

Indicadores Ambientais para Classificação de Áreas Urbanas

Um Estudo de Caso Salvador – BA

Ana Maria C. Lima⁽¹⁾, Talita de S. C. Silva⁽²⁾, Verônica Maria C. Lima^(1,3), Rita de Cássia. F. Rego^(1,4)

⁽¹⁾Programa de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho,

⁽²⁾Curso de Graduação em Estatística,

⁽³⁾Departamento de Estatística,

⁽⁴⁾Departamento de Medicina Preventiva e Social,

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador-BA, Brazil.

acer@ufba.br, talicosta@yahoo.com.br, cadena@ufba.br, ritarego@ufba.br

RESUMO

Estudos têm demonstrado que um grande percentual da carga global de doenças em seres humanos pode ser atribuído à falta de acesso a abastecimento de água e esgotamento sanitário e a condições inadequadas de higiene. Alguns poucos estudos tem avaliado a qualidade ambiental urbana. Este trabalho tem por objetivo propor uma metodologia para classificar áreas urbanas, em particular, Bacias de Esgotamento Sanitário e suas respectivas Micro-áreas, localizadas na cidade de Salvador, através de variáveis sanitário-ambientais. A metodologia proposta, baseada na técnica de análise de agrupamento, permitiu rapidamente a identificação de áreas mais críticas e que necessitam de maiores intervenções ambientais.

Palavras-chave: Saneamento, Indicadores Sanitário-ambientais, Análise de Agrupamentos, Micro-áreas urbanas

1. Introdução

A importância da provisão de adequados serviços de saneamento básico para a proteção da saúde da população e a melhoria de sua qualidade de vida é atualmente indiscutível na literatura científica. Avaliar a Qualidade Ambiental Urbana é ainda um desafio no campo da saúde ambiental servindo como subsídio para a formulação e o desenvolvimento de políticas públicas.

Inúmeros fatores ambientais podem contribuir para a ocorrência de doenças e agravos em populações humanas. Estudos revelam que a ausência de serviços de saneamento resultam em precárias condições de saúde das populações, principalmente as mais carentes, onde são identificadas as mais altas incidências de doenças de veiculação hídrica como diarreia, cólera, hepatite, parasitoses intestinais, febre tifóide dentre outras (Bradley *et al.*, 1992, Moraes, 1994, Rêgo 2002, Barreto *et al.*, 2007, Fewtrell *et al.*, 2005).

Este estudo originou-se de algumas questões vivenciadas na prática durante o processo de acompanhamento do Sub-Projeto que avaliou o impacto ambiental do Projeto de Avaliação do Impacto Epidemiológico do Programa de Saneamento Ambiental da Baía de Todos os Santos (BAHIA AZUL)ⁱ (Lima, 2008). Seu objetivo principal é classificar áreas urbanas, Bacias de Esgotamento Sanitário e suas respectivas Micro-áreas localizadas na cidade de Salvador, através de indicadores sanitário-ambientais, permitindo assim a identificação de áreas mais críticas e que necessitam de maiores intervenções ambientais.

2. Metodologia

2.1. Descrição dos componentes e variáveis sanitário-ambientais do estudo

Para construção dos indicadores sanitário-ambientais foi utilizado o banco de dados do Projeto de Avaliação do Impacto Epidemiológico do Programa de Saneamento Ambiental da Baía de Todos os Santos (Programa BAHIA AZUL), desenvolvido pelo Instituto de Saúde Coletiva da UFBA (ISC/UFBA) referente ao ano 2000. O banco de dados continha informações sobre os componentes sanitário-ambientais referentes a trechos de rua de oito bacias de esgotamento sanitário e suas respectivas micro-áreas da cidade de Salvador-BA. As bacias consideradas neste estudo, com suas respectivas micro-áreas, entre parênteses, são; Mangabeira (672, 677 e 678), Paripe (1057, 1054 e 1072), Armação (571 e 575), Lobato (118, 205 e 208), Periperi (1011, 1025 e 1026), Médio Camurujepe (322, 327 e 330), Calafate (204, 263 e 323) e Cobre (191, 961 e 962).

Os trechos de ruas foram definidos como sendo a seção da rua com 100 metros de comprimento em frente à moradia das crianças que estavam sendo investigadas quanto à aspectos de saúde pela equipe do Projeto BAHIA AZUL (Rego, 2002). No total foram pesquisados 973 trechos de rua, segundo os seguintes componentes sanitário-ambientais: abastecimento de água, drenagem, esgotamento sanitário, limpeza urbana, tipologia habitacional e pavimentação. Cada componente era composto de várias variáveis. Por exemplo, o componente abastecimento de água era composto pelas variáveis: tipo de abastecimento (se rede pública associada ou exclusiva), estado predominante de conservação da rede (rede com ou sem problema) e regularidade do serviço (3 a 4 vezes por semana, todos os dias ou 24h por dia). Uma descrição mais detalhada das variáveis e suas respectivas categorias, que compõem cada componente pode ser encontrado em Rego (2002).

2.2. Técnica estatística

A técnica estatística utilizada foi a Análise de Agrupamento. Esta técnica é usada para classificar elementos ou entidades, segundo suas variáveis. Através da

mesma, formam-se grupos de elementos que, pelas suas características, apresentam alta similaridade. Para medir a distância entre os 973 trechos de rua em relação às variáveis que compõem cada um dos seis componentes sanitário-ambientais foi utilizada a distância euclidiana média. Para agrupar as distâncias entre os trechos de rua foi utilizado o método das médias das distâncias (Johnson e Wichern, 2002).

2.3. Etapas de Análise

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva e exploratória dos dados, em relação a cada um dos componentes/variáveis. As etapas para a classificação das micro-áreas e bacias foram as seguintes: 1) Transformação das variáveis; 2) Agrupamento dos trechos; 3) Identificação de variável discriminante do componente; 4) Classificação das micro-áreas e bacias por componente; 5) Classificação geral das micro-áreas e bacias.

Na etapa 1, as variáveis, que possuíam mais de duas categorias, foram transformadas em variáveis binárias. Na etapa 2, para agrupar os 973 trechos de rua, para cada componente sanitário-ambiental, considerando as micro-áreas e bacias, foi utilizada a técnica de análise de agrupamento. Os 973 trechos foram agrupados em três categorias 1, 2 e 3. Na Tabela 1 é apresentada a classificação, obtida através da Análise de Agrupamento, para os 126 trechos pertencentes as micro-áreas da bacia de Paripe, com relação ao componente abastecimento de água. O pacote estatístico utilizado foi o SPSS v.13.0.

Tabela 1. Classificação das Microáreas de Paripe de acordo com a Análise de Agrupamento.

Micro-área	Cluster Abastecimento de Água			Total	Classificação da Micro-área
	1	2	3		
1054	18 (39,1%)	0 (0%)	28 (69,9%)	46	Ruim
1057	30 (62,5%)	5 (10,4%)	13 (27,1%)	48	Ruim
1072	4 (12,5%)	0 (0%)	28 (87,5%)	32	Ruim
Total Bacia	52(41,3%)	5(4%)	69(54,7%)	126	Ruim

Na etapa 3, após a aplicação da Análise de Agrupamentos observou-se, através da comparação destes resultados com a análise descritiva, que apenas uma das variáveis do componente avaliado discriminava os trechos de rua. Por exemplo, comparando os resultados da Tabela 1 com a análise de frequências das variáveis: tipo de abastecimento; estado predominante de conservação da rede; e, regularidade do serviço observa-se que a classificação apresentada na Tabela 1 coincide com a frequência da variável regularidade do serviço (Tabela 2). Deste modo, foi possível concluir que, para o componente Abastecimento de Água, a variável que discriminou os trechos foi regularidade do serviço. Com isso, o Cluster 1 foi identificado com a categoria “Todos os dias”, o Cluster 2 como “24h por dia” e o Cluster 3 como “3 a 4 vezes por semana”.

Na etapa 4, para obter uma classificação das bacias/micro-áreas para o componente Abastecimento de Água, por exemplo, foi adotado o seguinte critério: se o percentual de trechos com regularidade do serviço de abastecimento 24h/dia, que representa a melhor condição, estivesse compreendido entre:

- 0 a 33,3%, a bacia/micro-área seria classificada como ruim;
- 33,4 a 66,6%, a bacia/micro-área seria classificada como regular;

- 66,7 a 100,0%, a bacia/micro-área seria classificada como boa.

Tabela 2. Análise de Freqüência da Variável Regularidade de Serviço na Bacia de Paripe por Microáreas

Microáreas	Regularidade de Serviço			Total de trechos
	De 3 a 4 vezes por semana	Todos os dias	24h por dia	
1054	28 (60.9%)	18 (39.1%)	0 (0%)	46
1057	13 (27.1%)	30 (62.5%)	5 (10.4%)	48
1072	28 (87.5%)	4 (12.5%)	0 (0%)	32
Total	69 (54.8%)	52 (41.3%)	5 (4%)	126

Esta classificação foi adotada por ser considerada mais objetiva, coerente e de simples interpretação. Na Tabela 1, está apresentada a classificação obtida para as três micro-áreas da Bacia de Paripe, em relação ao componente abastecimento de água.

As quatro etapas citadas acima foram aplicadas para os demais componentes: drenagem, esgotamento sanitário, limpeza urbana, tipologia habitacional e pavimentação.

Na etapa 5, para se obter uma classificação geral para a micro-área e bacia, os mesmos percentuais de classificação descritos na etapa 4 também foram utilizados. Neste caso, foi calculada a média aritmética dos percentuais dos componentes.

3. Resultados

Na Tabela 3 são apresentadas as variáveis discriminantes, por componente, e a identificação da melhor categoria para cada variável discriminante.

No Gráfico 1 é apresentada a classificação geral, utilizando as etapas descritas na seção anterior. Podemos notar que a bacia de Armação é a que apresenta a melhor classificação com uma média de serviços em torno de 71%. Já as bacias de Médio Camurujipe (41,5%), Lobato (35%) e Calafate (43,2%) foram classificadas como regular. Finalmente, as bacias de Mangabeira (27,1%), Cobre (24%), Periperi (18%) e Paripe (21,3%) foram classificadas como ruim.

4. Conclusão

A metodologia utilizada no presente estudo possibilitou, de uma forma rápida e simples, a criação de um indicador ambiental para cada componente sanitário/ambiental por micro-área e bacia. Também foi possível obter uma classificação geral por micro-área e bacia, o qual possibilita a identificação de áreas prioritárias para investimentos em melhorias da cidade de Salvador.

A utilização da técnica de Análise de Agrupamento permitiu ainda identificar a variável que discriminava cada um dos componentes, reduzindo assim o número de variáveis no estudo.

Os indicadores ambientais elaborados poderão servir para auxiliar os gestores, detectando situações de risco relacionados a problemas ambientais, monitorando tendências no ambiente e identificando riscos potenciais à saúde resultantes de exposição a fatores de risco, bem como avaliando o impacto de políticas e intervenções sobre condições de saúde e do ambiente.

Tabela 3. Variáveis Discriminantes por Componente sanitário ambiental - Resultado da Análise de Agrupamentos

Componentes	Variável discriminante	Melhor categoria
Abastecimento de água	Regularidade do serviço: 3 a 4 vezes por semana; todos os dias; 24h/dia	24h/dia
Rede de Drenagem	Funcionamento/existência de rede: não tem rede; rede fora de operação; rede em operação	Rede em operação
Esgotamento sanitário	Rede de esgoto/funcionamento existência: não tem; rede Bahia Azul fora de operação; rede em operação	Rede em operação
Limpeza urbana	Tipo de coleta: não tem; coleta de ponto de lixo e ou caixa estacionária; porta-a-porta/caçamba/compactador/ alternativa	Porta-a-porta/caçamba/ compactador/ alternativa
Tipologia habitacional	Ocupacional predominante: na baixada; na encosta; no platô/cumeada	Platô/cumeada
Pavimentação	Tipo de calçada: inadequado (não tem); pouco adequado (terra batida, areia ou combinação destes); adequada (placa de cimento/concreto, lajota, cerâmica, cascalho, pedra portuguesa, asfalto, mármore)	Adequada

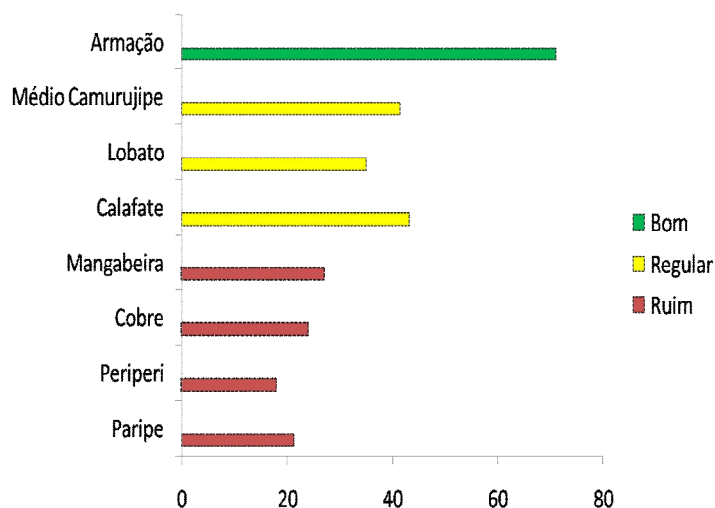


Gráfico 1: Percentual das condições sanitário-ambientais nas Bacias de Esgotamento Sanitário da cidade de Salvador, 2000.

REFERÊNCIAS

1. Bradley, D.; Stephens, C.; Harpham, T.; Cairncross, S.. A review of environmental health impacts in developing country cities. Washington D.C: UNDP/World Bank/UNCHS Urban Management Program: 58p.
2. Lima, A. M. C.. Indicadores sanitário-ambientais: classificação de bacias de esgotamento sanitário e micro-áreas na cidade de Salvador. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.
3. Moraes, L. R. S.. Avaliação de impacto sobre a saúde das ações de saneamento ambiental. Trabalho apresentado no IV Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva da ABRASCO, Olinda-PE, 1994, 21p. Não publicado.
4. Rêgo, R. C. F.. Resíduos sólidos urbanos e diarreia infantil em Salvador. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.
5. Barreto, M. L., Barreto, M.; Genser, B.; Strina, A.; Teixeira, G. M.; Assis, A. M. O.; Rego, R. ; Teles, C. A.; Prado, M. ; Matos, S. M. A. ; Santos, D. N. ; Santos, L. A.; Cairncross, S. Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhoea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies. *Lancet*, v. 9599, p. 1622-1628, 2007.
6. Fewtrell L., Kaufmann R. B, Kay D., Enanoria W., Haller L., Colford J. M. Jr. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 2005;5(1):42-52.
7. JOHNSON, Richard A.; WICHERN, Dean W. *Applied multivariate statistical analysis*. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.

ⁱ O Programa BAHIA AZUL é um programa governamental voltado para implementação de infra-estrutura básica com ênfase no esgotamento sanitário, com recursos financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento e que tem a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A- EMBASA, como seu principal co-executor.