente correlacionados (Tabela 11). Desta forma, o índice 6, com metodologia que envolve o produto dos componentes, foi eleito o mais representativo das condições de saneamento, saúde e qualidade da água no Brasil.

Tabela 11: Correlação de Pearson entre os índices 3 e 6

	Índice 3 - soma	Índice 3 - produto	Índice 6 - produto	índice 6 - soma
Índice 3 - soma	1	,839**	,596**	,882**
Índice 3 - produto	,839**	1	,806**	,870**
Índice 6 - produto	,596**	,806**	1	,810**
índice 6 - soma	,882**	,870**	,810**	1

** . Correlação significativa no nível 0,01.

A figura 3 mostra que quando o índice era feito através da média dos indicadores, o gráfico de frequência se aproxima de uma curva normal, mostrando que a maioria dos municípios do Brasil estariam na média e uma minoria nas extremidades, ou seja, uma minoria mostrando os melhores e piores desempenhos.

A figura 4 mostra a frequência do desempenho dos municípios no índice quando este era feito pelo produto dos indicadores. Em todos os índices desenvolvidos, os desempenhos dos municípios eram piores quando a operação efetuada era o produto (tabela 10). Isso fica bem evidenciado na figura 5, quando contrastamos os resultados do índice feito pela soma com o índice feito pelo produto.

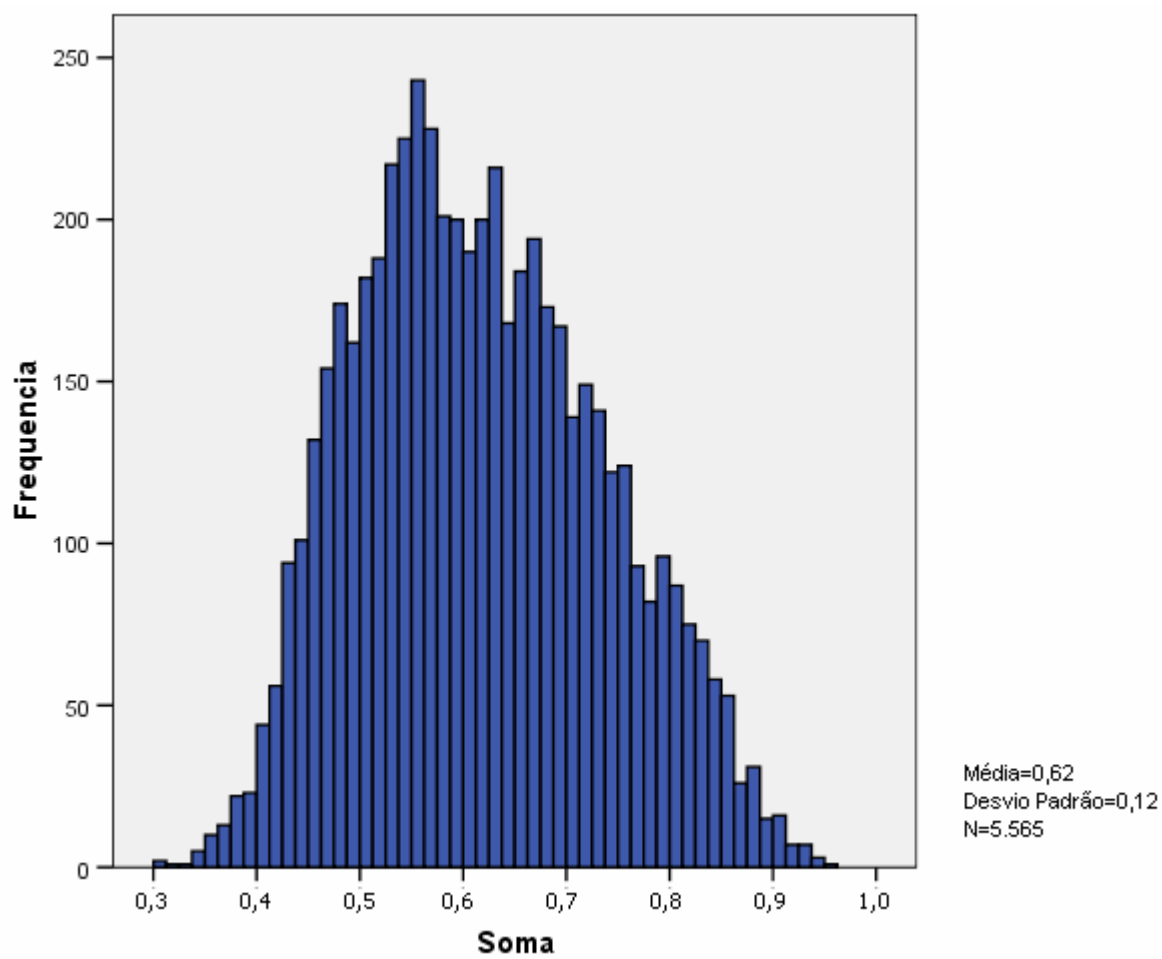


Figura 3 – Frequência do desempenho dos municípios no índice desenvolvido pela soma dos indicadores.

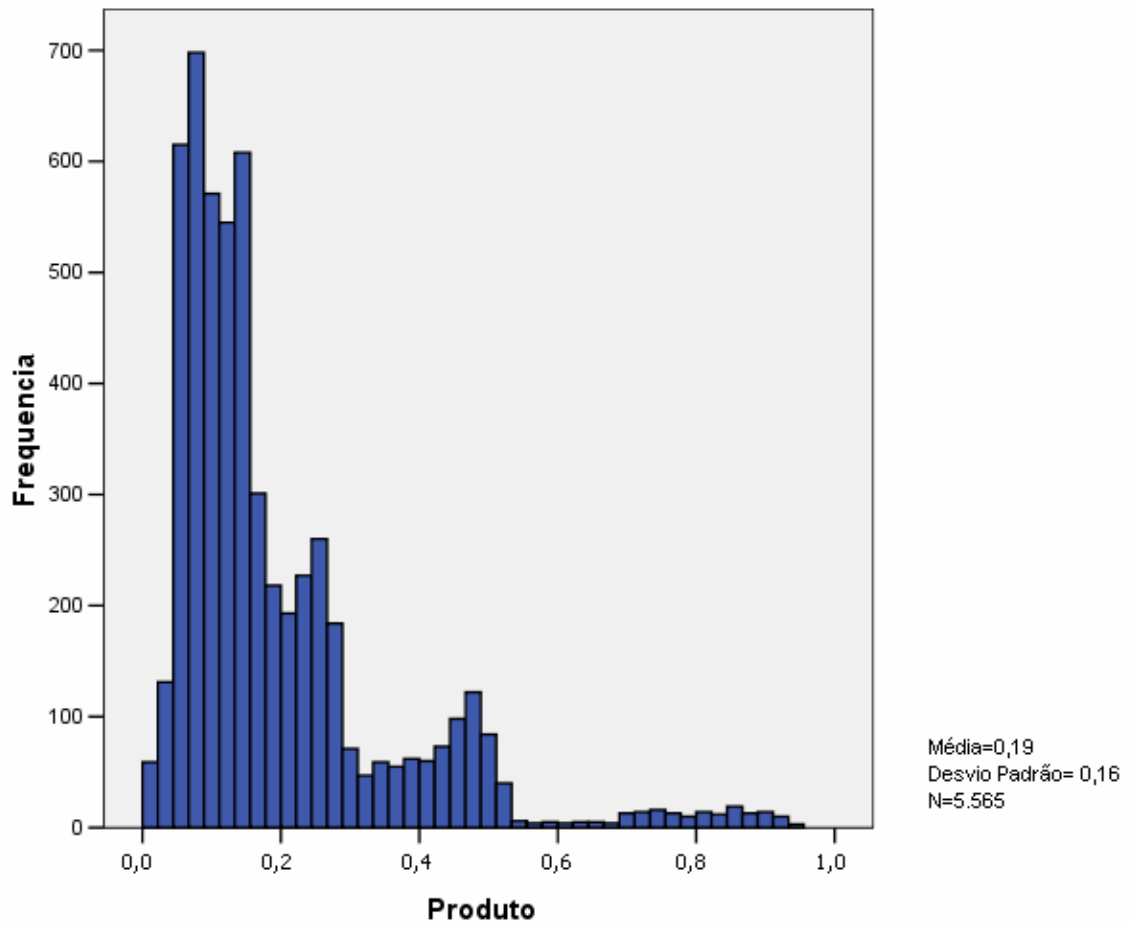


Figura 4 – Frequência do desempenho dos municípios no índice desenvolvido pelo produto dos indicadores.

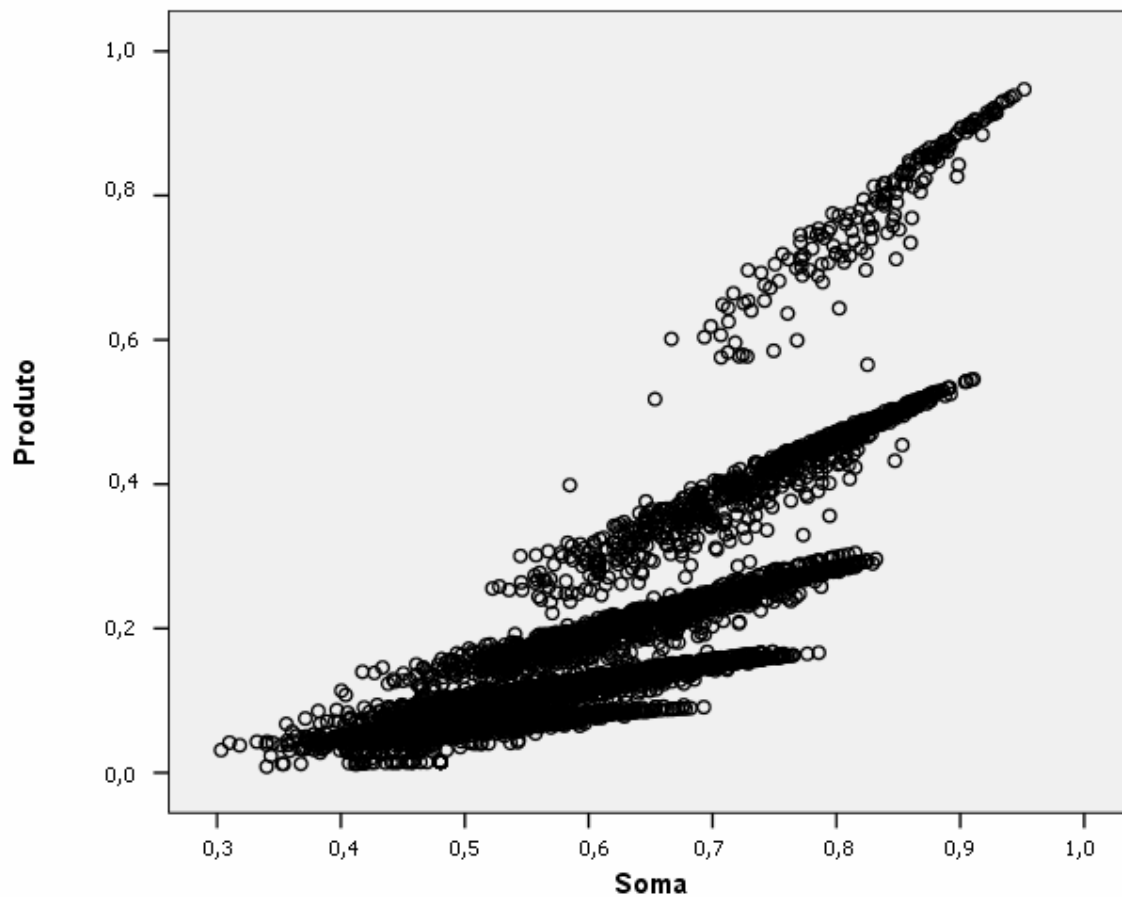


Figura 5 – Desempenho dos municípios no índice desenvolvido pelo produto e pela soma.

Nas figuras 6 e 7 são demonstradas a relação entre o tamanho da população residente e seus respectivos desempenhos no índice. Comparando-se os métodos da soma e do produto, vemos que os municípios com as maiores populações são beneficiados no método da soma, enquanto no método do produto estes ficam com valores menores no índice, demonstrando um pior desempenho.

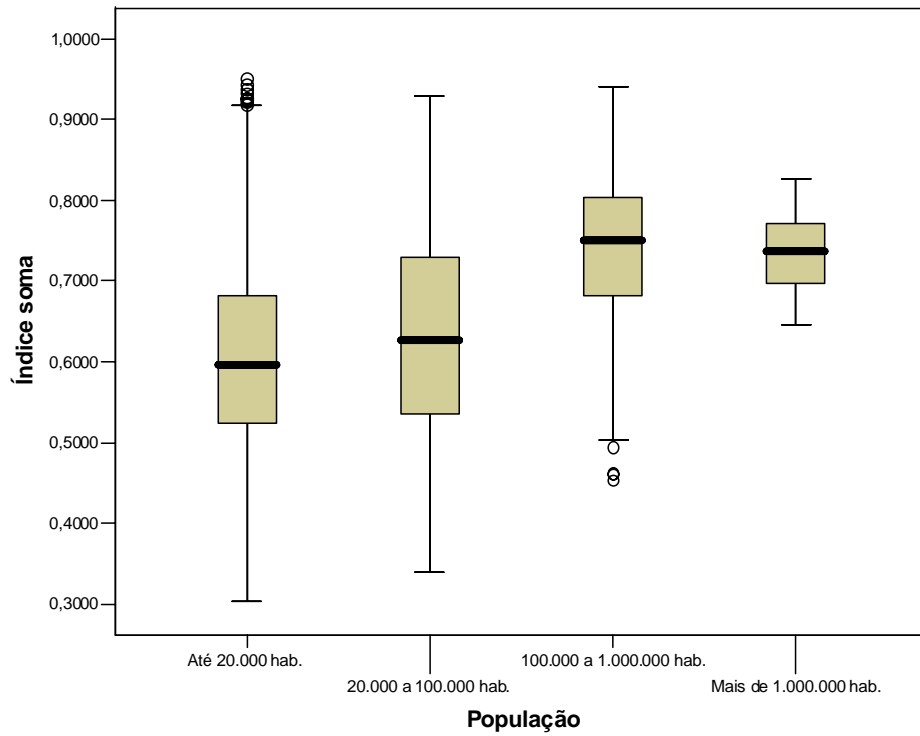


Figura 6 – Influência do tamanho da população no desempenho no índice pelo método da soma.

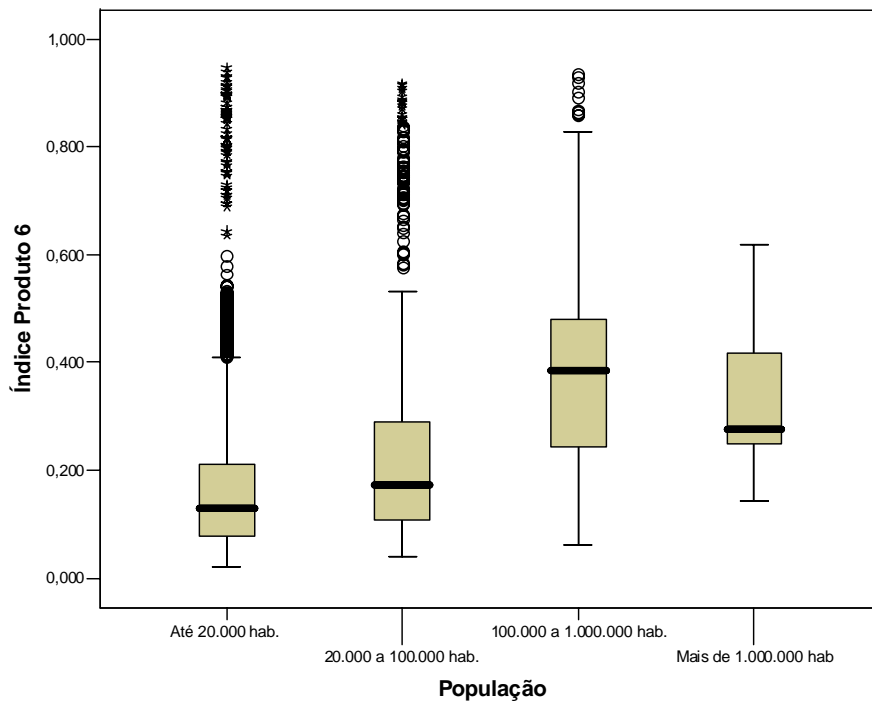


Figura 7 – Influência do tamanho da população no desempenho no índice pelo método do produto.

Na figura 7 observa-se que os municípios de menor população (até 20.000 hab.) possuem piores índices, mas uma grande variabilidade, com vários casos de municípios com bons índices nessa categoria. Esse índice tende a aumentar nos municípios de média e grande população. Os municípios com até 20.000 habitantes possuem índice médio de 0,17, os municípios com população entre 20.000 e 100.000 habitantes possuem índice médio de 0,23 e os municípios com população entre 100.000 e 1.000.000 habitantes possuem índice médio de 0,39. Os índices tendem a melhorar a medida em que aumenta a população, mas essa tendência é invertida para municípios maiores. Os municípios de grande porte (mais de 1.000.000 habitantes) possuem índice médio de 0,33, indicando que os 13 maiores municípios do país não são os melhores colocados em termos de saneamento e saúde. A mesma tendência pode ser verificada na análise do índice obtido pela soma, mas com menores diferenças.

Os índices desenvolvidos são demonstrados através de mapas nas figuras 8, 9, 10 e 11. A figura 8 mostra o Índice 3 obtido pelo método da soma e a figura 9 mostra o Índice 3 obtido pelo método do produto. As figuras 10 e 11 mostram o índice 6 obtido pelo método da soma e produto, respectivamente.

Todos os mapas mostram que as regiões mais afetadas pela falta de infra-estrutura em saneamento e qualidade da água, e conseqüentemente por doenças relacionadas a esses aspectos são a região Norte e Nordeste, enquanto as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul apresentaram um melhor desempenho. Pela comparação dos mapas, é notável a diferença nos resultados quando o índice é calculado pela soma ou pelo produto.

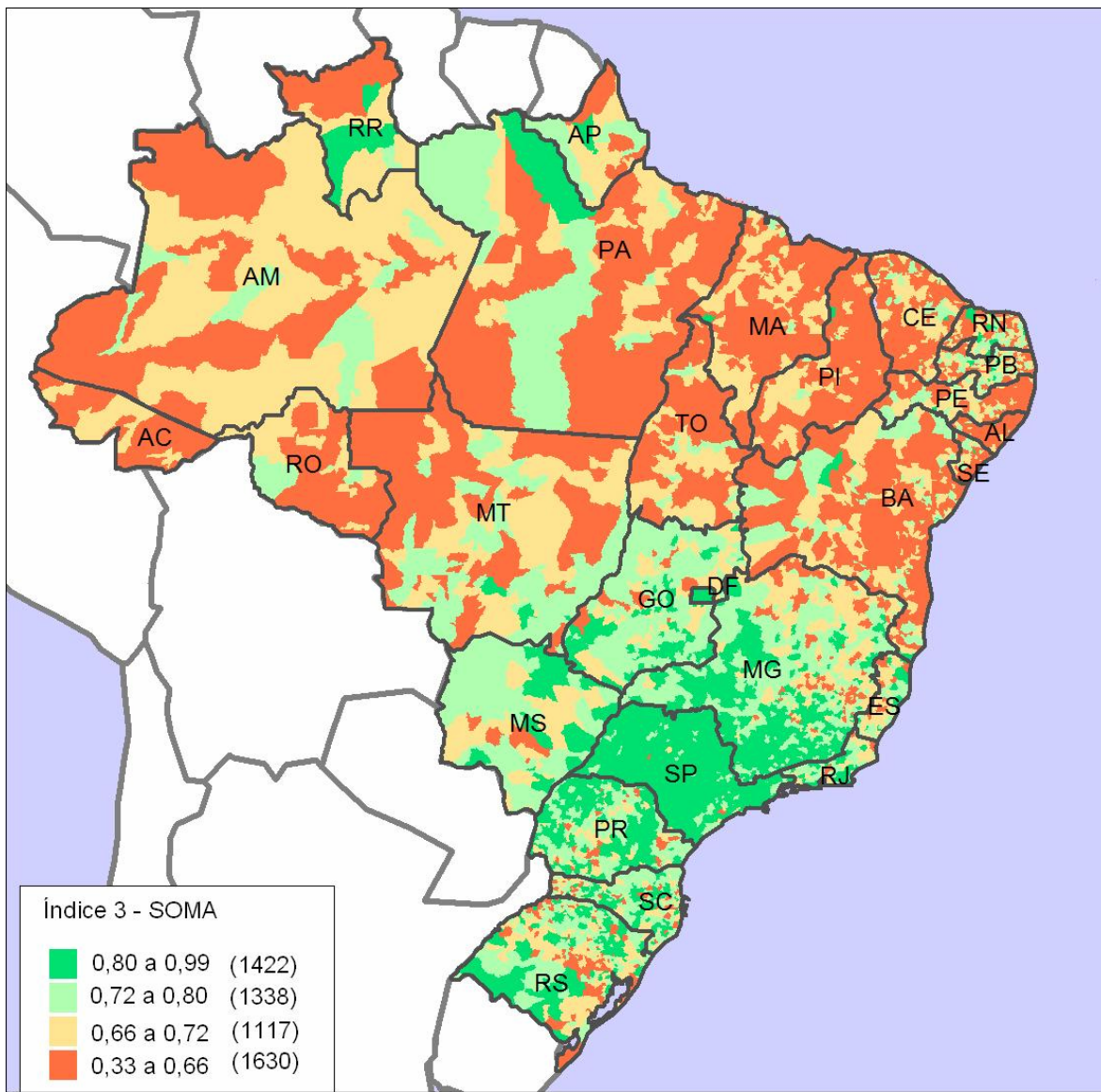


Figura 8 – Índice 3 gerado pela soma dos componentes.

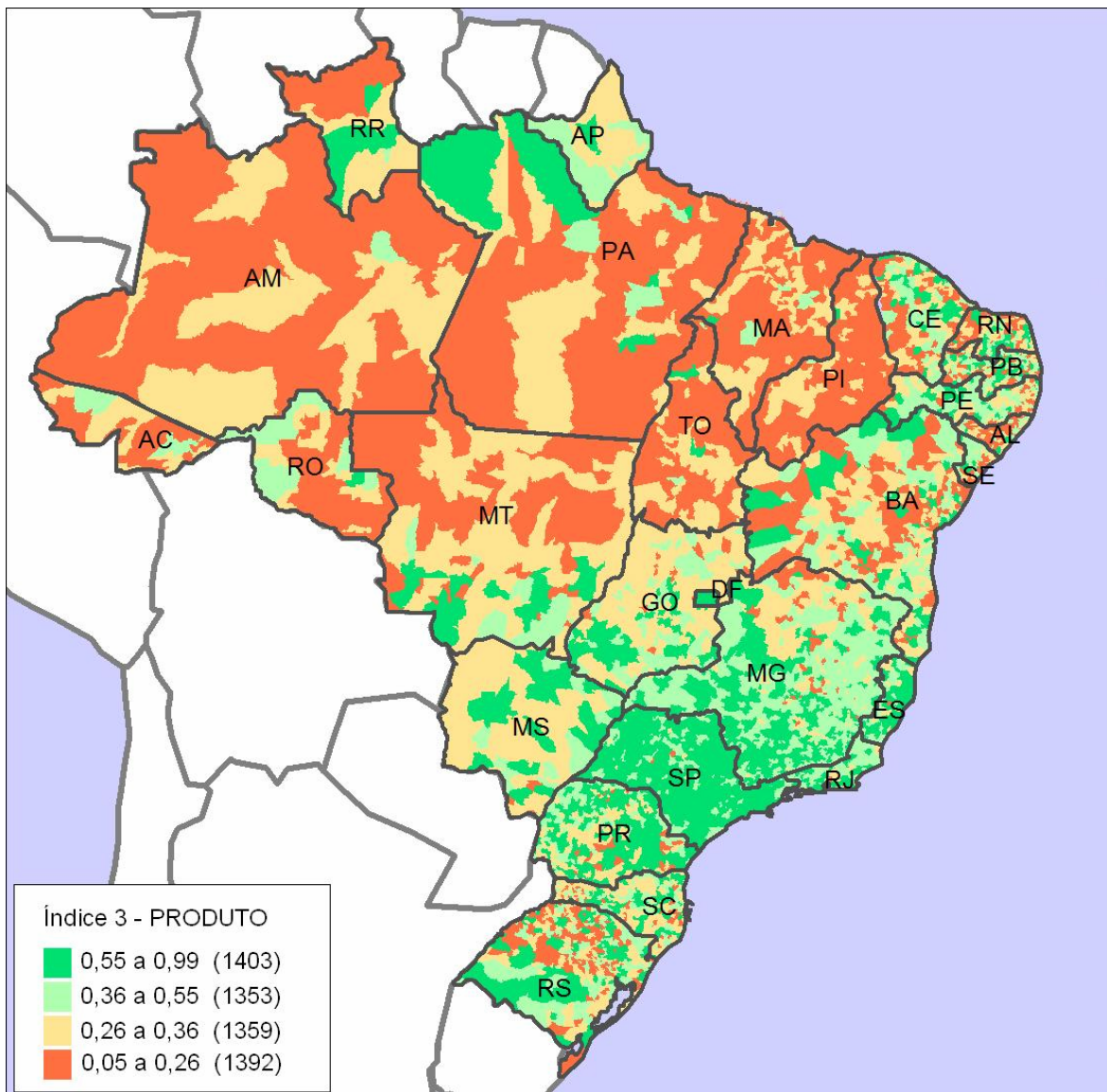


Figura 9 – Índice 3 gerado pelo produto dos componentes.

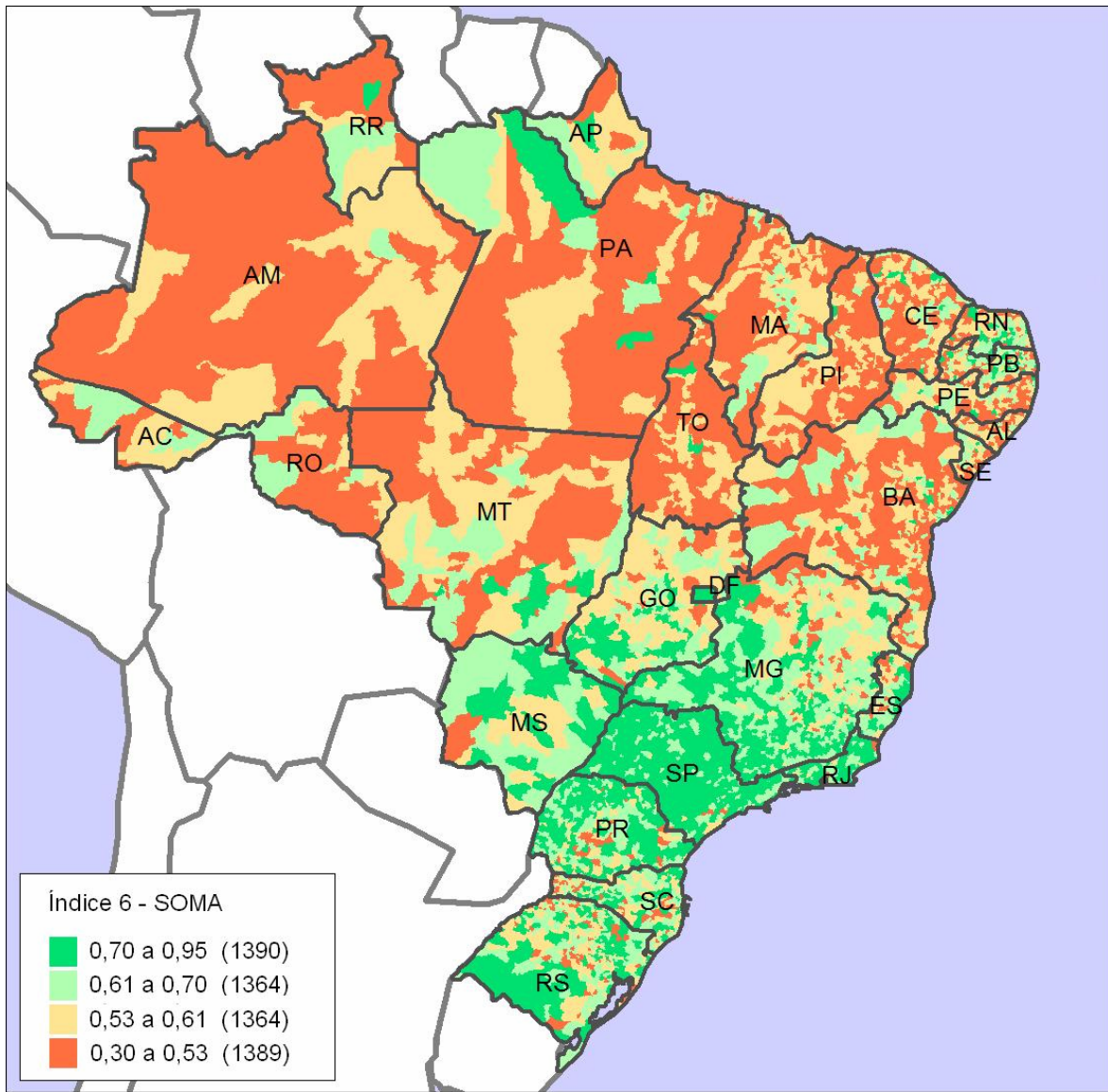


Figura 10 – Índice 6 gerado pela soma dos componentes.

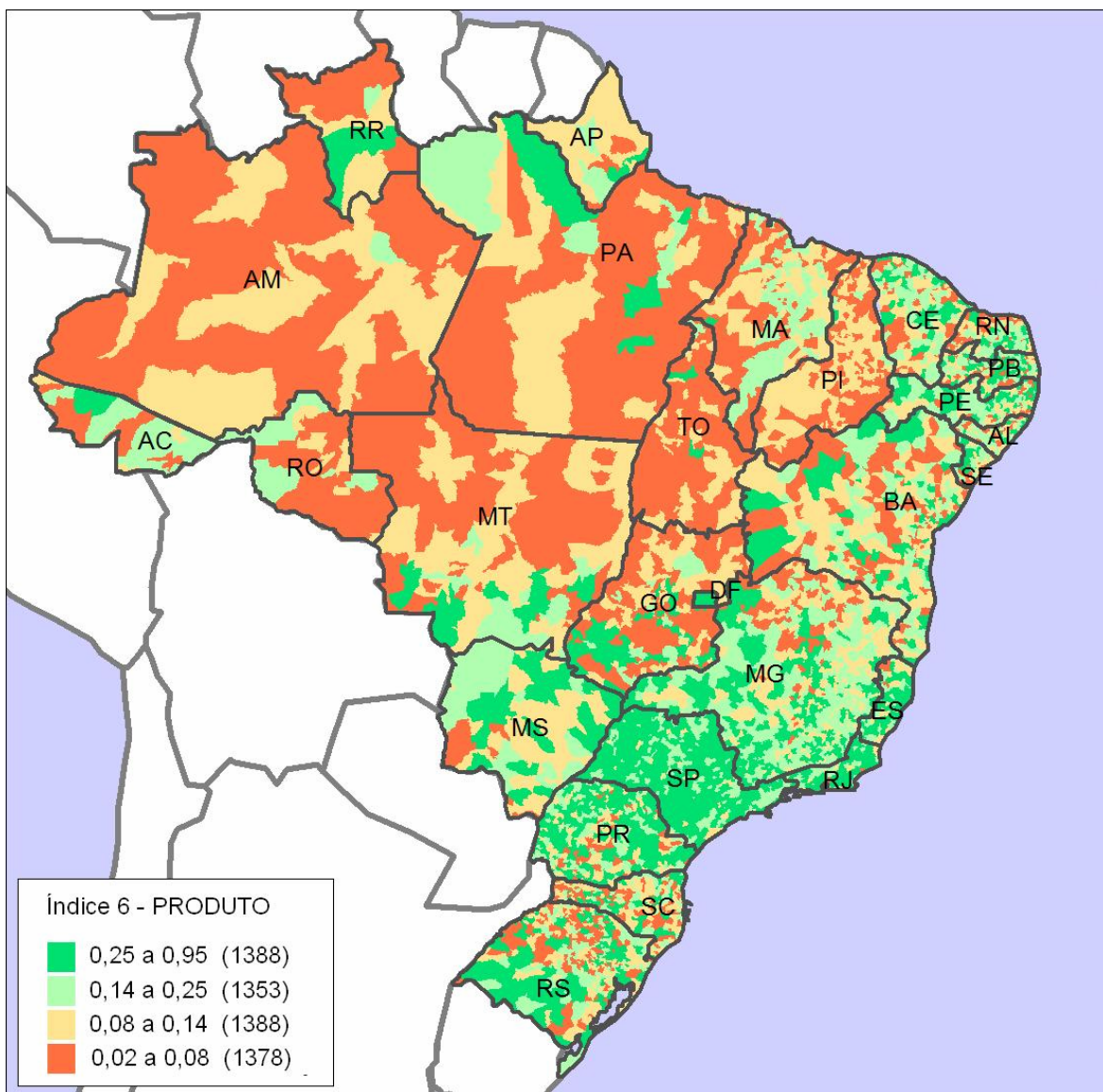


Figura 11 – Índice 6 gerado pelo produto dos componentes.

Em todos os índices verificam-se ilhas de bom desempenho na Amazônia. Essas regiões são municípios, como Almeirim, Barcarena, Tucuruí, Novo Repartimento e Oriximiná, onde existe a presença de grandes empresas.

Na região sudeste observa-se um bom desempenho nos índices em quase todos os municípios. Em Minas Gerais alguns municípios, principalmente na porção norte apresentaram baixos índices, enquanto sua porção sul apresentou bons resultados. De forma geral, os estados de São Paulo e Rio de Janeiro apresentaram bons índices.

Na região sul foi observado baixos resultados nos índices que utilizaram a metodologia do produto. Nessa região, verificaram-se municípios com desempenho ruim no sul do Paraná e interior de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

7- DISCUSSÃO

A construção de indicadores de saúde ambiental constitui uma etapa importante no estudo das relações entre ambiente e saúde. Para isso é necessário um conjunto de sistemas de informação, compreendidos como meios que permitam a coleta, armazenamento, processamento e recuperação de dados. A seleção desses indicadores depende, principalmente da disponibilidade e qualidade de dados necessário, no caso do presente trabalho, dados sobre recursos hídricos, saneamento e saúde, captados por sistemas de informação específicos (Barcellos, 2002).

De acordo com Barcellos (2002), do ponto de vista dos sistemas de informação, as condições ambientais são atributos de lugar, enquanto as condições de saúde são atributos das populações humanas. Dessa forma existe uma grande necessidade em se desenvolver metodologias capazes de unir esses dois atributos, de modo a se analisar esses dados integradamente. Os indicadores e índices são baseados em dados primários e dados de monitoramento, portanto, a qualidade do índice gerado dependerá da qualidade desses dados originais.

No caso dos sistemas de informação de saúde, estes encontram-se mais organizados, já que passaram por um processo de universalização, melhoria da qualidade, facilidade ao acesso e análise. Por outro lado, os dados ambientais são coletados e organizados de forma assistemática, podendo ser resultado do trabalho de órgãos governamentais ou de pesquisas acadêmicas. No primeiro caso, os dados gerados são publicados na forma de relatórios, sendo restritos para a maior parte da população, enquanto as universidades divulgam esses dados em congressos e revistas científicas. Essa diferenciação impede a troca de dados entre as partes (Barcellos, 2002).

Os serviços de saneamento são de vital importância para proteger a saúde da população, minimizar as conseqüências da pobreza e proteger o meio ambiente (Teixeira e Pungirum, 2005). Segundo Heller (1998), essas intervenções podem prevenir em quatro vezes o número de mortes e elevar a expectativa de vida 7 vezes mais que as intervenções médicas. No entanto, os recursos financeiros disponíveis para o setor são escassos nos países latino-americanos, existindo, então carências na cobertura por serviços de saneamento. Logo, o reduzido número de estudos, com base em dados secundários, a respeito da influência da cobertura populacional por serviços de saneamento sobre as

condições de saúde existentes nos diferentes países da região, constitui uma importante lacuna no campo da saúde pública nas Américas (Teixeira e Pungirum, 2005).

De acordo com o trabalho de Libânio et al. (2005) os estados do Brasil com os piores indicadores de saúde (maior taxa de mortalidade e de morbidade) apresentam os menores índices de cobertura por rede de esgotamento sanitário, mas não, necessariamente, menores índices de cobertura por rede de água. Por sua vez, os estados com os melhores indicadores de saúde situam-se entre aqueles que apresentam os maiores índices de cobertura por rede de abastecimento de água.

Segundo Teixeira e Pungirum (2005), grande parte das doenças registradas nos países da América Latina decorre da carência ou inadequação de saneamento, como diarreias, cólera, dengue, hepatite tipo A, leptospirose, esquistossomose e várias parasitoses, além disso, a carência de infra-estrutura sanitária é responsável pela alta mortalidade por doenças de veiculação hídrica e por um grande número de mortes evitáveis a cada ano. De fato, diversas correlações encontradas no presente trabalho corroboram essas informações em relação ao Brasil.

Vários indicadores de saneamento, como “Proporção de distritos abastecidos por captação do tipo adutora de água tratada”; “Proporção de distritos abastecidos com tratamento”; “Proporção de DPP com lixo coletado”; “Proporção de distritos com rede de esgotos”; “Proporção de DPP com rede geral como forma de abastecimento de água” e “Proporção de distritos com tratamento de esgotamento sanitário” estão correlacionados à redução nas taxas de internação, mortalidade e/ou incidência de algumas doenças, como leptospirose, cólera, diarreia, esquistossomose e dengue.

As enfermidades associadas à deficiência ou inexistência de saneamento ambiental e a conseqüente melhoria da saúde devido à implantação de tais medidas têm sido objeto de discussão em estudos em todo o mundo. Por outro lado, sabe-se que dentre os benefícios relativos a intervenções de saneamento ambiental está a diminuição da mortalidade devido às doenças diarreicas e parasitárias (Teixeira e Pungirum, 2005). O trabalho de Ludwig et al (1999) mostrou uma relação inversa entre a prevalência de parasitoses intestinais e a cobertura de ligação de água e esgoto na população.

Em relação às doenças diarreicas, o trabalho mostrou uma relação significativa entre o aumento de distritos abastecidos com tratamento e uma redução na taxa de mortalidade por diarreia em menores de 5 anos, por outro lado, foram constatadas poucas correlações significativas entre a taxa de internação por helmintoses e os indicadores de saneamento e

qualidade da água, provavelmente por haver poucas interações por este motivo, ou pela baixa qualidade desse tipo de registro. Segundo Heller (1997), o emprego da diarreia infantil tem se mostrado como um indicador de saúde adequado para identificar impactos sobre a saúde numa população. Segundo estudo realizado em Salvador, após um grande programa de saneamento, a prevalência de diarreias em crianças menores de 3 anos baixou cerca de 21% (Barreto et al., 2007). Este e outros estudos têm demonstrado que a qualidade da água e ações de saneamento é responsável por uma parcela da carga de doenças, sendo necessárias outras ações, de educação, higiene e habitação para reduzir a incidência dessas doenças.

Ainda que de forma estatisticamente não significativa, houve correlação entre a redução na taxa de internação por helmintoses e a proporção de distritos com abastecimento convencional e a proporção de DPP com rede geral como abastecimento de água. O trabalho de Teixeira e Guilhermino (2006) verificou que a mortalidade por doença diarreica aguda em menores de cinco anos de idade e a mortalidade proporcional por doenças infecciosas e parasitárias para todas as idades, nos estados brasileiros, encontram-se associadas com a inexistência ou precariedade dos serviços de saneamento.

Algumas correlações observadas no trabalho mostraram resultados diferentes do que prediz a literatura. É provável que essas diferenças observadas se devam à qualidade dos dados dos sistemas de informação.

Para o cálculo dos indicadores é necessário que as variáveis sejam padronizadas através da conversão para uma unidade comum, de forma torná-las comparáveis, permitindo sua agregação. Vários modelos são utilizados para a padronização dos indicadores: Análise multivariada, método Z-score; mínimos e máximos; e *ranking*.

Deus (2004) construiu um índice de impacto de resíduos sólidos na saúde pública, utilizando o cálculo de distâncias padronizadas de cada dado, referente a um valor de controle, que neste caso, representariam a situação ideal, variando de 0 a 1, dependendo da distância desse valor de controle. Quanto mais próximo da “situação ideal” mais próximo de 1.

Braga et.al. (2004) elaboraram um Índice de Sustentabilidade Municipal em Minas Gerais, onde as variáveis foram padronizadas pelo método z-score, de modo a permitir sua agregação ao converter todas as variáveis a uma escala numérica única e amenizar distorções causadas pelos valores observados nos percentis mais extremos.

Longhurt (2005) sugere a divisão dos componentes por um valor de referência, como a média dos valores observados ou um parâmetro de controle, a exemplo do Índice de poluição do ar em Pittsburgh.

De acordo com Barcellos (2002), uma das técnicas utilizadas para integração dos indicadores é a ordenação dos valores (*ranking*) e o estabelecimento de escores para cada componente. Esta foi a técnica utilizada para a padronização dos indicadores componentes do Índice de Saneamento, Qualidade da Água e Saúde, escolhida por ser de mais fácil entendimento pelo público em geral e possível de ser reproduzida usando um software comum, como o Microsoft Excel.

A estrutura do cálculo de índices tem sido bastante diversificada nas experiências brasileiras, onde se observa a adoção de diversas opções de modelos matemáticos para sua construção (Nahas, 2003). De acordo com o trabalho de Zhou et al. (2006), existem vários métodos de agregação de variáveis, como Ott (1978), Kang (2002), Esty et al. (2005), e Munda (2005). Dentre algumas metodologias utilizadas, destaca-se as médias, os produtos, as ponderações simples, e as atribuições de pesos (Braga et al., 2004).

No presente trabalho foram testados dois modelos de equações matemáticas, um caso envolvendo a soma, e outro, o produto. Os testes mostraram diferenças nos resultados ao optar por um ou outro modelo. Neste caso, as médias dos índices quando este era calculado pela soma dos componentes eram sempre maiores que as médias dos índices calculados pelo produto. De acordo com Braga et al (2004), o método da soma permite que um aspecto negativo seja compensado por um aspecto positivo.

O estudo de caso feito no trabalho de Zhou et al. (2006) comparou 3 operações diferentes para o cálculo de índices e concluiu que o método do produto forneceu melhores resultados, pois resultou numa menor perda de informação.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pela Cetesb-SP é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

A maior parte dos índices de qualidade ambiental é composta pela soma de componentes (Braga et al, 2004). O trabalho de Batista & Silva (2006), por exemplo, propõe um Índice de Salubridade Ambiental (ISA), baseado na média ponderada de indicadores específicos.

Segundo Braga et al. (2002), dentre algumas metodologias utilizadas para a operação entre os indicadores, destaca-se as ponderações simples, e as atribuições de pesos. Para o desenvolvimento do Índice de Saneamento, Qualidade da Água e Saúde optou-se por não atribuir pesos aos indicadores. A determinação de pesos a serem atribuídos a cada tema é uma decisão muito difícil de ser tomada, uma vez que estes devem ser determinados com a participação dos usuários imediatos e finais (Nahas, 2003).

Todos os índices desenvolvidos no presente trabalho mostraram que os melhores e os piores desempenhos não estão nos municípios mais populosos, estando estes na média dos resultados, que são melhores ou piores, de acordo com a equação matemática utilizada no cálculo do índice. Percebe-se, também, que de uma forma geral, os piores desempenhos encontram-se nas regiões Norte e Nordeste, enquanto os melhores estão nas regiões Sul e Sudeste, apesar de vários municípios dessas regiões também apresentarem um desempenho ruim. Esse resultado corrobora o trabalho de Neri (2007).

De acordo com o ranking municipal de acesso à rede geral de esgoto em 2000 do relatório “Trata Brasil: Saneamento e Saúde”, os municípios com as melhores colocações no ranking, bem como os municípios com as piores colocações pertencem ao estado de São Paulo (Neri, 2007).

A construção de índices é um processo complexo, porém, é necessário que a informação que ele ofereça seja de fácil compreensão pelo público em geral, caso contrário corre-se o risco de tornarem-se instrumentos de manipulação política. Segundo Nahas (2003) a construção de índices requer a participação direta dos usuários finais e imediatos nas diversas fases do processo de construção do índice, a fim de que o produto final seja compreensível.

De acordo com Barcellos (2002), os índices podem resumir uma grande quantidade de informações relacionadas em um único resultado. A síntese dessas informações aumenta a consistência desses dados, deixando-os menos sujeitos a variações aleatórias de um único item. Por outro lado, os índices são menos específicos que os dados originais e não podem ser comparados com parâmetros externos de referência, como metas e limites permitidos.

A construção de indicadores e índices de uma forma geral possui uma série de limitações, principalmente porque depende da disponibilidade de uma base de dados, que nem sempre existe. Em geral, os indicadores escolhidos acabam sendo aqueles em que as informações são mais facilmente encontradas, o que não significa que estes sejam de boa qualidade nem específico do problema estudado. Desta forma, não há um indicador ideal,

todos têm suas limitações, vantagens e desvantagens, cabendo ao pesquisador ou ao tomador de decisão escolher os mais relevantes para uma situação específica. Apesar das limitações inerentes ao desenvolvimento de índices, estes constituem uma importante ferramenta de informação para gestores e sociedade civil.

8- CONCLUSÕES

A construção de um índice requer uma excessiva manipulação dos valores originais, necessária para a padronização dos indicadores, e, portanto, uma vez que o índice esteja pronto, suas informações devem ser analisadas com cuidado, principalmente se for analisado o desempenho de cada município isoladamente. Muitas vezes, a posição de um determinado município no índice pode estar alterada frente à falta de dados ou à falta de uma coleta mais consistente.

O desempenho dos municípios no índice vai estar diretamente relacionado à técnica utilizada para a operacionalização dos indicadores. O método da soma de componentes permite que um aspecto negativo seja compensado por um aspecto positivo, fazendo com que a média de desempenho dos municípios seja maior em relação ao método da multiplicação. Cabe ressaltar que a atribuição de pesos aos componentes do índice, apesar de ser um método de operação importante, não foi uma técnica abordada no presente trabalho.

Alguns cuidados devem ser tomados durante a construção de um índice, a começar pela etapa de seleção dos indicadores, passando pela escolha da técnica de operacionalização desses dados até sua interpretação pela sociedade civil, onde o ideal é a participação tanto da sociedade como de técnicos e especialistas na área em algumas etapas do processo.

Muito mais do que valores numéricos, os índices objetivam retratar uma realidade, que nem sempre é possível de ser representada por números, e como o resultado final de um índice acaba retratando uma gradação de desempenhos, esses resultados se transformam em objetos de debates políticos e conseqüentemente de manipulação da sociedade leiga, que por sua vez enxerga o resultado de um índice como sendo uma realidade concreta, sem se preocupar com as limitações envolvidas em sua metodologia.

Apesar de todos os problemas relacionados ao desenvolvimento do índice, relativos não só à metodologia, mas principalmente em relação à qualidade dos dados existentes, a construção deste índice permite que se tenha um panorama da situação do saneamento, qualidade da água e saúde no Brasil, principalmente em relação às diferenças entre as regiões do país.

Dessa forma, o índice gerado mostra que as regiões norte e nordeste precisam de mais de investimentos na área de saneamento e qualidade da água, e ao contrário do que

poderia se esperar, as maiores cidades do Brasil também passam por problemas referentes ao saneamento, qualidade da água e saúde, uma vez que os desempenhos dessas cidades no índice não foram os melhores. Tanto os melhores quanto os piores desempenhos no índice pertencem a cidades menores.

9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barcellos, C. 2002. Constituição de um sistema de indicadores sócio-ambientais. In: Minayo, M.C. & Miranda, A.C. (org.). 2002. Saúde e ambiente sustentável: Estreitando os nós. P. 313-329. Ed. Fiocruz. Rio de Janeiro.
- Barcellos, C.; Coutinho, K.; Pina, M.F.; Magalhães, M.A.F.; Paola, J.C.M.D.; Santos, S.M. 1998. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 14(3):597-605.
- Batista, M.E.M. & Silva, T. C. 2006. O modelo ISA/JP – indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. Eng. Sanit. Ambient. 11 (1): 55-64.
- Benetti, LB. 2006. Avaliação do índice de desenvolvimento sustentável (IDS) do município de Lages/SC através do método do painel de sustentabilidade. Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de doutorado. 215p.
- Borja, P.C. & Moraes, L.R.S. 2003. Indicadores de saúde ambiental com enfoque para a área de saneamento. Engenharia Sanitária e Ambiental, 8(1): 13-25.
- Barreto ML et al. Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhoea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies. Lancet 2007;370: 1622-28.
- Braga, T.; Freitas, A.P.G.; Duarte, G.S. 2002. Índice de sustentabilidade urbana. In: XIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2002, Ouro Preto. XIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais.
- Braga, T.M., Freitas, A.P.G., Duarte, G.S., Carepa-Sousa, J. 2004. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. Nova Economia, 14 (3): 11-33. Belo Horizonte.

- Câmara, VM & Tambellini, AT. 2003. Considerações sobre o uso da epidemiologia nos estudos em saúde ambiental. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 6(2):95-104.
- Carr-Hill, Roy & Chalmers-Dixon, Paul. 2005. Indexes: Properties and Problems. In: Lin, Jennifer (Ed). *The Public Health Observatory Handbook of Health Inequalities Measurement*. SEPHO: Oxford. 201p.
- Costa, S.S.; Heller, L.; Brandão, C.C.S.; Colosimo, E.A. 2005. Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal. *Eng Sanit Ambient*. 10(2): 118-127.
- Deus, A.B.S; Luca, S.J; Clarke, R.T.. 2004. Índice de Impacto dos resíduos sólidos urbanos na saúde pública (IIRSP): Metodologia e Aplicação. *Eng. Sanit. ambient*. 9(4): 329-334
- Esty, D.C., Levy, M.A., Srebotnjak, T., de Sherbinin, A., 2005. 2005 Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship. Yale Center for Environmental Law and Policy, New Haven, Conn.
- Fiocruz, 2009. Sistema de avaliação da qualidade da água, saúde e saneamento (ÁguaBrasil). [Acessado em 12 de janeiro de 2008]. Disponível em: www.aguabrasil.icict.fiocruz.br
- Franca, L.P. 2001. Indicadores ambientais urbanos: revisão da literatura. *Parceria 21*.
- Freitas, CM & Porto, MF. 2006. *Saúde, Ambiente e Sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 124 p. OK
- Hacon, S., Schutz, G. and Bermejo, P.M., 2005. Indicadores de saúde ambiental: uma ferramenta de gestão integrada de saúde e ambiente. *Cadernos de Saúde Coletiva*, 13(1): 45-66.
- Heller, L. 1998. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. *Ciência & Saúde Coletiva*, 3 (2): 73-84.
- Heller, L., 1997. *Saneamento e Saúde*. Brasília: Organização Panamericana da Saúde.

- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1991. Censo Demográfico de 1991. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Kang, S.M., Kim, M.S., Lee, M., 2002. The trends of composite environmental indices in Korea. *Journal of Environmental Management*. 64, 199–206.
- Kligerman, D. C., Vilela, H., Cardoso, T.A.O., Cohen, S.C., Sousa, D., La Rovere, E. 2007. Sistemas de indicadores de saúde e ambiente em instituições de saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12 (1):199-211.
- Libânio, P.A.C. et al. 2005. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. *Eng sanit ambient*. 10(3):219-228
- Longhurst, J. 2005. 1 to 100: Creating an air quality index in Pittsburgh. *Environmental Monitoring and Assessment*. 106: 27-42.
- Ludwig, Karin Maria; Frei, Fernando; Álvares-Filho & Ribeiro-Paes, João Tadeu. 1999. Correlação entre condições de saneamento básico e parasitoses intestinais na população de Assis, Estado de São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 32(5): 547-555.
- Maciel Filho, Albertino Alexandre, Góes Jr., Cicero Dedice, Cancio, Jacira Azevedo et al. 1999. Indicadores de Vigilância Ambiental em Saúde. *Inf. Epidemiol. Sus*, vol.8, no.3, p.59-66.
- Ministério da Saúde, Brasil. 2009. A experiência brasileira em sistemas de informação em saúde - Volume 2. Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde.
- Munda, G., 2005. “Measuring sustainability”: a multi-criterion framework. *Environment, Development and Sustainability* 7, 117–134.
- Nahas, M.I.P. 2003. Indicadores intra-urbanos como instrumentos de gestão de qualidade de vida urbana e, grandes cidades: discussão teórico-metodológica.

- Neri, Marcelo Cortes. 2007. *Trata Brasil: Saneamento e Saúde*. Centro de Políticas Sociais, Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro: FGV/IBRE, CPS. 163p.
- Ott, W.R., 1978. *Environmental Indices: Theory and Practice*. Ann Arbor Science Press, Ann Arbor, Michigan.
- Schirnding, Y.V., 2002. *Health in sustainable development planning: the role of indicators*. World Health Organization, Geneva, 155 pp
- Soares, S.R.A. et al. 2002. *Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento*. *Cad. Saúde Pública*, 18 (6): 1713-1724.
- Teixeira, Julio César & Guilhermino, Renata Teixeira Lopes. 2006. *Análise da associação entre Saneamento e Saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde 2003 – IDB 2003*. *Eng. sanit. ambient* 11(3): 277-282.
- Teixeira, Júlio César & Pungirum, Marcelo Eustáquio Macedo de Castro. 2005. *Análise da associação entre saneamento e saúde nos países da América Latina e do Caribe, empregando dados secundários do banco de dados da Organização Pan-Americana de Saúde – OPAS*. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 8(4): 365-376.
- UNEP. 1995. *The role of indicators in decision-making*. Paris.
- Will, J., Briggs, D. 1995. *Developing Indicators for Environment and Health*. *World Health Statistics Quarterly*. Geneve, 48(2): 155-163.
- Zhou, P.; Ang, B.W.; Poh, K.L. 2006. *Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index: An objective measure*. *Ecological Economics*, 59: 305-311