

**Antônio Thomaz Gonzaga da Matta Machado**

**A RELAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA EM LEITO NATURAL EM  
AMBIENTE URBANO COM MORTALIDADE INFANTIL E  
HOSPITALIZAÇÃO POR DIARRÉIA EM CRIANÇAS ABAIXO DE CINCO  
ANOS, EM BELO HORIZONTE, BRASIL.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Saúde Pública, área de concentração Epidemiologia.

**Orientador: Professor Fernando Augusto Proietti**  
Belo Horizonte – MG  
2007

M435r      Matta-Machado, Antônio Thomaz Gonzaga da.  
A relação de cursos d'água em leito natural em ambiente urbano com mortalidade infantil e hospitalização por diarreia em crianças abaixo de cinco anos, em Belo Horizonte, Brasil [manuscrito] / Antônio Thomaz Gonzaga da Matta Machado. – 2007.  
54 f., enc. : il. color., p&b, tabs., maps.

Orientador : Fernando Augusto Proietti.

Área de concentração: Saúde Pública / Epidemiologia.

Linha de pesquisa: Saúde Urbana.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

Bibliografia: f. 45-49.

Anexos: f. 50-54.

1. Epidemiologia – Teses. 2. Bacias hidrográficas – Teses. 3. Estudos ecológicos – Teses. 4. Mortalidade infantil – Belo Horizonte, Região Metropolitana de (MG) – Teses. 5. Diarreia infantil – Epidemiologia – Teses. 6. Água – Qualidade – Teses. I. Proietti, Fernando Augusto. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Medicina. III. Título.

NLM: WS 312

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

### **Reitor**

Prof. Ronaldo Tadêu Pena

### **Vice-Reitora**

Prof<sup>a</sup>. Heloísa Maria Murgel Starling

### **Pró-Reitor de Pós-Graduação**

Prof. Mauro Mendes Braga

### **Pró-Reitor de Pesquisa**

Prof. Carlos Alberto Pereira Tavares

## **FACULDADE DE MEDICINA**

### **Diretor**

Prof. Francisco Penna

### **Chefe do Departamento de Medicina Preventiva e Social**

Prof<sup>a</sup>. Maria da Conceição Juste Werneck Cortes

## **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE PÚBLICA**

### **Coordenador**

Prof. Mark Drew Crosland Guimarães

### **Sub-Coordenadora**

Prof<sup>a</sup>. Sandhi Maria Barreto

### **Colegiado**

Prof<sup>a</sup>. Ada Ávila Assunção

Prof<sup>a</sup>. Eli Iola Gurgel de Andrade

Prof<sup>a</sup>. Elisabeth França

Prof. Fernando Augusto Proietti

Prof<sup>a</sup>. Maria Fernando Furtado Lima-Costa

Prof<sup>a</sup>. Mariângela Leal Cherchiglia

Prof<sup>a</sup>. Waleska Teixeira Caiaffa

Elaine Leandro Machado

Lorenza Nogueira Campos

Paulo César Rodrigues Pinto Corrêa

Roberto Marini Ladeira



FACULDADE DE MEDICINA  
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 7009  
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100  
Fone: (031) 248.9641 FAX: (31) 248.9640



**DECLARAÇÃO**

A Comissão Examinadora abaixo assinada, composta pelos Professores Doutores: Fernando Augusto Proietti, José Cláudio Junqueira Ribeiro, Henrique Leonardo Guerra, Elvio Carvalho Moreira, Leo Heller e Eugênio Marcos de Andrade Goulart, aprovou a defesa de tese intitulada: **“A RELAÇÃO DE CURSOS D’ÁGUA EM LEITO NATURAL POLUÍDOS POR ESGOTO DOMÉSTICO COM MORTALIDADE INFANTIL E HOSPITALIZAÇÃO POR DIARRÉIA EM CRIANÇAS ABAIXO DE CINCO ANOS, EM BELO HORIZONTE, BRASIL”**, apresentada pelo doutorando **ANTÔNIO THOMAZ GONZAGA DA MATTA MACHADO** para obtenção do título de doutor em Saúde Pública, pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública - Área de Concentração em Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, realizada em 22 de março de 2007.

Prof. Fernando Augusto Proietti  
orientador

Prof. José Cláudio Junqueira Ribeiro

Prof. Henrique Leonardo Guerra

Prof. Elvio Carvalho Moreira

Prof. Leo Heller

Prof. Eugênio Marcos de Andrade Goulart

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Fernando Proietti. Sua abertura intelectual, seu rigor acadêmico e metodológico foram desafios permanentes à busca da fronteira do conhecimento epidemiológico.

Aos colegas do Projeto Manuelzão e do NUVELHAS. O ânimo de todos na luta pela “volta do peixe” ao Rio das Velhas foi para mim fonte de inspiração intelectual e política.

A Sílvia Magalhães e a Diego Macedo, geógrafos que montaram o Sistema de Informações Geográficas do NUVELHAS. Sua competência e dedicação foram essenciais para o estudo ser viabilizado.

À Prof<sup>a</sup> Claudia Di Lorenzo, veterana do doutorado. Seu otimismo e dedicação ao trabalho científico me estimularam a seguir em frente e vencer os obstáculos.

Ao amigo jornalista Paulo Barcala. Sua escuta, seus conselhos ortográficos e gramaticais ajudaram a suavizar a jornada.

## RESUMO

Para avaliar a possibilidade de o espaço denominado *bacia hidrográfica* funcionar como unidade de análise em epidemiologia, foi feita revisão bibliográfica que identificou a relação dessa ciência com o ambiente e o conceito de promoção da saúde como internalização da crise ambiental pela saúde coletiva. Foram ressaltadas críticas à prioridade atual da epidemiologia em centrar seus estudos apenas no nível individual, relegando o nível social-ecológico e o nível molecular. Foram apresentadas as novas estratégias dos estudos ecológicos e dos estudos multiníveis. Em seguida, o conceito de promoção da saúde foi abordado como chave para possibilidade de internalização da crise ambiental na saúde coletiva. Definiu-se que o território ideal para a promoção da saúde tem que expor de forma contundente o ambiente, integrando ser humano e natureza, diversidade social e biológica no espaço preferencial e dominante do convívio humano na atualidade - as cidades.. Concluiu-se que *bacia hidrográfica* pode funcionar como unidade de análise do nível social e ecológico porque seus limites são precisos, além de ser um espaço quantificável desde que adotada como unidade de planejamento em grandes centros urbanos.

Em seguida delineou-se um estudo ecológico exploratório para investigar a relação da mortalidade infantil e da hospitalização por diarreia infantil com os cursos d'água em leito natural de Belo Horizonte, tomando as bacias elementares da cidade como unidades de análise. Foram coletadas variáveis de contexto e de composição relativas a cinco agrupamentos de determinantes: situação dos leitos dos córregos, cobertura de serviços de saneamento básico, domicílios, demografia e situação socioeconômica. Os coeficientes de mortalidade foram definidos a partir das crianças nascidas vivas e mortas residentes em Belo Horizonte no período 2000/2005. As taxas de hospitalização por diarreias para cada bacia elementar foram calculadas como taxas médias no mesmo período 2000/2005. Discutem-se a metodologia utilizada e resultados relevantes relativos à influência dos córregos em leito natural poluídos com esgoto e outras variáveis associadas à mortalidade infantil e hospitalizações por diarreia em crianças abaixo de cinco anos. Verificou-se que a maior proporção de domicílios com coleta regular de esgoto permanece associada com a menor mortalidade infantil após análise de regressão múltipla. No caso das diarreias infantis, permaneceram no modelo final as variáveis: renda, proporção dos córregos em leito natural e densidade demográfica. Concluiu-se que as bacias elementares funcionaram como unidade de análise em epidemiologia e os cursos d'água em leito natural, poluídos com esgoto e lixo emergiram como importante variável de contexto na determinação das hospitalizações por diarreia infantil, quando associados com baixa renda e alta densidade demográfica.

**PALAVRAS CHAVE.** Epidemiologia; Bacia Hidrográfica; Estudos Ecológicos, Mortalidade Infantil, Diarreia.

## *Abstract*

To evaluate the possibility of hydrographic basin function as the unit of analysis in epidemiology, the examined literature identified the relation between this science with the environment and between the health promotion concept with the environmental crisis. It was pointed out the criticisms to the priority of present epidemiology to concentrate its studies to the individual level, banishing the social, ecological or even the molecular levels. It was presented new strategies to ecological or multilevel studies. Afterwards, the health promotion

concept was approached as a possibility for internalization of environmental crisis in the community health, and also its application in large urban centers. It was concluded the hydrographic basin can work as the unity of analysis at the social and ecological levels, due to its precise limits; as well it is a quantifiable space, since it is adopted as the planning unity in large urban centers.

Following to investigate the relation between infantile mortality and hospitalization due to childish diarrhea with water courses in natural streambed in Belo Horizonte, it was outlined an exploratory ecological study taking the elementary river basins as unit of analysis. Contextual and composition variables regarding to five determinant groups were collected: streambed status, coverage of basic sanitation services, household, demography and socioeconomic situation. Mortality coefficients were defined from children born alive or deceased, that inhabit Belo Horizonte in the period of 2000 to 2005. The coefficient used in the analysis was the median of the coefficients from 2000 to 2005. The hospitalization rates due to diarrhea in each elementary basin were calculated as the mean rates in the same period (2000-2005). In this study it is discussed the methodology and considerable results regarding to the influence of streams in natural riverbed, polluted with non-treated domestic sewage and other variables associated to infantile mortality and hospitalization due to diarrhea in children under five years old. After multiple regression analysis, the proportion of houses with constant sewage collection still remains associated to infantile mortality. The variables “family gains”, “proportion of streams in natural riverbed” and “demographic density” remained in the model to explain infantile diarrhea. It was concluded the hydrographic basin can work as the unity of analysis in epidemiology and the streams in natural riverbed polluted with sewage is associated with hospitalization rates due to diarrhea when the family gains is short and the demographic density is large.

**KEYWORDS:** Epidemiology; Hydrographic Basin; Ecological Studies, .Child Mortality, Diarrhea

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	9
2- REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 EPIDEMIOLOGIA E O AMBIENTE	13
2.2 - A EMERGÊNCIA DO AMBIENTE E A PROMOÇÃO DA SAÚDE	19
2.3 - AS BACIAS HIDROGRÁFICAS E AS CIDADES	23
3 – OBJETIVOS	26
3.1 – OBJETIVO GERAL	26
3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 - MATERIAL E MÉTODO	26
5 - RESULTADOS	29
6 – DISCUSSÃO	36
7 - CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	42
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>50</b>
Anexo A – Bacias elementares, população e proporção de cursos d’água em leito natural	51
Anexo B – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte	53
Anexo C – Certificado de Qualificação	54



## 1 - INTRODUÇÃO

Diversas disciplinas científicas vêm, nos últimos anos, incorporando a racionalidade ambiental em seus pressupostos teóricos. Este movimento decorre, em parte, da crise ambiental que emergiu como problema planetário a partir do fim do século passado. A saúde coletiva acompanha esta abordagem principalmente através da definição do conceito de promoção da saúde, que aponta a necessidade de a prática sanitária adotar o cuidado do ambiente com relevância semelhante ao cuidado individual. Um dos cinco objetivos da promoção da saúde é o de criar ambientes favoráveis à saúde. A sua realização depende da definição de territórios de intervenção que podem ser as cidades, distritos, unidades de planejamento ou mesmo escolas e locais de trabalho. A promoção da saúde, apesar de ser um conceito pouco preciso, possui o mérito de propor uma abordagem sócio ecológica da saúde (Minayo, 2002).

O conceito de bacia hidrográfica foi utilizado historicamente em função de seu aspecto geográfico puramente morfológico no desenho do planeta e dos países. A consciência da escassez da água ou do caráter finito de sua disponibilidade fez emergir a bacia hidrográfica como território de excelência para a gestão das águas. Bacia hidrográfica é um território que contém água, fauna, flora e, nas cidades; homens, mulheres, habitações, centros de comércio, serviços e indústria, entre outros.

A geografia tem procurado incorporar a história social e humana em seu arcabouço teórico. A epidemiologia, por sua vez, procura o reencontro com o ambiente, que foi seu ponto de partida como ciência moderna. Trata-se agora de compreender o processo saúde/doença não apenas a partir de efeitos de fatores de risco no nível individual, mas, também, incorporando outros níveis, entre eles o ambiente físico e social, com o qual o ser humano se relaciona ao longo de sua vida e história.

A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte utiliza as denominadas bacias elementares como território de planejamento do saneamento ambiental. Em um território de 196 km<sup>2</sup>, com população de 2.350.000 habitantes, foram delimitadas 99 bacias elementares. Estão previstas para os próximos anos intervenções nas bacias, com o objetivo de garantir água tratada, esgoto coletado e destinado para o tratamento, coleta seletiva de resíduos sólidos e disposição

final adequada e uma nova concepção de drenagem urbana que elimina, ou evita, intervenções com eixo na canalização de rios e córregos (Champs, 2001).

Isso significa que populações humanas, em um grande centro urbano, vão conviver com rios e córregos em leito natural, podendo-se prever que estes serão, no mínimo, uma variável de contexto importante a ser considerada na ocorrência de eventos relacionados à saúde em tais ambientes.

A mortalidade infantil tem relação com múltiplos fatores, tais como, condições biológicas materna e infantil, condições ambientais, existência e qualidade dos serviços de saúde, abastecimento de água, saneamento básico adequado e fatores sócio econômicos. A mortalidade infantil pós-neonatal está mais relacionada à melhoria da qualidade da assistência médica e do saneamento, fatores que diminuem a vulnerabilidade das crianças com a redução da taxa de mortalidade pós-neonatal e o aumento da importância relativa da taxa de mortalidade infantil neonatal (Caldeira *et al*, 2005).

As taxas de mortalidade infantil estão em declínio em grande parte do mundo. Nos EUA houve um declínio de 90% no século XX, atingindo atualmente em grandes centros urbanos taxas abaixo de 10/1000 nascidos vivos, exceto para crianças negras, que ultrapassam esta cifra em algumas cidades. (Centers for Disease Control and Prevention, 2002). Esta situação ocorre em outros países desenvolvidos, tais como Inglaterra, País de Gales, França, Suécia, Espanha e Itália, todos com coeficientes menores que 10/1000 nascidos vivos. Este declínio é também perceptível em países em desenvolvimento, tais como Marrocos, Argélia, Tunísia, Egito, Índia, Kênia e Sri Lanka. Também na América Latina existe queda dos coeficientes de mortalidade infantil nas últimas décadas, com destaque para Cuba, Panamá, Chile e Costa Rica, onde a queda é mais significativa, e Peru, Haiti e Bolívia, países onde o declínio segue ritmo mais lento (Tomé, 2001).

No Brasil vem ocorrendo queda dos coeficientes de mortalidade infantil, embora persistam diferenças significativas ligadas às iniquidades sociais. Em Salvador, entre 1980 e 1991, houve um decréscimo de 63%, período em que o coeficiente de mortalidade infantil passou de 79/1000 nascidos vivos para 29/1000 nascidos vivos. Os três principais grupos de causa de óbito-doenças infecciosas e parasitárias, afecções originadas do período perinatal e doenças respiratórias-permaneceram, embora, em 1991, as afecções perinatais já predominassem

(Carvalho, 1998). Em Ribeirão Preto, São Paulo, também ocorreu queda dos coeficientes de mortalidade infantil entre 1994 e 1998, ainda que persistam diferenças importantes entre áreas ricas e pobres da cidade, com variação entre 4 e 18/1000 nascidos vivos (Goldani, 2001). Em Guarulhos, São Paulo, estudo ecológico de três séries históricas (1971-1980, 1981-1990 e 1991-1998) demonstrou decréscimo importante dos dois componentes do coeficiente de mortalidade infantil (neonatal e pós-neonatal) na década de 1970. Nas décadas de 1980 e 1990 o declínio persistiu em ritmo mais lento, sendo que apenas o componente pós-neonatal apresenta significância estatística. Na região metropolitana de Belo Horizonte, entre 1984 e 1994, o componente neonatal caiu 38% e o pós-neonatal 69%. Os principais grupos de causa permaneceram, com forte redução do complexo diarreia-pneumonia-desnutrição, o que ocorreu principalmente nos anos próximos ao fim do período (Caldeira *et al*, 2001).

As diarreias infecciosas continuam sendo uma das principais causas de internação infantil nos grandes centros urbanos do Brasil. Os fatores determinantes da diarreia infantil são ambientais, maternos, individuais, domiciliares e aqueles relativos ao suporte familiar (Vanderlei, 2003). A literatura é rica na demonstração da relação entre o saneamento básico e a diarreia infantil. A falta de acesso à água de boa qualidade e em quantidade suficiente para beber, realizar higiene corporal e lavar utensílios domésticos; a ausência de coleta e disposição de esgotos domésticos e resíduos sólidos e a presença de moscas são fatores de risco coletivo para a diarreia infantil (Teixeira, 2005). O microambiente doméstico é também relevante na determinação da patologia. O número de cômodos, o tipo de piso e cobertura, o número de irmãos também constituem fatores de risco (Teklemarian, *et al*, 2000). A hospitalização por diarreia infantil está em declínio em decorrência da ampliação do acesso ao saneamento básico e da terapia de reidratação oral difundida a partir dos serviços de saúde (Bittencourt *et al*, 2002). Na cidade de São Paulo, entre 1984 e 1996, houve um declínio de 50% na taxa de prevalência das diarreias infantis com redução de dois terços na hospitalização, que passou de 2,20 para 0,79 por 100 crianças. Esta tendência secular pode ser atribuída a fatores ambientais e demográficos com destaque para escolaridade dos pais, idade da mãe e renda familiar (Benicio & Monteiro, 2000).

O sanitarismo clássico higienista elegeu como solução saneadora a canalização de rios e córregos, afastando as pessoas da fonte poluidora e viabilizando o sistema viário e a expansão imobiliária em grandes centros urbanos. Recentemente, a escassez da água, a consciência ambiental e o desenvolvimento técnico-científico na área de macrodrenagem urbana passaram

a questionar a canalização. As canalizações de rios e córregos em centros urbanos baseiam-se no princípio de escoar a água precipitada o mais rápido possível para evitar as inundações. O crescimento urbano provoca uma tendência crescente de impermeabilização dos solos com conseqüente aumento dos picos de cheias que, mesmo com canalizações, causam o recrudescimento das inundações. Desde a década de 1970, em países desenvolvidos e, mais recentemente, no Brasil, outra concepção de macrodrenagem urbana tem sido desenvolvida, baseada em detenções e retenções da água desde os loteamentos até as áreas públicas (Tucci, 2003). Esta nova abordagem, denominada drenagem sustentável, propõe o reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade, preconizando a recuperação dos rios e córregos através de sua despoluição, evitando as canalizações e criando áreas de lazer (Pompêo, 2000).

Este estudo tem como hipótese que uma nova concepção da macrodrenagem urbana sustentável, em um período em que a tendência ao declínio das taxas de mortalidade infantil e das diarreias infantis está evidenciada, necessita da incorporação de avaliações epidemiológicas que possibilitem indicar a sua compatibilidade com os benefícios do saneamento básico alcançados pelas populações urbanas. Esta solução vai requerer vigilância permanente da qualidade da água das bacias recuperadas. A diarreia infantil e o coeficiente de mortalidade infantil estão fortemente relacionados com fatores ambientais e socioeconômicos. A situação dos rios e córregos com relação a essa e a outras doenças em geral não é estudada porque se pressupõe simplesmente que estes devam ser canalizados. O presente estudo pode também contribuir com a definição de uma linha de base para futuras comparações e avaliações da relação entre saúde/doença e balneabilidade em bacias elementares recuperadas na cidade de Belo Horizonte.

Para investigar a relação entre mortalidade infantil e hospitalização por diarreia infantil com os cursos d'água em leito natural de Belo Horizonte foi delineado um estudo observacional ecológico-exploratório que tomou as bacias elementares da cidade como unidades de análise. Foram coletadas variáveis de contexto e de composição relativas a cinco agrupamentos de determinantes: situação dos leitos dos córregos, cobertura de serviços de saneamento básico, domicílios, demografia e situação socioeconômica.

## **2- REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Epidemiologia e o ambiente**

A epidemiologia como ciência nasceu com o olhar voltado para o ambiente onde as pessoas viviam e, por consequência, a prática sanitária se voltou para intervenções e ações no meio ambiente físico, no microambiente das moradias e nos locais de trabalho. Entretanto a evolução da epidemiologia levou-a gradativamente a retirar o ser humano, o indivíduo, do meio em que vive. Na atualidade existe um novo esforço de elaboração no sentido de reincorporar o indivíduo ao meio ambiente, empenho semelhante, mas de sinal trocado, que faz a geografia, que quer incorporar homens e mulheres e sua história em seu objeto de estudo, o espaço com seus objetos e formas.

Uma periodização da história da epidemiologia permite sua caracterização em três eras, cada uma com um paradigma científico. A primeira corresponde à era dos sanitaristas, que marca o nascimento da epidemiologia como ciência; a segunda corresponde à era das doenças infecciosas; a terceira das doenças crônico-degenerativas (Susser & Susser, 1996).

Na primeira era predominou o paradigma dos miasmas, emanções impuras do ambiente e seus elementos: o ar, a água e o solo. Foi o momento das análises de mortalidade e morbidade, relacionando-as com o meio onde as pessoas viviam e trabalhavam: as cidades e as fábricas. O seu apogeu foi durante a Revolução Industrial na Europa, que produziu um grande crescimento das cidades através da migração humana do meio rural para o meio urbano, levando ao aparecimento e recrudescimento de epidemias, de doenças de veiculação hídrica, da tuberculose e de outras doenças relacionadas ao trabalho insalubre. Cada paradigma corresponde a uma prática sanitária. Os sanitaristas fundadores da epidemiologia propunham a drenagem das cidades, preconizavam a necessidade da ingestão de águas e alimentos limpos e sadios, a construção de esgotamento sanitário e locais de trabalho saudáveis.

A descoberta das bactérias e germes causadores de doenças fez com que a primeira era cedesse lugar à epidemiologia das doenças infecciosas, predominando o paradigma da teoria da mono causalidade. Cada doença era relacionada com um agente etiológico. No início dessa era os epidemiologistas podiam se enquadrar entre epodistas e autoctonistas, estes adeptos da

teoria miasmática. Entre os epodistas estavam os contagionistas e os localistas. Os primeiros consideravam apenas o agente causador; os localistas, mesmo admitindo a existência do agente etiológico, insistiam que fatores do meio eram também determinantes (Ayres, 1995). A história vai relegar a determinação para o germe e a análise epidemiológica utilizará o isolamento de bactérias, a cultura em laboratório, a transmissão experimental e a reprodução de lesões. Neste período inicia-se também o desenvolvimento da teoria do risco em epidemiologia, cuja consolidação fará desaparecer o conceito de meio, ou pelo menos relegá-lo a plano inferior. Na prática o risco retirará o meio ambiente que, decomposto em fatores, perde sua integralidade e totalidade.

A era em que vivemos é a das doenças crônico-degenerativas, que desde o final da segunda guerra mundial ocuparam o lugar das doenças infecciosas na mortalidade e morbidade dos países desenvolvidos. Agora não é possível mais identificar um agente, mas compreender a influência de vários fatores na determinação das doenças. É o apogeu da epidemiologia do risco e as análises vão procurar estabelecer o risco relativo e o *odds ratio* no nível individual. A prática sanitária é focada na mudança de hábitos e estilos de vida, e também na intervenção no meio, procurando controlar fatores de risco que afetam os indivíduos. Nesse paradigma o meio ambiente é estudado na investigação de fatores de risco que poluem o ambiente de trabalho e de convivência, tais como a presença de mercúrio e de outros agentes químicos e biológicos potencialmente patogênicos.

O meio desapareceu da epidemiologia dominante, embora tenha permanecido sempre, mesmo que marginalmente, a perspectiva ecológica. Os dois objetos de estudo desta ciência são descritos nos livros-texto como o indivíduo e a população. Os estudos ecológicos sofreram críticas centradas no que se convencionou chamar de “falácia ecológica”. As inferências sobre causas de doença, ou mesmo de fatores de risco, não podem ser dirigidas ao indivíduo, porque nos estudos populacionais estes são considerados dentro de agregados.

Nos últimos anos vêm se delineando na literatura epidemiológica críticas aos estudos centrados apenas nos indivíduos, recolocando o ambiente como categoria teórica fundamental para a determinação do processo saúde/doença. Os fatores de risco que apresentam associações fortes com doenças são identificados como causa sem que haja um modelo coerente de articulação entre eles (Barata, 2004). Esse ângulo de crítica enfatiza a contradição entre uma miríade de fatores de risco e poucas soluções para os problemas de saúde

enfrentados pela prática sanitária dominante. O paradigma das doenças crônico-degenerativas estaria produzindo pequenos efeitos a partir dos fatores de risco e teria abandonado a preocupação com o processo causal na medida em que não tem o objetivo de encontrar as mediações entre diversos fatores de risco na determinação dos eventos relacionados à saúde (Schwartz, 1999).

Por exemplo, as principais causas identificadas da doença coronariana são: a hipertensão arterial, níveis elevados de colesterol no sangue, tabagismo e inatividade física. Elas foram incorporadas à prática clínica e sanitária contribuindo para a prevenção do infarto prematuro e para o aumento da expectativa de vida a partir da meia idade em muitos países. Atualmente novos fatores de risco têm sido estudados, entre eles fatores trombóticos, nível sorológico da homocisteína, agentes infecciosos, exposição a riscos no início e durante a vida, incluindo fatores pré-natais, causas genéticas e fatores ambientais. Apesar da relevância desses estudos, a sua aplicabilidade na clínica e na prática sanitária é limitada (Beaglehole & Magnus, 2002).

A ecoepidemiologia assume a crítica ao paradigma dominante propondo um novo, centrado no macronível social e ecológico, no individual e no micronível das moléculas que compõem o ser humano (Susser & Susser, 1996). O novo paradigma precisa ser construído em função dos novos padrões que enquadram as doenças prevalentes na atualidade e, também, em função do grande desenvolvimento dos sistemas de informação e da própria estatística, que possuem hoje técnicas que podem ser utilizadas em tempo real e em diversas escalas.

Outra abordagem que procura superar a restrição dos estudos apenas no plano individual é a epidemiologia social, em suas três vertentes: psicossocial, que busca construir relações entre o ambiente social, o stress e a produção de substâncias neuro-endócrinas no organismo humano; a que busca relações entre condições de trabalho e de reprodução da força de trabalho como determinantes do processo saúde/doença, e a sócioecológica, que aponta a necessidade de se abordar e articular diferentes níveis desde o social, o ecológico e o biológico (Krieger, 2001). A epidemiologia social que se baseia no conceito de reprodução social procura entender esse processo através da estrutura de classes, encontrando diversas dificuldades operacionais. Outra linha desta abordagem tem incorporado o conceito de espaço socialmente construído, através dos estudos de vizinhança, muito utilizados em pesquisas sobre desigualdade social em saúde (Barata, 2004).

O novo paradigma tem que considerar em primeiro lugar a existência de níveis diferentes nas relações humanas. Estas não ocorrem apenas no plano individual, mas também no plano social-ecológico e também no nível das moléculas. A evolução da epidemiologia terá de construir modelos analíticos que abarquem esses níveis e, mais, também a interpenetração de níveis. Em segundo lugar o tempo ganha novo significado, a compreensão dos eventos relacionados à saúde impõe o conhecimento da história individual, social e dos lugares. Em terceiro lugar será preciso incluir escalas nos estudos, com dimensão quantificável do espaço e do tempo, além de buscar relações com os processos gerais e globais (Krieger, 2001).

Os estudos empíricos realizados sob a vigência do paradigma das doenças crônico - degenerativas que enfatizam o nível agregado podem ser classificados em três gerações. A primeira avaliava intervenções sanitárias em municípios e outras áreas administrativas que tinham o objetivo de reduzir ou eliminar problemas de saúde que atingiam grandes contingentes humanos, como, por exemplo, a introdução de flúor no sistema de abastecimento de água ou a introdução de apoio a famílias carentes no combate à desnutrição. Tais estudos mostraram-se eficazes e relevantes na análise de resultados de intervenções.

A segunda geração de estudos ecológicos buscou avaliar ações preventivas em agregados humanos submetidos às propostas educacionais, dirigidas à mudança de hábitos relacionados ao fumo, atividades físicas, consumo de álcool e alimentos, em geral fatores de risco relacionados com doenças cardiovasculares. Os resultados desses estudos são menos relevantes que os da primeira geração, em função da dificuldade de se distinguir os resultados das ações educacionais junto às populações com tendências seculares. Em Minnesota, nos Estados Unidos da América, EUA, na década de 1980, foi conduzido um estudo que selecionou três pares de comunidades. As comunidades de controle foram definidas pelo tamanho da população, tipo (rural, urbano e metropolitano) e distância da sede metropolitana. Estudos transversais seriados foram realizados periodicamente através da aplicação de inquéritos nas seis comunidades, que levantavam hábitos relacionados à doença coronariana. Os resultados mostraram que, quando houve mudança, estas decorreram de tendências seculares presentes na sociedade que globalmente já vinha estimulando mudanças de hábitos relacionados com doença coronariana. Concluiu-se que a influência da intervenção foi modesta (Murray, 1995).

A terceira geração é mais recente e inclui estudos que definem as comunidades não apenas em



função dos limites geográficos de regiões administrativas, mas também inclui fatores socioeconômicos, grau de urbanização e características demográficas. A avaliação de ações educativas relacionadas à AIDS e a doenças cardiovasculares permite detectar efeitos positivos na incidência de eventos relacionados à saúde em comunidades, mas com forte influência de tendências mais gerais da sociedade na qual elas estão inseridas (Attienza & Kingy, 2002).

Mesmo com essas dificuldades, existem fatores que estimulam, na atualidade, a emergência destes estudos empíricos. O aumento do interesse em compreender determinantes sociais das doenças, a importância da promoção da saúde em áreas de concentração de pobreza, as críticas à noção de que os determinantes de saúde e doença estão restritos ao nível individual e a emergência das ferramentas de análise multinível está estimulando o debate e a produção de trabalhos empíricos nesse campo, recolocando a discussão de variáveis ecológicas em epidemiologia (Roux, 1998).

As unidades de análise são agregados de indivíduos aninhados em uma área geográfico/espacial determinada. Os espaços geográficos utilizados são vários, já que em epidemiologia não existe uma definição precisa de comunidade. Podem ser países, regiões, municípios, áreas de planejamento, distritos, seções/zonas eleitorais, áreas definidas pelos serviços de correio, espaços institucionais, centros de trabalho e outros.

Em New Orleans, um estudo cujos agregados foram definidos a partir de setores censitários demonstrou que fatores ambientais relacionados à presença de lixo, pichações com grafite, carros abandonados e qualidade das residências são relevantes na incidência de gonorréia. Através destes fatores foi criado índice denominado “janela quebrada”. Este indicador, comparado com um indicador tradicional de pobreza, construído a partir de salário, emprego e nível educacional, explicou melhor a variação da incidência de gonorréia (Cohen *et al*, 2000).

Os estudos mais recentes que definem o espaço combinando limites geográficos com variáveis sociais e demográficas apontam a importância da distinção entre variáveis de composição e de contexto. As variáveis de composição são expressas em nível agregado, possuindo em geral correlação direta com o nível individual tais como sexo, idade, renda, anos de estudo, etnia. As variáveis de contexto se referem ao lugar propriamente dito e não possuem correlação direta com o nível individual, se correlacionando ao ambiente físico e

social. A poluição do ar, o clima, a presença de áreas verdes ou de lazer, a existência de serviços de assistência médica e educacional, a presença de serviços locais tais como farmácias, mercearias e o tipo de mercadorias disponíveis são variáveis de contexto desde que passíveis de influenciarem eventos relacionados à saúde. A distinção, no início dos estudos, entre variáveis de composição e contexto é muito importante, dado que, muitas vezes são confundidas (Macintyre & Ellaway, 2003). Essa confusão decorre da própria trajetória da epidemiologia no trato de agregados. Em geral, as estratificações feitas das populações ou agregados em fatores sociais e demográficos passam a impressão de resumir os lugares em que as pessoas vivem. Uma forma de construir variáveis de contexto é perguntar sobre as necessidades humanas para viver uma vida saudável e fazer uma longa lista hierarquizada, contendo não só fatores que potencialmente possam ser relacionados com morbidade e mortalidade, mas também aspectos sociais e físicos, cujas relações com saúde sejam plausíveis. Assim esta lista contém o ar, a água, o transporte privado e público, as vias de acesso, a educação, a segurança e os cultos religiosos (Cummins *et al*, 2005).

As estratégias mais utilizadas em estudos recentes são os estudos propriamente ecológicos que distinguem composição e contexto e permitem examinar variações entre morbidade e mortalidade e também associações entre as variáveis e eventos relacionados à saúde. Em geral medem características socioeconômicas e índices de pobreza ou outros. Possuem boa associação com mortalidade. Eles são úteis para monitorar desigualdades em saúde, mas não são capazes de determinar se as diferenças entre áreas se devem a elas próprias (contexto) ou se decorrem das diferenças dos indivíduos (composição).

Essa dificuldade, aliada às novas técnicas de informação e estatísticas, tem estimulado o surgimento de estudos denominados *multinível*. Eles requerem estudos no nível individual de pessoas aninhadas nas áreas de estudo e permitem controlar os efeitos decorrentes dos indivíduos, identificando aqueles determinados pelas áreas. Permitem também identificar as características do nível individual que modificam aquelas das áreas e vice-versa.

Um estudo multinível realizado em Londres, utilizando seções eleitorais como área de análise, mostrou que estas têm influência sobre problemas mentais, percepção da saúde e aumento da circunferência abdominal, independente dos fatores individuais. Os indivíduos eram funcionários públicos e foram classificados em três categorias, em função da posição na hierarquia do serviço público: baixa (serventes), média (serviço administrativo) e elevada

(executivos). As variáveis de contexto foram colhidas através de respostas dos indivíduos sobre segurança, ruído, dificuldade de utilizar os serviços públicos e privados da área e satisfação com seu padrão de vida. Foi utilizado um índice para definir o grau de privação na área. A análise multinível demonstrou independência dos efeitos da situação na hierarquia do serviço público sobre os eventos relacionados à saúde em relação ao grau de privação na área. Viver em áreas mais pobres aumenta o risco de adoecer, levando em consideração as variáveis idade e sexo (Stafford & Marmot, 2003).

Uma estratégia alternativa que possibilita trabalhar em menor escala é a comparação de um pequeno número de áreas bem definidas. Ela permite combinar dados quantitativos e qualitativos e facilita a coleta de dados históricos do lugar e dos indivíduos (Roux, 2001).

Uma outra estratégia que pode ser utilizada é o estudo agregado de intervenção longitudinal. Trabalhando em áreas geográficas menores e bem definidas, que sofrerão uma intervenção na área de saneamento ambiental e definindo áreas de controle, podem-se extrair conclusões sobre os efeitos da intervenção em eventos relacionados à saúde. Esse tipo de desenho não pode ser confundido com os chamados estudos quase experimentais que, controlando a variável e o evento de interesse, buscam conclusões sobre a eficácia da intervenção, como no exemplo clássico da relação do flúor com cáries e manchas nos dentes. O grau de controle sobre a intervenção é muito menor e a definição da importância da interferência na área de estudo exige a escolha de vários eventos relacionados à saúde (Rouquariol & Almeida, 2003).

## **2.2 - A emergência do ambiente e a Promoção da Saúde**

A espécie humana, em sua evolução, estabeleceu diferentes relações com o ambiente. Enquanto nômades, percorriam territórios em busca de frutos e caça, sendo também caçados por seus predadores. Participavam do ciclo incessante de nascimento, vida, morte e regeneração, praticamente como qualquer mamífero (Morin, 2002). Posteriormente, como sedentários, aprenderam a agricultura e a pecuária, ampliando sua população e provocando maiores desequilíbrios no ecossistema, inclusive com a introdução de novas espécies vegetais e animais. Durante séculos a energia utilizada dependia basicamente da força humana e da força animal. Nesse período as alterações provocadas pelos humanos eram circunscritas a territórios relativamente pequenos e, mesmo com o surgimento de aldeias e, depois, das

idades, a ação humana não afetava o conjunto do planeta. Novos equilíbrios recriavam ecossistemas sem grandes ameaças ao entorno.

O surgimento da energia a vapor, seguida da energia baseada na combustão do carvão e do petróleo, passando pela energia elétrica e nuclear, fez com que a ação humana no planeta afetasse todo o grande ecossistema Terra. O reconhecimento científico da existência na atualidade, de problemas ambientais globais tem ensejado o argumento de que a situação global pode ser caracterizada como a de uma crise ambiental.

A crise ambiental revela novos problemas para a ciência e para a técnica, impossíveis de serem resolvidos sem o encontro dos diversos ramos e especialidades. Os desafios postos pela crise ambiental possibilitam, de um lado, o encontro de ramos e disciplinas diferentes; de outro, provocam, no interior de cada uma delas, a necessidade de internalizar, incorporar a problemática ambiental. Assim, a economia desenvolveu o conceito de desenvolvimento sustentável; a geografia rompeu os estreitos limites da morfologia, incorporando os diversos aspectos do planejamento ambiental e da história humana; a biologia admitiu os efeitos das atividades antrópicas no desenvolvimento dos ecossistemas aquáticos; a engenharia e a arquitetura começam a avaliar os efeitos perversos da drenagem urbana tradicional, propondo a renaturalização de cursos d'água. Esta internalização não é uma simples justaposição da externalidade ambiental no interior de diversos ramos do conhecimento, mas a abertura do caminho para a construção de uma racionalidade ambiental (Leff, 2001).

A saúde coletiva também vem internalizando a crise ambiental no interior de seu corpo de conhecimentos. A Organização Mundial de Saúde, na década de 90 do século passado, realizou várias conferências internacionais com o objetivo de definir e incentivar experiências de promoção de saúde em todo o mundo. Todo consenso internacional é por natureza genérico, na medida em que tem de contemplar interesses diversos. A generalidade perde em conteúdo, mas permite contemplar experiências diversas e, assim, aperfeiçoar conceitos e definições (Paim, 2000). Para a OMS, a Promoção de Saúde deve contemplar cinco eixos: definição e criação de políticas públicas saudáveis; criação de ambientes favoráveis à saúde; mudança de hábitos e atitudes das pessoas; promoção de ações comunitárias solidárias e reorientação dos serviços de atenção médica, incorporando o ambiente como meta e espaço a ser cuidado (Buss, 2000). As experiências mais conhecidas giram em torno da escola, local de trabalho e cidades.

A cidade como espaço de promoção da saúde permite uma abordagem mais ampla. A opção para viver em cidades cada vez maiores interfere na qualidade de vida e saúde de maneira desafiadora para a ciência moderna. No início do século XIX 5% da humanidade vivia em cidades, proporção que atingiu 46% agora no início do século XXI. Estima-se que a partir do ano de 2007, mais da metade dos seres humanos estará vivendo em cidades (Gálea & Vlahov, 2005).

Os efeitos decorrentes da vida urbana sobre a saúde humana vêm ganhando relevância, apontando novos desafios para a compreensão das relações entre o contexto urbano e a distribuição de saúde e doença entre as populações. Três categorias gerais têm sido utilizadas na explicação dos mecanismos que afetam a saúde em meio urbano: o ambiente físico, o ambiente social e o acesso aos serviços sociais e de saúde. O ambiente físico urbano é constituído pelo ambiente construído, infra-estrutura de saneamento, clima, poluição do ar, das águas, do solo, presença de áreas verdes e de lazer. O ambiente social urbano inclui a estrutura ocupacional, mercado de trabalho, processos sociais e econômicos, relações de poder, relações étnicas, desigualdade social, práticas culturais, instituições e práticas religiosas, crenças sobre o lugar e comunidades (Gálea & Vlahov, 2005).

A cidade contém o ambiente e, como território da promoção da saúde, exerce forte pressão sobre os serviços de atenção médica, que são pressionados a romper com o caráter de atenção exclusiva à doença. As ações precisam ser transeitoriais e transdisciplinares, bem como possibilitar a interlocução entre as áreas de saúde, assistência social, educação, limpeza urbana, fiscalização ambiental, regulação urbana, abastecimento, saneamento e lazer.

A criação de ambientes favoráveis à saúde, no território da cidade do século XXI, requer uma complexa integração entre cidadãos, poder público, organizações não governamentais e entidades privadas. Por outro lado, a cidade, apesar de conter a totalidade do ambiente local, é um território organizado e construído de uma forma desintegradora do ambiente natural, e governado, mesmo quando descentralizado, em subterritórios, de maneira parcializada e setorizada. A forma de organização e de governo das cidades dificulta as ações de promoção da saúde e também, como consequência, a internalização da crise ambiental pela saúde coletiva.

A cidade européia clássica continha o mercado, os palácios, o templo, habitações, e era circundada pelo ambiente rural, principal gerador de riquezas negociadas. Em outro momento

de sua evolução, incorporou as indústrias em seu território e, posteriormente, explodiu, atingindo territórios distantes com ou sem continuidade, e implodiu, perdendo o centro e as centralidades (Lefebvre, 1999). As cidades concentram energia decorrente da necessidade de seus habitantes para o transporte, alimentação, habitação, trabalho e, também, de suas indústrias, comércio e serviços. Acumulam também os rejeitos sob a forma de esgotos, lixo, efluentes líquidos e gasosos que invadem o seu território, contaminando tudo e todos.

A cidade pode ser vista também como um grande ecossistema. “Como um ecossistema natural, à primeira vista, a megalópole parece por vezes obedecer a uma grande ordem cósmica e constituir um fervilhar louco de agitações egoístas. É, vista de cima, uma enorme máquina cronometrada que obedece estritamente ao relógio astral; de manhãzinha despertam, lavam-se, vestem-se, saem de casa, as vagas sucessivas de padeiros, operários, patrões, funcionários; os metrô, ônibus, táxis, automóveis, caminhões circulam como glóbulos sanguíneos nas artérias...” (Morin pg.99,2002).

Os grandes centros urbanos se parecem muito em relação a vários elementos, tais como avenidas, edificações, tipo e qualidade de mercadoria circulante, arquitetura dos centros financeiros, de comércio e serviços, parques e centros de lazer, enfim possuem objetos próprios do mundo globalizado (Santos, 2002).

De outro ângulo, a cidade contém objetos que lhe são peculiares, que incorporam sua história e indicam sinais culturais como que em camadas superpostas anunciadoras de uma arqueologia. Contém também objetos identificadores de contextos e centralidades que lhe são próprios na atualidade (Lefebvre, 1999). A mudança é constante e permanente. A natureza que experimentou a ação humana não mais retorna à condição anterior, deixa de ser paisagem e passa a ser espaço. O espaço contém a ação humana e a organização social (Santos, 2002). A geografia é comumente entendida como a disciplina das localizações. Esta concepção é limitante para a compreensão das relações entre homem e meio. A geografia crítica considera que o espaço geográfico não é sinônimo de território, mas de *território usado*. Esse é o resultado do processo histórico e a base material de novas ações humanas (Brandão, 2004).

A explosão/implosão das cidades não impede a procura de novas centralidades nem a identificação de espaços possibilitadores da realização da promoção da saúde. Qual o significado geográfico de distrito, unidade de planejamento, regionais, espaços delimitados para facilitar o serviço postal? Eles são úteis, pois delimitam territórios que favorecem a aplicação de metodologias de planejamento de saúde e epidemiológicas. O território ideal para a promoção da saúde teria que expor de forma contundente o ambiente, integrando ser

humano e natureza, diversidade social e biológica no espaço preferencial e dominante do convívio humano na atualidade - as cidades.

### **2.3 - As bacias hidrográficas e as cidades**

O termo bacia hidrográfica se refere a um divisor de águas, sendo um conjunto de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes, subafluentes e nascentes. Pode instrumentalizar a identificação de uma área geográfica bem delimitada, onde as questões ambientais se interpenetram (Paula, 1997). O conceito de bacia hidrográfica incorporou a idéia de unidade de planejamento ambiental. A bacia contém fauna, flora, territórios geológicos diversos, populações humanas, a calha do rio e seus afluentes. Possui uma clara delimitação geográfica como unidade de planejamento e um objeto, a calha do rio ou córrego, seus afluentes e seu entorno, que pode identificar um espaço geográfico. Um córrego está em uma micro-bacia, que está em uma sub-bacia de um ribeirão, que está em uma bacia de um rio. Bacia hidrográfica é um sistema natural integrado e aberto. As águas sempre correm em bacias hidrográficas. Muito recentemente, no âmbito das políticas de gestão das águas, surgiu a preocupação com a revitalização ou preservação de rios, córregos e mananciais. A água precisa ser vista em uma dimensão ecológica, já que, dentro dos corpos d'água, vive uma rica fauna, o ecossistema aquático, que contém as algas, animais e vegetais, os chamados macroinvertebrados bentônicos e os peixes.

As bacias hidrográficas em centros urbanos não são paisagens; podem ser espaço, no sentido em que se localizam em um nível do urbano entre o global (Estado) e o privado (Lefèbre, 1999). Podem ser caracterizadas como lugares na medida em que são palcos de relações humanas verticais, aquelas estabelecidas com o mundo globalizado, e também as horizontais, que necessitam da comunicação entre as pessoas para se efetivarem. A cidade implodiu e, mesmo com a globalização, seus habitantes buscam novas centralidades ou a criação de novas horizontalidades. A caracterização de bacias como espaço geográfico é possível desde que nelas seja identificado um sistema de objetos: o rio, o córrego, seu entorno, as ruas, as edificações, os espaços de lazer, de serviço, de comércio, de produção e um sistema de ações humanas (Santos, 2002).

A ausência de definição na epidemiologia, do que seja *comunidade* permite a escolha de

diversos tipos de unidades geográficas como áreas de estudo. Entretanto, algumas exigências são necessárias, sendo a mais importante a definição dos limites. Os limites de uma bacia hidrográfica são mais precisos que os de áreas de planejamento, zonas eleitorais ou setores censitários em centros urbanos porque eles são naturais. As bacias existem antes das cidades.

Uma outra exigência importante é a possibilidade de definir variáveis primárias e secundárias de composição e contexto e quantificar os eventos relacionados à saúde na área geográfica. A vantagem das unidades administrativas reside na facilidade de se cumprir este critério, já que dados empíricos dentro de seus limites são abundantes.

Desde 1997, a legislação federal brasileira definiu a bacia hidrográfica como unidade de planejamento para a gestão das águas, o que vem impondo gradativamente às legislações estaduais a adoção dessa demarcação (Lei 9433/97). A legislação reserva para estas unidades de planejamento a definição de prioridades, limites e critérios de outorga da água e a chamada recuperação hidroambiental das bacias, que inclui o saneamento ambiental, interferindo nas cidades que permitem a poluição dos rios. A lei criou também o Comitê de Bacia Hidrográfica, composto pelo poder público, pelos usuários de água e pela sociedade civil. Os comitês em geral estão sendo criados para as grandes bacias nacionais e estaduais, o que induz a delimitação de dados demográficos, econômicos, sociais e ambientais por bacia. A utilização de grandes bacias como unidade geográfica em epidemiologia pode ser feita, da mesma forma com que se empregam estados ou regiões de estado em estudos agregados de mortalidade/ morbidade, com informações georreferenciadas. (GIS).

A China vem aplicando as tecnologias de geoprocessamento (GIS) em Saúde Pública desde 1980. A partir da década de 1990, vários estudos têm sido conduzidos na bacia do rio Yangtze. Uma grande intervenção humana, a construção do reservatório Gorge, vem sendo realizada na bacia, com previsão de término de obra em 2009. Estima-se que mais de 1.000.000 de pessoas terão de ser deslocadas. A bacia é uma área endêmica de esquistossomose, tendo sido palco de intensas campanhas e trabalhos para a erradicação da doença. Em 1949 havia 11 milhões de pessoas infectadas, atingindo 850.000 em 1995. Os estudos com informações geoprocessadas (GIS) feitos atualmente tentam prever a nova distribuição dos moluscos hospedeiros intermediários do *Schistosoma japonicum*.

Assim foi construído, a partir de sensoriamento remoto via satélite, um modelo hidrológico da



transmissão da doença em municípios com predominância de população rural. Modelos hidrométricos, baseados na vazão e velocidade das águas em áreas com irrigação permitem estabelecer relações entre o parasita, hospedeiro intermediário e a infecção humana (Zhou *et al*, 2001).

Outro estudo analisa o impacto entre temperatura, nível de água e precipitação pluviométrica na distribuição dos moluscos em períodos de cheias. Os resultados foram corroborados por trabalhos de campo identificadores de esquistossomose aguda. Após uma grande enchente do Yangtze, ocorrida em 1998, estudos vem sendo conduzidos buscando predições através de comparações com cenários futuros das áreas que serão inundadas após a construção da barragem de Gorge (Zheng *et al*, 2002).

No Brasil, na bacia do Paraíba do Sul, no estado de São Paulo, foi conduzido estudo empregando geoprocessamento a partir de informações de satélite, que identificou relações diretas entre a presença da Leishmaniose Tegumentar e a proximidade da residência das pessoas infectadas de córregos cujas matas ciliares estavam preservadas (Miranda, 1998).

A bacia seria uma boa unidade geográfica se utilizada em menor escala, ou seja, pequenas bacias em grandes centros urbanos e mesmo em cidades menores. Os seus limites são bem definidos, é quantificável, permite estudos multinível e a incorporação da história individual e local. A bacia ou microbacia precisa ter o rio ou córrego em leito natural ou pelo menos não canalizado. Isso porque o desenvolvimento das cidades no paradigma dominante do saneamento básico canalizou rios e córregos, construindo as chamadas avenidas e ruas sanitárias que destruíram os leitos naturais, retificando-os. Uma canalização faz com que o principal objeto definidor do contexto da bacia ou microbacia desapareça.

Finalmente, a bacia precisa ser definida como unidade de planejamento pela administração da cidade, sem o que os estudos epidemiológicos nestas unidades a médio e longo prazo seriam impraticáveis, em função da dificuldade de se trabalhar com dados secundários. A delimitação dentro das bacias de dados derivados de setores censitários e aqueles que são codificados com o endereço das pessoas viabiliza a quantificação de variáveis de composição, contexto e eventos relacionados à saúde por bacia hidrográfica.

### **3 – OBJETIVOS**

#### **3.1 – Objetivo Geral**

Analisar as relações entre cursos d’água em leito natural com mortalidade infantil e hospitalização por diarreia em crianças abaixo de 5 anos nas bacias elementares definidas no Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte.

#### **3.2 – Objetivos específicos**

- a) Estabelecer os padrões de distribuição dos cursos d’água em leito natural e canalizados nas bacias elementares definidas no Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte.
  
- b ) Estabelecer os padrões na distribuição das taxas de mortalidade infantil e prevalência de hospitalização por Diarreia em crianças abaixo de 5 anos nas bacias elementares definidas no Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte.
  
- c) Verificar as relações entre os eventos relacionados à saúde com fatores demográficos, socioeconômicos, serviços de saneamento básico e situação dos domicílios.

### **4 - MATERIAL E MÉTODO**

Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais, possui uma população estimada de 2.375.329 vivendo em 628.334 domicílios (IBGE, 2004). O município possui nove regiões político-administrativas, que são bastante heterogêneas em seus aspectos demográficos, sociais, urbanos e econômicos. O Plano Municipal de Saneamento definiu como unidade de planejamento as bacias hidrográficas delimitadas no município (Diário Oficial do Município de Belo Horizonte, 2001). Os seus limites são basicamente geográficos, definidos por divisores de água naturais. Foram delimitadas 99 bacias elementares. (Anexo A)

A metodologia escolhida buscou identificar o efeito da composição e do contexto, onde estão implícitas relações não reprodutíveis no nível individual, e verificar a existência de associação com os coeficientes de mortalidade infantil e as prevalências de hospitalizações por diarreia infantil. As variáveis independentes são contextuais e de composição populacional, estas

reprodutíveis no nível individual. Todas as variáveis foram agregadas em cada uma das unidades de análise.

As variáveis independentes de composição utilizadas em cada bacia elementar foram: renda predominante do responsável pelo domicílio (até 1 salário, de 1 a 2, de 3 a 5, de 6 a 10, de 10 a 20, acima de 20), escolaridade predominante do responsável pelo domicílio (menos de 1 ano de estudo, de 1 a 4, de 11 a 13, de 14 a 16, acima de 17).

As variáveis independentes de composição foram: extensão total dos cursos d'água em metros, extensão total dos cursos d'água em leito natural (mt), extensão total dos cursos d'água com canal aberto (mt), extensão total dos cursos d'água com canal fechado (mt), proporção dos cursos d'água em leito natural (percentagem), proporção dos cursos d'água com canal aberto em porcentagem, proporção dos cursos d'água com canal fechado (%), densidade demográfica habitante por quilômetro quadrado, número de habitantes por domicílio, proporção de domicílios com acesso à rede de água tratada (%), proporção de domicílios com esgoto coletado (%), proporção de domicílios com coleta regular de resíduos sólidos (%). Todas as variáveis são contínuas.

As variáveis dependentes escolhidas foram as taxas de mortalidade infantil e as taxas de hospitalização por diarreia como causa principal. A seleção destas variáveis foi em função de sua frequente relação com fatores de risco ambientais, da sua disponibilidade em dados secundários na cidade de Belo Horizonte e da evidência de seu declínio.

Os eventos foram: número de crianças nascidas vivas e aquelas mortas até um ano de idade, residentes em Belo Horizonte, entre 01 de janeiro de 2000 e 31 de dezembro de 2005 e hospitalizações de crianças com até cinco anos de idade, portadoras de diagnóstico de diarreia infantil, residentes em Belo Horizonte ocorridas no mesmo período. As taxas de prevalência de hospitalização por diarreias para cada bacia elementar foram calculadas como taxas médias no período 2000/2005 a partir da seguinte fórmula: número de hospitalização por diarreias infantil / número de anos vezes 1 / população de crianças até cinco anos da bacia elementar. Os coeficientes de mortalidade infantil foram definidos a partir das crianças nascidas vivas e mortas residentes em Belo Horizonte no mesmo período. O coeficiente utilizado na análise foi a mediana dos coeficientes entre os anos 2000/2005. Os eventos foram pontualmente georeferenciados ao seu respectivo endereço de residência e, na ausência do mesmo, foi utilizado o endereço mais próximo, considerando as bases geográficas de quadras e trechos de

logradouros. Os casos foram agregados nas bacias elementares que funcionaram como unidades espaciais de análise.

As variáveis independentes referentes à situação dos cursos d'água foram definidas a partir do processamento do *layer* de drenagem disponibilizados pela Empresa de Informática e Informação do município de Belo Horizonte - (PRODABEL) e adaptados pelo Núcleo Transdisciplinar e Transinstitucional da Bacia do Rio das Velhas (NUVELHAS/Projeto Manuelzão/UFMG), que acrescentou os seguintes atributos: nome do curso d'água, extensão e situação (leito natural, canalizado aberto e canalizado fechado), utilizando o software MAPINFO.

As variáveis derivadas de dados sobre cobertura de serviços de saneamento básico, domicílios, demografia e situação socioeconômica foram definidas a partir do Sistema de Informação Geográfica do NUVELHAS/UFMG, cuja base de informações foi o Censo Demográfico do IBGE, ano 2000, para o município de Belo Horizonte. O software utilizado para a extração das informações do IBGE foi o Estatcart – Sistema de Recuperação de Informações Georreferenciadas - versão 2.0 do IBGE.

Foi feita a comparação entre a área do Censo Demográfico do município de Belo Horizonte com as áreas das bacias elementares de Belo Horizonte, onde geograficamente foram identificados os setores censitários contidos em cada bacia elementar. Foram realizados ajustes nos limites das bacias elementares em relação ao limite municipal de Belo Horizonte com vistas a sanar as diferenças inerentes às escalas utilizadas em cada base. O ajuste foi realizado nas bordas onde o limite do município coincide ao limite natural das bacias. Para os setores censitários contidos em mais de uma bacia foi calculada a porcentagem relativa da área contida em cada uma delas.

Os dados que definiram as variáveis dependentes foram obtidos a partir do Sistema de Informação Hospitalar - Sistema Único de Saúde (SIH-SUS), do Sistema de Nascidos Vivos (SINASC) e do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) disponibilizados por endereço pela Secretaria Municipal de Saúde. Eles foram georeferenciados para cada bacia elementar utilizando o software MAPINFO.

O número de habitantes e de domicílios, calculado por meio da proporção entre a área do setor censitário inserido na bacia elementar, não é exato, sendo que valores muito baixos podem significar ausência de habitações e moradores. Em função deste fato foram consideradas apenas as bacias com mais de quinhentos habitantes.

Em relação à variável *salário mínimo* os dados originários dos setores censitários foram da renda **predominante**. Em nenhuma das bacias elementares ocorreu, após a sistematização dos dados, renda **predominante** entre 5 e 10 salários. Em função disto, ela não foi considerada.

Os dados relativos aos nascidos vivos em 2001 fornecidos pelo SINASC ficaram muito abaixo das médias dos outros anos e foram descartados. As medianas dos coeficientes mortalidade infantil foram definidas para os anos de 2000, 2002, 2003, 2004, 2005. Foi utilizado o programa Stata *Coorporation* versão 9.2 para processamento e análise dos dados. As associações entre os indicadores ambientais, socioeconômicos e demográficos com a mediana dos coeficientes de mortalidade infantil e a taxa média de hospitalização por diarreia infantil foram realizadas através da análise e regressão univariada, linear simples e múltipla. Considerou-se como nível de significância o valor  $p \leq 0,05$ .

## 5 - RESULTADOS

A dimensão e a densidade demográfica das bacias são extremamente variadas. Os cursos d'água têm em média 6963 metros, com desvio padrão de 9438 metros e mediana de 2787 metros (Tabela 1). As bacias estudadas têm 40.27% dos seus córregos com 100% de leito natural, ao lado de 24.68% com mais de 50% de seus leitos canalizados (Figura 1)

**Tabela 1 – Variáveis dependentes e independentes para bacias elementares - Belo Horizonte, 2006.**

<b>Variável</b>	<b>Bacias elementares</b>	<b>unidade</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Mediana</b>
<b><u>Dependente</u></b>					
Taxa de mortalidade infantil	50	% nascidos vivos	19,62	9,28	17,17
Taxa de diarreia infantil em crianças menores de cinco anos	69	% crianças	6,47	2,53	6,02
<b><u>Independente</u></b>					
Habitantes por domicílio	73	hab	3,65	0,25	3,62
Densidade demográfica	73	Hab/km <sup>2</sup>	8737	5481	9309
Renda predominante do responsável pelo domicílio	73	Salário mínimo (*)	6,60	5,42	5,00
Anos de estudo do responsável pelo domicílio	73	Anos	6,46	4,61	4,00
Extensão total dos cursos d'água	73	Metros	6963,44	9438,44	2787,22
Proporção de cursos d'água em leito natural	73	%	85,68	32,20	72,10
Proporção de domicílios com água tratada	73	%	97,74	5,99	96,06
Proporção de domicílios com coleta de esgoto	73	%	90,47	17,65	84,32
Proporção de domicílios com coleta de lixo	73	%	96,86	7,30	94,25

(\*) salário mínimo em dez/2000 – R\$ 151,00

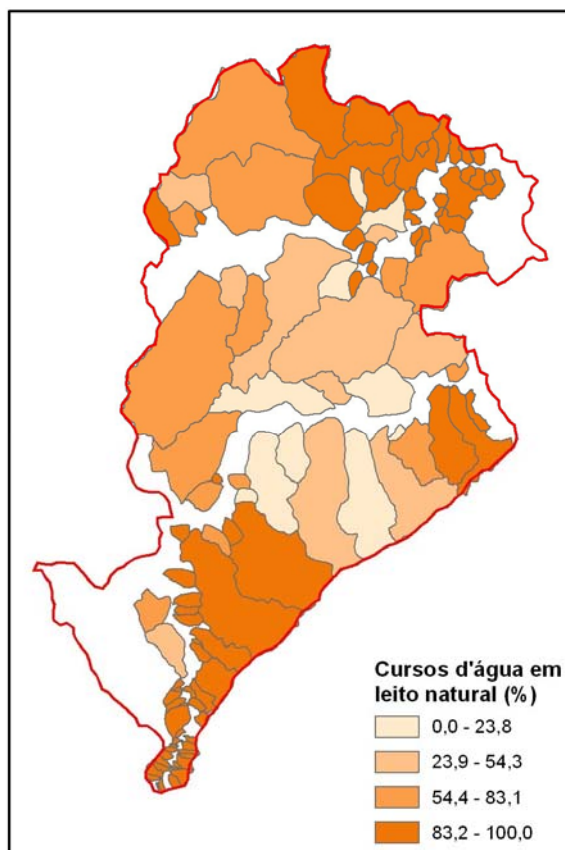


Figura 1 – Relação entre a extensão dos cursos d'água e a área das 73 bacias elementares  
Fonte: NUVELHAS/UFMG – 2006

O abastecimento de água tratada ultrapassava, no ano 2000, 95% dos domicílios em 79.45% das bacias elementares estudadas. A coleta de resíduos sólidos superou 95% em 65.48% das bacias. O serviço de coleta de esgoto doméstico estava, no ano 2000, distante da universalização, com apenas 26.03% das bacias alcançando mais que 95 % dos domicílios. (Figura 2).

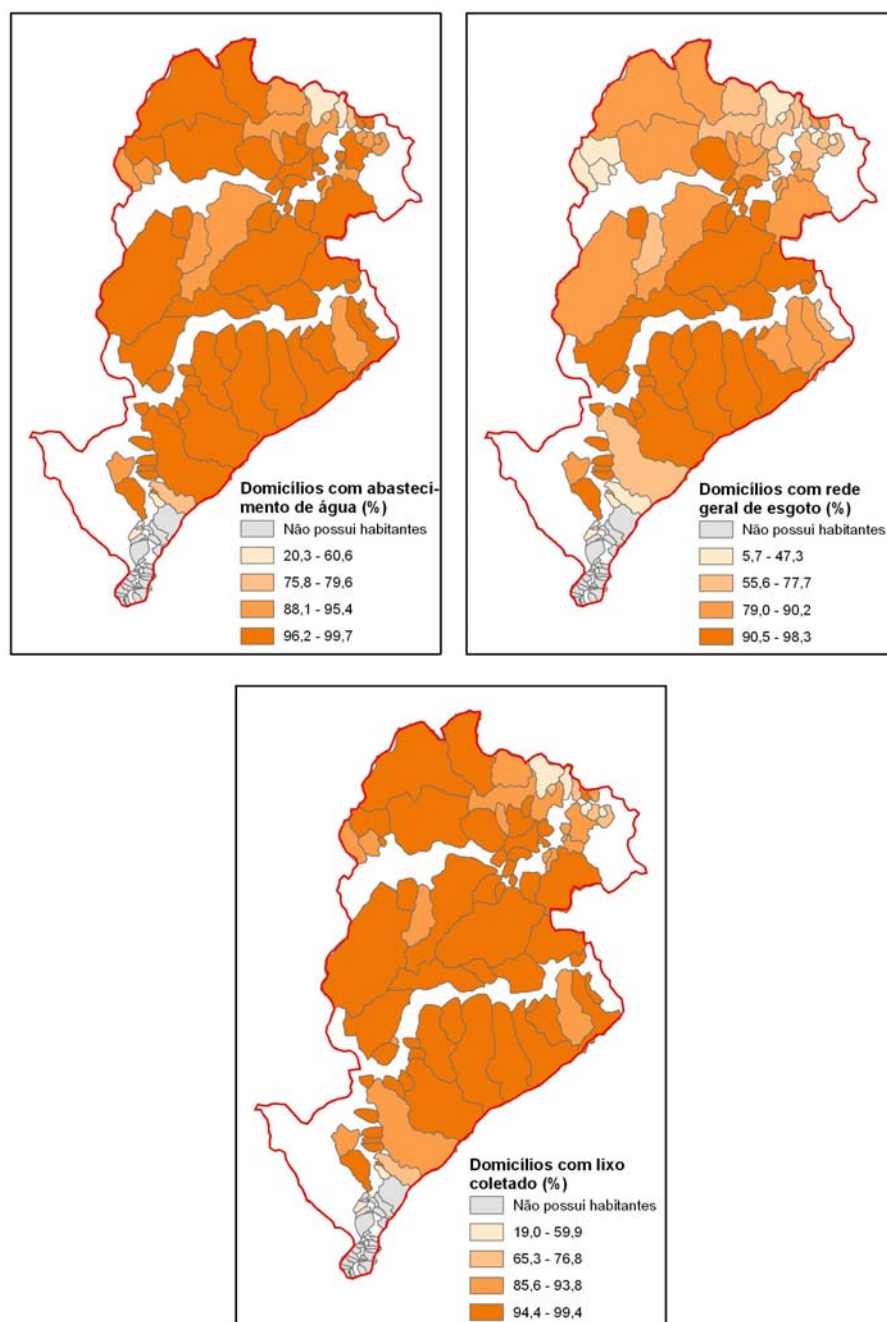


Figura 2 – Proporção entre serviços de água, esgoto e lixo nas 73 bacias elementares de Belo Horizonte.  
Fonte: NUVELHAS/UFMG - 2006

Em 68% das bacias a renda predominante foi de 3 a 5 salários mínimos, ao lado de 12% com renda até 1 salário e apenas 8% ultrapassando 20 salários. Quanto à escolaridade predominante entre os chefes de domicílio, em 78% das bacias eles têm entre 1 e 4 anos de estudo e em apenas 15% das bacias predominam 11 ou mais anos de estudo (Figura 3).

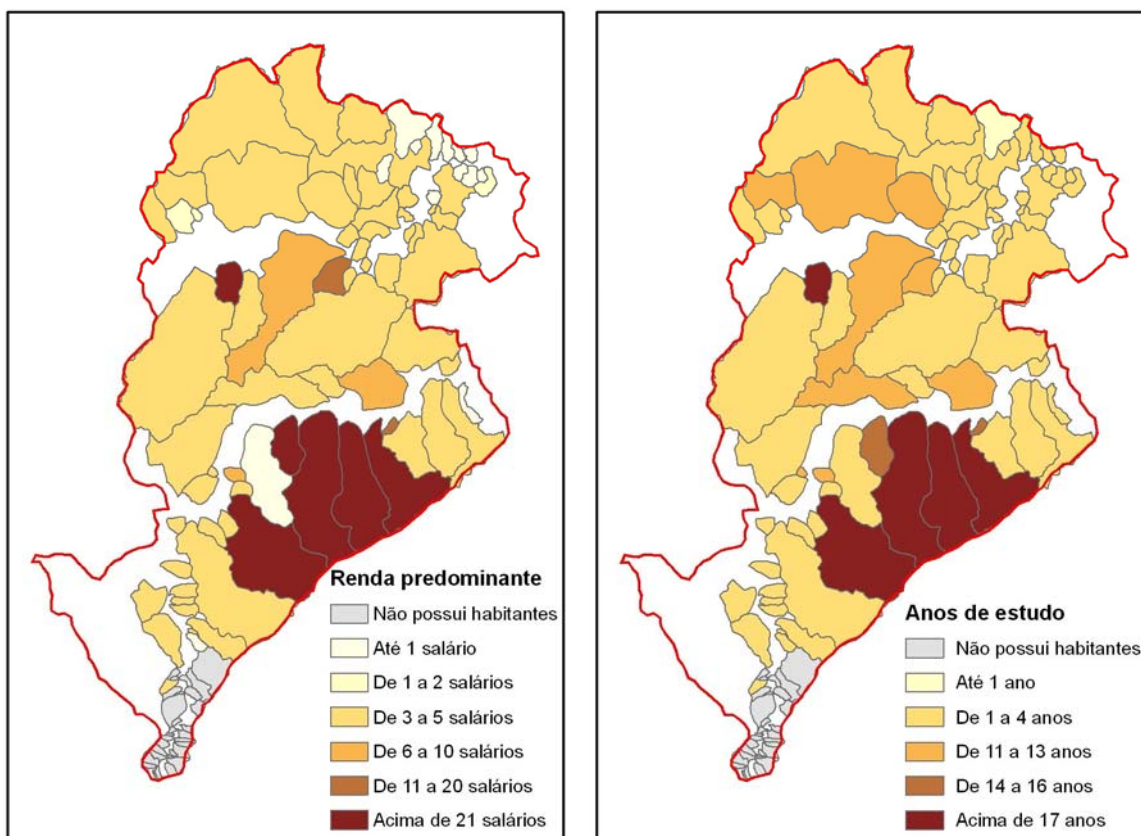


Figura 3 – Renda predominante e anos de estudo do responsável pelo domicílio nas 73 bacias elementares de Belo Horizonte.  
 Fonte: NUVELHAS/UFMG - 2006

A taxa média de mortalidade ficou em 19.61/1000 nascidos vivos com desvio padrão de 9.28 e mediana de 17.17. A prevalência média de hospitalizações por diarreia infantil em crianças abaixo de 5 anos foi 6.47/1000 crianças com desvio padrão de 2.53 e mediana de 6.025.

Em 31.51% das bacias a mediana das taxas de mortalidade infantil foi igual a zero. Isto ocorreu quando não houve mortes até 1 ano em mais de dois anos da série estudada (2000, 2002, 2003, 2004), sendo, portanto, descartadas nas análises de regressão. A manutenção das 23 bacias com a taxa da mortalidade infantil igual a zero faria com que as taxas médias utilizadas na análise tendessem para números muito baixos o que a comprometeria. Portanto, a análise foi feita considerando as 50 bacias que tiveram os eventos que permitissem o cálculo



das medianas.

Os valores e variações da variável dependente, apresentados acima na tabela 1, consideraram também o número de 50 bacias. As taxas de mortalidade infantil na análise univariada mostraram associação no limite ( $p \leq 0.10$ ) ou estatisticamente significativa ( $p \leq 0.05$ ) com todas as variáveis referentes a *cobertura de serviços de saneamento* e a variável *proporção dos cursos d'água em canal aberto* (Tabela 2).

**Tabela 2 – Análise univariada para taxa de mortalidade infantil em 50 bacias elementares - Belo Horizonte, 2006.**

Variável	Coefficiente	(IC 95% )(*)		Valor P
Proporção de domicílios com coleta lixo	-1,42	(-2,20	-0,64)	0,001
Proporção de domicílios com água tratada	-2,07	(-3,33	-0,82)	0,002
Proporção de domicílios com coleta de esgoto	-0,36	(-0,50	-0,22)	0,000
Proporção de cursos d'água em canal aberto	1,26	(0,002	2,51)	0,050

(\*) IC (intervalo de confiança)

Na análise multivariada foi considerada apenas a variável *proporção dos córregos em leito natural* entre aquelas referentes à situação dos córregos, em função da forte correlação entre elas, de sua predominância nas bacias e de sua relevância no presente estudo. As variáveis *proporção de coleta de esgoto e lixo* são as que apresentaram significância estatística, o que não ocorreu com a variável *proporção dos córregos em leito natural*. Estes três fatores são fortemente correlacionados de acordo com o coeficiente de *Pearson*. Ao final, na regressão múltipla, o modelo mais explicativo incluiu apenas *proporção de domicílios com esgoto coletado*. Quanto maior a proporção de coleta de esgoto em uma bacia, menor a taxa de mortalidade infantil.

$$[\beta (-0,30) + \text{IC } 95\% (-0,48 \quad -0,13)] p < 0.001$$

Em apenas 5.88% das bacias não houve ocorrência de hospitalização por diarreia infantil em crianças abaixo de 5 anos, o que determinou o descarte de 4 bacias antes da análise de regressão. Portanto, foram consideradas na análise 69 bacias. Os critérios de descarte das 4 bacias foram os mesmos apresentados na análise de regressão feita com as taxas de mortalidade infantil. A análise univariada indicou que nenhuma variável relativa ao

saneamento apresentou relação com as hospitalizações por diarreia infantil estatisticamente significativa, o que ocorreu com: densidade demográfica, habitantes/domicílio, anos de estudo, renda, extensão total dos cursos d'água, extensão dos cursos d'água com canal fechado, proporção dos cursos d'água com canal fechado e proporção dos cursos d'água em leito natural (Tabela 3).

**Tabela 3 – Análise univariada para taxa de hospitalização por diarreia infantil em menores de cinco anos em 69 bacias elementares - Belo Horizonte, 2006.**

Variável	Coefficiente	(IC 95%) (*)		Valor P
Habitantes por domicílio	3,50	(1,25	5,74)	0,003
Densidade demográfica	0,0001	(8,74	0,0002)	0,035
Renda predominante responsável pelo domicílio	-0,21	(-0,31	-0,11)	0,000
Anos de estudo responsável pelo domicílio	-0,22	(-0,35	-0,10)	0,000
Extensão total dos cursos d'água	-0,00005	(-0,0001	9,08)	0,092
Extensão dos cursos d'água em canal fechado	-0,0002	(-0,0004	-0,00004)	0,016
Proporção de cursos d'água em canal fechado	-0,02	(-0,05	-0,01)	0,002
Proporção de cursos d'água em leito natural	0,03	(0,009	0,04)	0,003

(\*) IC (intervalo de confiança)

Na regressão múltipla foi considerada apenas a variável *proporção dos cursos d'água em leito natural*, entre aquelas referentes a situação dos córregos, pelas mesmas razões descritas acima. As variáveis *renda* e *anos de estudo* são muito correlacionadas, sendo que renda tende a anular anos de estudo. Ao final, o modelo mais explicativo incluiu *proporção dos córregos em leito natural*, *renda* e densidade demográfica (Tabela 4). Quanto a maior a proporção de cursos d'água em leito natural maior a taxa de hospitalização por diarreia infantil. Também a densidade demográfica possui relação positiva com as diarreias, ao contrário da renda predominante, cujo crescimento é acompanhado pela queda das taxas de hospitalização por diarreias.

**Tabela 4 – Modelo de regressão multivariada para taxa de hospitalização por diarreia infantil em menores de cinco anos em 69 bacias elementares - Belo Horizonte, 2006.**

<b>Variável</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>(IC 95%) (*)</b>		<b>Valor P</b>
Proporção de cursos d'água em leito natural	0,02	(0,001	0,04)	0.037
Densidade demográfica	0,001	(0,00005	.0,002)	0.004
Renda predominante responsável pelo domicílio	-0,14	(-0,26	-0,03)	0.011

(\*) IC (intervalo de confiança)

## 6 – DISCUSSÃO

Uma grande parte das bacias da cidade de Belo Horizonte ainda conta com seus cursos d'água preservados em leito natural (40.27%), destacando-se que foram consideradas apenas as bacias com mais de 500 habitantes (Figura 4).

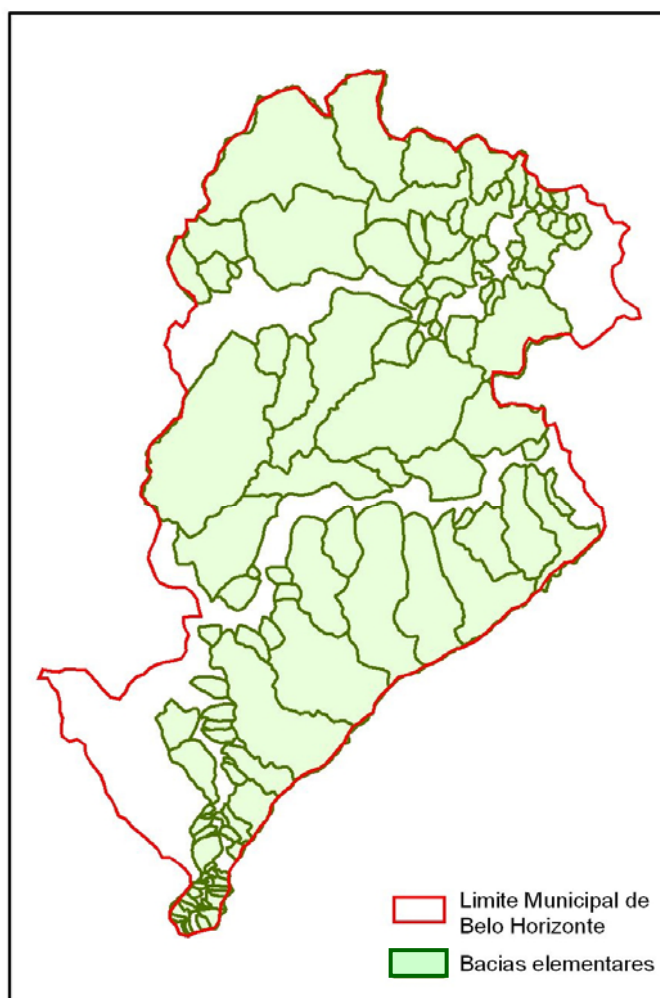


Figura 4 – Bacias elementares estudadas em Belo Horizonte, 2006  
Fonte: NUVELHAS/UFMG – 2006

As bacias elementares da cidade apresentaram mediana das taxas de mortalidade infantil em níveis relativamente elevados (19.61/1000). O desvio padrão é alto (9.28/1000), sugerindo a persistência de doenças infecciosas ligadas ao complexo Diarréia- Pneumonias – Desnutrição. Estes eventos permanecem quando a mortalidade infantil está acima de 20/1000 (Caldeira, 2001). A prevalência média de hospitalização por diarréia infantil é elevada (6.11/1000), situando-se acima de prevalências encontradas em países desenvolvidos (Hiramoto, 2004). A

cobertura de abastecimento de água foi também alta, ao lado de várias bacias com baixa cobertura de coleta de lixo e esgoto doméstico.

A retirada das bacias que apresentaram valores para as variáveis dependentes, mortalidade infantil e hospitalização por diarreia infantil igual a zero justificou-se em função de que todo o procedimento analítico poderia ser comprometido, considerando a quantidade de unidades de análise onde a mediana foi zero. A mediana foi zero quando em mais de 3 anos não foi possível calcular a mortalidade infantil. Em geral nesses casos o número de mortes foi zero. Em relação a hospitalização por diarreia infantil, o comprometimento analítico poderia ser menor, mas não desprezível. Dado que as unidades de análises são bacias, as frequências, as distribuições, as médias, os desvios padrões e os coeficientes seriam alterados, comprometendo o estudo. Assim a análise foi feita para as unidades que nas quais efetivamente foi possível obter informações que permitissem o cálculo da taxa de mortalidade infantil e da prevalência de hospitalização por diarreia infantil em crianças menores de 5 anos.

A associação da situação dos córregos com as variáveis dependentes foi avaliada na análise univariada através da utilização de oito variáveis, mesmo admitindo o forte potencial de correlação entre elas. O juízo metodológico para a utilização de todas elas no início da análise decorreu de sua disponibilidade na fonte de dados e à ocorrência incomum de cursos d'água como objeto de estudo em epidemiologia. Na análise multivariada foi escolhida a variável *proporção dos cursos d'água em leito natural* como representativa da situação dos córregos. Esta definição seguiu dois critérios. O primeiro considerou que a proporção dos cursos d'água representa melhor a exposição das pessoas do que a sua extensão, dada a grande variabilidade das áreas das bacias. Um pequeno córrego pode ter 100% de seu leito natural, assim como um grande curso d'água pode ter 85% de seu leito canalizado. O segundo considerou que a variável selecionada contém também a exposição à canalização já que, quanto menor a proporção em leito natural, maior a proporção de canalizações.

A mortalidade infantil apresentou importante correlação com as variáveis de contexto ligadas ao saneamento. A força do marcador *cobertura com água tratada* foi demonstrada com sua ocorrência, com significância estatística, em uma cidade próxima da universalização desses serviços. As coberturas dos serviços de coleta de lixo e de esgoto foram as variáveis estatisticamente mais explicativas da mortalidade infantil. A forte correlação entre elas impôs a escolha de apenas uma para inclusão no modelo final. A justificativa epidemiológica para a

escolha da coleta de esgotos decorre da sua proximidade com a principal variável de exposição deste estudo, a proporção dos cursos d'água em leito natural. Os rios urbanos se transformaram em muitas cidades em parte dos condutos de esgotos das cidades. A drenagem sustentável advoga a interceptação dos esgotos antes de atingirem os cursos d'água, que devem ser incorporados à malha urbana. Neste estudo, quanto maior a proporção de cursos d'água em leito natural menor a proporção de domicílios com acesso à coleta de lixo e esgoto. É provável que, nas proximidades das margens dos cursos d'água em leito natural, ambas as coletas sejam mais raras.

As prevalências de hospitalizações por diarreia abaixo dos 5 anos apresentaram as associações mais significativas com as duas variáveis de composição escolhidas para este estudo: renda e anos de estudo. As duas também apresentaram correlação significativa entre si, fato que impôs a eleição de uma delas para inclusão no modelo final. As diarreias têm sido relacionadas com renda familiar e anos de estudo das mães das crianças acometidas com a patologia (Fuchs & Victora, 2002). Neste estudo as duas variáveis se referem ao responsável pelo domicílio, que era conceitualmente no censo de 2000, o maior provedor da família, podendo ou não coincidir com a mãe (IBGE, 2000). Portanto a variável *renda* neste caso é mais representativa da situação da família e do seu conhecimento de atitudes no cuidado às crianças do que *anos de estudo*, que seria mais representativa quando o responsável pelo domicílio é a mãe, informação não disponível nas fontes de dados deste trabalho.

A variável independente *densidade demográfica* foi significativa em quase todas as simulações feitas com hospitalização por diarreia infantil. É uma variável também incomum na literatura epidemiológica. A leitura do modelo final da regressão múltipla permite aventar a hipótese de que, em bacias onde existam aglomerados urbanos subnormais densos, próximos de cursos d'água em leito natural, cuja população seja de baixa renda, as prevalências de hospitalização por diarreia infantil sejam maiores. A densidade demográfica pode ser alta em áreas de assentamento humano subnormal, em áreas muito verticalizadas ou em conjuntos residenciais também verticalizados. *Densidade demográfica* apresentou correlação fraca com *renda*, *anos de estudo* e *proporção de cursos d'água em leito natural*, neste caso negativa, ou seja, quanto maior a densidade demográfica menor a proporção de cursos d'água em leito natural. Por outro lado, possui forte correlação com as variáveis do agrupamento *saneamento*, indicando que quanto mais saneada e canalizada uma bacia, maior a *densidade demográfica*, o que remete a áreas verticalizadas com alta renda.

A relação da mortalidade infantil com o saneamento é conhecida e ainda muito estudada. Os maiores progressos alcançados para a saúde humana, assim como grande parte dos estudos, ainda se concentram na relação da água tratada ou não, com a mortalidade infantil e prevalência de diarreias (Silva, 1999); (Villena *et al*, 2003); (Gasana, 2002); (Gascón *et al*, 2000) e (Holcman, 2004). Da mesma forma a associação das diarreias infantis como uma das principais causas da mortalidade infantil tem sido demonstrada. As diarreias têm sido associadas às condições socioeconômicas tais como renda, condições do domicílio, saneamento e biológicas, e muitas vezes, sintomas de outras patologias (Victora & Barros, 1994), (Claeson, *et al*, 2000).

A associação entre mortalidade infantil, diarreia, condições socioeconômicas e saneamento têm sido estudadas mediante diferentes desenhos epidemiológicos, os quais têm demonstrado relações estatisticamente significativas. Estudo ecológico elaborado a partir do banco de dados *Indicadores e Dados Básicos para a Saúde - 2003 – IDB- 2003* do Ministério da Saúde, que abrange os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal, encontrou significância estatística para a associação entre a mortalidade infantil e os indicadores esperança de vida ao nascer e cobertura por sistemas de esgotamento sanitário, que apresentaram uma relação inversamente proporcional com a taxa de mortalidade infantil. Foi encontrada também, na regressão múltipla, correlação entre mortalidade proporcional por doença diarreica aguda em menores de cinco anos e a cobertura por sistemas de esgotamento sanitário e a proporção de pobres (Teixeira & Guilhermino, 2006). Um desenho ecológico feito em 2005 avaliou os sistemas de saneamento com indicadores epidemiológicos em municípios de estados brasileiros - Pernambuco, Bahia, Paraná e Rio Grande do Sul. A mortalidade infantil apresentou associação significativa com a turbidez da água e com o percentual da população do município com coleta regular de lixo (Costa *et al*, 2005).

Um inquérito domiciliar do tipo transversal realizado em dois bairros da cidade de São Luis, Maranhão, encontrou significância estatística entre diarreias, abastecimento de água em poço coberto/descoberto e com o destino dos dejetos a céu aberto e em fossa negra. No período, as diarreias foram responsáveis por 48% da mortalidade infantil (Campos, 1995). Em Juiz de Fora, Minas Gerais, estudo transversal realizado em assentamento subnormal encontrou associação estatisticamente significativa entre diarreia infantil e as seguintes variáveis: cinco variáveis do subgrupo estrutura familiar, estado nutricional da criança, uma variável de cada um dos subgrupos nível socioeconômico, abastecimento de água, esgotamento sanitário,

manejo de resíduos sólidos e presença de vetores (Teixeira & Heller, 2005). Outro estudo transversal realizado em Olinda, Pernambuco, também encontrou associação entre esgotamento sanitário e diarreia infantil (Vasquez *et al* 1999).

Um estudo de caso-controle com base populacional conduzido na região metropolitana de Porto Alegre e Pelotas, Rio Grande do Sul encontrou maior risco de mortalidade infantil por diarreia em famílias que não possuíam banheiro dentro das residências (Victora *et al*, 1988). Em Belo Horizonte, Minas Gerais, estudo de caso-controle conduzido para identificar os fatores socioeconômicos relacionados a óbitos de crianças que tiveram diarreia, pneumonias ou desnutrição encontrou significância estatística com o número de eletrodomésticos nas moradias, nível de escolaridade dos pais, situação conjugal da mãe e o fato desta trabalhar fora (França *et al*, 2001). Estudo de caso-controle de base hospitalar realizado em Recife, em 1997, identificou como fatores de risco para internação por diarreia as variáveis de suporte familiar e biológicas. As variáveis ambientais testadas não permaneceram no modelo (Silva, 2002).

A relação entre cursos d'água com a mortalidade infantil e diarreia não é relatada na literatura recente. Em geral os trabalhos selecionam variáveis ambientais próximas das residências e destas com o sistema de saneamento básico. As variáveis *proporção dos domicílios com coleta de esgoto, renda, densidade e proporção dos cursos d'água em leito natural* analisadas em conjunto permitem discutir a hipótese aventada acima. As crianças de famílias de baixa renda que vivem em aglomerados urbanos, densos, sem acesso ao serviço de esgotamento sanitário, próximos de córregos em leito natural, têm maior risco de adquirirem diarreia grave e estão mais expostas à mortalidade infantil. Viver em uma bacia cujo córrego está em leito natural não significa necessariamente a exposição a ele. A própria malha urbana da bacia dificulta o acesso, aliado ao fato de que a poluição de suas águas tende a afastar as pessoas do curso d'água. O córrego significa risco porque está poluído com esgoto e lixo, o que permite concluir que sua recuperação e despoluição, deixando-o em leito natural, pode atenuar significativamente o seu potencial risco epidemiológico.

A correlação da mortalidade infantil com saneamento, ao lado da pouco significativa relação com renda e anos de estudo, aponta para avanços na área de assistência médica. O acompanhamento pré-natal das gestantes, a vacinação e outras tecnologias utilizadas no cuidado primário das crianças têm contribuído para o declínio da mortalidade infantil. O



aumento da cobertura do cuidado primário de saúde tem diminuído a importância da renda e da escolaridade na mortalidade infantil (Polignano, 2000). Esses fatores foram importantes no Brasil e ainda o são em muitos países e regiões do Brasil (César, *et al*, 1998). Por outro lado, o resultado da análise aponta também que o cuidado ao ambiente precisa ser melhorado. O cuidado ao ambiente pode ser resumido nos cinco eixos da OMS para a promoção da saúde: definição e criação de políticas públicas saudáveis, criação de ambientes favoráveis à saúde, mudança de hábitos e atitudes das pessoas, promover a ação comunitária solidária e reorientar os serviços de atenção médica, incorporando o ambiente como meta e espaço a ser cuidado (Buss, 2000).

A significativa dependência das hospitalizações por diarreia infantil com *renda e anos de estudo* demonstrada neste estudo aponta em direção contrária, mesmo com evidências do declínio desta patologia no Brasil. A ocorrência da hospitalização provavelmente esteve dependente mais da capacidade dos pais cuidarem de seus filhos do que da ação do poder público. A introdução da terapia de reidratação oral na rotina do cuidado primário tem obtido resultados positivos e está relacionada ao declínio das hospitalizações por diarreia infantil e da mortalidade infantil (Centers for Disease Control and Prevention, 1992).

As limitações deste estudo derivam do desenho ecológico exploratório, que não permite inferências no nível individual. Eventos aninhados nas bacias podem induzir ao viés ecológico. Para ser conclusivo seria necessário, no mínimo, combinar a análise do ambiente com um estudo de caso-controle com indivíduos que foram hospitalizados com diarreia e com as famílias que tiveram óbitos de menores de 1 ano.

Um outro conjunto de limitações resulta do próprio estudo. As variáveis dos agrupamentos cobertura de serviços de saneamento básico e socioeconômicas foram definidas no ano 2000 e os eventos se referem aos 6 primeiros anos da década. Nestes anos vem ocorrendo ampliação nas coberturas desses serviços, principalmente na área de coleta e interceptação de esgotos em Belo Horizonte (Messias, 2006). A análise utilizou três totais de bacias, por causa dos zeros. A rigor, a comparabilidade entre os resultados para mortalidade infantil com as hospitalizações por diarreia infantil é muito baixa porque o número de bacias estudadas foi diferente. De uma lado, a utilização de dados secundários facilita e barateia o estudo; de outro, exige testes de confiabilidade e validade. A sua não realização agrega limitações neste estudo.

Outra limitação foi a não utilização de análise espacial, que seria um recurso útil na avaliação da proximidade dos córregos com os aglomerados urbanos subnormais. Poderia também, por exemplo, agregar informações para a avaliação da densidade demográfica nestes locais. Uma análise espacial feita no Rio de Janeiro da distribuição da leptospirose utilizou dados secundários e metodologias que permitiram a aproximação dos locais mais atingidos por epidemias (Tassinari *et al*, 2004).

Finalmente, as variáveis dependentes foram apenas duas. Outras poderiam ter sido utilizadas considerando critérios de definição utilizados para a seleção de mortalidade e diarreias infantis. A prevalência de asma desde a década de 1980 vem aumentando gradativamente, fato notado em várias regiões do mundo (Lin Shin, 2005). A Dengue transformou-se, em anos recentes, em importante infecção, presente em grande parte do planeta, em regiões tropicais e subtropicais, predominando em áreas urbanas e suburbanas. Atualmente é doença endêmica em mais de 100 países na África, Américas, Leste do Mediterrâneo, Sudeste da Ásia e Pacífico Ocidental (Word Health Organization, 2005).

O alcance do estudo fica limitado ao levantamento de hipóteses e à abertura de possibilidades do acompanhamento epidemiológico das intervenções urbanas de recuperação de rios e córregos em Belo Horizonte, Brasil.

## **7 - CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES**

A conclusão é que, a despeito das limitações deste estudo as bacias elementares funcionaram como unidade de análise em epidemiologia e os cursos d'água em leito natural, poluídos com esgoto e lixo emergiram como importante variável de contexto na determinação das hospitalizações por diarreia infantil quando associados com baixa renda e alta densidade demográfica. A universalização do serviço de esgotamento sanitário, da coleta e do tratamento dos resíduos sólidos permite a incorporação dos cursos d'água na malha urbana porque eles passarão a oferecer menor risco epidemiológico.

No caso dos sistemas de esgotamento sanitário é importante ressaltar a necessidade de eles incorporarem a coleta, a interceptação e o tratamento dos efluentes. Reconhece-se, ao lado de

benefícios com a coleta e o afastamento das excretas das residências das pessoas, a existência de impactos negativos após sua implantação. Os principais problemas estão ligados aos vazamentos e ao lançamento “*in natura*” dos esgotos nas redes coletoras e nos rios, causando riscos à saúde humana e dos ecossistemas aquáticos (Soares, 1999). Portanto, é necessária a construção de interceptores e estações de tratamento de esgoto incorporando à vigilância sanitária, o acompanhamento da qualidade da água dos córregos. Os rios poluídos afastam os indivíduos. Na medida em que ocorrer a sua despoluição, a tendência será a atração das pessoas para perto de suas margens. Por isto é fundamental também o investimento em educação ambiental e em capital social, responsabilizando a cidadania com o cuidado ao ambiente. Em São Francisco, Califórnia, na Finlândia e na Austrália, avaliações feitas em lagos, rios e córregos em leito natural apontam a possibilidade de, principalmente em períodos chuvosos, ocorrer o aumento da presença de coliformes e insetos. A principal razão está na poluição difusa presente nas cidades, que carrega matéria orgânica para dentro dos corpos d’água (Casteel *et al*, 2005); (Sptizer, *et al*, 2005); (Greenway, 2005); (Ruth, 2005).

Uma conjectura exequível é a de que a volta do ecossistema aquático na cidade de Belo Horizonte virá contígua com a continuidade do declínio da mortalidade infantil e da incidência de diarreias infantis. Esse declínio tende a continuar com a universalização dos serviços de abastecimento de água, coleta e interceptação de esgoto, coleta de lixo, melhoria das condições da estrutura urbana nos aglomerados urbanos, avanço na qualidade do cuidado primário, vacinação (rotavirus), educação ambiental e aumento da renda familiar.

A preservação dos cursos d’água, ao lado desse conjunto de medidas, melhorará a qualidade das águas dos córregos com conseqüente retorno de parte do ecossistema aquático. Portanto, a preservação dos cursos d’água em leito natural pode ser compatível com o declínio das taxas de mortalidade infantil e incidência de diarreias infantis em Belo Horizonte.

A existência de um Programa de Recuperação Ambiental em Belo Horizonte (Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2006) baseado na nova concepção de drenagem urbana permite a realização de estudos agregados de intervenção longitudinal. Trabalhos com bacias elementares que sofrerão intervenção, definindo bacias de controle, oferecerão subsídios para a compreensão dos efeitos do programa em eventos relacionados à saúde. Recomenda-se, para estes estudos, a escolha de um número maior de eventos incluindo também doenças crônico-degenerativas. A mudança da qualidade ambiental, com a criação de áreas de lazer e espaços

mais apazíveis poderá reduzir estes agravos. É importante também que se busquem dados primários relativos ao ambiente e à percepção das populações das bacias sobre a saúde e o entorno em que vivem.

O NUVELHAS /UFMG, instituição que forneceu parte dos dados deste trabalho, tem também montada uma base de 37 estações de coleta de bentons e plânctons, sendo 13 na região metropolitana de Belo Horizonte. Recomenda-se, portanto, através da utilização dessas informações disponíveis, a criação de uma base para o acompanhamento da qualidade de vida e de saúde das populações das bacias em Belo Horizonte, buscando subsídios para a formulação de tecnologia de vigilância à saúde, ambiente e monitoramento do ecossistema aquático.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atienza AK e Abby C. Community-based Health Intervention Trials: An Overview of Methodological Issues. *Epidemiologic Reviews*; Vol 24(1) pp72-79. 2002.
- Ayres JRC. Sobre o Risco - Para Compreender a Epidemiologia. São Paulo: Editora Hucitec. 1995.
- Barata RB. Epidemiologia Social. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 8: p.7-17. 2004.
- Beaglehole, Magnus, P. The search for new risk factors for coronary heart disease: occupational therapy for epidemiologists *International Journal of Epidemiology*; 31:117-1122. 2002
- Benicio, MHA, Monteiro, CA. Secular trends in child diarrhea in S. Paulo city, Brazil (1984-1996). *Rev. Saúde Pública*, vol.34, n°.6, supl, p.83-90. ISSN 0034-8910. 2000
- Bittencourt, SA; Leal, MC, Santos, MO. Hospitalization due of infectious diarrhea in Rio de Janeiro State. *Cad. Saúde Pública*, May/June 2002, vol.18, no.3, p.747-754. ISSN 0102-311X.
- Brandão, Maria, 2004. O papel ativo da Geografia-Um Manifesto. In: Brandão Maria/(org). Milton Santos e o Brasil. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo. p: 253-261
- Buss, PM. Promoción de la salud y la salud pública: una contribución para el debate entre las escuelas de salud pública de América Latina y el Caribe. Rio de Janeiro: (s. n°.), 202 p. 2000.
- Caldeira AP, França E, Goulart EMA. Postneonatal infant mortality and quality of medical care: a case-control study. *J. Pediatr.* (Rio de J.), Porto Alegre, v. 77, n. 6, 2001.
- Caldeira AP. França E, Perpetuo IHO. Trends in avoidable causes of infant mortality in Belo Horizonte, Brazil, 1984 to 1998. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v. 39, n.º 1., pp 67 -74. 2005.
- Campos GJV. *et al.* Infant morbimortality due to acute diarrhoea in a metropolitan area of northeastern Brazil. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v. 29, n. 2, 1995.
- Carvalho BG e Costa MCN. Mortalidade infantil e seus componentes em salvador-BA, 1980-1991. Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia. 1998
- Casteel M, Bartow, G, Taylor, SR; Sweetland, P. Removal of bacterial indicators of fecal contamination in urban stormwater using a natural riparian buffer. 10th International Conference on Urban Drainage Copenhagen, Denmark, August 21-26, 2005.
- Centers for Disease Control and Prevention, The Management of Acute Diarrhea in Children: Oral Rehydration, Maintenance, and Nutritional Therapy. *MMWR* October 16, 1992 / 41(RR-16); 2001
- Centers for Disease Control and Prevention. Racial and Ethnic Disparities in Infant Mortality Rates - 60 Largest U.S. Cities 1995-1998. *MMWR* 1999. 51(15); 329-332,343. 2002.
- Champs J. R. O planejamento do sistema de drenagem urbana na cidade de Belo Horizonte.

21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Maio 2001.

Claeson M, Bos ER, Mawji T, Pathmanathan I. Reducing child mortality in India in the new millennium. *Bull WHO*; 78:1192-9. 2000.

Cohen, 2000. *American Journal Public Health*. Vol. 90(2); 230-236.

Costa SS, Heller L, Brandão CCS, Colosimo EA. Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal. *Engenharia Sanitária. Ambiental*. 118 Vol.10 - Nº 2 - abr-jun, 118-127. 2005.

Cummins S, 2005. Measuring neighborhood social and material context:

Diário Oficial do Município de Belo Horizonte, 2001. Lei 8,260/2001.

França E, Souza JM, Guimarães MDC. Associação entre fatores sócio-econômicos e mortalidade infantil por diarreia, pneumonia e desnutrição em região metropolitana do Sudeste do Brasil: um estudo caso-controle. *Cad. Saúde Pública*. vol. 17, nº. 6. 2001

Fuchs SC e Victora CG. Risk and prognostic factors for diarrheal disease in Brazilian infants: a special case-control design application. *Cad. Saúde Pública*, vol. 18, nº. 3 pp. 773-782. 2002.

Galea S e Vlahov D. Urban Health: Evidences, Challenges and Directions. *Annual Review of Public Health*. V 23: p. 341-365. 2005.

Gasana J, Morin J, Ndikuyeze A, Kamoso P. A Impact of Water Supply and Sanitation on Diarrheal Morbidity among Young Children in the Socioeconomic and Cultural Context of Rwanda (Africa). *Environmental Research Section A* 90, 76}88. 2002

Gascón J, Vargas M, Schellenberg D, Urassa H, Casals C, Kahigwa E, Aponte JJ, Mshinda H, Vila J. Diarrhea in Children under 5 Years of Age from Ifakara, Tanzania: a Case-Control Study . *Journal of Clinical Microbiology*, p. 4459-4462, Vol. 38, nº. 12. December 2000.

Goldani MZ *et al*. Infant mortality rates according to socioeconomic status in a Brazilian city. **Rev. Saúde Pública**. São Paulo, v. 35, n. 3, 2001.

Greenway M. Stormwater treatment trains in subtropical Australia - wetland and pond systems: How effective are they in improving water quality and enhancing ecosystem biodiversity? 10th International Conference on Urban Drainage Copenhagen, Denmark, August 21-26, 2005.

Hiramoto I, Nakagomi T, Nakagomi O. Population – Based estimates of the cumulative risk of hospitalization potencial y associated with rotavirus diarrhea among children living in two cities in akita prefecture, *Japan. JPN J. Infect Dis*, 58, 73-77. 2005.

Holcman MM. et al. Evolução da mortalidade infantil na região metropolitana de São Paulo, 1980-2000. **Revista de Saúde Pública**, v.38, n.2, p.180-186, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005. <http://www.ibge.gov.br/cidade/sat/default.php>.

Krieger. Theories for social epidemiology in the 21st century: an ecosocial perspective. *International Journal of Epidemiology*; 30: 668-667. 2001.

Lefebvre H. A Revolução Urbana/tradução de Sérgio Martins - Belo Horizonte: Ed. UFMG. 1999.

Leff E. Epistemologia Ambiental. São Paulo: Cortez. 2001.

Lin C, Tibério I, Warth M. Atualizações em Asma Bronquica. Arquivos da Fundação Otorrinolaringologia. 2005.

Macintyre SS e Ellaway, A. Neighborhoods and Health: An Overview. In Neighborhoods and Health. Ichiro Kawachi & Lisa F. Berkman. Oxford University Press, Inc, p 21-42. 2003

Messias, LT, Meta 2010 – Propostas e ações necessárias a sua efetivação. *Caderno Manuelzão*. V.1, n.º 1. Junho. 2006. Belo Horizonte.

Minayo MCS, 2001 Enfoque Ecológico de Saúde e Qualidade de Vida. III, II: pg 173-191. In: Saúde e Ambiente sustentável: estreitando nós. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ.

Miranda Cristina, Cristiano C.A. Marques e José L. Massa. Sensoriamento remoto orbital como recurso da ocorrência da leishmaniose tegumentar em localidade urbana da região Sudeste do Brasil. *Revista de Saúde Pública* 32n.5, 1998. São Paulo

Morim E. 2002. O método II: a vida da vida/tradução de Marina Lobo. Porto Alegre: Sulina.

Murray D. Design and Analysis of Community Trial: Lessons from the Minnesota Heart Health Program. *American Journal of Epidemiology*. Vol 142. N 6. 1995.

PAIM, JS A crise da Saúde Coletiva. São Paulo: Hucitec, 2000.

PAULA, João Antônio de, 1997 (coord.). Biodiversidade, população e economia: uma região da mata atlântica. Belo Horizonte: CeDEPLAR/UFMG, 672 p

Polignano, MV. Uma análise crítica sobre as interpretações e as implicações científicas e sociais relativas à mortalidade infantil no Brasil no período de 1960-1998. 2000, 174p. Tese (doutorado em pediatria social) - Faculdade de Medicina da UFMG, Belo Horizonte.

Pompêo AC. Drenagem urbana sustentável. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos / Associação Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 5, n.º. 1, pag. 15-23, Porto Alegre, RS, 2000

Rouquayrol MZ, Almeida N. Epidemiologia & Saúde – 6 ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2003.

Roux AVD. Neighborhoods and Health: The Examination of Neighborhood Effects on Health: Conceptual and Methodological Issues Related to the Presence of Multiple Levels of Organization. Ichiro Kawachi & Lisa F. Berkman. Oxford University Press, Inc, p 45-65.

Ruth O. Bacterial loading in the water of urban streams in Helsinki, Southern Finland. 10th International Conference on Urban Drainage Copenhagen, Denmark, August 21-26, 2005.

SANTOS, MILTON, 1999. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. São

Paulo: Editora Universidade de São Paulo. Schwartz S, Susser S, Susser M. 1999. A Future for Epidemiology *Annu.Rev.Public Health*; 20:15-33.

Silva GAP, Lima MC, Lira PIC. Clinical characteristics of diarrheal disease in suckling children in the Zona da Mata Meridional in the State of Pernambuco. *Rev. Bras. Saude Mater. Infant.*, Recife, v. 2, n. 3, pp. 239-244. 2002.

Silva H.K, Alves, R.F.F. O saneamento das águas no Brasil. In: O estado das águas no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, p. 83-102, 1999.

Soares SRA , Bernardes RS, Netto OMC. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18(6):1713-1724, nov-dez, 2002

Spitzer A, Jefferies, C. Water quality performance of SUDS ponds analysed on a WQI. 10th International Conference on Urban Drainage Copenhagen, Denmark, August 21-26, 2005.

Stafford M e Marmot M. 2003. Neighbourhood deprivation and health: does it affect us all equally? *International Journal of Epidemiology*; 32:357-366.

Susser M e Susser E. Choosing a future for Epidemiology: In. eras and paradigms. *American Journal of Public Health*, v. 86, n.5, p. 668-673. 1996.

Tassinari WS, Pellegrini DCP, Sabroza PC. Spatial distribution of leptospirosis in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 1996-1999. *Cad. Saúde Pública*. 2004, vol. 20, nº. 6 [2007-01-23], pp. 1721-1729.

Teixeira JC e Gulhermino RL. 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.*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, 2006.

Teixeira JC e Heller L. Childhood diarrhea-related to environmental factors in subnormal settlements in Juiz de Fora, Minas Gerais. *Rev. Bras. Saude Mater. Infant.*, vol. 5, no. 4 [cited 2007-01-23], pp. 449-455. 2005.

Teklemariam SG, Tetaneh T, Bekele F. Environmental determinants of diarrheal morbidity in under-five children, Keffa-Sheka zone, south west Ethiopia. : *Ethiop Med J. Jan*; 38(1):27-34. 2000.

Tomé EA. Tendências da mortalidade infantil no Município de Guarulhos: Análise do período de 1971 a 1998. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, vol. 4, n.º 3. 2001

Tucci CEM. Drenagem urbana. *Cienc. Cult.*, Oct./Dec. 2003, vol.55, no.4, p.36-37. ISSN 0009-6725.

Vanderlei LCM, Silva GAP, Braga JU. Risk factors for hospitalization due to acute diarrhea in children under two years old: a case-control study. *Cad. Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, 2003.

Vazquez ML, Mosquera M, Cuevas LE, Gonzalez ES, Veras IC, Luz EO, Batista Filho M, Gurgel RQ. Incidência e fatores de risco de diarreia e infecções respiratórias agudas em



comunidades urbanas de Pernambuco, Brasil. *Cad Saúde Pública* 1999; 15: 163-71.

Victora CG e Barros FC. Repensando a associação entre indicadores de saúde e de qualidade de vida. In: Costa MFLL, Sousa RP, orgs. Qualidade de vida: compromisso histórico da epidemiologia. Belo Horizonte: Coopmed - ABRASCO; 1994. p.19-23.

Victora CG, Smith PG, Vaughan JP, Nobre LC; Lombardi C, Teixeira AM, Fuchs SC, Moreira LB, Gigante LP, Barros FC. Water supply, sanitation and housing in relation to the risk of infant mortality from diarrhoea. *Int J Epidemiol*; 17(3):651-4, 1988 Sep.

Zheng Jiang, Xue-guang Gu , Yong-long Xu et all. Relationship between the transmission of *Schistosomiasis japonica* and the construction of the Three Gorge Reservoir. *Acta Tropica* 82: 147-156, 2002

.ZHOU X N, J.B MALONE, T.K KRISTENSE, N.R BERQUIST. Application of geographic information systems and remote sensing to schistosomiasis control in China. *Acta Tropica* 79:97-106, 2001

## **ANEXOS**

**Anexo A – Bacias elementares, população e proporção de cursos d'água em leito natural**

Bacia elementar	Área (Km <sup>2</sup> )	Número de habitantes	Porcentagem de cursos d'água em leito natural
Ribeirão Isidoro - Fazenda Velha	1,77	29.400,83	100,0
23direita	2,11	14.654,81	100,0
Ribeirão Isidoro - Terra Vermelha	3,46	12.981,90	100,0
Córrego Santa Tereza	0,62	10.224,99	100,0
Córrego da Rua Dona Giusepella	0,58	6.695,09	100,0
22esquerda	0,21	6.309,31	100,0
Córrego da Rua Adelina Amaral Pongelupi	0,48	6.065,73	100,0
20direita	0,71	5.918,32	100,0
21esquerda	0,51	5.857,20	100,0
Córrego Cândido M. de Oliveira	0,62	5.674,47	100,0
Córrego da Rua Divisa Santa	0,73	5.533,41	100,0
22direita	0,29	4.130,30	100,0
20esquerda	0,59	3.677,05	100,0
18direita	0,41	3.501,23	100,0
25esquerda	0,25	3.181,91	100,0
Córrego Baraúna	1,88	3.150,23	100,0
Córrego da Rua Piracema	0,41	2.622,63	100,0
Córrego da Rua Água Boa	0,30	2.484,71	100,0
17direita	0,24	2.019,35	100,0
Córrego Tamanduá	0,30	1.500,30	100,0
Córrego Angu / Santinha	0,92	1.460,38	100,0
Córrego da Av. Itair José Veloso	0,44	1.415,75	100,0
Córrego Monjolo	0,52	1.321,54	100,0
25direita	0,46	1.318,25	100,0
Córrego da Rua São Manoel	0,14	1.284,05	100,0
Ribeirão Isidoro - Sumidouro	0,21	1.269,57	100,0
18esquerda	0,18	950,08	100,0
Córrego Cebola	0,64	735,07	100,0
21direita	0,09	728,15	100,0
Córrego José Correia	0,32	599,13	100,0
Córrego Clemente	2,08	552,16	100,0
Córrego Bom Sucesso	11,70	129.188,42	99,6
Córrego Cercadinho	11,76	48.374,32	96,9
Ribeirão Isidoro - Calha e afluentes sem denominação	5,94	16.935,49	95,4
Córrego Belém	4,84	22.489,64	92,4
Córrego Dom João VI	0,65	4.166,42	90,5
Ribeirão Isidoro - Lagoa do Mota	7,83	39.479,01	90,0
Córrego Taquaril	4,02	18.535,64	88,6
Ribeirão Isidoro - Bacurus/Embiras	4,07	33.199,95	85,7
Córrego do Mergulhão	3,48	6.508,16	83,1
Córrego Gorduras ou da Av. Belmonte	7,57	66.234,97	79,6
Córrego São Geraldo	0,56	8.775,34	78,6
Córrego Antônio Francisco	1,69	15.259,39	75,6
Ribeirão Isidoro - Vilarinho	16,03	154.720,59	75,2
Ribeirão Isidoro - Nado	12,41	108.465,17	69,6
Córrego da AABB	1,21	1.400,38	68,3
Córrego Embaúbas	1,21	27.258,54	64,0

Anexo A – Bacias elementares, população e proporção de cursos d'água em leito natural

Bacia elementar	Área (Km2)	Número de habitantes	Porcentagem de cursos d'água em leito natural
16direita	1,47	14.147,33	63,6
Córrego Ressaca	20,81	169.936,25	63,4
Córrego do Tejuco / Esportes	7,52	60.095,67	62,9
Córrego Betânia	0,81	12.621,50	62,7
Córrego Cônego Pinheiro	3,34	56.694,43	61,7
Córrego Magi Salomon	0,46	8.494,94	58,8
Córrego da Rua Justiça	15,97	178.028,71	54,3
Córrego Nossa Senhora da Piedade	0,77	9.986,50	52,1
Córrego da Serra	7,07	48.071,51	50,1
Córrego Engenho Nogueira	11,44	50.592,07	48,6
Córrego do Tejuco	1,76	7.673,62	47,7
Córrego Itaituba	5,36	53.267,91	47,7
Córrego Lagoinha	1,47	27.396,71	44,0
Córrego Cafezal	2,07	17.804,02	42,6
Córrego Olhos d'água	2,87	7.107,26	37,6
Córrego Leitão	11,58	113.830,18	29,8
Córrego Frei Andreoni	0,48	7.356,10	23,8
Córrego Saramenha	1,77	21.862,32	21,5
Córrego Petrolina	4,10	54.018,20	16,6
Ribeirão Isidoro - Caixeta	0,83	9.890,31	15,3
Córrego Piteiras	5,85	82.233,30	15,0
Córrego Acaba Mundo	8,13	78.884,79	13,9
Córrego Dom Pedro II	5,52	50.205,98	8,2
Córrego da Av. Francisco Sá	2,46	28.457,44	0,0
Córrego Suzana ou da Av. Sebastião de Brito	1,78	14.618,20	0,0
Córrego da Rua Expedicionário Nilo Seabra	0,28	3.916,94	0,0

Fonte: IBGE, 2000 e NUVELHAS, 2006

**Anexo B – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte**



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA-SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE  
BELO HORIZONTE (CEP-SMSA/PBH)**

Avaliação de projeto de pesquisa – **Protocolo 071/2005**

**Projeto:** “Promoção da Saúde: A relação entre qualidade de vida humana e ecossistemas aquáticos em ambiente urbano”

**Nome do pesquisador:** Antônio Thomaz Gonzaga da Matta Machado

**Orientador:** Fernando Augusto Proietti

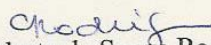
**Instituição:** DMPS/Fac. Medicina/UFMG

**Parecer:**

O projeto acima referido cumpriu os requisitos da resolução 196/96 da CONEP, tendo sido aprovado na reunião do Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte.

**Recomendação:** Para realização do Ensaio Comunitário, deverá ser apresentado novo Protocolo de Pesquisa.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao CEP um ano após início do projeto ou ao final desde, se em prazo inferior a um ano.

  
Celeste de Souza Rodrigues

**Coordenadora do CEP-SMSA/PBH**

Belo Horizonte, 30 de março de 2006.

Anexo C – Certificado de Qualificação



FACULDADE DE MEDICINA  
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 7009  
Belo Horizonte – MG - CEP 30.130-100  
Fone: (031) 3248.9641 FAX: (31) 3248.9640



**Ata do exame de qualificação a que se submeteu o doutorando Antônio Thomaz Gonzaga da Matta Machado, nos termos do art. 2º, item VI da Resolução nº 05, de 10-03-83, do Conselho Federal de Educação e das Normas Gerais da Pós-Graduação da UFMG.**

Aos cinco dias do mês de maio de dois mil e seis, convocado pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública – Área de Concentração em Epidemiologia, compareceu o doutorando **ANTÔNIO THOMAZ GONZAGA DA MATTA MACHADO** para submeter-se ao exame de qualificação com o projeto de tese intitulado: **“EPIDEMIOLOGIA E BACIA HIDROGRÁFICA”** perante à comissão examinadora composta pelos professores: Fernando Augusto Proietti/orientador – UFMG, Eugênio Marcos Andrade Goulart – UFMG, Sandhi Maria Barreto – UFMG (membros titulares). A sessão iniciou-se às 08:30 horas, na sala 9017 - A, 9º andar da Faculdade de Medicina e constou da exposição oral e projeção de slides com a presença dos professores acima citados. Após a exposição do candidato, os professores participantes da Comissão Examinadora fizeram comentários sobre a apresentação, o material didático utilizado e o conteúdo do trabalho. Após a arguição a banca examinadora do exame de qualificação considerou o aluno APROVADO a desenvolver seu trabalho de tese. Para constar, lavrou-se a presente ATA que segue assinada pela Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 05 de maio de 2006.

Prof. Fernando Augusto Proietti/orientador

Prof. Eugênio Marcos Andrade Goulart

Profa. Sandhi Maria Barreto

Prof. Mark Drew Crosland Guimarães (coordenador)

PROF. MARK DREW CROSLAND GUIMARÃES  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Saúde Pública