



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO AMBIENTE -
PPGSHMA**

Luciano Gomes da Silva Júnior

**AÇÃO ANTRÓPICA NO ENTORNO DAS NASCENTES
E OS IMPACTOS SOBRE A SAÚDE HUMANA: O
CASO DO MUNICÍPIO DE BELO JARDIM-PE, BRASIL**

Vitória de Santo Antão – PE

2011

Luciano Gomes da Silva Júnior

**AÇÃO ANTRÓPICA NO ENTORNO DAS NASCENTES
E OS IMPACTOS SOBRE A SAÚDE HUMANA: O
CASO DO MUNICÍPIO DE BELO JARDIM-PE, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em **Saúde Humana e Meio Ambiente**.

Área de Concentração: Saúde e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. André Maurício Melo Santos

Vitória de Santo Antão – PE

2011

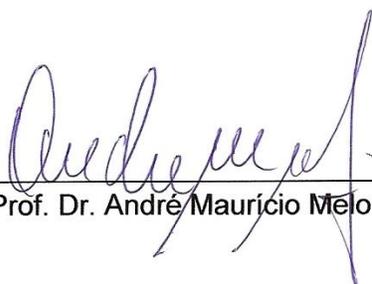
Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente – Mestrado Acadêmico

LUCIANO GOMES DA SILVA JÚNIOR

“AÇÃO ANTRÓPICA NO ENTORNO DAS NASCENTES E IMPACTOS SOBRE A SAÚDE HUMANA: O CASO DO MUNICÍPIO DE BELO JARDIM-PE, BRASIL”

DISSERTAÇÃO APROVADA em 25 de fevereiro de 2011

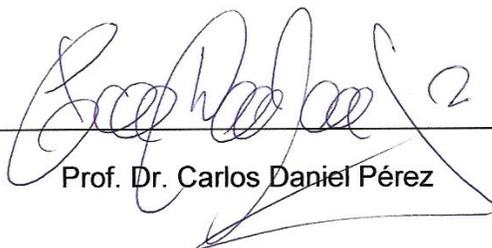
Banca Examinadora



Prof. Dr. André Maurício Melo Santos



Prof. Dr. Augusto César Pessoa Santiago



Prof. Dr. Carlos Daniel Pérez

Catálogo na fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE - Biblioteca Setorial do CAV

- S586a Silva Júnior, Luciano Gomes da.
Ação antrópica no entorno das nascentes e os impactos sobre a saúde humana: o caso do município de Belo Jardim-PE, Brasil / Luciano Gomes da Silva Júnior. Vitória de Santo Antão: O Autor, 2011.
xii, 46 folhas: il; tab.; fig.
- Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco. CAV, Saúde Humana e Meio Ambiente, 2011.
- Orientador: André Maurício Melo Santos.
- Inclui bibliografia.
1. Mata ciliar - Belo Jardim, PE. 2. Degradação ambiental. 3. Nascentes - Impacto ambiental. 4. Gestão ambiental. I. Título. II. Santos, André Maurício Melo.

CDD (21.ed.) 363.7

CRB-4/1148

BIBCAV/UFPE-012/2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A DEUS pela vida e pela a oportunidade de concluir este trabalho.

À Universidade Federal de Pernambuco, especialmente ao Programa de Pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente pelo acolhimento acadêmico.

À Autarquia Educacional de Belo Jardim na pessoa de sua presidente Bernardina dos Santos Araújo de Souza, pelo incentivo a capacitação do seu corpo docente.

À minha esposa Djanira e minhas filhas, Roxane e Rayana, pela ajuda e compreensão nos momentos de dificuldades encontrados.

Ao Professor André Maurício, por sua orientação, pelas colocações e observações feitas durante o desenvolvimento da pesquisa, pelo seu olhar crítico de pesquisador e dedicação ao trabalho de professor.

Aos Professores Carlos Augusto Pessoa Santiago e Carlos Daniel Pérez pelas sugestões dadas.

A Eliseu Pessoa Junior, pelo companheirismo, cooperação e por ter compartilhado dúvidas, problemas e soluções durante o trabalho de pesquisa.

Aos professores da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, que fazem a Pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente.

A todos os colegas da Pós-graduação pelas discussões e alegrias durante toda nossa convivência.

Às funcionárias do curso de pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente Maria Adalva e Ana Patrícia, por seus préstimos e atencioso atendimento.

A Ernesto Néto pela colaboração no uso dos programas computacionais.

Ao CONSU-BITURY, nas pessoas de Maria das Mercês Costa e Lucélia Gomes da Silva, pela colaboração na coleta dos dados da microbacia.

À Secretaria de Saúde de Belo Jardim nas pessoas de Adriane Alves Maciel Monteiro, Oswaldyrene Almeida e Demócrito Júnior.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1	1
1.1 Introdução geral	1
1.2 Objetivos	4
1.2.1. Objetivo Geral	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3 Revisão da Literatura	5
1.4 Referências	12
CAPÍTULO 2	16
Ação antrópica no entorno das nascentes e os impactos sobre a saúde humana: o caso do município de Belo Jardim-PE, Brasil	16
2.1 Resumo	16
2.2 Abstract	17
2.3 Introdução	17
2.4 Material e Métodos	21
2.4.1. Área de estudo	21
2.4.2. Análise da cobertura vegetal no entorno das nascentes	23
2.4.3. Uso das nascentes	26
2.4.4. Análise da saúde humana	27
2.4.5. Análises estatísticas	28
2.5 Resultados e Discussão	28
2.5.1. Qualidade da vegetação no entorno das nascentes	28
2.5.2. Relação entre qualidade das nascentes e distâncias	34
2.5.3. Relação entre qualidade da vegetação e uso das nascentes	34

2.5.4. Frequência dos casos de diarreia e interação com os fatores precipitação, local e período	35
2.4 Considerações finais	41
2.5 Referências	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Localização do Estado de Pernambuco com os Estados limítrofes, destacando o município de Belo Jardim.	21
Figura 2.2	Município de Belo Jardim, destacando a área urbana e o ponto da sede, a área rural com a microbacia do Bitury e o açude.	22
Figura 2.3	Recorte destacando a localização microbacia com o açude, os 50 pontos controle e as 66 nascentes, a área urbana e o ponto da sede do município.	23
Figura 2.4	Razão de bandas TM3 e TM4 da área da microbacia do Bitury com os 66 pontos de nascentes e o polígono do Açude Bitury, da imagem captada pelo sensor do satélite Landsat-5 TM em 29/09/2010.	25
Figura 2.5	Recorte da imagem de satélite da microbacia apresentando o NDVI (pontos cinzas) de parte das nascentes, na forma em que aparece como resultado da reflectância do vermelho visível (Banda 3, cinza escuro) e infravermelho próximo (Banda 4, cinza claro) e a representação poligonal do Açude Bitury.	26
Figura 2.6	Índices mensais de chuvas registrados na microbacia do Bitury nos anos de 2009 e de 2010.	27
Figura 2.7	Média de NDVI das 66 nascentes da microbacia do Bitury e das 50 áreas controle (florestas preservadas da região).	28
Figura 2.8	Média e Desvio Padrão de NDVI no entorno das 66 nascentes estudadas, evidenciando a variação de estados de conservação.	30
Figura 2.9	Número de nascentes selecionadas segundo o critério de não sobreposição da área de 50m estabelecida na legislação CONAMA e Código Florestal, distribuídas nas 10 localidades de referência do Sistema de Informações da Atenção Básica da Secretaria de Saúde de Belo Jardim.	31
Figura 2.10	Médias de NDVI da cobertura vegetal das nascentes em cada localidade da área da microbacia, usada como referência pela Secretaria de Saúde de Belo Jardim no SIAB.	32
Figura 2.11	Desenho esquemático apontando os limites mínimos estabelecidos na legislação para áreas de vegetação ciliar nos diferentes tipos de	

corpos de água.

Fonte: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2004.

- Figura 2.12 Frequência de casos de diarreia nos anos 2009 e 2010 entre a população residente na área da zona rural compreendendo a microbacia do Bitury, no município de Belo Jardim. 33
- Figura 2.13 Frequência de casos de diarreia no período seco (s), meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro; e chuvoso (c), meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto na microbacia do Bitury, zona rural de Belo Jardim nos anos de 2009 e 2010. 36
- Figura 2.14 Frequência de casos de diarreia mostrando interação de primeira ordem entre os fatores: período (seco e chuvoso) e ano (2009 e 2010). 37
- Figura 2.15 Frequência de casos de diarreia mostrando interação de primeira ordem entre os fatores período (seco e chuvoso) e local (zona urbana e zona rural). 38

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Análise estatística dos valores médios de NDVI de 66 nascentes da microbacia do Bitury.	29
Tabela 2.2	Análise estatística entre os índices NDVI calculados para as nascentes em cada uma das 10 localidades de referência no levantamento da situação de domicílios na área da microbacia do Bitury.	31
Tabela 2.3	Localidades de referência nas fichas do SIAB com o número de famílias que usam nascentes ou poços no seu entorno.	34
Tabela 2.4	Correlação entre o uso das nascentes e o índice de NDVI da vegetação do seu entorno.	35
Tabela 2.5	Distribuição dos índices de precipitação entre os períodos seco e chuvoso nos anos de 2009 e 2010 registrados na área da microbacia do Bitury.	36
Tabela 2.6	Resultado da análise estatística dos fatores: precipitação pluviométrica, os casos de diarreia notificados na população da microbacia e os períodos seco e chuvoso nos anos de 2009 e 2010.	40

LISTA DE ABREVIATURAS

APP	Área de Preservação Permanente
ArcGis	Software de Geoprocessamento
C	Chuvoso
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSUBITURY	Conselho dos Usuários do Bitury
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DP	Desvio Padrão
GLM	Generalized Linear Model
GPS	Global Positioning System
Id	Identificação
ITEP	Instituto Tecnológico de Pernambuco
IVP	Infravermelho Próximo
LAMEPE	Laboratório de Meteorologia de Pernambuco
LANDSAT TM	Land Remote Sensing Satellite Thematic Mapper
m	Metro
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONG	Organização Não Governamental
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PNMA	Programa Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
S	Seco
SECTMA	Secretaria de Tecnologia e Meio Ambiente
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
SIAB	Sistema de Informação da Atenção Básica
SRHE	Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos
UNCED	United Nations Commission on Environment and Development
V	Vermelho Visível

RESUMO

O desenvolvimento de atividades pela população nas áreas outrora florestadas afetam diretamente a quantidade e qualidade de água potável, com reflexos danosos na saúde humana. Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi quantificar o impacto humano sobre a vegetação ciliar de 66 nascentes encontradas na microbacia hidrográfica do Bitury, localizada no município de Belo Jardim (S 8°20'8" e W 36°25'27"). Foram testadas hipóteses referentes ao impacto que a população humana exerce sobre a qualidade da mata do entorno das nascentes (avaliado por meio do NDVI - Índice da Vegetação por Diferença Normalizada) e consequente repercussão na saúde humana (avaliado por meio de casos de diarreia). Foram localizadas 66 nascentes e definidas 50 áreas controle. Foi usado o programa ArcGis 9.2 para criar áreas de entorno com um raio de 50 metros, tanto nas áreas controle como nas nascentes. As nascentes apresentaram valores de NDVI diferentes entre si e, em média ($0,57 \pm 0,082$; média \pm DP), significativamente ($F_{1/982} = 189,91$; $p < 0,001$) menores do que o NDVI médio das áreas controle ($0,63 \pm 0,036$; média \pm DP). Portanto, foi observado que o estado de conservação das nascentes é significativamente pior do que das áreas controle, mesmo que em alguns casos as nascentes possam apresentar certo grau de cobertura vegetal, indicando assim, um processo antrópico de degradação numa área de preservação permanente, com possíveis repercussões na disponibilidade e qualidade hídrica na região. Foi usado como indicador de saúde os casos de diarreia registrados nos anos de 2009 e 2010 que apresentaram relação com a disponibilidade hídrica e pluviosidade na área de estudo. Foi observado que a frequência de casos de diarreia pode ser explicada pelo local (rural vs. urbano), pelo período (seco vs. chuvoso) ou por interações de primeira ordem entre estes fatores.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Água. Vegetação ciliar. Diarreia.

ABSTRACT

The development of activities by the population in areas formerly forested directly affect the amount and quality of drinking water with harmful consequences on human health. In this context, the purpose of this study was to quantify the human impact on riparian vegetation of 66 sources found in the catchment of Bitury, located in Belo Jardim (8 ° 20'8"S and 36 ° 25'27"W). We tested hypotheses regarding the impact that the human population has on the quality of the forest surrounding the springs (assessed by NDVI - Normalized Difference Vegetation Index) and the consequent impact on human health (as measured by cases of diarrhea). 66 springs were located and defined 50 control areas. Software was used ArcGIS 9.2 to create the surrounding areas with a radius of 50 meters, both in control and in the headwaters areas. The springs had NDVI values different from each other and on average (0.57 ± 0.082 , mean \pm SD), significantly ($F_{1/982} = 189.91$, $p < 0.001$) lower than the average NDVI of the control areas (0.63 ± 0.036 , mean \pm SD). Therefore, it was observed that the state of conservation of the springs is significantly worse than the control areas, even though in some cases the springs may have a certain degree of vegetation cover, thus indicating a process of anthropic degradation in a permanent preservation area, with possible impact on water availability and quality in the region. Was used as an indicator of health in cases of diarrhea reported in the years 2009 and 2010 were related to water availability and rainfall in the study area. It was observed that the frequency of diarrhea may be explained by location (rural vs. urban), the time (vs. dry. rainy) or first order interactions between these factors.

Keywords: Environmental degradation. Water. Riparian vegetation. Diarrhea.

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução geral

O Homem tem uma grande responsabilidade sobre o equilíbrio do ambiente. Esta responsabilidade consiste, essencialmente, em conciliar as transformações que ele vai produzindo com a preservação dos ecossistemas, principalmente os recursos hídricos, base essencial de sustentabilidade da vida.

Diversas são as interações existentes entre o homem e o meio ambiente, o que conseqüentemente reflete-se na saúde. É suficiente considerar que os elementos básicos à sobrevivência humana como a água, o ar e os alimentos estão intrinsecamente ligados ao meio ambiente.

Ao intervir no meio natural, o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (TONELLO, 2005). Assim, os impactos ambientais podem ter influência direta na qualidade dos recursos hídricos comprometendo a saúde e qualidade de vida dos que fazem uso desses recursos. Os grandes problemas de saúde relacionados ao ambiente são criados pelo homem. A partir do meio ambiente que foi perturbado, agentes etiológicos entram em contato com as pessoas, ocasionando os mais diversos transtornos, inclusive podendo resultar em processos com alto grau de letalidade.

O maior problema relacionado à questão da água é a sua indisponibilidade ao consumo devido ao comprometimento de sua qualidade, à falta de um gerenciamento adequado e a heterogeneidade da sua distribuição sobre a Terra (Com Ciência/SBPC, 2000; SOS Águas Brasileiras, 2000).

Tendo em vista que a água de um manancial resulta da drenagem de sua bacia, sua qualidade e, portanto, suas características físicas, químicas, biológicas e ecológicas, encontram-se sempre na dependência direta das ações (uso e ocupação) que se realizam nessa bacia, bem como do grau de controle que se tem (ou não se tem) sobre essas fontes. Segundo Tundisi (1999), alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e dos demais seres vivos do planeta, estando o desenvolvimento socioeconômico dos países fundamentados na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção.

Nos sistemas hidrológicos, a presença da cobertura vegetal adjacente aos corpos d'água, as chamadas matas ciliares, além da importância ecológica na manutenção da biodiversidade, serve de filtro protetor, diminuindo a contaminação das águas. Portanto, a perda dessa vegetação deixa os mananciais sem proteção permitindo a entrada dos contaminantes carregados pelo escoamento superficial (NATAL et al., 2005).

Os agravos à saúde estão relacionados principalmente ao uso da água que, de forma direta ou indireta, pode ser veículo para os mais diversos tipos de enfermidades. Segundo Cairncross e Feachem (1990), as infecções relacionadas com a água são classificadas em quatro grandes grupos, compreendendo as transmitidas pela água, como diarreias e disenteria, as vinculadas à falta de higiene, caracterizadas pela escassez de água para a higiene pessoal, as de contato com a água, como a esquistossomose, e as transmitidas por vetores de habitat aquático, como a dengue e a malária.

Em virtude de encontrar-se num ambiente natural bastante vulnerável, em decorrência das grandes estiagens, a microbacia do Bitury, inserida na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, pela importância que representa para a região agreste de Pernambuco, demanda cuidados especiais, principalmente no que diz respeito ao uso e ocupação do solo, ao aproveitamento dos recursos hídricos e a exploração da cobertura vegetal.

Há outros fatores que geram inquietação quanto ao futuro do ecossistema representado pela microbacia aliados a contínua degradação que vem tendo lugar, como os períodos de seca prolongada e as fortes enxurradas que causam erosão no solo que se acha sem cobertura.

Destarte, o presente trabalho pretende relacionar os temas saúde e meio ambiente, tendo a água como elo entre ambos, considerando o caso do município de Belo Jardim, PE, Brasil. A escolha dessa microbacia deve-se a importância que representa para o desenvolvimento sócioeconômico do Agreste Central de Pernambuco por compreender uma área onde encontra-se um grande número de nascentes e córregos, com boa disponibilidade de água para o atendimento humano, industrial e agropecuário, em que a atividade humana está presente de forma predatória, subtraindo a mata ciliar, deteriorando a qualidade das águas e comprometendo o futuro do ecossistema, que frente à legislação se constitui em uma Área de Preservação Permanente (APP).

No primeiro capítulo discute-se através de revisão da literatura a importância de serem realizados estudos em bacias/microbacias hidrográficas, enfocando a importância das matas ciliares para os corpos de água, o uso de tecnologias de satélite para avaliação do índice de vegetação considerando os efeitos produzidos pelo impacto antrópico, e as

doenças relacionadas com a água como produto da degradação que se estabeleceu no ecossistema trazendo agravos à saúde humana.

No segundo capítulo é feita uma reflexão teórica a partir das observações e dados coletados em relação à área de estudo, seguindo os procedimentos para obter as respostas para as hipóteses formuladas, estudando-se 66 nascentes e o seu entorno, fazendo-se a avaliação da cobertura vegetal e o uso da água pelos moradores. Os resultados analisados permitiram concluir que a atividade antrópica acarretou danos seriíssimos ao ecossistema estudado, havendo necessidade de que sejam tomadas decisões com vistas a sua recuperação.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Avaliar os impactos causados pela ação antrópica na área em torno das nascentes da microbacia do Bitury e os efeitos sobre a saúde humana.

1.2.2. Objetivos específicos

Avaliar o índice de vegetação no raio de 50m em torno das nascentes.

Diagnosticar a situação da vegetação em torno das nascentes em comparação com pontos de vegetação preservados.

Identificar a ocorrência de doenças de veiculação hídrica associadas à degradação das nascentes.

1.3 Revisão da Literatura

Discorrendo sobre a formação paisagística e hidrográfica ao longo da história, Ab'Saber (2003), ressalta a responsabilidade que deveria existir nos povos que receberam de herança paisagens e ecologias, fazendo uso não predatório dessa herança, procurando conhecer melhor cada espaço em sua potencialidade e limitações para preservação do equilíbrio fisiográfico e ecológico.

Para Moraes e Jordão (2002), as atitudes comportamentais do homem, desde que ele se tornou parte dominante dos sistemas, tem uma tendência em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental. As mesmas autoras agrupam os impactos exercidos pelo homem em dois tipos: o primeiro ocorre quando há o consumo de recursos naturais em ritmo mais acelerado do que aquele no qual eles podem ser renovados pelo sistema ecológico e o segundo, com a geração de produtos residuais em quantidades maiores do que é possível ser integradas ao ciclo natural de nutrientes.

Conforme Philippi Jr. e Martins (2005), as atividades desenvolvidas pelo homem alterando o meio ambiente consomem os estoques naturais que em limites insustentáveis culmina na degradação dos sistemas físico-biológico e social. Para Forantini (2004, apud PHILIPPI JR. e MARTINS, 2005) a cadeia formada pelos agentes de natureza física, biológica e social permitem condições para a ocorrência de doenças e baixa qualidade de vida empregando-se o enfoque dado pela denominada ecologia da doença.

A exploração dos recursos naturais traz consequências inevitáveis ao meio ambiente. Lemos (2001), informa que os impactos sobre os recursos naturais podem ter a colaboração ou mesmo a indução da ação antrópica por meio das práticas de desflorestamento, agricultura predatória, utilização da cobertura vegetal como fonte de energia e incorporação de terras marginais no processo de produção agropastoril, resultando um processo de depredação da base de recursos naturais.

O antropismo é caracterizado por toda e qualquer interferência do homem na natureza. Em regiões semi-áridas esta situação é agravada, uma vez que, sob condições hidroclimáticas desfavoráveis, são mais pronunciados os efeitos de qualquer ação e mais difícil o processo de recuperação (SOUSA, 2003).

Para a Organização Pan-Americana da Saúde, a situação das condições do meio ambiente na Região da América Latina e do Caribe é preocupante.

Os efeitos imediatos do ambiente físico-biológico sobre a saúde humana podem ser observados, na Região, com um simples olhar. Menos visíveis, nem por isso menos reais, são os efeitos sobre a saúde decorrentes das mudanças ambientais que ocorrem em todo o planeta. Tanto os efeitos evidentes como aqueles que não são percebidos tão diretamente influem sobre a saúde humana com graves consequências para a qualidade de vida e para o desenvolvimento dos países. (OPAS/OMS, 1999)

Philippi Jr. e Martins (2005) destacam que as consequências da degradação dos recursos hídricos implicam na alteração do equilíbrio dos ecossistemas, provocam doenças decorrentes da escassez da água ou da sua má qualidade e impedem o desenvolvimento socioeconômico.

A bacia hidrográfica desempenha papel significativo no ciclo hidrológico e se constitui num importante ecossistema. Para Odum e Barrett (2007), a bacia hidrográfica pode ser vista como um sistema aberto, cujo funcionamento e estabilidade relativa refletem, em grande parte, as taxas de influxo e os ciclos de energia, da água e de materiais ao longo do tempo e, enfatizam que as causas e as soluções da degradação da água não serão encontradas olhando-se apenas para dentro da água; geralmente é o gerenciamento incorreto da bacia hidrográfica que destrói os recursos hídricos. A água que flui de uma nascente até um estuário conecta os ecossistemas terrestres e aquáticos da bacia hidrográfica com os do reino marinho e, em última instância, todos os ecossistemas estão interligados (RICKLEFS, 2003).

O manejo inadequado dos recursos naturais e a falta de controle das fontes de poluição estão relacionados diretamente com a disponibilidade da quantidade e qualidade da água nos córregos, nascentes e mananciais, abrangendo toda a bacia hidrográfica. Toda a parte do ciclo hidrológico envolvida na conservação de nascentes ocorre numa área da superfície que se enquadra na definição de bacia hidrográfica.

A noção da microbacia hidrográfica como unidade ecossistêmica de planejamento das atividades florestais, possibilita a identificação de indicadores hidrológicos para o manejo sustentável de recursos naturais (LIMA, 1997, apud TONELLO, et al. 2009). É oportuno esclarecer que na literatura ocorrem os termos bacia, sub-bacia, microbacia e inter-bacia hidrográfica, tendo o primeiro convergência conceitual, o que não sucede com os demais.

Uma série de conceitos são aplicados na definição de microbacias, podendo ser adotados critérios como unidades de medida, hidrológicos e ecológicos. Entre os diversos

conceitos aplicados é muito importante o que adota o critério ecológico que considera como sendo a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada rede de interdependência entre os componentes bióticos e abióticos, podendo ter a dinâmica de seu funcionamento comprometido por perturbações exógenas. Segundo Mosca (2003) e Leonardo (2003), esse conceito visa à identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais.

Este trabalho segue a definição do critério ecológico proposto por Mosca (2003) e Leonardo (2003), porque permite distinguir e compreender a relação existente entre as ações antrópicas e o ecossistema microbacia de forma sistematizada, proporcionando o ensejo para a elaboração de sugestões que venham contribuir para minimizar os impactos ambientais garantindo o uso sustentável dos recursos naturais.

Segundo Lima (1999), a microbacia hidrográfica constitui a manifestação bem definida de um sistema natural aberto e pode ser vista como a unidade ecossistêmica da paisagem, em termos de integração dos ciclos naturais de energia, de nutrientes e, principalmente, da água. A subdivisão de uma bacia hidrográfica de maior ordem em seus componentes permite a pontualização de problemas difusos, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação de recursos naturais, da natureza dos processos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada existente (FERNANDES e SILVA, 1994).

As microbacias são áreas frágeis e frequentemente ameaçadas por perturbações, nas quais as escalas espacial, temporal e observacional são fundamentais (CALIJURI e BUBEL, 2006). Fica claro, portanto, que o manejo de pequenas bacias, para produzir boas nascentes, deve atuar nos processos hidrológicos definidos nas interações existentes entre chuvas/infiltração/enxurradas/evapotranspiração, buscando privilegiar a chegada de bons volumes de água aos lençóis subterrâneos.

Um aspecto importante na caracterização de microbacias é o mapeamento das APP (Área de Preservação Permanente) previstas no Código Florestal (Lei 4.771/65), pois ela dá amparo legal para a preservação e recuperação dessas áreas. As APP foram criadas com o objetivo de proteger o ambiente natural visando o benefício público. Assim, estas áreas devem estar cobertas com a vegetação natural (CATELANI e BATISTA, 2007).

Para Walker et al (1996), uma bacia hidrográfica saudável é capaz de se restabelecer após sofrer perturbações que afetem o seu equilíbrio. A saúde da microbacia deve ser entendida como condição de viabilidade, um estado sustentável de equilíbrio dinâmico, harmonizada com o uso dos recursos naturais para a produção dos bens requeridos pela sociedade (LIMA, 1999).

Na área da microbacia estão localizadas as nascentes, também conhecidas como minas d'água, olhos d'água, cabeceiras e fontes, que são os pontos na superfície do terreno de onde escoam a água de lençóis subterrâneos. Segundo Castro (2001) as nascentes podem ser classificadas quanto ao tipo de reservatório em nascente pontual ou em nascente difusa.

No entorno das nascentes encontra-se um conjunto de vegetação arbórea que desempenha dentre outras funções, um papel destacado na proteção dos ambientes aquáticos. Conforme Lima e Zakia (2004), estas matas ciliares são fundamentais para a manutenção da saúde da microbacia e, conseqüentemente, dos recursos hídricos.

As matas ciliares tem vital importância na proteção dos mananciais, exercendo controle sobre a chegada de nutrientes, sedimentos, adubos e agrotóxicos e o processo de erosão das margens que provocará assoreamento dos mananciais, influenciando também nas características físicas, químicas e biológicas dos corpos de água e principalmente na qualidade da água (BERTONI e MARTINS, 1987; LIMA, 1989, DELITTI, 1989; HARPER et al., 1992; DAVIDE e BOTELHO, 1999; CARVALHO, 2000).

Entre as várias causas de diminuição da qualidade e contaminação da água estão o manejo inadequado; eliminação da vegetação arbórea e substituição por culturas agrícolas; uso da vegetação nativa para outros fins, destacando as pastagens; erosão dos solos causada por atividades incorretas de uso da terra; áreas de preservação permanente (APP) não compostas por vegetação nativa sendo utilizadas para a construção de casas, para o despejo de efluentes domésticos (PINTO, 2003; DAVIDE et al., 2004) ou ainda para a disposição indevida de resíduos sólidos, industriais ou domiciliares.

A degradação que vem ocorrendo no ambiente natural afeta a qualidade da água doce natural, comprometendo a saúde da população e ocasionando doenças. Essas doenças são de baixa letalidade, porém de alta endemicidade, principalmente nas regiões mais pobres. A mobilidade é o indicador que permite avaliar o impacto do sistema de abastecimento d'água nessas doenças, em decorrência, do grande contingente de pacientes que procuram os serviços de saúde, onerando este setor com despesas que poderiam ser evitados (PHILIPPI JR, 2005).

Para Callisto et al. (2002), os múltiplos impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos tem sido responsáveis pela deterioração da qualidade ambiental de bacias hidrográficas. De fato, a atividade agrícola no entorno das nascentes causa sérios problemas ambientais como grande erosão do solo. Estima-se que cerca de 80% das terras cultivadas sofrem com o processo erosivo (SILVA et al., 2003).

Nos EUA e em diversos países da Europa, agências governamentais de controle ambiental tem utilizado as abordagens de avaliação de condições ecológicas em rios de cabeceiras e monitoramento de bacias hidrográficas (SOMMERHÄUSER et al., 2000 *apud* CALLISTO et al., 2002).

O planejamento ambiental por bacia hidrográfica apresenta a vantagem de concentrar as ações numa área geográfica definida previamente com o auxílio de cartas topográficas e delimitadas pelos divisores de água, de onde fluem as águas da chuva para as partes mais baixas do terreno, formando os cursos de água. Nas bacias estão localizadas as nascentes dos córregos, que compõem, junto com os rios dos quais são tributários, o sistema de drenagem de uma determinada região. Assim, as intervenções no nível da sub-bacia visam atenuar os impactos gerados pela ação humana nas cabeceiras dos rios, como forma de beneficiar tanto a população da área rural, quanto às populações das cidades, geralmente localizadas a jusante das bacias (FARAH e BARBOZA, 2000).

Para Maciel et al., (2000), um fator importante que contribui para a poluição e contaminação dos cursos d'água, conferindo risco a saúde humana pela água, refere-se a ocupação dos espaços rurais e urbanos que são realizadas sem um adequado planejamento visando o equilíbrio entre o ambiente e sua utilização. Como consequência da ocupação desordenada tem-se a supressão da vegetação compactando e impermeabilizando o solo, o que impede a infiltração e recarga dos cursos d'água. Tem-se também a produção e carreamento de resíduos para os rios, comprometendo a conservação da água em termos de quantidade e qualidade.

Begon et al (2006) destacam a importância da vegetação para o ciclo hidrológico ao considerarem a evapotranspiração e absorção influenciando no fluxo d'água e na carga de partículas nela dissolvidas. Consideram, ainda, que as atividades humanas podem perturbar o ciclo hidrológico quando estas contribuem para as alterações climáticas globais.

A proteção dos mananciais que ainda estão conservados e a recuperação daqueles que já estão prejudicados, são alternativas de conservar a água ainda existente. Se houver a preservação da floresta nativa em um manancial, sua água será de boa qualidade, mas com supressão da vegetação no entorno dos cursos d'água e nascentes, a sua água começará a receber substâncias além daquelas naturais (TORRES, 2003).

Segundo Freitas e Porto (2006), o conceito de saúde adquire uma maior amplitude quando relacionado com a temática ambiental e integrando saúde humana com a saúde dos ecossistemas. As recentes abordagens ecossistêmicas de saúde procuram estabelecer uma relação entre serviços de ecossistemas e bem-estar humano.

Meybek e Helmer (1989, *apud* MORAES e JORDÃO, 2002) colocam que as primeiras ameaças antropogênicas aos recursos aquáticos foram frequentemente associadas a doenças humanas, especialmente doenças causadas por organismos e resíduos com demanda de oxigênio. Regiões de grande densidade populacional foram as primeiras áreas de risco, mas águas de áreas isoladas também sofrem degradação.

Martins et al. (2000), enfatizam que o principal benefício que a água proporciona à saúde pública é a prevenção das doenças infecciosas intestinais e helmintíases.

Segundo o entendimento de Freitas (2003), os problemas ambientais são, simultaneamente, problemas de saúde, uma vez que os seres humanos e as sociedades são afetados em várias dimensões.

Apesar da fundamental importância da água como elemento indispensável à vida, a ação antrópica vem ocasionando um acelerado esgotamento dos recursos hídricos devido à devastação da vegetação ciliar e ocupação das áreas de nascentes pela população. O desenvolvimento de atividades pela população nas áreas outrora florestadas afetam diretamente a quantidade e qualidade de água potável, com reflexos danosos na saúde humana.

Minayo et al. (2002), mencionam que o relatório da United Nations Commission on Environment and Development (UNCED) da Rio-92, propondo a Agenda 21 como plano de ação para o desenvolvimento sustentável, abrangeu a ideia de que as necessidades essenciais de saúde das populações deveriam ser urgentemente focalizadas, dentro de um marco que articulasse suas relações com os fatores ambientais considerados na sua complexidade e inter-relações físicas, biológicas, químicas e sociais. A saúde humana é influenciada não por fatores específicos isolados, mas pela interação entre eles. Essa interação cria situações de risco denominados de tradicionais e modernos. Dentre os riscos tradicionais, estão a contaminação da água e dos alimentos, a ausência de esgotamento sanitário, a maior exposição a vetores e doenças e condições insalubres de moradia. Estes fatores estão relacionados com a qualidade de vida, propiciando altas taxas de mortalidade infantil e vários tipos de morbidade. O documento enfatiza a relação entre saúde e ambiente, chamando a atenção para o fato de que, no mundo em geral, mas especialmente nos países subdesenvolvidos, unem-se, a favor da precarização da saúde, vários e combinados fatores: a falta de esgotamento sanitário, água e alimentos de baixa qualidade, a poluição do ar, o uso desordenado de produtos químicos, o manejo inapropriado dos resíduos sólidos. A esses se acrescentam os novos problemas configurados nas mudanças ambientais globais, provocadas pelas crescentes intervenções humanas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) (2004), relata que, em 2003, cerca de 1,6 milhões de mortes foram atribuídas a águas insalubres e a deficiências de esgotamento sanitário e higiene, e que 90% desse total se referia a crianças menores de cinco anos nos países em desenvolvimento. Segue no documento, a análise da consequência da adoção de metas com respeito ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário que, sem dúvida traria benefícios econômicos, dependendo da região, de US\$3 a US\$34 por US\$ investido. Melhorias no acesso à água e ao esgotamento sanitário, melhorias na qualidade da água, como sua desinfecção no local de consumo, proporcionariam um benefício que oscilaria entre US\$5 a US\$60 por US\$ investido.

A existência de seres patogênicos na água depende, necessariamente, de sua introdução nesse meio, a partir de indivíduos portadores. Na maior parte das vezes, a transferência de patogênicos do ser humano parasitado para a água, é realizada através das fezes que este elimina. As fezes humanas, além de eventuais micro-organismos patogênicos, possuem, obrigatoriamente, um grande número de bactérias não patogênicas que são habitantes normais dos intestinos, participando mesmo de alguns processos metabólicos importantes para o próprio organismo hospedeiro. Tais organismos patogênicos não fazem parte do conjunto de seres que normalmente habita e se reproduz no meio hídrico. Seu ambiente normal é o próprio ser humano parasitado (BRANCO e ROCHA, 1977).

A diarreia constitui sintoma de diversas etiologias diferentes, cada qual com seus respectivos fatores de risco. O estudo das enfermidades diarreicas e seus determinantes tem sido comum, dado o seu significado em termos de saúde pública e possibilidade do desenvolvimento de estratégias comuns de controle para a diarreia, independentemente da etiologia (HELLER, 1997).

Partindo desses pressupostos constrói-se o conceito de saúde ambiental que, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) consiste em todos aqueles aspectos da saúde humana, incluindo a qualidade de vida, que estão determinados por fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos no meio ambiente. Também faz referência à teoria e prática de dar valor, corrigir, controlar e evitar aqueles fatores do meio ambiente que, potencialmente, possam prejudicar a saúde de gerações atuais e futuras.

1.4 Referências

AB'SÁBER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecology**: from individuals to ecosystems. USA: Blackwell Publishing, 2006.

BERTONI, J.E.A.; MARTINS, F.R. Composição florística de uma floresta ripária na reserva estadual de Porto Ferreira, SP. **Acta Botanica Brasilica**, São Carlos, v.1, n.1, p.17-26, jan/abr. 1987.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas**. São Paulo: Edgard Blücher/CETESB, 1977.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G. **Environmental health engineering in the tropics an introductory text**. 2 ed. Chichester/New York/ Brisbane/Toronto/Singapore: John Wiley & sons, 1990.

CALIJURI, M.C.; BUBEL, A.P.M. Conceituação de Microbacias. In: LIMA, W de P.; ZAKIA, M.J.B. (Orgs.). **As florestas plantadas e a água**. Implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: Ed. RiMa, 2006.

CALLISTO, M., FERREIRA, W., MORENO, P., GOULART, M. D. C. & PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.14, n.1, p. 91 – 98, 2002.

CARVALHO, P.E.R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: GALVÃO, A.P.M. (Org). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: EMBRAPA FLORESTAS, 2000. Cap. 14. P.251-268.

CATELANI, C.S., BATISTA, G.T. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente do município de Santo Antonio do Pinhal, SP: um subsídio à preservação ambiental. *Ambiente e Água*, abril, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2007.

Com Ciência/SBPC. **Água**: abundância e escassez. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/aguas/aguas09.htm>. Acesso em: 25 set. 2010.

DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Análise crítica dos programas de recomposição de matas ciliares em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR CIÊNCIA TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte, 1999. P.172-188.

DAVIDE, A.C.; PINTO, L.V.A.; MONNERAT, P.F.; BOTELHO S.A.; PRADO N.J.S.; **Nascente**: o verdadeiro Tesouro da Propriedade Rural. 2ed. Belo Horizonte: CEMIG, 2004.

DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...**São Paulo, 1989. p.88-98.

FARAH, M.F.S.; BARBOZA, H.B. **Novas experiências de gestão pública e cidadania**. Rio de Janeiro: FGV, 2000.

FERNANDES, M.R.; SILVA, J. C. **Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 1994.

FORANTINI, O.P. **Ecologia, Epidemiologia e Sociedade**. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

FREITAS, C.M. Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v.8, n.1 p.137-150, 2003.

FREITAS, C.M.; PORTO, M.F. **Saúde, Ambiente e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006.

HARPER, K.T.; SANDERSON, S.C.; McARTHUR, E.D. Riparian ecology in tion National Park, Utah. **USDA. Forest Service. International General Technical Report**, n.298, p.32-42, 1992.

HELLER, L. Pesquisa em saúde e saneamento no DESA/MG: base conceitual e projetos desenvolvidos. In: SEMINÁRIO SANEAMENTO E SAÚDE NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro, 1997. p.259-280.

LEMOS, J.J. S. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 3 p. 406-429, jul-set. 2001.

LEONARDO, H.C.L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo CUE, região oeste do Estado do Paraná**. 2003. 121f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LIMA, W.P. Função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, Campinas. **Anais...**Campinas, 1989.p.25-42.

LIMA, W.P. A microbacia e o desenvolvimento sustentável. **Ação Ambiental**, v.1, n.3, p.20-22, jan. 1999.

LIMA, W.P.;ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/FAPESP, 2004.

MACIEL FILHO, A.A.; GOES JR, L.D.; CÂNCIO, J.A.; HELLER. L.; MORAES, L.R.S.; CARNEIRO, M.L.; COSTA, S.S. Interfaces da gestão de recursos hídricos e saúde pública. In: MUÑHOZ, H.R. (Org). **Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei das águas de 1997**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000, p. 68-90.

MARTINS, G.; BORANGA, J.A.; FRANÇA, J.T.L.; PEREIRA, H.A.S.L. **Impacto dos sistemas de abastecimento de água na saúde pública**. Porto Alegre: ABES, 2000.

MEYBEK M.; HELMER R. The quality of rivers: from pristine stage to global pollution. **Paleogeogr Paleoclimatol Paleocol** v.75, p.283-309,1989.

MINAYO, M. C. S. Enfoque Ecosistêmico de Saúde e Qualidade de Vida. In: MINAYO, M. C. S.; MIRANDA, A. C. (Org). **Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ – ABRASCO, p.173-190. 2002.

MORAES, D.S.L.; JORDÃO, B.Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, v.3, n.36, p.370-374, 2002.

MOSCA, A.A.O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. 2003. 96f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

NATAL, D.; MENEZES, R.M.T.; MUCCI, J.L.N. Fundamentos de Ecologia humana. In: PHILIPPI JR, A. (Ed). **Saneamento, Saúde e Ambiente**. Barueri/SP; Manole, 2005.

ODUM, E.P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Evaluación de los costos y beneficios de los mejoramientos del agua y del saneamiento a nivel mundial – Sinopsis del documento WHO/SDE/WSH/04**. OMS, 2004.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, DIVISÃO DE SAÚDE E AMBIENTE. **Programa de qualidade ambiental**. Washington, D.C. OPAS/BRA/HEP/001/99, Jun. 1999.

PHILIPPI JR., A.; MARTINS, G. Águas de Abastecimento. In: PHILIPPI JR., A.(Ed). **Saneamento, Saúde e Ambiente**. Barueri/SP: Manole, 2005. Cap. 5. p. 117-180.

PINTO, L.V.A. **Caracterização física da bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascentes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG 2003.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2003.

SILVA, R. V. Estimativa de largura de faixa vegetativa para zonas ripárias: uma revisão. In: **I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias**. Alfredo Wagner, 2003. Publicação: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA) – UFSC.

SOMMAERHÄUSER, M.; PODRAZA, P.; SCHUHMACHER, T.; TIMM, T. The classification of running waters – targets, application and state of the art. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.27, p.678-681, 2000.

SOS Águas Brasileiras. **A água no mundo e a responsabilidade de todos**. Disponível em: <http://www.sosaguas.org.br/notas/agua-mundo.htm>. Acesso em: 25 set. 2010

SOUZA, C.L. **Avaliação da pressão antrópica sobre a cobertura vegetal nos municípios de Cedro e Solidão (sertão pernambucano) com o uso de imagens TM Landsat e Sistemas de Informações Geográficas**. São José dos Campos: INPE, 2003.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões MG**. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; RIBEIRO, C.A.A.S.; FIRME, D.J.; LEITE, F.P. Diagnóstico hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, município de Guanhães, MG, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v.4, n.1, p.157, 2009.

TORRES, P. L.; BOCHNIAK, R. **Pensar e fazer o rio limpo**: educação formal. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR, 2003.

TUNDISI, J.G. **Limnologia do século XXI**: perspectivas e desafios. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 1999.

WALKER, J.; REUTER, D.J. **Indicators of catchment health**: a technical perspective. Melbourne: CSIRO, 1996.

ZAKIA, M.J.B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas**. 1998. 98 f. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Paulo, 1998.

CAPÍTULO 2

AÇÃO ANTRÓPICA NO ENTORNO DAS NASCENTES E OS IMPACTOS SOBRE A SAÚDE HUMANA: O CASO DO MUNICÍPIO DE BELO JARDIM-PE, BRASIL

¹Luciano Gomes da Silva Júnior; ²André Maurício Melo Santos.

¹Mestre do Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente – CAV – UFPE;E-mail: lucgomesjr@gmail.com, ²Professor Adjunto do Centro Acadêmico de Vitória – CAV – UFPE;E-mail: biosantos@yahoo.com.br

2.1 Resumo

Apesar da fundamental importância da água como elemento indispensável à vida, a ação antrópica vem ocasionando um acelerado esgotamento dos recursos hídricos devido ao processo de degradação ambiental resultante da devastação da vegetação ciliar e ocupação das áreas de nascentes pela população. Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi quantificar o impacto humano sobre a vegetação ciliar de 66 nascentes encontradas na microbacia hidrográfica do Bitury, localizada no município de Belo Jardim (S 8°20'8" e W 36°25'27") e a repercussão sobre a saúde humana. O estado de devastação da mata ciliar foi obtido com o cálculo do NDVI a partir de uma imagem do satélite LANDSAT:5 TM. As nascentes apresentaram valores de NDVI diferentes entre si e, em média ($0,57 \pm 0,082$; média \pm DP), significativamente ($F_{1/982} = 189,91$; $p < 0,001$) menores do que o NDVI médio das áreas controle ($0,63 \pm 0,036$; média \pm DP). Foi usado como indicador de saúde os casos de diarreia registrados nos anos de 2009 e 2010. Foi observado que a frequência de casos de diarreia pode ser explicada pelo local (rural vs. urbano), pelo período (seco vs. chuvoso) ou por interações de primeira ordem entre estes fatores.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Água. Vegetação ciliar. Diarreia.

2.2 Abstract

Despite the crucial importance of water as an element essential to life, human action is causing a rapid depletion of water resources due to environmental degradation resulting from the devastation of riparian vegetation and headwater areas of occupation by the population. In this context, the purpose of this study was to quantify the human impact on riparian vegetation of 66 sources found in the catchment of Bitury, located in Belo Jardim (8 ° 20'8"S and 36 ° 25'27"W) and rebound on human health. The state of the riparian vegetation was obtained with the NDVI from a Landsat satellite image: 5 TM. The springs had NDVI values different from each other and on average (0.57 ± 0.082 , mean \pm SD), significantly ($F_{1/982} = 189.91$, $p < 0.001$) lower than the average NDVI of the control areas (0.63 ± 0.036 , mean \pm SD). Was used as an indicator of health in cases of diarrhea reported in the years 2009 and 2010. It was observed that the frequency of diarrhea may be explained by location (rural vs. Urban), the time (vs. dry. Rainy) or first order interactions between these factors.

Keywords: Environmental degradation. Water. Riparian vegetation. Diarrhea.

2.3 Introdução

A água é um recurso natural essencial para a existência e a manutenção da vida. A água potável acessível é relativamente escassa e será sem dúvida um grande problema para a humanidade nas próximas décadas (ALMEIDA et al., 2000). Apesar da fundamental importância da água como elemento indispensável à vida, a ação antrópica vem ocasionando um acelerado esgotamento dos recursos hídricos devido à devastação da vegetação ciliar e ocupação das áreas de nascentes pela população (SETTI, 1994).

A crescente preocupação com a escassez de água potável é bastante justificável, pois se sabe que a forma como esse recurso natural tem sido utilizado ameaça o desenvolvimento do ser humano e a proteção do ambiente (HERMANI, 1997). Para Xavier e Teixeira (2007), a exploração inadequada dos recursos naturais de forma cada vez mais desordenada, através de atividades de desmatamentos, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, a construção indiscriminada de barramentos, o

lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos, tem promovido inúmeros problemas ambientais, principalmente em matas ciliares e áreas de nascentes.

A água tem sua qualidade alterada à medida que interage com a atmosfera, vegetação e solo, e esse processo de interação encontra-se equilibrado em um ecossistema sem intervenção humana. A ação antrópica pode resultar na alteração da qualidade da água (LIMA, 1986). Desse modo, a boa qualidade da água não depende apenas de instalações sanitárias e tratamento de resíduos industriais e domésticos, mas também de um manejo efetivo da bacia hidrográfica. Lima (1986) realizou um amplo trabalho de revisão que comprova o papel da floresta na proteção dos recursos hídricos. A vegetação é um meio natural, eficiente, barato e ecologicamente adequado no controle e no armazenamento da água de uma bacia (COLMAN, 1953).

Oliveira-Filho et al. (1994), afirmam que a devastação das matas ciliares tem contribuído para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a erosão das margens de grande número de cursos d'água, além do comprometimento da fauna silvestre. Arcova e Cicco (1997) salientam que, nas microbacias de uso agrícola, quando comparadas às de uso florestal, o transporte de sedimentos e a perda de nutrientes são maiores. Diversos estudos sobre a qualidade da água em microbacias têm sido realizados (PINEDA e SCHAFER, 1987; ARCOVA e CICCIO, 1999; SOUZA e TUNDISI, 2000; PRIMAVESI et al., 2002), enfocando a importância da conservação dos recursos naturais desses ambientes de modo a garantir a disponibilidade de água de boa qualidade.

As nascentes são de extrema importância para os demais corpos d'água da microbacia. A água oriunda de uma nascente formará um pequeno córrego que irá contribuir para o volume de água de outro curso e, assim, sucessivamente, até alcançar o mar. Portanto, o desaparecimento de uma nascente resultará na redução do número de cursos d'água, significando a diminuição da disponibilidade de água doce para os diversos usos (CASTRO, 2001).

A conservação das nascentes está na dependência vital da manutenção da cobertura vegetal no seu entorno como concluíram Donadio et al. (2005), que a presença de remanescentes de vegetação de mata ciliar auxilia na proteção desses mananciais. O sistema de nascentes é constituído pela vegetação, solo, rochas e relevo das áreas adjacentes e à montante das nascentes e sua preservação é fundamental para manter a qualidade dos recursos hídricos (SOUZA et al., 2006).

De acordo com Delitti (1989) e Rachwal e Camati (2001), resultados conhecidos de estudos sobre o papel desempenhado pelas matas ciliares confirmam a hipótese de que

elas atuam como filtros de toda a água que atravessa o conjunto de sistemas componentes da bacia hidrográfica.

Philippi Jr e Silveira (2005) ao considerarem a complexidade progressiva dos recursos hídricos nos aspectos natural e antrópico, desde a nascente até o mar, afirmam que a complexidade é ampliada quando somada às transformações promovidas pelas atividades antrópicas nas suas variadas formas de apropriação dos recursos naturais. Torna-se patente que o antropismo é o principal fator de degradação do ambiente e principalmente em ambientes frágeis.

A caracterização do meio físico das nascentes e sua área de preservação são, portanto, condições básicas para a conservação e o uso racional da água. Neste sentido, existem várias leis, decretos e resoluções que regulamentam o uso dos recursos hídricos. O Código das Águas de 1934, Decreto nº 24.463, colocava como competência do Ministério da Agricultura a administração dos recursos hídricos, refletindo o enfoque agrário na gestão desses recursos; a Lei nº 9.433/97, que deu grande impulso ao gerenciamento dos recursos hídricos quando instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), definiu como um de seus instrumentos o enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes. A classificação das águas, a nível nacional, foi estabelecida pela resolução Conama nº 20, em 1986. A Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que reformulou o Código Florestal de 1934 tem incluído no seu texto, artigo 2º, a preservação permanente das áreas situadas nas nascentes. A nascente ou olho d'água constam na Resolução CONAMA nº 04/1985, substituída pela resolução nº 303/2002, como de preservação permanente. Segundo o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e o Código Florestal, em nascentes (mesmo intermitentes) e olhos d'água, a distância a ser preservada com mata é de 50 m. No entanto, o que se observa muitas vezes é que as atividades humanas que são desenvolvidas não respeitam essa distância.

Os índices de vegetação tem sido muito utilizados para o monitoramento das áreas vegetadas, na determinação e estimativas do índice de área foliar, biomassa e radiação fotossinteticamente ativa. Um dos índices mais populares é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (RAMOS et al., 2010).

Para Natal et al. (2005), a preservação de matas ciliares com a finalidade de proteger os sistemas hidrológicos, além da importância ecológica ao manter a biodiversidade, serve de filtro protetor minimizando a contaminação das águas. Uma questão fundamental neste processo é que os impactos antrópicos sobre as águas repercutem negativamente sobre o próprio homem. Mais importante ainda é compreender que há uma relação intrínseca e recíproca entre os fatores determinantes da saúde ambiental e o processo de construção da

saúde humana. Doenças como hepatite, amebíase, helmintoses, gastroenterites, diarreias entre outras, são todas transmitidas pela água contaminada por micro-organismos patogênicos, principalmente por fezes humana (CAIRNCROSS e FEACHEM, 1990). A contaminação fecal torna a água potencialmente perigosa para consumo, pelo indicativo da presença de coliformes com possíveis patogênicos, sendo a presença desses coliformes, acima de valores já estabelecidos como padrão, um índice de aferimento da qualidade da água, tendo se mostrado seguro como indicador da ausência de contaminação bacteriológica para a água de consumo (McKEE e WOLF, 1971, apud PAULA LIMA, 2008).

A água de escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (GELDREICH, 1998). Dentre as doenças de transmissão hídrica, a diarreia é a infecção com maior número de ocorrências. A morbidade por diarreia é um indicador importante para a saúde pública, pela capacidade de resposta a diversas alterações nas condições de saneamento, qualidade sanitária de alimentos, hábitos higiênicos e comportamentais de uma comunidade (QUEIROZ, 2006).

Segundo Arcova et al. (1998), os vários processos que controlam a qualidade da água de determinado manancial fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática, na bacia hidrográfica, podem modificar a sua qualidade.

A microbacia do Bitury, localizada no município de Belo Jardim, integrante da Bacia Hidrográfica do Ipojuca, constitui um cenário perfeito para um estudo envolvendo a ação antrópica sobre a qualidade da água e a repercussão sobre a saúde humana. A microbacia do Bitury é de grande importância para a região agreste de Pernambuco, fornecendo água tanto para o consumo humano quanto para o uso na agropecuária e na indústria, oriunda das suas nascentes e acumulada no Açude Engenheiro Severino Guerra, conhecido como Açude Bitury, constituindo-se em importante alternativa para o desenvolvimento socioeconômico da região.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar os impactos causados pela ação antrópica no entorno das nascentes da microbacia do Bitury, e as transformações do meio ambiente que interferem na saúde ambiental, produzindo repercussões significativas à saúde humana, avaliada neste trabalho do ponto de vista da frequência de diarreia. Especificamente, foram testadas as hipóteses de que (1) existe diferença significativa na qualidade da mata do entorno das 66 nascentes avaliadas na bacia do Bitury; (2) existe correlação entre a qualidade das nascentes e a distância (a) do açude principal da bacia e (b) da sede do município; (3) existe correlação negativa entre uso humano das nascentes e

qualidade da vegetação do entorno e (4) a frequência de casos de diarreia é explicada pelos fatores (a) precipitação, (b) local urbano ou rural (c) período seco ou chuvoso, ou quaisquer interações entre eles.

2.4 Material e métodos

2.4.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na microbacia hidrográfica do Bitury, parte integrante da bacia do Rio Ipojuca, no município de Belo Jardim, agreste central de Pernambuco. A área municipal ocupa 650,9 km² e representa 0.66 % do Estado de Pernambuco (Figura 2.1).

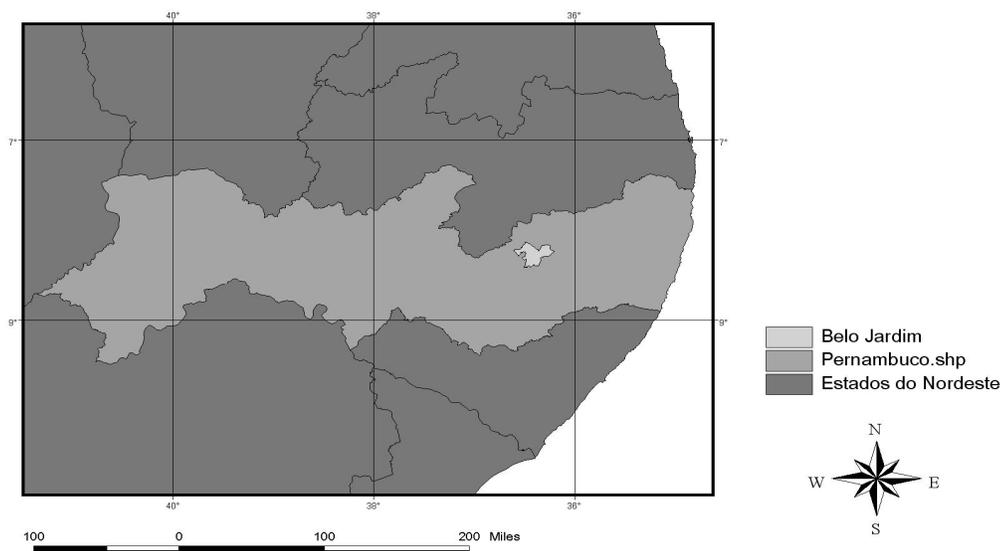


Figura 2.1 - Localização do Estado de Pernambuco com os Estados limítrofes, destacando o município de Belo Jardim.

Está inserido nas Folhas SUDENE de Pesqueira e Belo Jardim na escala 1:100.000. A sede do município tem uma altitude aproximada de 608 metros e coordenadas geográficas de 08 Graus 20 min 08 seg de latitude sul e 36 Graus 25 min 27 seg de longitude oeste, distando 181,5 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-232.

O município de Belo Jardim (Figura 2.2), está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.100 metros. A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena

vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. O clima é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco (CPRM/PRODEEM, 2005).

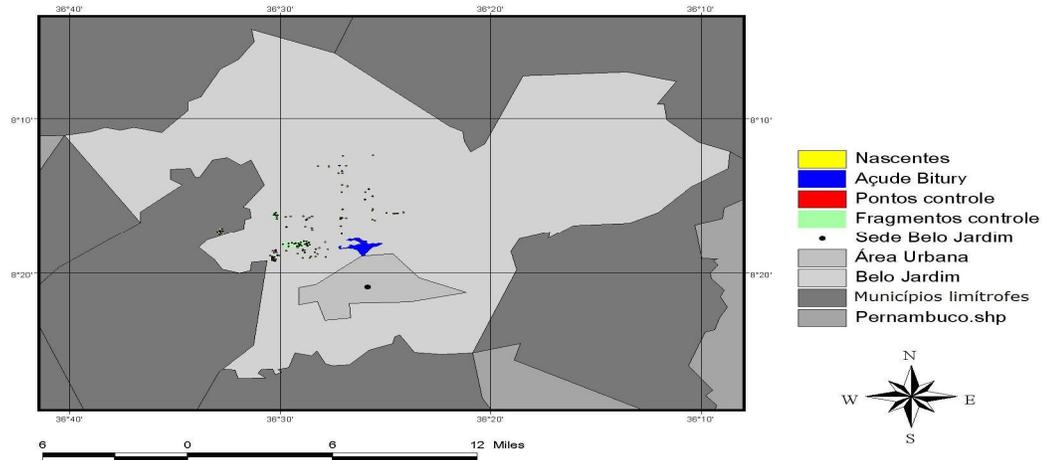


Figura 2.2 - Município de Belo Jardim, destacando a área urbana e o ponto da sede, a área rural com a microbacia do Bitury e o açude.

Esta microbacia drena uma área de 6.876 ha, com um grande número de nascentes e corpos d'água, tem sua água acumulada no Açude Engenheiro Severino Guerra, também conhecido como Açude Bitury (Figura 2.3), acumulando um volume de 17.776.470 metros cúbicos de água (SRH-PE, 2010), que abastece as cidades de Cachoeirinha, Tacaimbó, São Bento do Una e Belo Jardim (com exceção dos distritos de Xucuru e Serra dos Ventos) e reforça o abastecimento das cidades de Pesqueira e Sanharó. Também as indústrias Baterias Moura, Palmeiron (sucos, doces e molhos prontos) e Frigorífico Natto (aves), instaladas no município, fazem captação de água diretamente do açude para suas produções industriais.

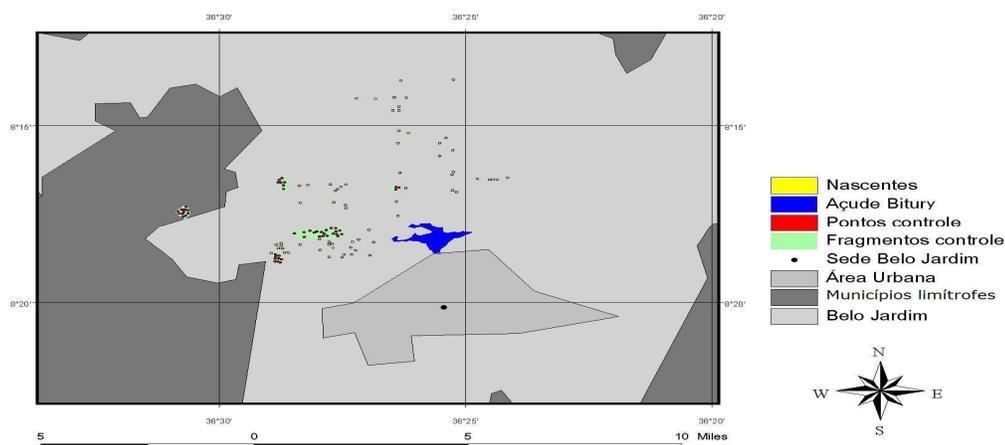


Figura 2.3 - Recorte da imagem do município de Belo Jardim destacando a localização da microbacia com o açude, os 50 pontos controle e as 66 nascentes, a área urbana e o ponto da sede do município.

O Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II, juntamente com a Secretaria de Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco (SECTMA) em parceria com a ONG CONSUBITURY (Conselho dos Usuários do Bitury), contemplou a microbacia do Bitury no Projeto Proteção e Conservação Ambiental da Bacia do Rio Ipojuca com o objetivo de recuperar e preservar suas nascentes. Para execução do referido projeto foram obtidas as coordenadas geográficas de 148 nascentes, utilizando um receptor GPS, cadastradas 26 propriedades e 35 nascentes e os dados do cadastramento geraram uma Ficha Técnica do Projeto constituindo um banco de dados para futuras consultas. Destas nascentes catalogadas foram selecionadas para este estudo 66 que se encontravam distanciadas entre si em limites suficientes para que não formasse sobreposição da área determinada pela legislação que estabelece um raio de 50m de margem, critério que foi utilizado neste trabalho. Nas observações realizadas em campo, verificou-se que as nascentes que se encontram localizadas muito próximas entre si apresentam condições semelhantes de cobertura vegetal.

2.4.2. Análise da cobertura vegetal no entorno das nascentes

Os sistemas de informações geográficas podem ser considerados como uma ferramenta muito importante na identificação e avaliação de áreas ocupadas por propriedades de diferentes portes e pela vegetação natural, além do monitoramento anual

do desflorestamento em certas regiões (ASSAD, 1998; SHIMABUKURO et al. 1998; LOCH; KIRCHINER, 2000; REIS; BARROS; REIS, 2004).

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é um importante indicador do estado vegetativo da superfície e pode contribuir na identificação de áreas que se apresentam florestadas como as que estão degradadas. A radiação que atinge as plantas tem uma parte que é refletida pelas folhas, fenômeno denominado reflexão, que corresponde à faixa em que se aplica o NDVI (RAMOS et al., 2010).

Este índice de vegetação é baseado em uma combinação aritmética que focaliza o contraste entre os modelos de respostas da vegetação nas faixas do vermelho visível e do infravermelho próximo. A reflectância da cobertura vegetal na banda vermelho visível é baixa, aparecendo nas imagens em tons de cinza escuros, devido à absorção da clorofila existente nas folhas. Entretanto, no infravermelho próximo apresenta alta reflectância com tons de cinza claro devido a dispersão causada pela estrutura das folhas (LILLESAND e KIEFER, 1994). Essa combinação aritmética consiste em uma equação que tem como variáveis as bandas do vermelho visível e infravermelho próximo, como apresentada a seguir:

$$\text{NDVI: } (IVP - V) / (IVP + V)(1)$$

onde, IVP: valor da refletância da banda no infravermelho próximo; V: valor de refletância da banda no vermelho visível. Seus valores variam entre -1 e +1; superfícies verdes têm um NDVI entre 0 e 1 e a água e nuvens tem geralmente NDVI que zero.

O índice NDVI é obtido a partir de imagens de sensoriamento remoto, constituída por um arranjo de números sob a forma de malha, associados às características espectrais dos objetos na cena (SILVA et al., 2010). Utilizou-se as imagens do satélite LANDSAT:5 TM, nas bandas 3 (vermelho visível) e 4 (infravermelho próximo), na data de 29/09/2010 (Figura 2.4).

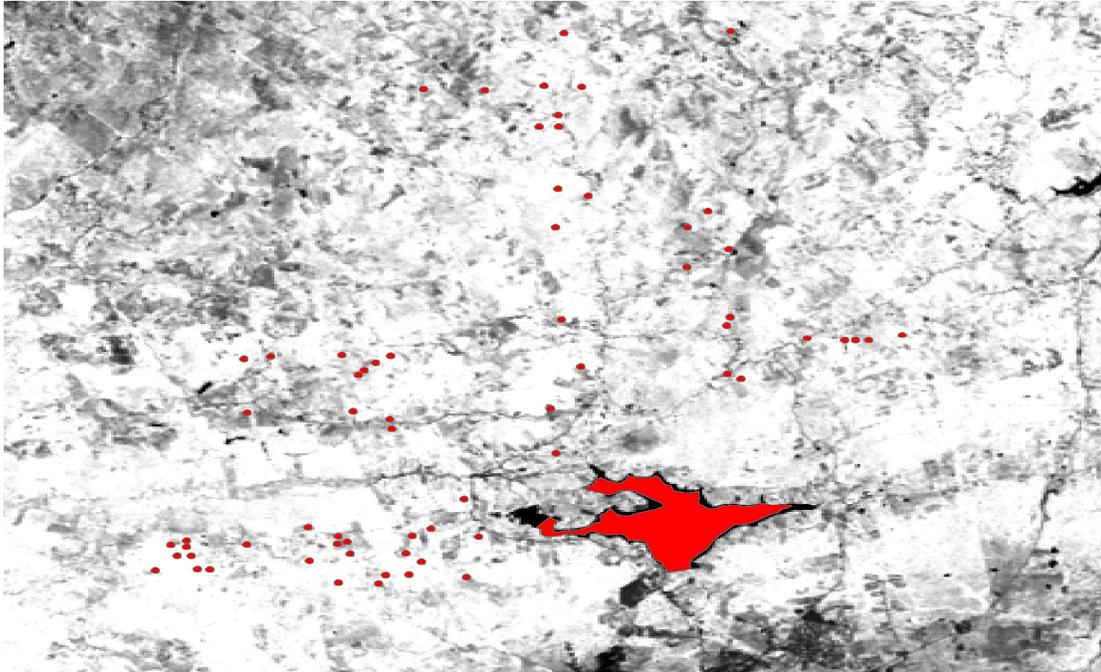


Figura 2.4 - Razão de bandas TM3 e TM4 da área da microbacia do Bitury com os 66 pontos de nascentes e o polígono do Açude Bitury, da imagem captada pelo sensor do satélite Landsat-5 TM em 29/09/2010.

Após serem geoprocessadas no ArcGIS 9.2, as imagens foram usadas para se estimar as densidades de vegetação da diferença normalizada NDVI que na Figura 2.5 aparecem na amostragem de algumas nascentes, na forma de “pixel”, que é uma área mínima correspondente a cada ponto obtido pelos sensores do satélite. Nas imagens NDVI, os níveis de cinza mais claros expressam valores que representam altos índices de vegetação, enquanto os níveis de cinza mais escuros representam baixos índices de vegetação com níveis de cinza próximo a zero. Estes valores baixos correspondem a alvos urbanos como área construída, solo exposto e água (ROSEMBACK et al., 2004).

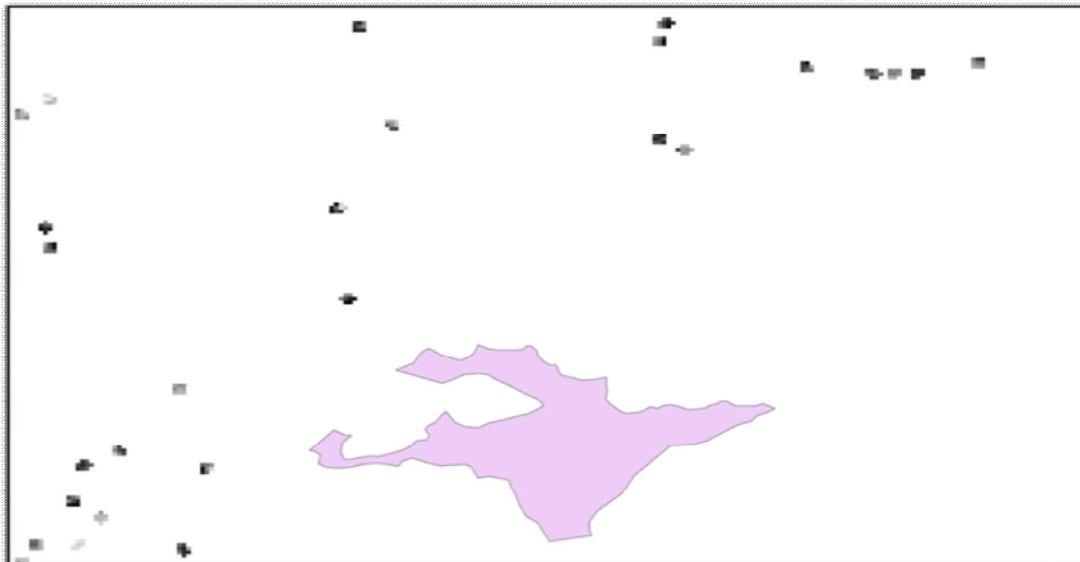


Figura 2.5 - Recorte da imagem de satélite da microbacia, apresentando o NDVI (pontos cinza) de parte das nascentes, na forma em que aparece como resultado da reflectância do vermelho visível (Banda 3, cinza escuro) e infravermelho próximo (Banda 4, cinza claro) e a representação poligonal do Açude Bitury.

Foram definidas 50 áreas controle nos fragmentos florestais da área da microbacia, utilizando-se o mesmo critério de distância para a seleção das 66 nascentes (Figura 2.3), com suas coordenadas geográficas determinadas utilizando-se um aparelho de GPS (Garmim, Colorado 300). Foi usado o programa ArcGis 9.2 para criar as áreas de entorno, tanto nas áreas controle como nas nascentes, seguindo a determinação do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e o Código Florestal que estabelecem limites para a área de vegetação que margeiam os diversos corpos de água.

2.4.3. Uso das nascentes

O SIAB (Sistema de Informações da Atenção Básica) do Ministério da Saúde (MS), principal instrumento de monitoramento das ações do Saúde da Família, fornecendo informações sobre cadastros de famílias, condições de moradia e saneamento, situação de saúde, produção e composição das equipes de saúde (BRASIL, 1998), através da Secretaria de Saúde do município com os seus agentes de saúde, faz o levantamento da situação coletando os dados junto a população no local da residência. De acordo com esse sistema a população residente na área da microbacia, está dividida em 10 agrupamentos de “localidades principais”, que inclui localidades menores situadas nas proximidades, cuja área

de abrangência está definida para atuação dos agentes comunitários de saúde. A partir dos dados coletados e registrados nas planilhas do SIAB, com coletas iniciadas no ano de 2005, observou-se que o uso da água retirada diretamente das nascentes para abastecimento doméstico pela população residente na área da microbacia é um procedimento usual na maioria absoluta dos domicílios. Foi testada a hipótese de que existe correlação negativa entre o uso das nascentes e a qualidade da vegetação no seu entorno, avaliada pelo índice NDVI estimado pelo valor médio encontrado para o conjunto de pixels obtido pelos sensores do satélite. Utilizando-se a ferramenta Animal Movement do ArcView com a unidade de medida em metros, foi testada a hipótese de que existiria correlação entre a qualidade das nascentes e a distância que as separa do Açude Bitury e da sede do município, considerando que os fatores proximidade e distanciamento teriam influência no uso que é feito dessas nascentes.

2.4.4. Análise da saúde humana

No levantamento dos dados epidemiológicos junto a Secretaria de Saúde do município, foram encontradas as seguintes enfermidades de veiculação hídrica, de acordo com a classificação de Cairncross e Feachem (1990): diarreia, leptospirose e hepatite. Para este estudo sobre o agravo à saúde, tomou-se como indicador os casos notificados de diarreia, por tratar-se de importante infecção de transmissão hídrica. Os dados coletados correspondem aos anos de 2009 e 2010 na zona rural, considerando-se os dados das localidades atendidas pelos agentes de saúde e os postos de saúde da família, e na zona urbana, disponibilizados pela Secretaria de Saúde do município. Em conjunto com esses dados foram colhidos junto ao LAMEPE (Laboratório de Meteorologia de Pernambuco) os índices mensais de precipitação pluviométrica nos referidos anos (Figura 2.6). Considerou-se também a classificação de período chuvoso e período seco que correspondem, respectivamente, aos meses de abril a agosto, em que normalmente há maior ocorrência de chuvas, e aos meses de setembro a março, em que há pouca ou nenhuma precipitação, obtendo-se o índice médio para cada período dos anos avaliados.

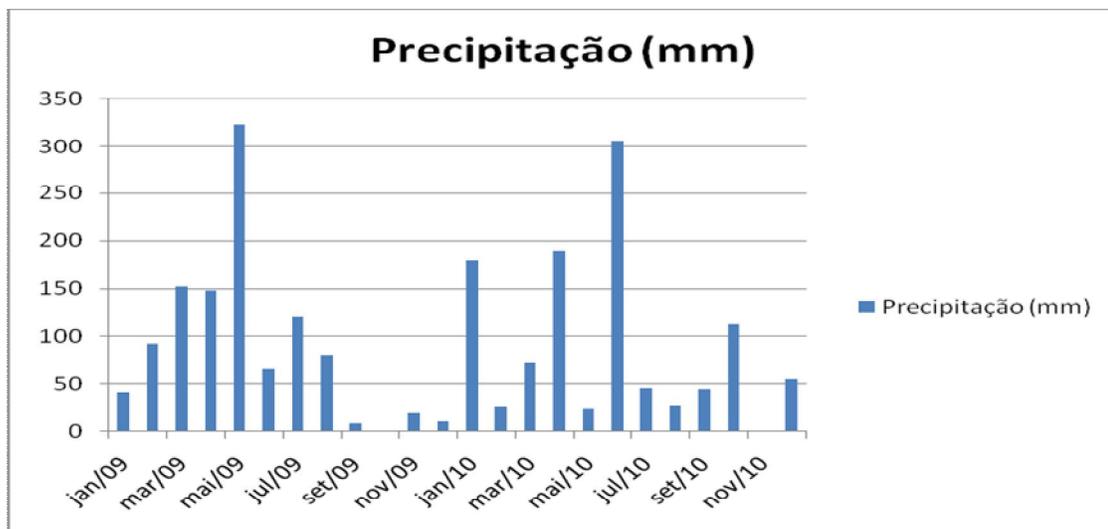


Figura 2.6 - Índices mensais de chuvas registrados na microbacia do Bitury nos anos de 2009 e de 2010.

2.4.5. Análises estatísticas

Todas as hipóteses deste trabalho foram testadas com o uso de GLM - Modelos Lineares Generalizados (McCullagh e Nelder, 1989). Os dados foram processados no software *Statisc* versão 7.0 com intervalos de confiança ao nível de 95% e apresentados em tabelas e/ou gráficos.

2.5 Resultados e Discussão

2.5.1. Qualidade da vegetação no entorno das nascentes

Ao se comparar os valores do índice de vegetação NDVI obtidos para os pontos controle com os apresentados pela vegetação do entorno das nascentes, pode-se perceber que estes valores são mais elevados, o que corrobora com o resultado esperado de maior vigor da vegetação nas áreas não degradadas. O NDVI médio das nascentes ($0,57 \pm 0,082$; média \pm DP) (Figura 2.7) foi significativamente ($F_{1/982} = 189,91$; $p < 0,001$) menor do que o NDVI médio das áreas controle ($0,63 \pm 0,036$; média \pm DP).

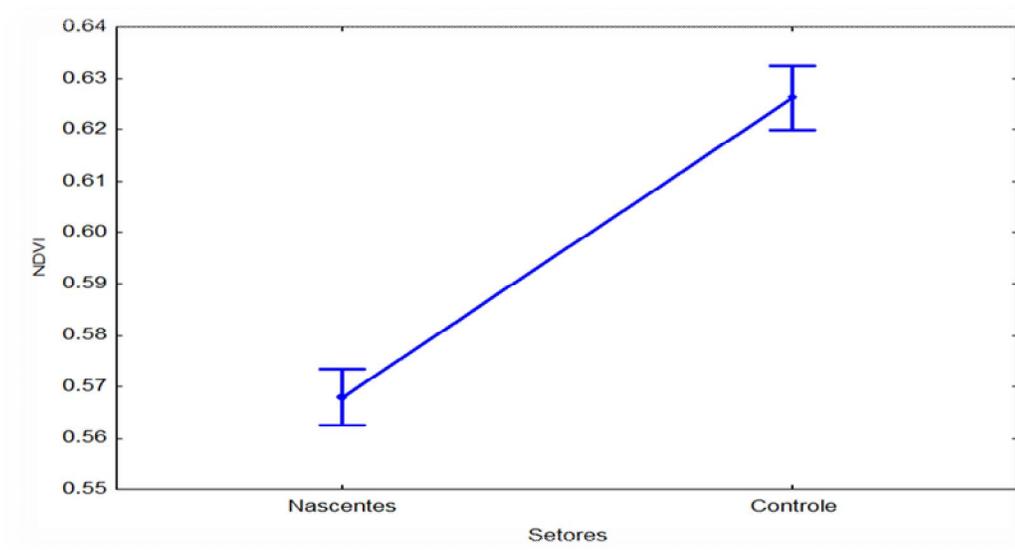


Figura 2.7 - Média de NDVI das nascentes da microbacia do Bitury e das áreas controle (florestas preservadas da região).

Foram calculadas as médias e o desvio padrão dos valores atribuídos ao índice de vegetação NDVI das 66 nascentes estudadas e posteriormente submetidos à análise estatística (Tabela 2.1). Diante dos resultados, observa-se que é significativa a variabilidade encontrada na vegetação do entorno de cada uma das nascentes (Figura 2.8). A variação de NDVI ficou compreendida entre uma mínima de 0,35 e máxima de 0,69, onde os valores mais próximos de 1 são indicativos de bom estado de conservação e os mais próximos de zero indicam áreas degradadas, permitindo-se avaliar a qualidade da cobertura vegetal.

Tabela 2.1 - Análise estatística dos valores médios de NDVI de 66 nascentes da microbacia do Bitury.

	G.L.	SS	MS	F	P
Intercept	1	180.6584	180.6584	48505.04	0.00
ID.Nascente	65	1.6410	0.0252	6.78	0.00
Error	494	1.8399	0.0037		
Total	559	3.4809			

Liu et al. (1991), utilizaram dados de NDVI sobre a América do Sul, no período de junho de 1981 a agosto de 1987, considerando anos secos e úmidos, e definiram o índice NDVI de 0,23 como indicador de áreas secas e como delimitador de áreas de baixa precipitação. Esse estudo mostrou também, que a distribuição de vegetação com estresse a nível continental, indicada pelo NDVI, correspondia a áreas que sofreram impactos de seca.

Dentre as 66 nascentes, não foi identificada nenhuma que apresentasse esse índice crítico, foram encontradas 03 com cobertura vegetal apresentando índice NDVI igual a 0.6, 24 se achavam acima do índice 0.6, valores que representam um bom estado de conservação, ficando as outras 39 com valores abaixo desse índice.

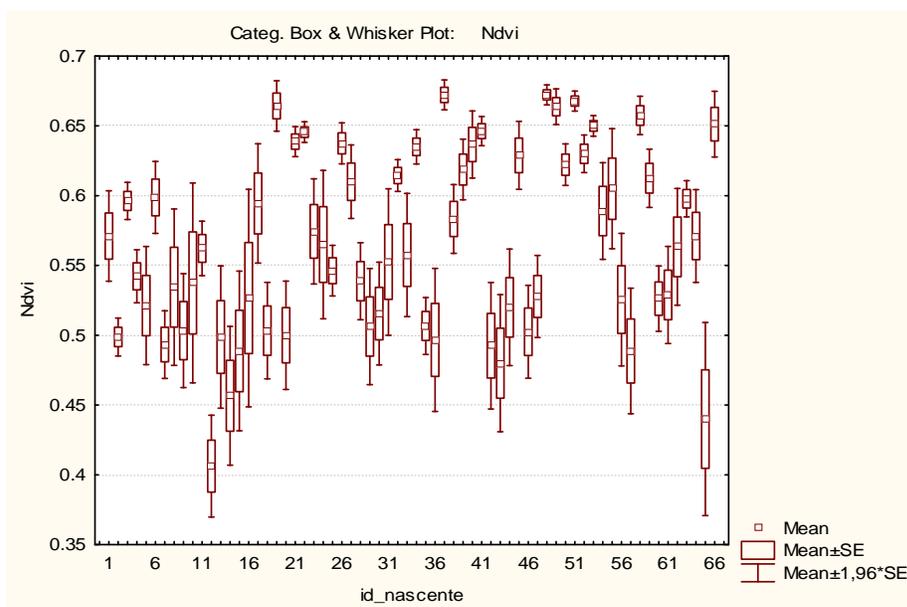


Figura 2.8 - Média e Desvio Padrão de NDVI no entorno das 66 nascentes estudadas, evidenciando a variação de estados de conservação.

Na situação das nascentes avaliadas no presente estudo, os dados de satélite foram coletados na sequência do período chuvoso, não havendo registro de ocorrência de estiagem durante o período considerado que causasse interferência significativa nos dados coletados.

As nascentes estudadas encontram-se distribuídas espacialmente pelas dez localidades de acordo com o resultado obtido pelo critério de seleção que foi adotado (Figura 2.9), não tendo relação com o tamanho da área, número total de nascentes em cada localidade nem com o número de moradias que se encontram estabelecidas nas respectivas localidades. Foi calculado o índice de vegetação NDVI das nascentes nas dez localidades

de referência estabelecidas para atendimento dos agentes de saúde do SIAB na área de abrangência da microbacia, como pode ser observado no gráfico da Figura 2.10, com os resultados transformados em valores numéricos e trabalhados estatisticamente (Tabela 2.2).

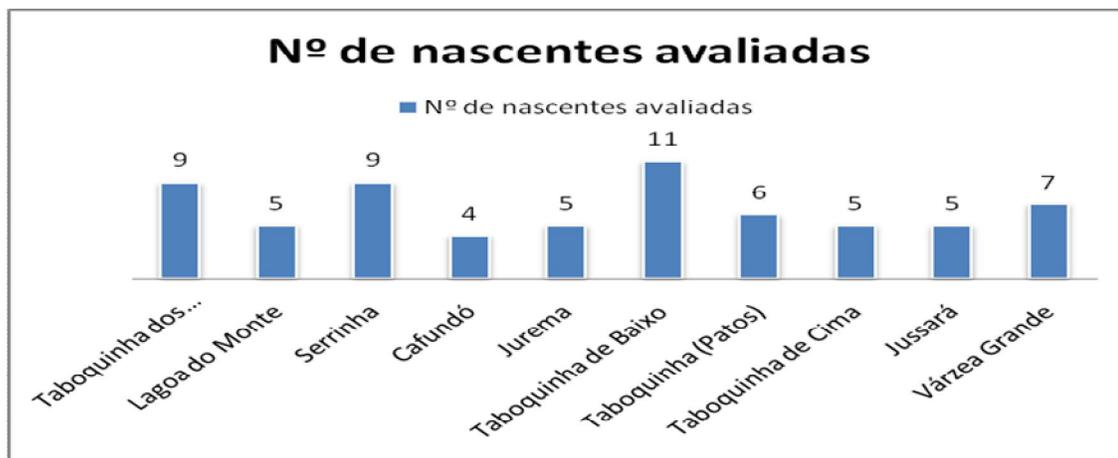


Figura 2.9 - Número de nascentes selecionadas segundo o critério de não sobreposição da área de 50m estabelecida na legislação CONAMA e Código Florestal, distribuídas nas 10 localidades de referência do Sistema de Informações da Atenção Básica da Secretaria de Saúde de Belo Jardim.

Tabela 2.2: Análise estatística entre os índices NDVI calculados para as nascentes em cada uma das 10 localidades de referência no levantamento da situação de domicílios na área da microbacia do Bitury.

	G.L.	SS	MS	F	P
Intercept	1	164.0457	164.0457	28990.31	0.000000
Localidade	9	0.3686	0.0410	7.24	0.000000
Error	550	3.1123	0.0057		
Total	559	3.4809			

Entre essas dez localidades avaliadas quanto ao índice NDVI da vegetação no entorno das suas nascentes, duas (Cafundó e Lagoa do Monte) apresentaram índices mais críticos, outras sete tiveram valores médios entre 0,55 e 0,58 e uma (Taboquinha dos Ferreiros) apresentou valor de 0,62, que é um índice semelhante ao encontrado nos pontos controle (Figura 2.10).

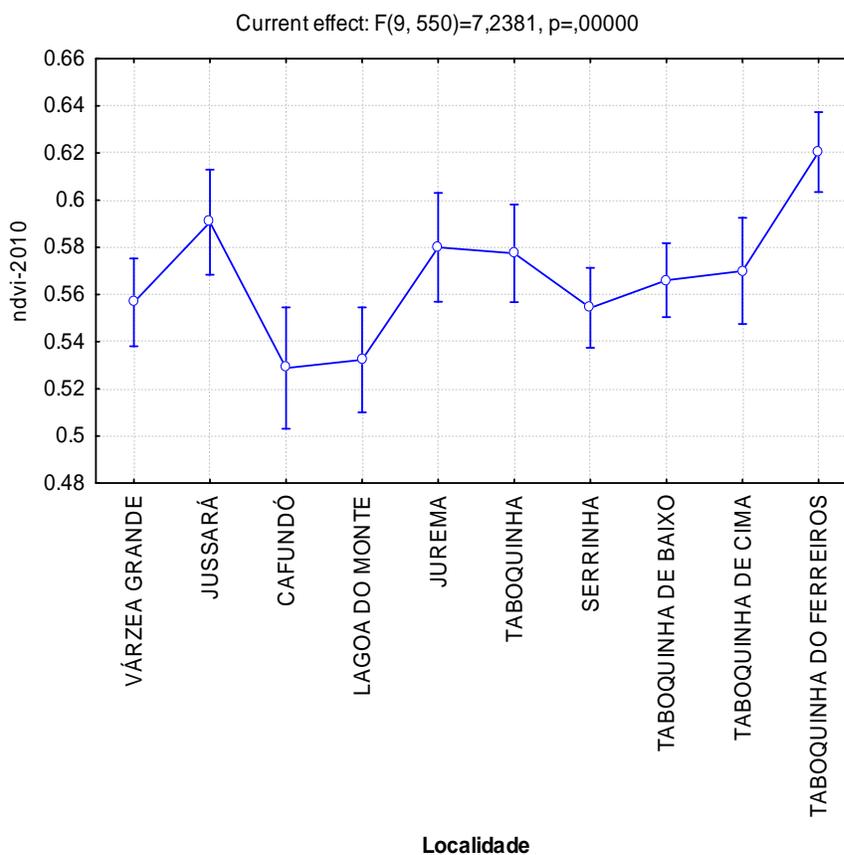


Figura 2.10 - Médias de NDVI da cobertura vegetal das nascentes em cada localidade da área da microbacia, usada como referência pela Secretaria de Saúde de Belo Jardim no SIAB.

Nas bacias com cobertura de vegetação natural, esta promove a proteção contra a erosão do solo, a sedimentação e a lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975), sendo essas áreas muito importantes para manter o abastecimento de água de boa qualidade. Por outro lado, as práticas que tem lugar após a retirada das árvores tendem a produzir intensa e prolongada degradação da qualidade da água (BROWN, 1988).

O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4.771/65 (BRASIL, 1965), em seu artigo 2º, estabelece as faixas marginais ao longo dos rios e córregos, conforme sua largura. A resolução do CONAMA nº 303, de 20/03/2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente, em seu artigo 2º, enfatiza curso d'água e nascentes perenes ou intermitentes.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são regiões nas quais, por imposição da Lei, a vegetação deve ser mantida intacta (Figura 2.11), tendo em vista

garantir a preservação dos recursos hídricos, da estabilidade geológica, da biodiversidade, do fluxo gênico de fauna e flora, bem como do bem-estar da população humana. A legislação Federal transformou as APP em santuários reservados ao desenvolvimento da biodiversidade, sendo áreas intocáveis às atividades antrópicas.

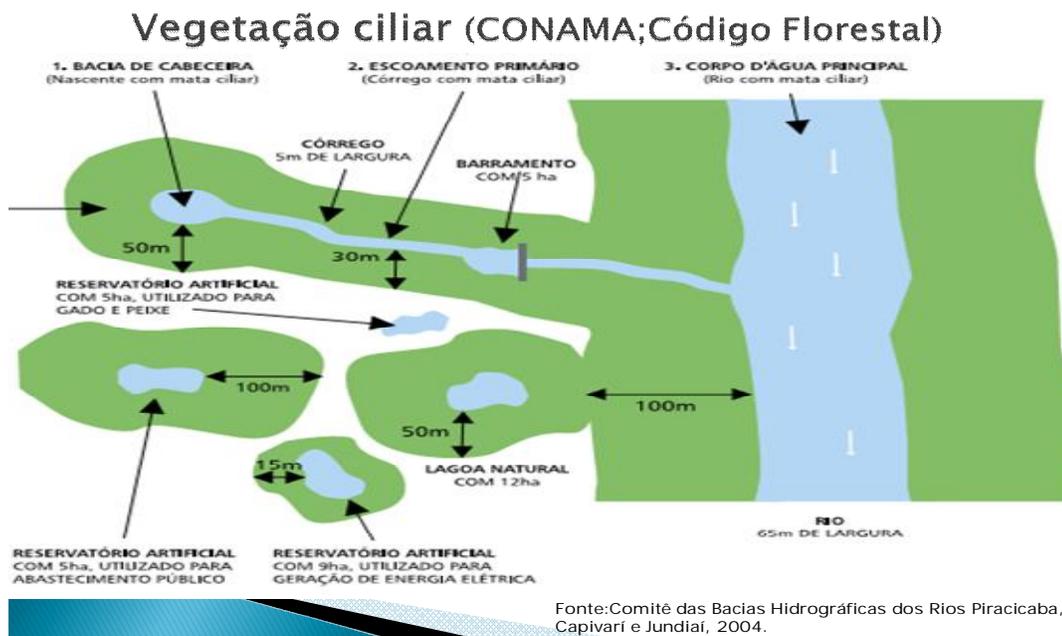


Figura 2.11 - Desenho esquemático apontando os limites mínimos estabelecidos na legislação para áreas de vegetação ciliar nos diferentes tipos de corpos de água.

Fonte: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2004.

Considerando esses aspectos, constatou-se em toda a microbacia, a existência de nascentes e córregos sem atender aos dispositivos legais no que se refere à cobertura vegetal. Ou seja, foi observado nos resultados de NDVI de que o estado de conservação das nascentes é significativamente pior do que o encontrado nos pontos controle, mesmo que em alguns casos as nascentes possam apresentar certo grau de cobertura vegetal, indicando assim, a existência de um processo antrópico de degradação numa área de preservação permanente, com possíveis repercussões na disponibilidade e qualidade hídrica na região.

Com o objetivo de verificar a influência de remanescentes de vegetação ciliar e da ação antrópica na qualidade da água, Donadio et al. estudaram quatro nascentes que fazem parte da bacia hidrográfica do Córrego Rico, que estão localizadas nos municípios de Taquaritinga e de Guariba - SP, sendo duas com a presença de vegetação natural

remanescente e duas com predominância de atividades agrícolas, e constataram que nas nascentes com vegetação natural remanescente, a qualidade da água mostrou-se melhor que nas nascentes com uso agrícola. Portanto, a presença de remanescentes de vegetação ciliar auxiliam na proteção dos recursos hídricos.

2.5.2. Relação entre qualidade das nascentes e distâncias

Os testes realizados para a hipótese de que existe correlação entre a qualidade das nascentes e as distâncias que estas apresentam em relação ao Açude Bitury e à sede do município, mostraram não haver significância. Portanto, a qualidade das nascentes não sofre alteração quando é considerado o fator distância em relação aos pontos que foram determinados. Ou seja, a população não usa ou destrói mais nascentes próximas do que distantes da sede do município ou do açude principal.

2.5.3. Relação entre qualidade da vegetação e o uso das nascentes

Por outro lado, nos dados colhidos junto a Secretaria de Saúde de Belo Jardim, nas planilhas sobre a situação de domicílios, tem-se um total de 799 moradias distribuídas nas 10 (dez) localidades de referência, abrangendo a área de localização das nascentes, das quais, 521 moradias ou 65,3 % fazem uso das nascentes ou poços no seu entorno (Tabela 2.3) retirando água para consumo doméstico.

Tabela 2.3 - Localidades de referência nas fichas do SIAB com o número de famílias que usam nascentes ou poços no seu entorno e o número de nascentes avaliadas em cada uma das localidades.

LOCALIDADE	Nº de domicílios	Usam nasc/poço	% domicílios usam nasc/poço
Taboquinha dos Ferreiros	27	19	72.6
Lagoa do Monte	51	46	91.7
Serrinha	100	93	93.0
Cafundó	72	64	89.5
Jurema	78	43	55.7
Taboquinha de Baixo	141	81	57.6
Taboquinha (Patos)	77	32	41.2
Taboquinha de Cima	154	73	47.4
Jussará	60	45	74.3
Várzea Grande	39	25	64.1

As localidades de Cafundó, Lagoa do Monte, Serrinha, Várzea Grande, Taboquinha de Baixo e Taboquinha de Cima apresentaram o índice NDVI de valores mais baixos no comparativo. Destas, as quatro primeiras possuem percentual de uso das nascentes mais altos, respectivamente 89,5%, 91,7%, 93% e 64,1%, considerando que Lagoa do Monte, Serrinha e Cafundó detêm os menores índices NDVI entre as localidades consideradas na avaliação. A localidade de Taboquinha dos Ferreiros, mesmo apresentando um percentual de uso das nascentes de 72,6%, possui um índice NDVI de 0,62 (valor também encontrado em pontos controle). Uma explicação plausível para o resultado auferido nessa última localidade pode estar relacionado ao trabalho que vem sendo desenvolvido pela ONG Consu-Bitury com um projeto de Educação Ambiental e recuperação de nascentes. De modo geral foi observada uma correlação negativa significativa entre o uso das nascentes pela população e o NDVI da cobertura vegetal no entorno, conforme demonstrado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 Correlação entre o uso das nascentes e o índice de NDVI da vegetação do seu entorno.

	SS	g.l.	MS	F	p
Intercept	39.67169	1	39.67169	6417.651	0.000000
Uso	0.03151	1	0.03151	5.097	0.024353
Error	3.44936	558	0.00618		

2.5.4. Frequência de casos de diarreia e interação com os fatores precipitação, local e período

Analisando-se os dados da situação de domicílios observa-se que o elevado número de famílias que faz uso da água retirada diretamente das nascentes ou dos poços no seu entorno, fazem a sua utilização sem procedimentos de análise e/ou processo de tratamento, tornando-se, então, um meio propício para veiculação de infecções que tem a água como veículo de transmissão. A diarreia, por exemplo, faz parte do conjunto de infecções classificadas como de transmissão hídrica (CAIRNCROSS e FEACHEM, 1990).

Foi observado que a frequência de diarreia na população envolvida com as nascentes é explicada pelos fatores a) precipitação, b) local (i.e., rural vs. urbano), e c)

período (i.e., seco vs. chuvoso), incluindo algumas interações de primeira ordem entre eles, conforme apresentado e discutido abaixo.

Verificou-se que no ano de 2009 houve maior número de registros de casos de diarreia entre a população no comparativo com 2010 (Figura 2.12), apontando para a existência de fatores, como a chuva, que favoreceram a transmissão dos micro-organismos responsáveis pela infecção, que está diretamente relacionada com a água, por ser essa uma doença que tem nesse veículo um meio ideal para transmissão.

No meio rural, o risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica é alto, devido principalmente à possibilidade de contaminação bacteriana de águas retiradas de locais inadequadamente preservados e próximos de fontes de contaminação, como esgotos e áreas de pastagem ocupadas por animais (STUKEL et al., 1990).

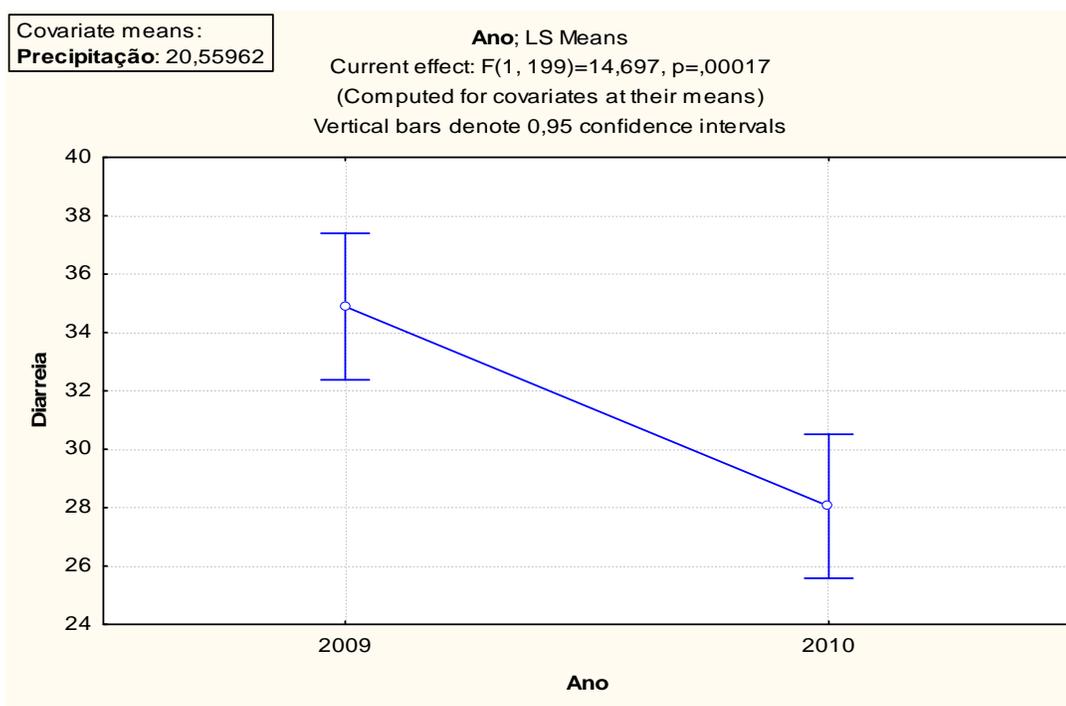


Figura 2.12 - Frequência de casos de diarreia nos anos 2009 e 2010 entre a população residente na área da zona rural compreendendo a microbacia do Bitury, no município de Belo Jardim.

Ao se analisar os índices de precipitação dos anos de 2009 e 2010 (Tabela 2.5) considerando a classificação em período seco, que compreende os meses de setembro a março, de menor precipitação, e período chuvoso, os meses de abril a agosto, com precipitação de maior volume, pode-se observar uma relação diretamente proporcional entre

o número de casos de diarreia e o índice de precipitação nos respectivos períodos (Figura 2.13), permitindo a conclusão de que a incidência de diarreia está diretamente relacionada com as enxurradas que veiculam para o interior das nascentes as substâncias e micro-organismos expostos no solo, principalmente aquelas que estão sem a cobertura vegetal no seu entorno.

Tabela 2.5 - Distribuição dos índices de precipitação entre os períodos seco e chuvoso nos anos de 2009 e 2010 registrados na área da microbacia do Bitury.

Ano	Período	Precipitação (mm)
2009	Seco	322,4
	Chuvoso	739
2010	Seco	491
	Chuvoso	591,9

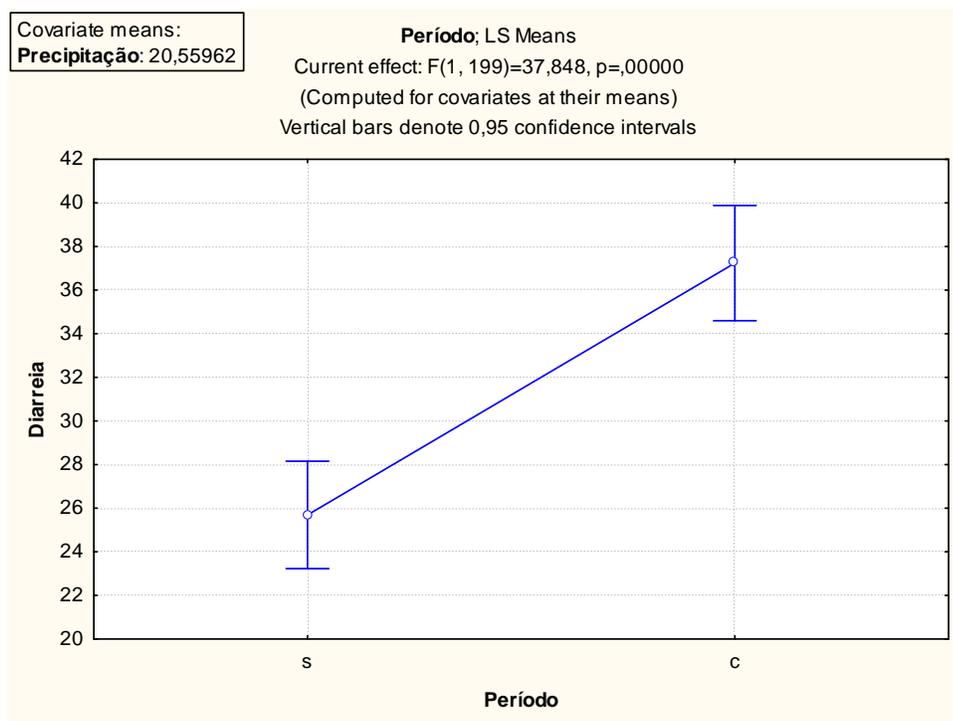


Figura 2.13 - Frequência de casos de diarreia no período seco (s), meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro; e chuvoso (c), meses de março, abril, maio, junho, julho e agosto na área da zona rural compreendendo a microbacia do Bitury, no município de Belo Jardim nos anos de 2009 e 2010.

No que está demonstrado na Figura 2.14 percebe-se que houve maior número de notificação de casos de diarreia no ano de 2009 no período chuvoso, exatamente 467 casos, do que em 2010, 341 casos, em relação ao mesmo período. Observa-se também que a precipitação no período chuvoso de 2009 teve índice maior (739 mm) do que em 2010 (591,9 mm). Ao serem analisados os dois períodos (seco e chuvoso) e os casos de diarreia ocorridos nos respectivos períodos, pode-se notar a existência de interação de primeira ordem entre o período chuvoso e a ocorrência de diarreia. O período seco dos dois anos não apresentou diferenças significativas quanto à ocorrência de diarreia. O resultado sugere que há relação entre os casos de diarreia e os índices de precipitação, o que encontra-se evidenciado nas médias obtidas para o período seco que foram inferiores às obtidas para o período chuvoso.

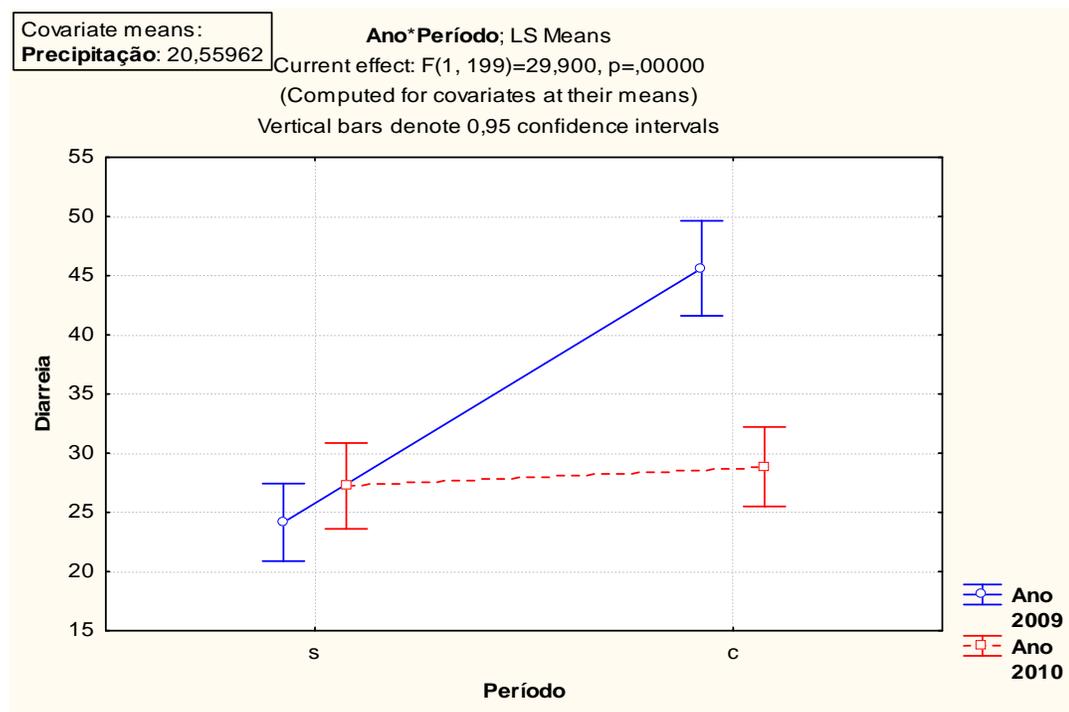


Figura 2.14 - Frequência de casos de diarreia mostrando interação de primeira ordem entre os fatores: período (seco e chuvoso) e ano (2009 e 2010).

Ao se comparar a frequência de casos de diarreia entre a zona rural e a zona urbana, considerando apenas o período seco, não se constatou diferença significativa entre os dois locais, diferentemente do que ocorreu ao se fazer a comparação considerando o período chuvoso, onde a zona rural apresentou uma maior frequência de diarreia neste mesmo período, conforme os dados apresentados na Figura 2.15, mostrando que há

interação de primeira ordem entre o local (zona rural e zona urbana) e o período (seco e chuvoso). Esses resultados apontam para confirmação de que o período chuvoso apresenta-se como fator favorável a veiculação dessa infecção.

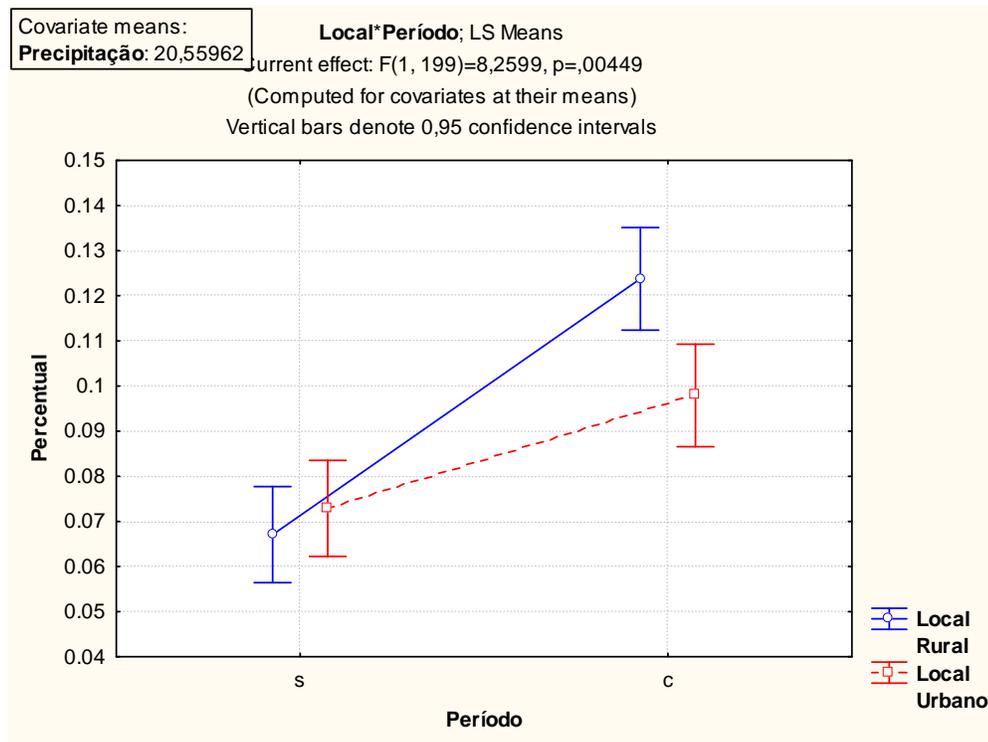


Figura 2.15 - Frequência de casos de diarreia mostrando interação de primeira ordem entre os fatores período (seco e chuvoso) e local (zona urbana e zona rural).

A Tabela 2.6 apresenta um resumo dos resultados obtidos e analisados estatisticamente. Observa-se que foi significativo os resultados encontrados para os fatores relacionados a precipitação, ao período seco/chuvoso, o local de ocorrência e as interações de todos esses fatores entre si.

A maior frequência de diarreia no período em que ocorre maior índice de precipitação, certamente está relacionada com os parâmetros de qualidade da água, que sofreu alteração decorrente da introdução de micro-organismos patogênicos que podem exercer influência direta na ocorrência dessa infecção.

O levantamento dos casos de diarreia realizado neste estudo aponta que esta pode ser uma das principais doenças de transmissão hídrica apresentada pela população. Para Hidalgo (1992), qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas dos recursos naturais renováveis (solo, vegetação, ar, água, fauna), causada por alguma forma de

energia ou elementos produzidos por atividades humanas são capazes direta ou indiretamente, de criar condições nocivas à saúde do homem, à sociedade e aos recursos naturais.

Tabela 2.6 - Resultado da análise estatística dos fatores: precipitação pluviométrica, os casos de diarreia notificados na população da microbacia e os períodos seco e chuvoso nos anos de 2009 e 2010.

Fatores	g.l.	SQ	F	p
Intercepto	1	1,076521	697,4014	0,000000
Precipitação	1	0,001046	0,6775	0,411441
Ano	1	0,029556	19,1470	0,000020
Local	1	0,005097	3,3023	0,070687
Período	1	0,076675	49,6726	0,000000
Ano*Local	1	0,003747	2,4273	0,120825
Ano*Período	1	0,050429	32,6696	0,000000
Local*Período	1	0,012750	8,2599	0,004493
Ano*Local*Período	1	0,003390	2,1964	0,139916
Erro	199	0,307180		
Total	207	0,470466		

Segundo Susser (1994), a análise ecológica de dados ambientais e epidemiológicos pode permitir mais que uma verificação de associações entre fenômenos, uma melhor compreensão do contexto em que se produzem os processos sócio-espaciais.

Ainda segundo esse autor, no enfoque ecológico a saúde de um grupo é mais que a soma da saúde dos indivíduos, é uma maneira de abordar a epidemiologia e a saúde pública, cujo objeto de interesse são os grupos.

Bridgman et al. (1995) descrevem um surto de criptosporidiose (enfermidade causada pelo micro-organismo *Cryptosporidium*) na Inglaterra, entre novembro de 1992 e fevereiro de 1993, que possibilitou associar a qualidade da água não tratada ao aparecimento de enfermidades. Segundo os autores, durante o período de chuva, a infiltração da água de escoamento de uma pastagem que apresentava fezes animais, para dentro da fonte, foi a causa da contaminação. Também afirmam que o monitoramento

periódico da qualidade microbiológica da água e a observação das medidas de proteção das fontes são fatores muito importantes para a prevenção de doenças de veiculação hídrica.

2.4 Considerações finais

Apesar de o Brasil possuir abundância em termos de recursos hídricos, as águas não são distribuídas de modo uniforme no seu território, havendo regiões com escassez da mesma. O Nordeste padece pela restrição hídrica, característica da região. Aliado a essa condição acrescenta-se que a maioria da população não associa a qualidade da água ao fator saúde, ignoram que muitas doenças são transmitidas pela água contaminada.

Pode-se observar que, pelas características físicas da área estudada, esta é ambientalmente frágil e, diante dos diversos usos e ocupação do solo identificados, sobretudo com a forte pressão antrópica, constata-se que a microbacia hidrográfica do Bitury vem sofrendo um processo de degradação acentuado.

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto constituem uma imprescindível contribuição para o levantamento e monitoramento dos aspectos ambientais. As ferramentas disponibilizadas por essa área do conhecimento auxiliam tanto no gerenciamento de estudos da dinâmica da paisagem, quanto nas ações de fiscalização e até mesmo de conscientização ambiental.

Para se medir o grau de degradação da cobertura vegetal, um dos índices mais utilizados é o NDVI. Os baixos valores do NDVI no entorno das nascentes estão associados a atividades antrópicas e provavelmente a diminuição de cobertura vegetal.

O monitoramento da região da microbacia torna-se necessário, por ser um indicador da qualidade ambiental quando em atendimento aos pressupostos legais e por disponibilizar informações que indicam decisões a serem tomadas quanto à prevenção ou recuperação do meio ambiente com influência significativa sobre a saúde da população.

Os casos de diarreia são sugestivos da ingestão de água contaminada por micro-organismos de origem fecal, expondo a situação precária em que se encontra a população quanto à qualidade de vida.

Com base nesse quadro geral de diagnóstico pode-se traçar planos estratégicos de recuperação dessas nascentes focando características individualizadas, podendo ser iniciado com a aplicação do que estabelece a legislação quanto a área de vegetação ciliar que deve existir no seu entorno.

As alterações nos recursos naturais causadas por atividades antrópicas, que venha retirar ou introduzir elementos nesses ambientes naturais, afetando a saúde do ecossistema, vão interferir de maneira direta ou indireta na saúde humana.

A água exerce influência na gênese da doença dirreica, conforme concluíram diversos estudos realizados. Essa constatação justifica a necessidade de intervenções no sentido de melhorar a qualidade e a quantidade de água disponível ao consumo humano.

O ecossistema objeto deste estudo apresentou-se impactado nos seus recursos naturais, com degradação da vegetação, principalmente no entorno das nascentes, comprometendo a qualidade da água, com repercussão direta na saúde humana, entre outras consequências da ação predadora que vem tendo lugar.

Diante do quadro observado devem ser desenvolvidas ações de manejo que venham minimizar os impactos e contribuir para a preservação dos recursos existentes.

O monitoramento da situação de saúde de uma determinada população se torna imperativo quando é notório o impacto das mudanças ambientais produzidas, repercutindo na saúde do ecossistema e na saúde da população. Destarte, torna-se indissociável o binômio saúde/ambiente.

2.5 Referências

ALMEIDA, D. S.; DUARTE, A. J.; ARAÚJO, R. P. Projeto de recuperação de matas ciliares e nascentes da bacia do Rio dos Mangues. In: VI Congresso e Exposição Internacional Sobre Florestas, 6, 2000, Porto Seguro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2000. p. 575-576.

ARCOVA, F.C.S.; CICCO, V. Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no laboratório de hidrologia florestal Walter Emmench, Cunha - SP. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v.9, n.2, p.153-70, 1997.

ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCO, V. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v.10, n.2, p.185-96, 1998.

ARCOVA, F.C.S.; CICCO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.5, n.6, p.125-34, 1999.

ASSAD, M.L.L. Sistemas de informações geográficas na avaliação da aptidão agrícola de terras. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. (Ed). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1998.

BRASIL. **Lei n. 9.433, 8/01/1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1o da Lei 8001, 13/03/1990, que modificou a Lei n. 7.990, 28/12/1989. Brasília: Diário Oficial da União, 1997.

BRASIL. **Lei n. 4.771, 15/09/1965**. Reformulou o Código Águas de 1934 e instituiu o Código Florestal. Brasília: Diário Oficial da União, 1965.

BRASIL. Secretaria de Assistência à Saúde/Coordenação de Saúde da Comunidade. **Sistema de Informação da Atenção Básica**. Brasília: Ministério da Saúde, 1998.

BRIDGMAN, S.A.; ROBERTSON, R.M.P; SYED, Q.; SPEEDE,N.; ANDREWS, N. Outbreak of cryptosporidiosis associated with a disinfected groundwater supply. **Epidemiol Infect**, n.115, p.555-566, 1995.

BROWN, G.W. **Forestry and water quality**. Oregon: 1988.

CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G. **Environmental health engineering in the tropics an introductory text**. 2 ed. Chichester/NewYork/Brisbana/Toronto/Singapore: John Wiley & sons, 1990.

CASTRO, P.S.; GOMES, M.A. Técnicas de conservação de nascentes. **Ação Ambiental**. Viçosa: Editora da Universidade-UFV. p.24-26, 2001.

COLMAN, E.A. Vegetation and watershed management: an appraisal of vegetation management in relation to water supply, flood control, and soil erosion. New York: The Ronald Press Company, 1953. 412p.

CONAMA - **Resolução do CONAMA nº 303**, de 20 de março de 2002, Brasília, DF.

CONAMA - **Resolução do CONAMA nº 20**, de 18 de junho de 1986, Brasília, DF.

CPRM/PRODEEM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Belo Jardim, estado de Pernambuco. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...**São Paulo, 1989. p.88-98.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.115-125, jan/abr. 2005.

GELDREICH, E.E. The bacteriology of water. In: **Microbiology and microbial infections**. London: Arnold, 1998.

HERMANI, L.C. Mananciais estão comprometidos. **Jornal O Estado de São Paulo**, São Paulo, 13 de jan., 1997. Ambiente p.11.

HIDALGO, P. Diagnóstico socioeconômico. João Pessoa: PRM/METROPLAN/AGP, 1992. **Curso Sobre Manejo Conservacionista de Bacias Hidrográficas**.

ITEP/LAMEPE – Instituto de Tecnologia de Pernambuco/Laboratório de Meteorologia de Pernambuco. **Dados Pluviométricos**. Banco de Dados Pluviométrico. Recife: ITEP/LAMEPE, 2011.

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. New York: JohnWiley&Sons.3aEd., 1994.

LIMA, W.P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba; ESALQ/USP, 1986, 242p.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba: EDUSP, 2008.

LOCH, R.E.N.; KIRCHNER, F.F. Classificação de imagens multiespectrais Landsat TM e feições de textura: mapeamento da cobertura vegetal. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 27, n. ½, p. 41-58, 2000.

McKEE, J.E.; WOLF, H.W. **Water quality criteria**. California State Water Resources Control Board. Publication n.3-A, 1971.

NATAL, D.; MENEZES, R.M.T.; MUCCI, J.L.N. Fundamentos de Ecologia humana. In: PHILIPPI JR, A. (Ed). **Saneamento, Saúde e Ambiente**. Barueri/SP; Manole, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J. de; MELLO, J.M. de; GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.17, n.1, p.67-85, 1994.

PHILIPPI Jr., A.; SILVEIRA, V.F.. Controle da Qualidade das Águas. In: **Saneamento, Saúde e Ambiente**. Barueri/SP; Manole, 2005.

PINEDA, M.D.; SCHAFER, A. Adequação de critérios e métodos de avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.39, n.2, p.198-206, 1987.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R. de; PRIMAVESI, A.C.; OLIVEIRA, H.T. de. Water quality of Canchim's creek watershed in São Paulo, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.45, n.2, p.209-17, 2002.

QUEIROZ, J.T.M. **A água de consumo humano distribuída à população e a ocorrência de diarreia: um estudo ecológico no município de Vitória-ES**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

RACHWAL, M.F.G.; CAMATI, A.R. **Diagnóstico sobre ocupação e conservação dos ambientes ciliares do município de Pinhais, PR**. Pinhais: EMBRAPA, 2001.

RAMOS, R.R.D.; LOPES, H.L.; MELO JUNIOR, J.C.F.; CANDEIAS, A.L.B.;SIQUEIRA-FILHO, J.A. Aplicação do índice da vegetação por diferença normalizada (NDVI) na avaliação de áreas degradadas e potenciais para unidades de conservação. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2010, Recife. **Anais...Recife**, 2010. P.001-006.

REIS, T.E.S.; BARROS, O.N.F.; REIS, L.C. Uso de sig e geoestatística no estudo da dependência espacial e estabelecimento de superfície de correlação de fragmentos florestais em áreas de baixa aptidão agrícola. In: MOSTRA DO TALENTO CIENTÍFICO,4., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: GIS BRASIL, 2004.

ROSEMBACK, R.; SILVA FRANÇA, A.M.; FLORENZANO, T.G. **Análise comparativa dos dados NDVI obtidos de imagens CCD/CBERS-2 e TM/LANDSAT-5 em área urbana**. São Paulo: INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,2004.

SECRETARIA DE SAÚDE DE BELO JARDIM. Semana Epidemiológica 2009 e 2010.

SECRETARIA DE SAÚDE DE BELO JARDIM. Situação de Moradia e Saneamento do Município de Belo Jardim/SIAB 2005 a 2010.

SECTMA-Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente/PE. Projeto Para Recuperação e Conservação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca. **Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II**. Recife: SECTMA, 2004.

SILVA, A.A.; CANDEIAS, A.L.B.; TAVARES JUNIOR, J.R. Inserção de dados altimétricos na diferenciação de tipos florestais em brejos de altitude. Revista Brasileira de Cartografia, n.62/1, p.247-260, jul. 2010.

SHIMABUKURO, E.Y.; BATISTA, E.T.; MELLO, M.K.; MOREIRA, J.C.; DUARTE, Y. Using shade fraction image segmentation to evaluate deforestation in Landsat Thematic Mapper images of Amazonian region. **International Journal Remote Sensing**, London, v.19, n.3, p. 535-541, 1998.

SETTI, A.A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Brasília, IBAMA, 1994.

SRHE/PE-Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos/PE. **Plano Hidroambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Capibaribe e Ipojuca**. Recife: SRHE, 2010.

SOUZA, A.D.G.; TUNDISI, J.G. Hydrogeochemical comparative study of the Jaú and Jacaré-Guaçu river watersheds, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.60, n.4, p.563-70, 2000.

SOUZA, E.R.; FERNANDES, M.R.; NEVES, J.C. **Série Ambiente: Proteção de Nascentes**. Belo Horizonte: Emater-MG, 2006.

STUKEL, T.A.; GREEBERG, E.R.; DAIN, B.J.; REED, F.C.; JACOBS, N.J. A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies. **Environ Sci Technol**, n.24, p.571-575, 1990.

SUSSER, M. The logic in Ecological: I. The logic of analysis The logic of design. **American Journal. Of Public Health**, 1994.

XAVIER, A.L.; TEIXEIRA, D.A. Diagnóstico das nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio são João em Itaúna, MG. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu. **Anais...Caxambu**, 2007. p 1-2.