UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS - CCHN
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA - DGEO

NEIVA LUZIA ESPINDULA

INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BUBU, MUNICÍPIO DE CARIACICA – ES

VITÓRIA - ES
2012

NEIVA LUZIA ESPINDULA

INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BUBU, MUNICÍPIO DE CARIACICA – ES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Profª. Drª. Gisele Girardi

VITÓRIA - ES

2012

NEIVA LUZIA ESPINDULA

INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DA TERRA NA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BUBU, MUNICÍPIO DE CARIACICA – ES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Vitória, 21 de novembro de 2012.

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Profª. Drª. Gisele Girardi
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

_____

Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo

_____

Prof. Dr. Eberval Marchioro
Universidade Federal do Espírito Santo

Agradecimentos

Louvo a Deus por tudo que conquistei até agora e deixo meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que me apoiaram para a conclusão deste curso: familiares, amigos, professores e colegas que partilharam comigo experiências e me mostraram os caminhos para o conhecimento.

"O sonho obriga o homem a pensar."

Milton Santos

RESUMO

Nas diversas atividades realizadas na superfície da terra a água é necessária e por isso é cada vez maior a preocupação com a sua quantidade e qualidade. Contudo, mesmo tendo consciência disso, pouco se tem feito na prática e o que assistimos é a poluição e degradação dos recursos hídricos crescendo em escala mundial. Diante disso, buscou-se com este trabalho correlacionar os dados de qualidade da água da Bacia hidrográfica do rio Bubu e a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra, analisando a influência do mesmo para a conservação ou deterioração dos recursos hídricos, visando fornecer subsídios para ações de preventivas, corretivas e de planejamento na bacia. Para tanto, foram utilizados ferramentas de geoprocessamento e fotos para diagnosticar a evolução do uso e cobertura da terra, bem como, dados de estações de monitoramento de qualidade da água para analisar estatisticamente parâmetros físicos, químicos e biológicos da água comparando com os padrões de enquadramento da Resolução CONAMA 357 de 2005. Os resultados obtidos constaram que nos pontos monitorados na bacia cujo uso e cobertura da terra recebem menor influência antrópica são registrados os melhores índices de qualidade da água, enquanto os pontos onde há maior influência das atividades humanas os índices tendem a piorar, ultrapassando os limites previstos na legislação.

Palavras-chave: Bacia do rio Bubu; qualidade da água; uso e cobertura da terra; Bacia hidrográfica; Resolução CONAMA 357/2005.

ABSTRACT

In the various activities on the land surface water is needed and why it is growing concern over its quantity and quality. However, even being aware of it, little has been done in practice and what we watch is the pollution and degradation of water resources to grow worldwide. Therefore, we sought to correlate this work with the data of water quality of the catchment of the River Bubu and spatio-temporal evolution of the use and land cover, analyzing the influence of the same for the conservation and deterioration of water resources in order to provide subsidies for preventive actions, corrective and planning in the basin. For this, we used GIS tools to diagnose and photos of the evolution of land use and cover, as well as data from monitoring stations in water quality to statistically analyze physical, chemical and biological water comparing with the standards framework CONAMA Resolution 357 of 2005. The results consisted we monitored points in the basin whose use and land cover have less anthropogenic influence are recorded the best results of water quality, while the points where there is a greater influence of human activities indexes tend to worsen, exceeding the limits legislation.

Key-words: River basin Bubu; water quality; use and land cover; watershed; CONAMA Resolution 357/2005.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória com destaque a Sub-bacia do rio Bubu 15
Figura 2 - Mapa histórico de Cariacica 16
Figura 3 - Mapa de localização da Bacia hidrográfica do rio Bubu 18
Figura 4 - Mapa das unidades geomorfológicas na Bacia do rio Bubu 19
Figura 5 - Mapa dos bairros integrantes da Bacia do rio Bubu..... 20
Figura 6 - Estações de monitoramento de qualidade da água na Bacia do rio Bubu 34
Figura 7 - Mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1997 e 2010 40
Figura 8 - Ponto 1, estação de monitoramento Ponte do IESBEM 43
Figura 9 - Ponto 1, vista do rio Bubu com área de pastagem 43
Figura 10 - Ponto 1, vista do rio Bubu com área de floresta 44
Figura 11 - Ponto 2, estação de monitoramento Escola Agrícola 44
Figura 12 - Ponto 2, vista do rio Bubu com área de floresta e pastagem 44
Figura 13 - Ponto 2, vista do rio Bubu com área de pastagem 45
Figura 14 - Ponto 3, estação de monitoramento Ponte José Sette 46
Figura 15 - Ponto 3, vista do rio Bubu com área urbana 46
Figura 16 - Ponto 3, vista do rio Bubu com área urbana e de pastagem..... 46
Figura 17 - Ponto 4, estação de monitoramento Contorno de Vitória 47
Figura 18 - Ponto 4, vista do rio Bubu com área urbana e de pastagem 47
Figura 19 - Ponto 4, rio Bubu com vista dos muros do frigorífico Paloma 47
Figura 20 - Desembocadura do rio Bubu próximo a Estrada de ferro Vitória-Minas 48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Uso e cobertura da terra 1997 (%) 41
Gráfico 2 - Uso e cobertura da terra 2010 (%) 42
Gráfico 3 - Comparação de valores da DBO e CONAMA 357/05 52
Gráfico 4 - Comparação de valores do Fósforo Total (P) e CONAMA 357/05 53
Gráfico 5 - Comparação de valores do nitrogênio e CONAMA 357/05 54
Gráfico 6 - Comparação de valores do pH e CONAMA 357/2005 54
Gráfico 7 - Comparação de valores do Oxigênio Dissolvido e CONAMA 357/05 .. 55
Gráfico 8 - Comparação de valores de turbidez e CONAMA 357/05 56
Gráfico 9 - Comparação de valores de sólidos totais e CONAMA 357/05 57
Gráfico 10 - Comparação de valores de coliformes fecais e CONAMA 357/05 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estações de monitoramento de qualidade da água 34
Tabela 2 - Condições de qualidade da água 37
Tabela 3 - Padrões de qualidade da água 37
Tabela 4 - Área e percentual do uso e cobertura da terra 41
Tabela 5 - Resultados estatísticos dos parâmetros de qualidade da água e classes de uso e cobertura da terra – 1998 a 2002 49
Tabela 6 - Resultados estatísticos dos parâmetros de qualidade da água e classes de uso e cobertura da terra – 2007 a 2011 50

LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional das Águas

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

DBO - Demanda Bioquímico de Oxigênio

GEOBASES - Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Espírito Santo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDAF - Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IESBEM - Instituto Espírito Santense Bem-Estar Menor

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

GIS - *Geographic Information System*

GPS - *Global Positioning System*

N - Nitrogênio

NMP - Número Mais Provável

OD - Oxigênio Dissolvido

P - Fósforo

pH - Potencial Hidrogeniônico

RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12
2. OBJETIVOS 14
2.1. Objetivo geral 14
2.1. Objetivo específico 14
3. ÁREA DE ESTUDO 15
4. FUNDAMENTOS CONCEITUAIS 21
4.1. Crise da água 21
4.2. A unidade geográfica Bacia hidrográfica 22
4.3. O uso e cobertura da terra 23
4.4. Qualidade das águas 24
4.5. Parâmetros de qualidade das águas 25
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 31
5.1. Contribuições à metodologia 31
5.2. Recursos computacionais 32
5.3. Recursos cartográficos 32
5.4. Dados de monitoramento das águas 33
5.5. Procedimento de análise do uso e cobertura da terra 35
5.6. Procedimento de avaliação da qualidade da água 36
6. RESULTADOS 39
6.1. Análise do uso e ocupação do solo 39
6.2. Avaliação da qualidade da água 48
6.2.1. Variáveis químicas 50
6.2.2. Variáveis físicas 55
6.2.3. Variável biológica 57
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 59
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61
9. ANEXOS 65

1. INTRODUÇÃO

Dos elementos naturais que o ser humano dispõe, a água aparece como indispensável para sobrevivência. Nas diversas atividades realizadas na superfície da terra a água é necessária e por isso é cada vez maior a preocupação com a sua qualidade, uma vez que devido às suas propriedades de solvente e a sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas.

A qualidade da água é resultado de fenômenos naturais, como escoamento ou infiltração, e da atuação do homem, como na geração de resíduos domésticos ou industriais, bem como os resultantes de atividade agropecuária. Pode-se dizer que a qualidade da água está diretamente ligada às condições de uso e cobertura da terra na Bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005).

O uso e cobertura da terra em uma Bacia hidrográfica é um fator determinante na degradação ambiental das águas, pois é a partir dele que serão definidos os usos prioritários da bacia. Contudo, as formas de uso da água nem sempre vem adequadas a um planejamento de uso e cobertura da terra e por isso tende à depredação frente à expansão e desenvolvimento urbano.

No Espírito Santo, em especial na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) a poluição dos recursos hídricos é visível, principalmente nos cursos d'água que cortam o meio urbano. Na Bacia do rio Bubu, pertencente à Bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, conforme o diagnóstico da HABTEC (1997) o estado da água é ruim em alguns trechos. O que minimiza é o fato da nascente do rio estar na Reserva Biológica de Duas Bocas onde a qualidade da água é melhor, entretanto em direção à foz, a qualidade diminui influenciada pela ocupação urbana e industrial.

Diante disso, o presente trabalho visa analisar mais profundamente as mudanças espaço-temporais do uso e cobertura da terra na Bacia do rio Bubu relacionando com a qualidade da água a partir de dados de pontos de monitoramento de qualidade da água comparados com o padrão de corpos de água da Resolução CONAMA 357 de 2005.

Neste sentido, o presente trabalho buscou desenvolver um estudo que pudesse ser considerado instrumento de referência de ações de preventivas, corretivas e de

planejamento em bacias hidrográficas, uma vez que, a metodologia adotada permitiu relacionar o uso e cobertura da terra e a qualidade da água na Bacia do rio Bubu analisando sua influência para a conservação ou deterioração dos recursos hídricos no decorrer do tempo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver estudo comparativo entre a qualidade da água do rio Bubu e a evolução do uso e cobertura da terra analisando a influência do mesmo para a conservação ou deterioração dos recursos hídricos a fim de dar suporte para ações preventivas, corretivas e de planejamento na bacia.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade da água do rio Bubu, com base em parâmetros físicos, químicos e biológicos em função dos limites para atendimento aos padrões de qualidade das águas estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005;
- Demonstrar a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra;
- Analisar a influência do uso e cobertura da terra nas possíveis alterações dos parâmetros de qualidade da água;

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho compreende a Bacia hidrográfica do rio Bubu que segundo o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) corresponde a uma das 60 Sub-bacias do Rio Santa Maria da Vitória (Figura 1). Ela concentra-se integralmente no município de Cariacica, que integra a Região Metropolitana da Grande Vitória (RGMV) que compreende também os municípios de Vitória, Vila Velha, Serra, Viana, Guarapari e Fundão (Lei 5.120/95).

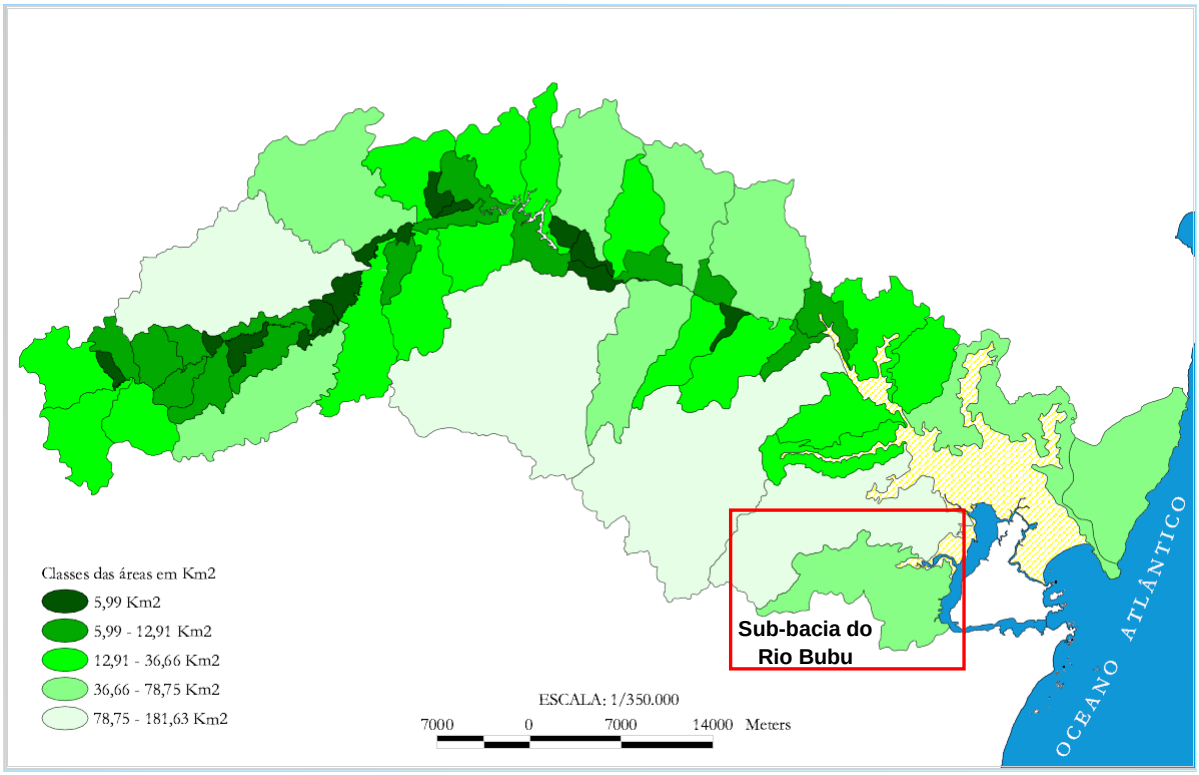


Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória com destaque a Sub-bacia do rio Bubu.
Fonte: Sub-Gerência de Geomática (IEMA)

A história do povoamento de Cariacica é parecida com a de Viana. No final do século XVI e inicio do século XVII, os portugueses atingiram o atual território de Cariacica onde foram formando fazendas de cana-de-açúcar e implantando engenhos. No século XVII os Jesuítas passaram a ocupar parte do território, fundando novas fazendas e engenhos. Não demorou a começar a surgir os primeiros núcleos de povoamento com destaque para a atual Sede do município, nas proximidades do rio Bubu. A população tinha características predominantemente rurais até que suas atividades foram diversificadas com a construção da Estrada de Ferro Vitória – Minas (BEZERRA, 2009).

Em 1938, surge o primeiro loteamento e a partir daí a população cresce em ritmo acelerado culminado num parcelamento desordenado do solo sem a implantação da infraestrutura básica necessária. Em seguida nos anos 1970 com a ascensão da industrialização no município houve um crescimento desordenado no setor urbano, com inúmeros loteamentos clandestinos e invasões facilitando a grande oferta de imóveis destinados à população de baixa renda, surgindo assim sérios problemas sociais e ambientais para o município (BEZERRA, 2009).

O rio Bubu é destacado na história de Cariacica por ter dado nome ao município, pois era chamado preteritamente de rio Cariacica, e por ter abrigado núcleos de povoamentos em suas proximidades, além do ponto de acesso de embarcações (figura 2). Foi lembrado por BEZERRA (2009) da seguinte maneira:

> O filete de água corrente, engrossado por pequenos mananciais, dirigi-se inclinado para Oeste com 18 quilômetros de curso e deságua na baía de Vitória. A sua foz, um pouco ampla ofereceu nos primeiros tempos acesso fácil às pequenas embarcações que atingiam o Porto de Cariacica, primitivo centro comercial e ponto de contato entre a costa e o interior. O território municipal deve o seu nome e esse pequeno tributário do oceano (BEZERRA, 2009, pg 36).

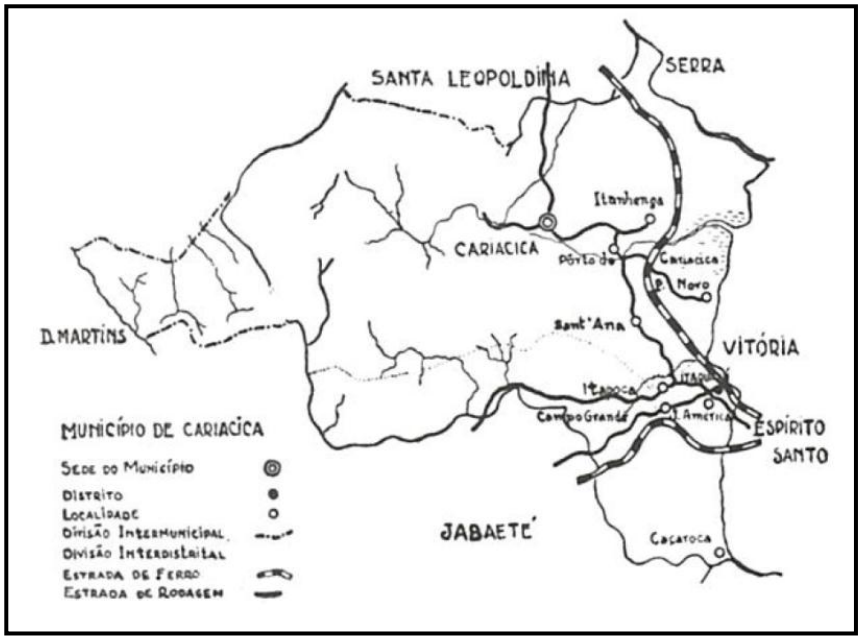


Figura 2 - Mapa histórico de Cariacica.
Fonte: BEZERRA, OMYR LEAL (2009). Cariacica: Resumo histórico.

Como características geográficas, podemos dizer que à paisagem hidrográfica do município de Cariacica, segundo o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2011), é composta pelas bacias dos rios Jucú e Santa Maria da Vitória, com área aproximada de 99,3 km² e 173,8 km² respectivamente, destacando-se como principais rios: Formate, Bubu, Duas Bocas e Santa Maria da Vitória.

A Bacia do rio Bubu tem área de drenagem com aproximadamente 64 km² e corresponde a cerca de 1,8 % da superfície total da Bacia hidrográfica dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu. O principal rio da bacia é o rio Bubu e os Córregos Tanque, Areinha e Cachoeira, são seus afluentes principais. O Córrego Piranema tem saída própria para a Baía de Vitória, mas conforme o IEMA é integrante da bacia. As precipitações médias anuais na bacia decrescem de montante para jusante, variando entre 1.200 e 1.600 mm (HABTEC, 1997).

O rio Bubu nasce na Reserva Florestal de Duas Bocas em altitude de cerca de 600 metros e após um curso de cerca de 18 km desemboca na Baía de Vitoria. O Córrego do Tanque com 3,5 km de comprimento nasce na Serra do Moxuara passando em seu curso por cotas de 20 a 560 metros. O Córrego Areinha com 2,5 km de comprimento passa por uma região mais plana com cotas que variam de 10 a 75 metros. O Córrego Cachoeira, de maior comprimento com 5 km nasce na Serra no Anil e as cotas em seu curso variam de 10 a 320 metros (HABTEC, 1997).

A disposição territorial da Bacia hidrográfica do rio Bubu em relação ao Brasil e Espírito Santo pode ser visualizada a seguir na figura 3. Na figura podem ser visualizados também os Pontos onde o IEMA realiza coleta para o monitoramento de qualidade da água na bacia, bem como, a divisão do Córrego Piranema que tem saída própria para o mar, mas pelo IEMA é integrante da Bacia do rio Bubu.

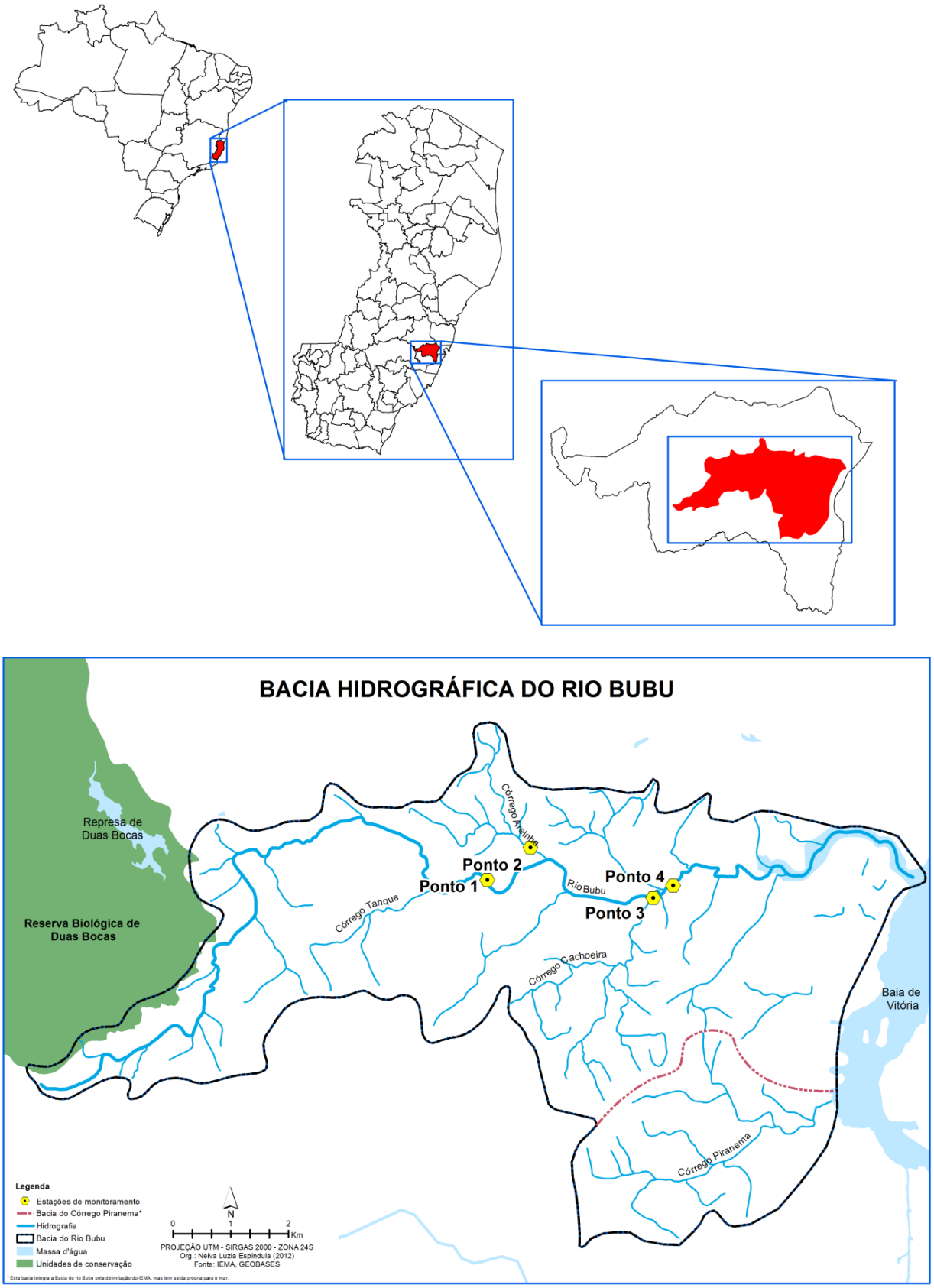


Figura 3 - Mapa de localização da Bacia Bacia hidrográfica do Rio Bubu
Fonte: Elaborado pela autora. Abril 2012.

As unidades geomorfológicas presentes no decorrer do rio são denominadas planícies costeiras, tabuleiros costeiros, destacando-se também os patamares escalonados. Em maior parte do curso o rio Bubu é estreito passando por terrenos ondulados, mas alargando-se na foz nos terrenos planos cobertos por áreas de manguezais. As unidades podem ser visualizadas na figura 4.

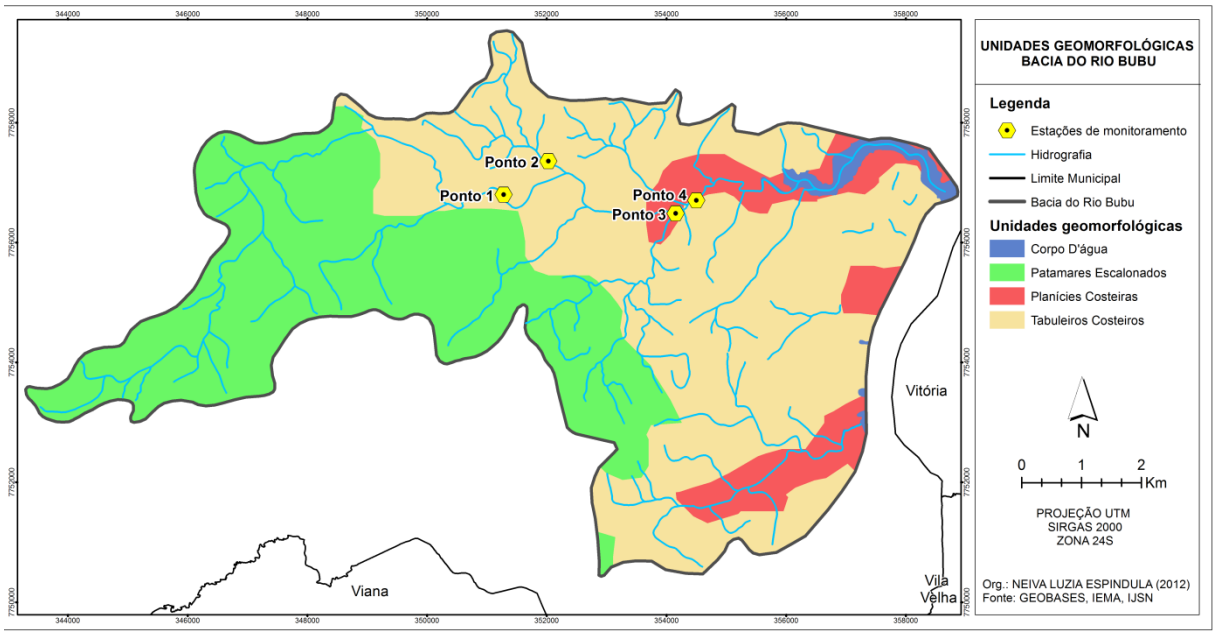


Figura 4 - Mapa das unidades geomorfológicas na Bacia do rio Bubu.
Fonte: Elaborado pela autora. Dezembro 2012.

As atividades nas cabeceiras da bacia do rio Bubu são predominantemente agropecuárias e no trecho inferior as áreas urbanas, incluindo bairros densamente povoados como Flexal e Vila Prudêncio. O trecho da bacia situado a montante da afluência do córrego Areinha possui características rurais, tendo em sua bacia parte da cidade de Cariacica Sede, a Escola Agrícola e o Instituto Espírito Santense Bem-Estar Menor (IESBEM). O Córrego da Cachoeira recebe os efluentes industriais da Frimacal, indústria de carne e derivados. E a jusante da afluência do mesmo córrego se situa o frigorífico Paloma. Este trecho inferior apresenta características tipicamente urbanas (HABTEC, 1997).

A população residente na Bacia do rio Bubu corresponde a cerca de 127.253 habitantes conforme Censo Demográfico do IBGE (2010). Desconsiderando os bairros localizados na Bacia do Córrego Piranema, que tem saída própria para o mar, e considerando apenas os bairros diretamente influentes no rio Bubu e seus afluentes temos uma população de aproximadamente 49.304 habitantes, sendo os

bairros mais populosos Flexal II, Cariacica Sede, Porto de Cariacica e Campo Verde. A distribuição dos bairros pode ser visualizada na figura 5.

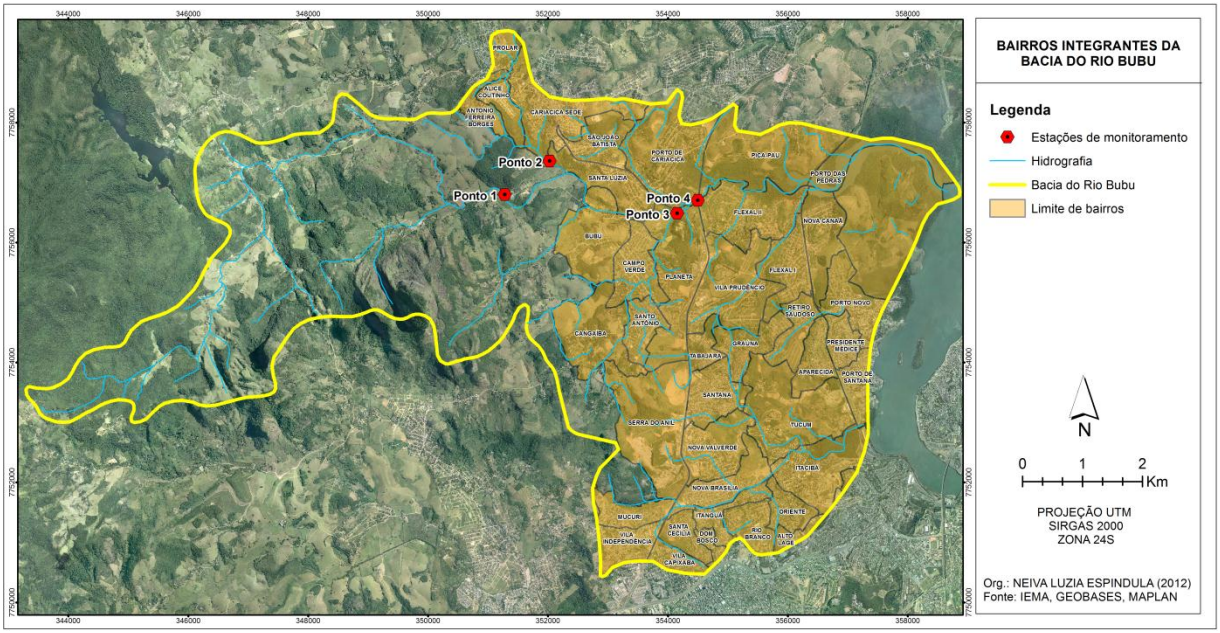


Figura 5 - Mapa dos bairros integrantes da Bacia do rio Bubu.
Fonte: Elaborado pela autora. Dezembro 2012.

4. FUNDAMENTOS CONCEITUAIS

4.1. Crise da água

A ideia inicial da importância da água para humanidade parte do princípio de que o corpo humano é composto em média por 70% de moléculas de água. A partir daí nos recordamos de outros diversos usos no qual sem a água não sobreviveríamos, como saciar a sede, preparar os alimentos, fazer a higiene pessoal, limpar nossa casa, dentre vários outros que compõem a extensa lista de usos múltiplos que a ela podem ser atribuídos.

Para REBOUÇAS *et al* (2006) “água” diz respeito ao elemento natural em si, desvinculado de qualquer utilização e “recurso hídrico” diz respeito à água como bem econômico voltado a um determinado fim. Vale ressaltar que nem toda água do planeta é um recurso hídrico, pois nem sempre está vinculada a um fim econômico.

Muitos são os estudos que apontam para uma crise da água relacionada, principalmente, ao crescimento populacional, ao grau de urbanização e os usos múltiplos da água que a afetam em quantidade e qualidade. Porém, mesmo com toda a mobilização em torno da água e da sustentabilidade pouco se tem feito na prática, e o que assistimos é a poluição e degradação dos corpos d’água que crescem em escala mundial. O que antes era considerado um problema dos países subdesenvolvidos, hoje se torna uma preocupação mundial haja vista a escassez também para os países desenvolvidos (RIBEIRO, 2008).

Os usos da água mais discutidos em estudos sobre recursos hídricos são o abastecimento humano, o desenvolvimento de atividades agrícolas e industriais e a própria manutenção dos ecossistemas planetários. Entre estes tem destaque o uso para produção de mercadorias que demanda grande quantidade de água e é também a maior fonte de degradação devido ao uso em sistemas industriais e a devolução ao ambiente sem o devido tratamento (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

Com isso, RIBEIRO (2008) aponta para duas vertentes que direcionam para uma crise da água: a diferença entre o ritmo natural de recomposição da água e o desenvolvimento da sociedade consumista de bens materiais. Com isso, o espaço

habitado se tornou um meio geográfico diferente do que fora no passado, não há como comparar, pois após a Revolução Industrial o quadro orgânico natural foi substituído por uma anarquia mercantil que se espalha pela terra e os efeitos diretos e indiretos afetam a todos (SANTOS, 2012).

O problema da água é intensificado ainda com a falta de mecanismos adequados de monitoramento e controle, principalmente em países pobres, isso atinge diversos rios e lagos próximos aos grandes centros urbanos. Isso, e os demais fatores apontados neste texto significam que se não forem adotados padrões mais rígidos algumas fontes de água usadas hoje não poderão mais ser usadas no futuro.

4.2. A unidade geográfica Bacia hidrográfica

A Bacia hidrográfica é considerada desde os anos 1960 uma unidade espacial na Geografia Física, contudo nos últimos anos tem sido valorizada como unidade de análise e planejamento ambiental nas diversas áreas das Ciências Ambientais (BOTELHO; SILVA, 2007).

De acordo com ARAUJO *et al* (2008) a Bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras drenadas, constituídas por um rio principal e seus afluentes hierarquicamente interligados. Ela é delimitada externamente por divisores de águas e internamente por interflúvios que dividem as sub-bacias-hidrográficas. GUERRA & CUNHA (2010) fundamentam o recorte espacial territorial de uma Bacia hidrográfica como junção das paisagens naturais e das paisagens modificadas pelas ações humanas.

Uma Bacia hidrográfica, enquanto unidade geográfica constitui um sistema natural de planejamento mundialmente aceito. Podemos dizer que é uma unidade espacial facilmente reconhecida e caracterizada levando em conta que não há qualquer área da terra, por menor que seja, que não se integre a uma Bacia hidrográfica (NASCIMENTO; VILLAÇA, 2008, *apud* SANTOS, 2004).

Segundo ROCHA (1991), as bacias hidrográficas são consideradas “palcos” do diversos tipos de degradação, e por esse motivo, devem ser monitoradas visando a adequação do uso de seus recursos naturais para que os impactos causados ao ambiente natural sejam os menores possíveis. Com monitoramento da bacia existe a

capacidade de identificar e apontar os possíveis locais sujeitos ou não a algum tipo de dano ambiental, por isso, Bacia hidrográfica é instrumento de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

A Lei das Águas (9.433/97) estabelece os princípios básicos para gestão dos recursos hídricos no país, inclusive o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que tem como objetivo regulamentar a implantação dos comitês de bacias que agem juntamente com as agências de água e entidades públicas dando suporte científico na administração das bacias hidrográficas.

4.3. O uso e cobertura da terra

A expressão “uso da terra” pode ser compreendida como a maneira pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, já o termo “cobertura da terra” compreende todo seu revestimento. Assim, para auxiliar nos estudos de desenvolvimento de determinada região, é necessário constantemente analisar e acompanhar a distribuição espacial do uso e cobertura da terra (ROSA, 1992).

O uso e cobertura da terra em uma Bacia hidrográfica é um fator determinante na degradação ambiental das águas, pois é a partir dele que serão definidos os usos prioritários da bacia. Contudo, as formas de uso da água nem sempre vem adequadas a um planejamento de uso e cobertura da terra e por isso tendem à depredação frente à expansão e desenvolvimento urbano. Conforme VON SPERLING (2005), a qualidade da água está diretamente ligada às condições de uso e cobertura da terra na Bacia hidrográfica.

A cobertura da terra em várias partes do Brasil ocorreu de forma desordenada, com danos ao meio ambiente que vão desde o extermínio de florestas nativas até a poluição dos recursos hídricos. Com isso, estudos que busquem caracterizar e monitorar o meio físico são importantes à medida que darão suporte a ações de curto, médio e longo prazo que visem recuperar essas áreas.

É de fundamental importância para planejar, monitorar e controlar o uso e cobertura da terra, que sejam feitos levantamentos sobre os recursos naturais e usos da terra de dada região, pois isso dará margem à capacidade da terra de sofrer a intervenção humana.

Dessa forma, informações sobre uso e cobertura da terra são indispensáveis para o manejo eficiente dos recursos agrícolas, florestais e hídricos. É através destas informações que entendemos a espacialização das atividades praticadas na Bacia hidrográfica e compreendemos as interações entre as formas de ocupação e a proporção das ações causadoras da deterioração do meio.

Com isso, o uso e cobertura da terra é hoje um instrumento relevante na pesquisa Geográfica para compreensão da organização espacial terrestre. Além disso, a necessidade de garantir a sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas releva o uso da terra impulsionado pelo debate sobre o desenvolvimento sustentável.

4.4. Qualidade das águas

Segundo REBOUÇAS *et al* (2006) a área que trata da qualidade das águas talvez seja uma das que possui menos informações no País. Podemos dizer que as estações de monitoramento em operação são recentes e pouco expressivas em vários estados brasileiros, as variáveis avaliadas são pouco abrangentes e a periodicidade das coletas é irregular. Todos estes fenômenos dificultam a avaliação da qualidade da água de uma Bacia hidrográfica.

As informações sobre a qualidade da água são necessárias para que se conheça a situação de um corpo hídrico, por isso, mesmo que os dados não sejam suficientes para obtenção de um resultado plenamente satisfatório usaremos para concretização deste trabalho o que estiver disponível para obter um diagnóstico que seja capaz de contribuir para futuras pesquisas, planejamentos e ações em torno da problemática da água.

REBOUÇAS *et al* (2006), referência no estudo das águas, comenta sobre as características gerais da qualidade das águas:

> As características de qualidade das águas derivam dos ambientes naturais e antrópicos onde se originam, circulam, percolam ou ficam estocados. Os problemas de escassez de água que ameaçam a sobrevivência das populações e do ambiente favorável a vida na Terra, segundo alguns, são originados pelo crescimento desordenado das demandas e sobretudo, pelos processos de degradação de sua

> qualidade, atingindo níveis nunca imaginados, a partir da década de 1950 (REBOUÇAS, 2006, pg. 24).

Conforme VON SPERLING (2005), a qualidade de determinada água depende tanto dos fenômenos naturais que nela se processam como da ação do homem no ambiente, assim a qualidade da água está ligada ao uso e cobertura da terra que ocorrem na Bacia hidrográfica.

Mesmo numa Bacia hidrográfica em condições naturais a qualidade das águas é atingida por infiltração no solo e pelo escoamento superficial resultantes do ciclo hidrológico natural e da cobertura e composição do solo. Mas, quando tratamos da intervenção do ser humano o fenômeno é mais complexo, pois a forma como o mesmo explora a terra contribui para introdução de compostos nocivos a qualidade do solo e da água.

VON SPERLING (2005) aponta a diferença entre qualidade existente de uma água e a qualidade desejável de uma água. A primeira, respectivamente, é função do uso e da ocupação do solo na Bacia hidrográfica, objeto de estudo do presente trabalho, a segunda é função do uso desejável de uma água. Para ambos os casos a qualidade da água é substancial tanto para diagnosticar atividades poluidoras como para determinar subsídios que adéquam a água ao uso previsto.

Segundo REBOUÇAS *et al* (2006), para avaliar a qualidade de determinada água devemos considerar nas amostras as características físicas, microbiológicas e químicas, a depender do objetivo pretendido. Revela ainda a complexidade de se querer medir a qualidade total da água.

4.5. Parâmetros de qualidade das águas

Segundo VON SPERLING (2005), as principais características da água podem ser enunciadas como:

- Características físicas: são os sólidos presentes na água que dependendo do tamanho podem ser suspensos, coloidais ou dissolvidos.
- Características químicas: são as matérias orgânicas ou inorgânicas existentes na água.

- Características biológicas: são os seres animais, vegetais e protistas presentes na água.

Assim, a seguir serão apresentados, de forma concisa, os conceitos dos parâmetros que darão embasamento a este estudo, observando que o objetivo do trabalho não é medir a qualidade total da água e sim buscar evidências sobre a situação da água na bacia em estudo.

a) Variáveis físicas

- Turbidez

Conforme VON SPERLING (2005) a turbidez corresponde à interferência na passagem de luz através da água tornando sua aparência turva. É atribuída, geralmente, as partículas sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, coloides) que podem ser originadas por algas e outros microrganismos e/ou decomposição de rochas – resultantes fatores hidrológicos, cujos mais importantes são quantidade e distribuição das precipitações, estrutura geológica, condições topográficas e cobertura vegetal que influenciam a formação de material intemperizado na Bacia hidrográfica e o carregamento destes materiais até os rios (CHRISTOFOLETTI, 1981). A origem desses materiais pode ser o solo (quando não há mata ciliar), a mineração (como a retirada de areia ou a exploração de argila), as indústrias ou o esgoto doméstico, lançado nos mananciais sem tratamento adequado.

Geralmente, após forte precipitação, as águas dos mananciais superficiais ficam turvas, devido ao carregamento pela enxurrada dos materiais sedimentáveis das margens. Com isso, os solos argilosos e as águas em maior movimentação, ocasionam turbidez. A turbidez reduz a penetração da luz na coluna d'água, prejudicando a fotossíntese da vegetação aquática podendo influenciar as comunidades biológicas. Além disso, prejudica os usos domésticos, industriais e recreativos da água.

- Sólidos totais

Os sólidos podem ser orgânicos e inorgânicos e podem ser classificados de acordo com as suas características físicas (tamanho e estado) ou características químicas. Quase todas as impurezas da água contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos de água (FLAUZINO, 2008, *apud* MACEDO, 2004).

Existem vários tipos de sólidos que são classificados de acordo com tamanho e características químicas. Para efeito deste estudo abordaremos apenas os sólidos totais, que conforme FLAUZINO (2008), *apud* APHA (2005) são o somatório de toda a série de sólidos existentes na água. Em linhas gerais representa toda matéria que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura e tempo pré-estabelecidos.

b) Variáveis químicas

- Potencial hidrogeniônico (pH)

Corresponde a concentração de íons Hidrogênio presentes numa amostra de água. O pH da água determina a solubilidade (quantidade que pode ser dissolvida na água) e a disponibilidade biológica (quantidade que pode ser usada pela biota aquática) dos constituintes químicos (FLAUZINO, 2008, *apud* MACEDO, 2004).

O pH fornece a indicação sobre a acidez (pH<7), neutralidade (pH=7) ou alcalinidade (pH>7) da água, variando de 0 a 14. Variações no pH estão associadas naturalmente pelo intemperismo de rochas, absorção de gazes atmosféricos, oxidação de matéria orgânica e fotossíntese, e antropicamente por despejos domésticos (oxigenação de matéria orgânica) e industriais (VON SPERLING, 2005).

Organismos aquáticos estão, normalmente, adaptados ao pH neutro, por isso alterações bruscas do mesmo pode ocasionar perda de biodiversidade. Além disso, os ecossistemas aquáticos naturais podem sofrer efeitos diretos e indiretos sobre a fisiologia das diversas espécies, isso ocorre, pois em determinadas condições o pH contribuí para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados.

- Nitrogênio (N)

O nitrogênio é um dos elementos fundamentais no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Isso se deve principalmente a sua grande contribuição no processo de formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. Quando apresentado em baixas concentrações pode operar como elemento limitante na produção primária de ecossistemas aquáticos (FLAUZINO, 2008, *apud* ESTEVES, 1998).

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são variadas. Uma das principais são os esgotos sanitários que lançados nas águas sofrem hidrólise devido ao contado da ureia com a água. Efluentes industriais também contribuem principalmente as indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, de conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes que liberam nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas.

A atmosfera é outra fonte importante de N devido a fenômenos como fixação biológica desempenhada por bactérias e algas e a fixação química. Nas áreas rurais, o escoamento pluvial pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. E nas áreas urbanas, as drenagens pluviais associadas aos problemas com o lixo urbano, constituem fonte (FLAUZINO, 2008, *apud* CETESB, 2008).

O nitrogênio em levadas concentrações pode causar eutrofização em lagos ou represas, além disso, nos processos bioquímicos de conversão do nitrogênio em outros compostos ocorre o consumo de oxigênio afetando a vida aquática. Em formato de amônia pode ser tóxico aos peixes (VON SPERLING, 2005).

- Fósforo (P)

O fósforo é de grande relevância nos sistemas biológicos devido a sua participação em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos. Os compostos de fósforo atuam como fatores limitantes à vida dos organismos aquáticos e no controle ecológico das algas. Despejos orgânicos como esgotos domésticos, alguns tipos de indústrias e as águas drenadas de zonas agrícolas ou urbanas, podem enriquecer os corpos d’água com esse elemento (FLAUZINO, 2008, *apud* ESTEVES, 1998).

O fósforo é o nutriente indispensável para o crescimento de micro-organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Quando em elevadas concentrações em lagos ou represas, pode conduzir a um crescimento exagerado de algas causando eutrofização (VON SPERLING, 2005).

- Oxigênio dissolvido (OD)

O oxigênio (O_2) desempenha papel fundamental na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos. Entre os gases dissolvidos na água é um dos mais

importantes. As principais fontes de oxigênio para a água são: a atmosfera e a fotossíntese (FLAUZINO, 2008, *apud* ESTEVES, 1998).

De acordo com Libânio (2005) a concentração de OD se refere ao percentual da concentração de saturação, pois valores absolutos podem não traduzir obrigatoriamente, as condições reais do corpo d'água. Conforme VON SPERLING (2005) os níveis de OD apontam para a capacidade de um corpo hídrico manter a vida aquática.

O consumo de OD ocorre naturalmente devido a respiração dos organismos presentes no ambiente aquático, por perdas para a atmosfera, oxidação de íons e mineralização da matéria orgânica. Quando as águas são preservadas o OD é elevado ficando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. Entretanto, quando o corpo hídrico tem consumo de OD acima do considerado normal às águas estão poluídas apresentando baixa concentração de oxigênio dissolvido devido ao consumo excessivo para decomposição de compostos orgânicos.

Dentre os impactos causados, a redução da concentração de oxigênio dissolvido na água favorece a proliferação de algas à superfície, além de prejudicar espécies aquáticas e causar maus odores.

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um importante indicador de qualidade das águas, pois quantifica a poluição orgânica de determinado corpo hídrico ou efluente. Corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microorganismos, na oxidação biológica da matéria orgânica, sob condições aeróbicas.

A avaliação da DBO em laboratório ocorre num período de 5 dias numa temperatura de incubação de 20ºC. A DBO padrão é expressa por $DBO_{5,20}$ (VON SPERLING, 2005). Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática (FLAUZINO, 2008, *apud* BRANCO, 1986; ESTEVES, 1998).

Como a DBO mede apenas a quantidade de oxigênio consumido num teste laboratorial padrão, ela não é capaz de diagnosticar a presença de material não biodegradável, nem considera o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana (HABTEC, 1997).

c) Variável biológica

- Coliformes

As bactérias do tipo coliformes são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. Elas reproduzem-se ativamente a 44,5ºC e são capazes de fermentar os açúcares (FLAUZINO, 2008, *apud* CETESB, 2008).

Bactérias coliformes não são causadoras de doenças, pois vivem no interior do intestino humano auxiliando a digestão. As fezes contêm grande número dessas bactérias. Isso tem uma grande importância para a avaliação da qualidade da água dos rios, uma vez que a presença das bactérias coliformes na água de um rio significa que esse rio recebeu esgotos. As doenças advêm das fezes das pessoas doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os micróbios causadores de doenças (FLAUZINO, 2008, *apud* BRANCO, 1986; ESTEVES, 1998).

Assim, a determinação da concentração dos coliformes que é feita estatisticamente pelo Número Mais Provável (NMP) assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (MOTA, 1995).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1. Contribuições à metodologia

Para construção da metodologia desta pesquisa alguns trabalhos contribuíram e/ou auxiliaram na apreensão dos conceitos necessários. Dentre eles alguns serão relatados em seguida.

A dissertação de mestrado em Geografia de FLAUSINO (2008) que objetivou avaliar temporal e espacialmente a qualidade da água do lago da Usina Hidrelétrica de Miranda por meio de análises físico-químicas e bacteriológicas. Os resultados das análises foram interpretados em função Resolução nº 357 do CONAMA (2005). A área de estudo foi mapeada quanto ao uso e ocupação das terras com ferramentas de geoprocessamento. Os resultados forneceram melhor conhecimento das condições ambientais da área de estudo podendo ser utilizados, dentre outros, para auxiliar o planejamento e gestão ambiental local e regional.

Outro trabalho que deve ser citado é o artigo de VANZELA *et al*. (2010) que objetivou verificar a influência do uso e ocupação dos solos sobre os recursos hídricos do córrego Três Barras, município de Marinópolis, SP. A metodologia utilizada foi uma análise de correlação de Pearson entre os parâmetros de qualidade e disponibilidade de água e o uso e ocupação dos solos.

O artigo de BONNET, B.R.P. *et al* (2008) também teve contribuição, pois investigou as possíveis relações entre qualidade da água e uso do solo em bacias hidrográficas de abastecimento público em Goiás. Este trabalho levou em conta parâmetros de qualidade da água (como nitrogênio e fósforo) em diferentes escalas da paisagem (ex. zona ripária) para uma melhor determinação das relações.

A dissertação de mestrado em engenharia ambiental de FREIRE (2009) que buscou estabelecer dentre as classes de uso do solo, quais possuíam maior relação linear com os parâmetros de qualidade da água aplicadas a algumas sub-bacias hidrográficas de afluentes do rio Itapemirim utilizando técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e técnicas de estatística multivariada.

5.2. Recursos computacionais

Para a execução das análises espaciais deste trabalho foi utilizado o programas ArcGIS na versão Desktop 10.0 de propriedade da empresa ESRI. A utilização do deste programa foi impulsionada pelo conhecimento das ferramentas, facilidade de manuseio, a grande aceitação no mercado e a disponibilização de uma licença de 60 dias de utilização pela empresa ESRI através do site, de 27 de maio a 25 de julho de 2012.

O datum padrão utilizado foi o SIRGAS 2000, Projeção Universal Transversa de Mercator, Meridiano Central 33º Oeste de Greenwich, Zona 24 Sul. Os dados Georreferenciados que não estavam neste padrão foram transformados para compatibilizar as bases. Os layouts de mapas e análises espaciais foram realizados pela autora.

Para análise estatística dos dados de qualidade da água e a geração dos gráficos foi utilizado o *software* Microsoft Office Excel 2007 componente do Pacote Office da empresa Microsoft. A utilização deste programa se deve ao conhecimento e facilidade de manuseio.

5.3. Recursos cartográficos

A utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para execução de uma pesquisa requer não apenas um programa computacional, mas um banco de dados georreferenciados compatível com as necessidades da pesquisa e capazes de se relacionarem entre si.

As bases de dados desta pesquisa foram provenientes de diversas instituições e estão descritas a seguir.

- Estações de monitoramento de qualidades das águas: coordenadas fornecidas pela ANA – 2001
- Hidrografia: GEOBASES – 2003
- Limite da Sub-Bacia: produzido pela autora a partir de mapa IEMA sem data.
- Limite de Bairro: IJSN – 2009

- Limite Estadual: GEOBASES – não foi possível identificar o ano
- Limite Municipal: GEOBASES/IDAF – 2010
- Massa d'água: GEOBASES – 2003
- Ortofotos Raster: MAPLAN – 1/2.000 – 2007/2008
- Unidades de conservação - GEOBASES – não foi possível identificar o ano
- Unidades Geomorfológicas: IJSN – 2012
- Uso e Ocupação do Solo: GEOBASES – 1997
- Uso e Ocupação do Solo: IJSN – 2010

Estes planos de informação foram importantes para a geração dos mapas presentes no trabalho, bem como, a localização dos Pontos de monitoramento de qualidade da água nos mapas, os cálculos das áreas de uso e cobertura da terra, cálculo da área da Bacia hidrográfica, muito relevantes para a pesquisa.

Além disso, também houve a utilização do Google Earth, Google maps e Google Street View. Os dois primeiros, respectivamente, serviram de apoio para um conhecimento melhor da região de estudo. O último, Google Street View, foi muito útil para obtenção de fotos, compatíveis com a data da pesquisa, dos locais onde estão localizadas as estações de monitoramento e permitiu analisar os usos da terra preponderantes nestas regiões.

O Google Street View é uma ferramenta recentemente lançada no Estado do Espírito Santo. Corresponde a um serviço de mapeamento fotográfico de ruas criado pela Google em 2007. Fornece aos usuários via internet vistas panorâmicas, ao nível de ruas, de 360º na horizontal e 290º na vertical. As imagens são obtidas por câmeras, acopladas aos veículos da empresa, que capturam e fazem as imagens corresponderem um local via *Global Positioning System* (GPS) (SOARES, 2011).

5.4. Dados de monitoramento das águas

O IEMA monitora a qualidade da água do rio Bubu a partir de quatro Estações do tipo Qualidade da água, duas no próprio curso do Rio Bubu e outras duas nos afluentes: Córrego Areinha e Córrego Cachoeira (Tabela 1). As análises são realizadas pela Subgerência de Análises e Parâmetros Ambientais do IEMA no Laboratório de Análises "Moacyr Cavalheira de Mendonça". O georreferenciamento destes Pontos para construção de mapa foi realizado a partir das coordenadas fornecidas pela Agência Nacional das Águas (ANA).

Tabela 1- Estações de monitoramento de qualidade da água

Descrição do ponto	Código ANA	Nome da Estação	Código IEMA	Curso de água	Coordenadas E	Coordenadas N
Ponto 1	57136000	RIO BUBU (Ponte do IESBEM)	BUB1C001	Rio Bubu	35127	775680
Ponto 2	57137000	RIO BUBU (Escola Agricola)	BUB2C005	Córrego Areinha	35202	775736
Ponto 3	57138000	PONTE JOSÉ SETTE	BUB1C010	Córrego Cachoeira	35415	775648
Ponto 4	57139000	CONTORNO DE VITÓRIA	BUB1C015	Rio Bubu	35450	775670

Fonte: Inventário de estações fluviométricas, ANA.

O presente estudo utilizou dados dos anos 1998 a 2002 disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional das Águas (ANA) e dos anos 2007 a 2011 disponibilizados via email pelo IEMA. A coleta de amostras durante os anos analisados ocorreram em alguns casos 1 vez ao ano chegando até 4 vezes no ano.

A distribuição dos Pontos de monitoramento pode ser visualizada na Figura 6 pela descrição de Pontos 1, 2, 3 e 4 de montante para jusante.

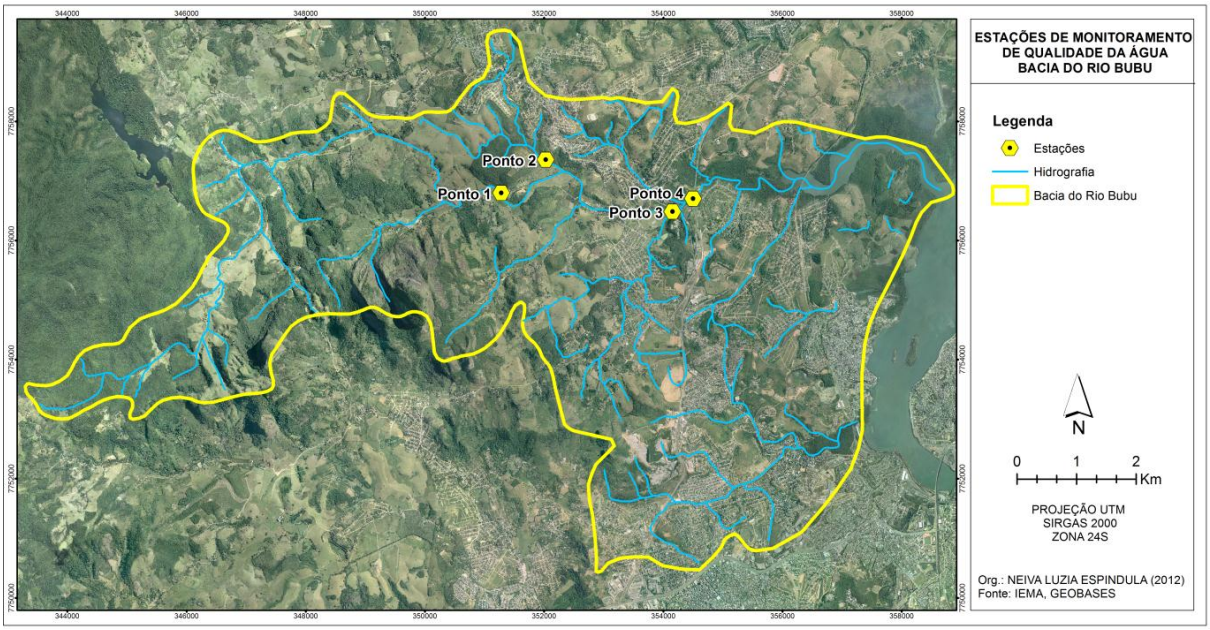


Figura 6 - Estações de monitoramento de qualidade da água na Bacia do rio Bubu
Fonte: Elaborado pela autora. Abril 2012.

5.5. Procedimento de análise do uso e cobertura da terra

Para avaliar o uso e cobertura da terra foram elaborados mapas em ambiente SIG a partir de arquivos em formato *shapefile* (*shp*) do ano 1997 fornecido pelo GEOBASES e do ano 2010 fornecido pelo IJSN. Estes dados foram processados a partir da unidade de mapeamento denominada Sub-bacia do rio Bubu cujo limite foi concebido manualmente no programa ArcGis 10.0 através de um arquivo *pdf* disponibilizado no site do IEMA.

Com isso a partir da Sub-bacia do rio Bubu foram realizados recortes das bases cartográficas com auxílio de ferramentas ArcGis que permitiram visualizar elementos da área de estudo precisamente, bem como, calcular as áreas de cada classe de uso e cobertura da terra proporcionando uma comparação da evolução temporal das classes num intervalo de 13 anos.

As classes de uso e cobertura da terra de 1997 são: solo exposto/afloramento rochoso, agricultura, áreas urbanas, floresta natural primária ou secundária avançada ou média, vegetação natural secundária, manguezais, pastagem, pastagem sombra, cursos d'água.

As classes de uso de uso e cobertura da terra de 2010 foram definidas conforme Manual Técnico de Uso e Cobertura da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006) e são as seguintes: água, cultura, floresta, silvicultura, alagado, afloramento rochoso, manguezal, mineração, pastagem, área urbana (IJSN, 2010).

Para efeitos de elaboração dos mapas as classes de uso e cobertura foram igualadas para facilitar a comparação. Por exemplo, floresta natural primária ou secundária avançada ou média e floresta natural secundária equivalem à floresta. Outro exemplo é a pastagem e pastagem sombra que foram definidas apenas como pastagem.

Os dois mapas foram concebidos com a mesma legenda e cores facilitando a compreensão e contam com a disposição dos Pontos de monitoramento da qualidade água visando identificar o uso e cobertura da terra onde às amostras foram coletadas. Aos Pontos de monitoramento foram admitidos classes de

cobertura da terra espacialmente mais próximas a fim de comparar as diferenças da qualidade da água para Pontos com classes de cobertura da terra distintas. Foram considerados também as atividades praticadas nas proximidades das nascentes e afluentes que influenciam aquele Ponto.

Vale ressaltar que o mapa de uso e cobertura da terra de 1997 foi realizado a partir de sensoriamento remoto pelas imagens *Landsat* por classificação supervisionada e híbrida. Já o mapa de uso e cobertura da terra de 2010 foi feito com imagens *Landsat* de resolução maior com correções realizadas com auxílio de ortofotos. Essa diferença de procedimento de elaboração pode interferir nos resultados.

Assim, a análise foi aprimorada com a visualização de fotos dos Pontos de monitoramento obtidas através da ferramenta *Google Street View*. Das fotos panorâmicas buscou-se capturar as melhores visualizações, nos Pontos de monitoramento do rio Bubu e seu entorno para reforçar o uso e cobertura da terra presentes atualmente na área de estudo.

5.6. Procedimento de avaliação da qualidade da água

Os parâmetros utilizados na pesquisa foram escolhidos a partir da disponibilidade dos dados em todos ou maior parte dos anos. As variáveis físicas adotadas foram Turbidez e Sólidos Totais; variáveis químicas: fósforo total (P), Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD) e Nitrogênio (N); e, variável biológica: Coliformes. Estes dados foram interpretados em função dos padrões de qualidade das águas de Classe 2 dispostos na Resolução CONAMA 357 de 2005 que será examinada a seguir.

A Resolução CONAMA 357 de 17 de maio de 2005 dispõe, principalmente, sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais de enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes considerando a água como integrante das preocupações acerca do desenvolvimento sustentável.

A Resolução CONAMA 357 de 2005 em seu Art.4º, inciso III, do Capitulo II, Seção I, estabelece que as águas doces de Classe 2 podem ser destinadas:

[...]

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
b) à proteção de comunidades aquáticas;
c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
e) à aquicultura e a atividade de pesca.

[...]

Ainda no seu Art. 15º, incisos I e II, Capítulo III, na Seção II, apresenta as condições e padrões de qualidade das águas doces de Classe 2. A tabela 2 traz as condições de qualidade da água e a tabela 3 os padrões de qualidade da água que auxiliaram as análises deste trabalho. Como nem todos os parâmetros descritos na Resolução CONAMA foram utilizados optou-se por descrever apenas os que tiveram utilização prática observada à disponibilidade de dados fornecidos.

Tabela 2 - Condições de qualidade da água

PARÂMETROS	VALOR
DBO_5 (mg de O_2/L)	≤ 5
OD (mg de O_2/L)	> 5
Turbidez (UNT)	≤ 100
pH	6,0 a 9,0

Fonte: Resolução CONAMA 357 de 2005

Tabela 3 - Padrões de qualidade da água

PARÂMETROS	VALOR
Sólidos totais mg/L	≤ 500
Fosforo total mg/L (em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico).	≤ 0,050
Coliformes totais (NMP/100mL)	até 1000
Nitrogênio amoniacal total	3,7 mg/L para pH até 7,5 2,0 mg/L para pH entre 7,6 e 8,0 1,0 mg/L para pH entre 8,1 e 8,5 0,5 mg/L para pH acima de 8,5

Fonte: Resolução CONAMA 357 de 2005

Os dados de monitoramento da qualidade das águas foram analisados a partir da elaboração de planilhas, uma referente aos anos de 1998/2002 e outra de 2007/2011, utilizando as variáveis estatísticas: média, valor mínimo e valor máximo. A utilização de variáveis estatísticas serviu para compilar os dados favorecendo a criação de gráficos comparativos que permitiram uma comparação satisfatória com os valores dispostos na Resolução CONAMA. As variáveis utilizadas e suas respectivas fórmulas são apresentadas a seguir.

Média

A média é uma medida de tendência central onde se uma amostra de tamanho *N* é constituída pelos elementos $\{x_1, x_2, \ldots, x_N\}$ a *média aritmética*, ou simplesmente *média*, de *X* é dada por:

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_N}{N} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

A média é a medida de posição mais frequentemente usada.

Valor mínimo e valor máximo

São medidas estatísticas que irão apresentar em uma amostra de *N* elementos o menor elemento e o maior elemento para se ter uma ideia da diferença entre o maior valor e menor valor.

6. RESULTADOS

A partir das análises realizadas através da avaliação espaço-temporal do uso e cobertura da terra e dos dados de qualidade da água da Bacia hidrográfica foi possível realizar correlações entre os dados e representar através de tabelas, gráficos e mapas os resultados qualitativos e quantitativos permitindo mostrar os impactos na região considerada nos dando aporte para a discussão dos mesmos.

Os resultados conquistados com este trabalho foram satisfatórios na medida em que foi possível identificar a ligação entre os resultados obtidos para a qualidade da água na Bacia hidrográfica e os resultados do uso e cobertura da terra.

6.1. Análise do uso e cobertura da terra

Iniciaremos a análise observando a Figura 7 que mostra os mapas de uso e cobertura da terra nos anos de 1997 e 2010. Sem se ater aos dados quantitativos já é possível constatar grandes mudanças, principalmente no que se refere à área urbana que teve sua mancha aumentada e a área agrícola que se sobrepôs a floresta. Percebemos também a diminuição das áreas de pastagens.

Essa avaliação pretérita nos permite afirmar ainda que aproximadamente 70% da área da Bacia hidrográfica já se apresenta ocupada por algum tipo de influência antrópica, seja pela agricultura, pastagem, áreas urbanizadas, atividades minerais, dentre outros usos.

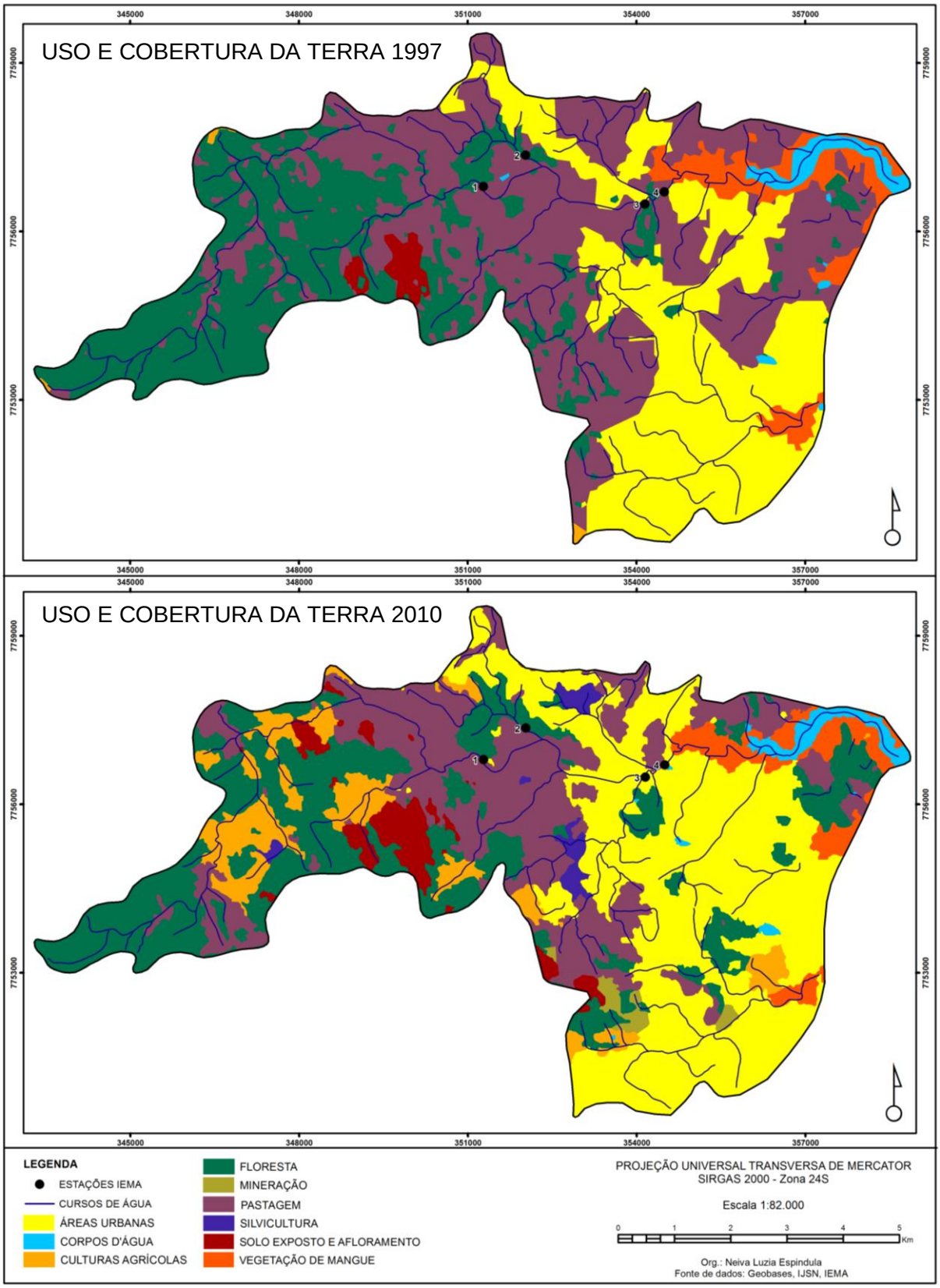


Figura 7 - Mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1997 e 2010.
Fonte: Elaborado pela autora. Abril 2012.

A Tabela 4, nos apresenta a distribuição em área e percentual dos tipos de uso e cobertura da terra identificados na Bacia hidrográfica do rio Bubu para os anos de 1997 e 2010, afim de que sejam feitas comparações de caráter temporal.

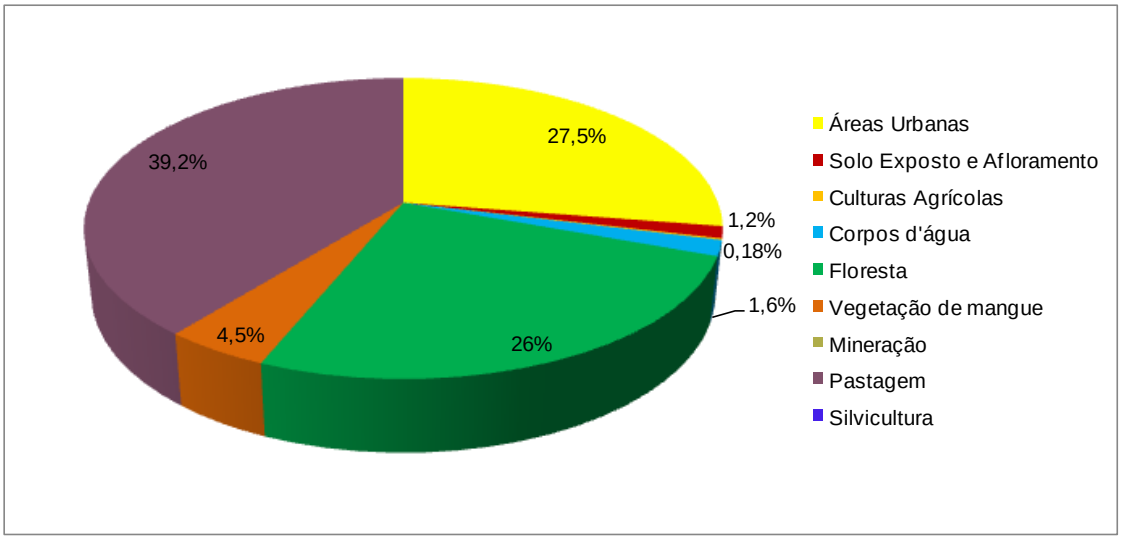
A partir da Tabela 4 é possível afirmar que houve um crescimento significativo da área urbana no período de 1997 a 2010, fato que observado no mapa corresponde ao consumo de extensas áreas de pastagem que diminuíram consideravelmente. A ocupação urbana passou de 27,50% para 35,08%. Os percentuais podem ser mais bem visualizados nos gráficos 1 e 2.

Tabela 4 - Área e percentual do uso e cobertura da terra

CLASSES	ÁREA km²		PERCENTUAL (%)	
	1997	2010	1997	2010
Áreas Urbanas	17,82	22,73	27,50	35,08
Solo Exposto e Afloramento	0,82	2,19	1,27	3,37
Culturas Agricolas	0,11	4,89	0,18	7,55
Corpos d'água	1,08	1,00	1,66	1,54
Floresta	16,59	15,53	25,60	23,97
Vegetação de mangue	2,97	2,52	4,58	3,89
Mineração	0,00	0,56	0,00	0,87
Pastagem	25,40	14,57	39,21	22,48
Silvicultura	0,00	0,81	0,00	1,26
TOTAL	**64,79**	**64,79**	**100,00**	**100,00**

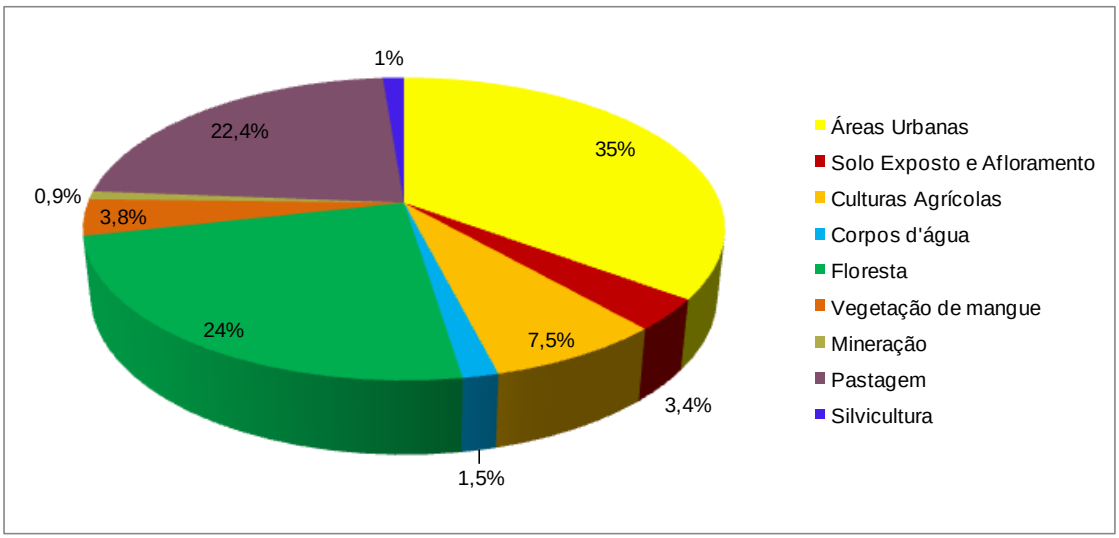
Fonte: tabela elaborada pela autora com auxílio de ferramentas de geoprocessamento.

Gráfico 1 - Uso e cobertura da terra 1997 (%)



Fonte: tabela elaborada pela autora com auxílio de ferramentas de geoprocessamento.

Gráfico 2 - Uso e cobertura da terra 2010 (%)



Fonte: tabela elaborada pela autora com auxílio de ferramentas de geoprocessamento.

As culturas agrícolas que em 1997 eram pouco visíveis na região (0,18%), traduzindo a predominância das atividades pecuárias, em 2010 passam a se destacar (7,55%) e pelo mapa consumindo, principalmente, as áreas de floresta. A área de floresta, por sua vez, teve pequena diminuição, pois apesar de termos notado no mapa avanço de atividades agrícolas, notamos também, que os espaços de pastagem deram lugar ao reflorestamento. A pastagem teve sua área reduzida de 39,21% para 22,48%.

De qualquer forma isso não deixa de ser desastroso para as áreas de floresta, pois as áreas reflorestadas, nem sempre são de plantas nativas, sem contar que elas demorarão muitos anos para chegar ao estágio da floresta natural que deu lugar a área agrícola. O menos prejudicial seria substituir as áreas de pastagem por áreas agrícolas.

As figuras 6 a 17, a seguir, representam a localização de cada Ponto de monitoramento e a visualização do uso e cobertura da terra nas proximidades dos Pontos para o ano 2011, pelas fotos obtidas pelo Google Maps e Google Street View.

Os Pontos 1 e 2 (Figuras de 6 a 11) possuem maior influência das florestas que escassas caracterizam a intensa ação antrópica na área de estudo. Hoje da área total da bacia apenas 28% é de florestas ou vegetação de mangue, o que é

relativamente pouco, levando em consideração que a área é bastante drenada, possui afloramentos como o Moxuara e é pouco habitada.

Percebe-se ainda, que este percentual se encontra muito fragmentado, constituindo remanescentes de pequena extensão que perdem espaço, ora para as áreas urbanas, ora para as áreas agrícolas.

Figura 8 - Ponto 1, estação de monitoramento Ponte do IESBEM
Fonte: Google Maps, 2012

Figura 9 - Ponto 1, vista do rio Bubu com área de pastagem
Fonte: Google Street View, 2011

Figura 10 - Ponto 1, vista do rio Bubu com área de floresta
Fonte: Google Street View, 2011

Figura 11 - Ponto 2, estação de monitoramento Escola Agrícola
Fonte: Google Maps, 2012

Figura 12 - Ponto 2, vista do rio Bubu com área de floresta e pastagem
Fonte: Google Street View, 2011

Figura 13 - Ponto 2, vista do rio Bubu com área de pastagem
Fonte: Google Street View, 2011

As figuras 14 a 20 representam os Pontos 3 e 4 que são intensamente influenciadas pelas áreas urbanas. Neles é possível visualizar a presença de construções muito próximas ao rio, bem como a BR 101 e atividades industriais do tipo frigorífico que caracterizam a intensa atividade humana na região.

Estes pontos ficam entre os bairros Porto de Cariacica e Planeta que segundo o Censo IBGE (2010) possuem, respectivamente, uma população residente de 4.373 e 1.319 habitantes. Isso significa que uma população de mais de 5.000 habitantes se concentra nas proximidades do rio Bubu interferindo de alguma forma na qualidade deste curso d'água.

A população destas regiões sofrem com as cheias do rio Bubu devido à proximidade das construções do corpo hídrico. Essa proximidade favorece também o lançamento de esgotos domésticos e industriais no manancial, além das águas de drenagem que trazem consigo o lixo urbano como pode ser observado na Figura 18.

Figura 14 - Ponto 3, estação de monitoramento Ponte José Sette
Fonte: Google Maps, 2012

Figura 15 - Ponto 3, vista do rio Bubu com área urbana
Fonte: Google Street View, 2011

Figura 16 - Ponto 3, vista do rio Bubu com área de pastagem e urbana
Fonte: Google Street View, 2011

Figura 17 - Ponto 4, estação de monitoramento Contorno de Vitória
Fonte: Google Maps, 2012

Figura 18 – Ponto 4, vista do rio Bubu com área urbana e de pastagem
Fonte: Google Street View, 2011

Figura 19 – Ponto 4, rio Bubu com vista dos muros do frigorífico Paloma
Fonte: Google Street View, 2011

Figura 20 – Desembocadura do rio Bubu próximo a Estrada de ferro Vitória-Minas
Fonte: Google Street View.

Os corpos d'água são pouco representativos nesta análise com cerca de 1% em ambos os anos, acredito por conta da precisão do mapeamento ter considerados apenas os trechos de maior volume. Os recursos hídricos da área de estudo, de forma geral, são destinados à irrigação da agricultura (em alguns trechos são observados desvios do trecho original), dessedentação de animais (a pecuária ainda representa 23% da área total da bacia), para o lazer (o Parque Vale do Moxuara oferece atrações como piscinas naturais dos tributários do rio Bubu).

6.2. Avaliação da qualidade da água

As características físicas, químicas e biológicas das águas são influenciadas por fatores geológicos, climáticos, hidrológicos e biológicos. A qualidade das águas está relacionada os materiais provenientes dos ecossistemas adjacentes que podem ser sedimentos, detritos vegetais e dejetos de animais silvestres, aquáticos e terrestres. No entanto, a maior parte da contaminação das águas é originada do uso e cobertura da terra que são praticados na bacia com destaque as atividades agrícolas, urbanas e industriais.

Analisar as características da água é importante não apenas para o conhecimento qualitativo, mas permite que, a partir dos mesmos, possam ser adotadas medidas preventivas ou corretivas para que os impactos negativos, caso constatados, sejam minimizados. Por isso, a interpretação dos resultados apresentados graficamente, nos permitirá uma análise mais minuciosa.

As tabelas 5 e 6 mostram, a partir da análise do uso e cobertura da terra, as classes de uso definidas para cada Ponto de monitoramento e os resultados dos parâmetros utilizados nas avaliações de qualidade de água após tratamento estatístico. As tabelas completas podem ser observadas no anexo.

Tabela 5 – Resultados estatísticos dos parâmetros de qualidade da água e classes de uso e cobertura da terra – 1998 a 2002

1998 a 2002					
		Ponto 1	**Ponto 2**	**Ponto 3**	**Ponto 4**
Parâmetro	**Variável estatística**	**Pastagem e floresta**	**Floresta**	**Pastagem e área urbana**	**Pastagem**
DBO (mgO_2/L)	Média	3,29	3,00	5,57	4,14
	Valor mínimo	2,00	2,00	2,00	3,00
	Valor máximo	9,00	5,00	15,00	6,00
P total (mg/L)	Média	0,11	0,06	0,34	0,27
	Valor mínimo	0,05	0,05	0,15	0,05
	Valor máximo	0,31	0,08	0,92	0,52
N total (mg/L)	Média	1,38	1,16	3,94	4,31
	Valor mínimo	0,34	0,02	1,17	0,46
	Valor máximo	4,57	1,61	8,78	8,83
OD (mgO_2/L)	Média	6,21	2,90	4,94	4,21
	Valor mínimo	5,80	1,20	3,60	2,40
	Valor máximo	7,00	5,10	6,50	5,00
Sól. Totais (mg/L)	Média	67,29	146,43	201,47	1.963,86
	Valor mínimo	48,00	90,00	7,31	105,00
	Valor máximo	98,00	305,00	850,00	9.999,00
Turbidez (UNT)	Média	17,19	8,31	24,07	24,57
	Valor máximo	4,32	5,65	11,00	14,00
	Valor mínimo	29,00	15,00	46,00	38,00
pH	Média	6,37	6,26	6,33	6,63
	Valor mínimo	5,40	5,60	5,50	5,70
	Valor máximo	7,90	7,20	7,20	7,70
Coliformes (NMP/100mL)	Média	12.471,43	24.785,71	77.685,71	68.285,71
	Valor mínimo	200,00	200,00	2.200,00	4.000,00
	Valor máximo	30.000,00	90.000,00	160.000,00	160.000,00

Fonte: elaborada pela autora pelos dados do Sistema de Informações Hidrológicas, ANA.

Tabela 5 – Resultados estatísticos dos parâmetros de qualidade da água e classes de uso e cobertura da terra – 2007 a 2011

2007 a 2011					
		Ponto 1	**Ponto 2**	**Ponto 3**	**Ponto 4**
Parâmetro	**Variável estatística**	**Pastagem e floresta**	**Pastagem e floresta**	**Área urbana**	**Pastagem e área urbana**
DBO (mgO_2/L)	Média	2,90	8,71	8,66	6,37
	Valor mínimo	1,00	2,00	2,00	2,00
	Valor máximo	8,00	32,00	27,00	15,50
P total (mg/L)	Média	0,20	0,15	0,73	0,86
	Valor mínimo	0,00	0,02	0,02	0,03
	Valor máximo	2,37	0,55	7,83	2,58
N total (mg/L)	Média	0,90	1,31	2,93	2,20
	Valor mínimo	0,03	0,00	0,00	0,00
	Valor máximo	3,08	3,42	16,50	12,62
OD (mgO_2/L)	Média	7,30	2,49	3,99	2,65
	Valor mínimo	2,02	0,90	1,10	0,80
	Valor máximo	8,30	7,90	6,90	5,72
Sól. Totais (mg/L)	Média	186,85	203,88	193,63	646,50
	Valor mínimo	40,00	70,00	55,00	2,52
	Valor máximo	1.990,00	1.340,00	820,00	3.940,00
Turbidez (UNT)	Média	16,72	22,00	29,06	30,31
	Valor mínimo	2,00	6,00	10,00	24,00
	Valor máximo	38,00	42,00	54,00	55,00
pH	Média	7,05	6,79	6,80	6,71
	Valor mínimo	5,95	6,07	5,93	5,75
	Valor máximo	7,72	7,22	7,39	7,54
Coliformes (NMP/100mL)	Média	1.568,22	1.053,65	90.405,56	60.707,69
	Valor mínimo	78,00	92,00	5.400,00	9.200,00
	Valor máximo	16.000,00	9.200,00	310.000,00	160.000,00

Fonte: elaborada pela autora pelos dados do IEMA.

Os gráficos comparativos de cada parâmetro que serão apresentados a seguir levaram em consideração as variáveis estabelecidas pela Resolução CONAMA 357 de 2005. Os gráficos foram construídos a partir da média apresentada nas tabelas 4 e 5.

6.2.1. Variáveis químicas

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

O valor da Demanda Bioquímica de Oxigênio é usado para estimar a carga orgânica dos recursos hídricos. A DBO é um parâmetro importante para avaliar a qualidade

da água, no sentido de que quantifica a poluição orgânica. Assim, quanto menor a DBO menos poluída é a água.

Ao avaliar a DBO para os Pontos de monitoramento na bacia do Rio Bubu é possível considerar, observado o Gráfico 3, que no Ponto 1 para ambos os anos considerados a DBO está dentro do padrão da Resolução CONAMA 357/2005 variando entre 2-4 mg/L. Isso pode ter sido influenciado, pois nas proximidades do Ponto existe área de floresta. Além disso, pelas fotos é notório que a aparência da água neste Ponto é mais clara que nos demais, apesar da proximidade também com uma área de pastagem.

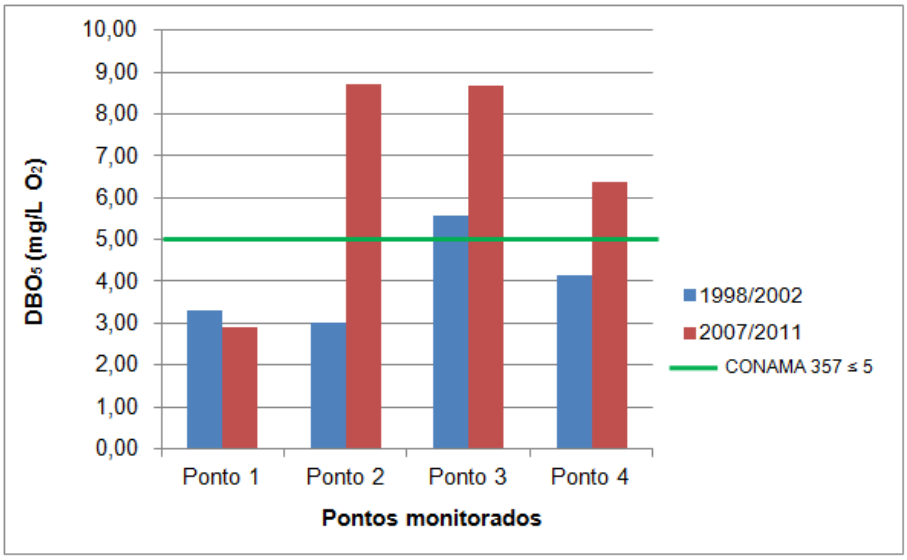
Observando o Ponto 2 verificamos diferença considerável entre os anos, pois em 1998/2002 a DBO não passava da média 3 mg/L, enquanto em 2007/2011 ultrapassa os 5 mg/L, possivelmente este valor foi influenciado pela retirada de cobertura vegetal, avanço da agricultura e área urbana nas proximidades das nascentes da bacia.

O Ponto 3 apresentou a DBO acima do parâmetro CONAMA para ambos os anos. Provavelmente isso se deve a proximidade com a área urbana tanto em 1998/2001 quanto em 2007/2011. Considerando o aumento no decorrer dos anos podemos relaciona-lo ao aumento da população e consequente crescimento das áreas urbanas.

Já o Ponto 4 que estava dentro das padrões da Resolução em 1998/2001, agora passa a ultrapassar os 5 mg/L, possivelmente relacionado ao aumento das áreas urbanas das proximidades.

Assim, como na maioria dos Pontos monitorados a DBO se encontra acima dos limites permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005 podemos concluir que a bacia se encontra com índice elevado de poluição por matéria orgânica, influenciado pela mudança de uso e cobertura da terra no decorrer dos anos.

Gráfico 3 – Comparação de valores da DBO e CONAMA 357/05



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IEMA e ANA.

- Fósforo total (P)

O fósforo na água pode ser de origem natural, como dissolução de compostos do solo e decomposição de matéria orgânica, mas também de origem antrópica resultante de esgotos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes químicos.

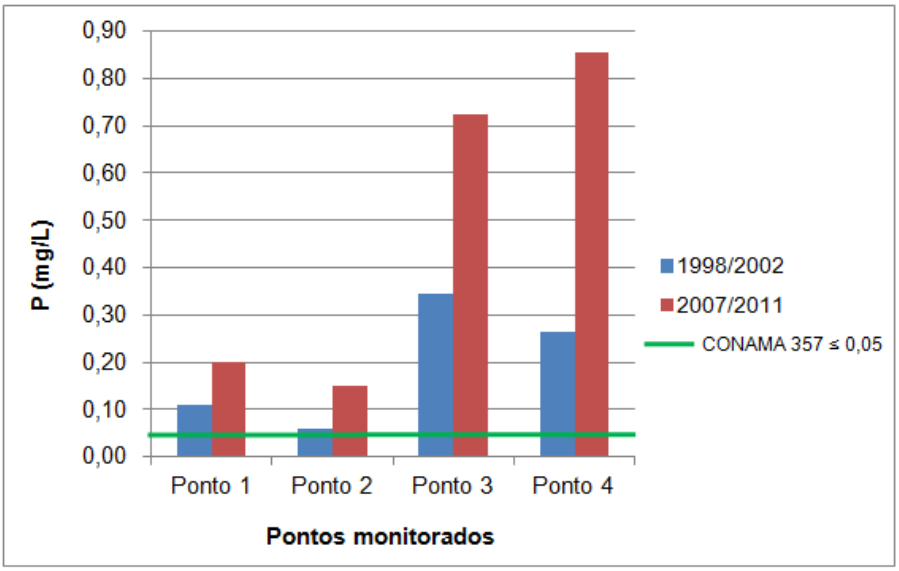
Pelo estabelecido pela Resolução CONAMA percebemos pelo Gráfico 4 que todos os Pontos em ambos os anos possuem valores superiores ao permitido, exceto o Ponto 2 que em 1998/2002 ficava no limite. Isso mostra que em todos os Pontos há fatores que contribuem para este resultado.

Para os Pontos 1 e 2 há suspeita de influência do escoamento superficial e dos excrementos de animais devido as áreas de pastagem das proximidades. Além disso, o aumento verificado no Ponto 2 pode estar ligado ao uso de fertilizantes na agricultura, pois uma área de agricultura aparece no mapa de uso e cobertura da terra de 2010 próximo as nascentes que drenam para este Ponto. Os Pontos 3 e 4 apontam para a contribuição dos esgotos domésticos, industriais e detergentes. Em especial o Ponto 4 se concentra bem próximo ao Frigorífico Paloma.

Portanto, conclui-se que todos os Pontos estão fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA para a Classe 2, influenciados principalmente pelos agentes

antrópicos que atuam na bacia, quadro esse que vem crescendo no decorrer dos anos considerados.

Gráfico 4 – Comparação de valores do Fósforo Total (P) e CONAMA 357/05



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IEMA e ANA.

- Nitrogênio total (N) e o potencial hidrogeniônico (pH)

São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais: dos esgotos domésticos, de alguns efluentes industriais como das indústrias frigoríficas, das áreas agrícolas pelo escoamento das águas pluviais em solos fertilizados.

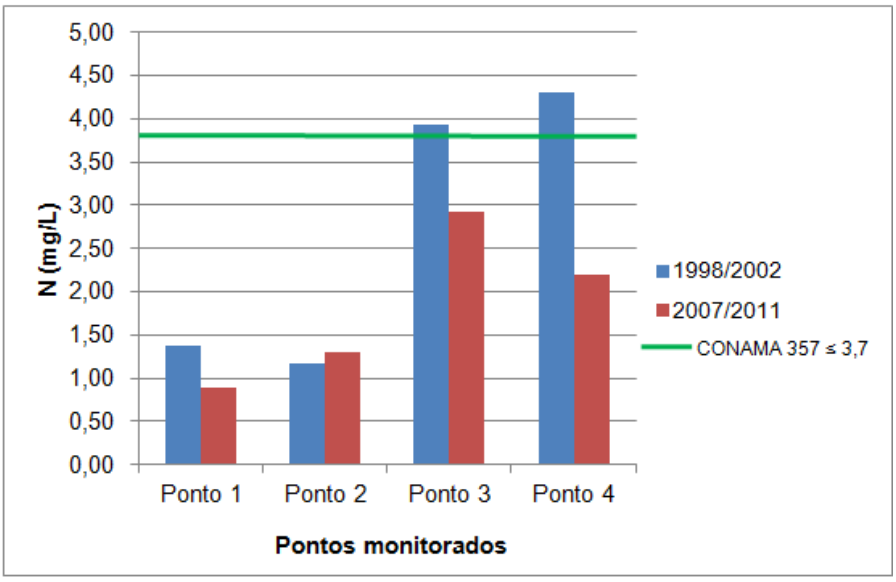
O Gráfico 5 considerou os valores da Resolução CONAMA para o Nitrogênio amoniacal total com pH de até 7,5. Conforme o Gráfico 6 o pH da bacia encontra-se dentro da faixa estabelecida pelo CONAMA não ultrapassando a média de 7,2, por isso foi considerado esse padrão para o Nitrogênio.

O nitrogênio nos Pontos 1 e 2 encontram-se dentro do estabelecido pela legislação tendo no Ponto 1 o registro de queda para 2007/2011. Porém, os Pontos 3 e 4 que estavam dentro da faixa de enquadramento agora encontram-se com valores médios acima do permitido, possivelmente relacionado a presença da área urbana e o Ponto 4 em especial pela proximidade com industrias frigoríficas.

Podemos concluir para estes parâmetros que o pH, mesmo estando na faixa permitira se elevou em todos os Pontos na média de 2007/2011. E o nitrogênio está

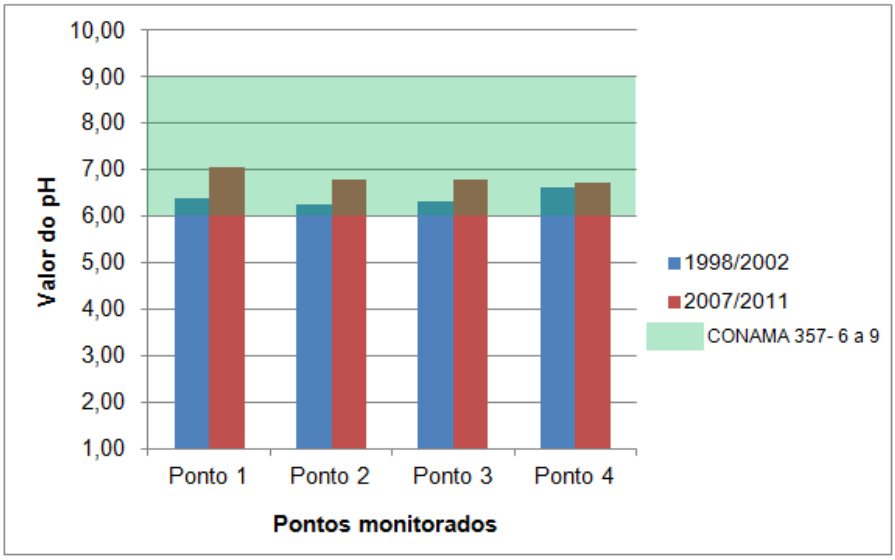
dentro do permitido pela Resolução nos Pontos 1 e 2 que possuem menos influência antrópica ao passo que nos Pontos 3 e 4 que sofrem influência direta das áreas urbanas e industriais os valores excedem a faixa permitida pela legislação.

Gráfico 5 – Comparação de valores do nitrogênio e CONAMA 357/05



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IEMA e ANA.

Gráfico 6 – Comparação de valores do pH e CONAMA 357/2005



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IEMA e ANA.

- Oxigênio dissolvido (OD)

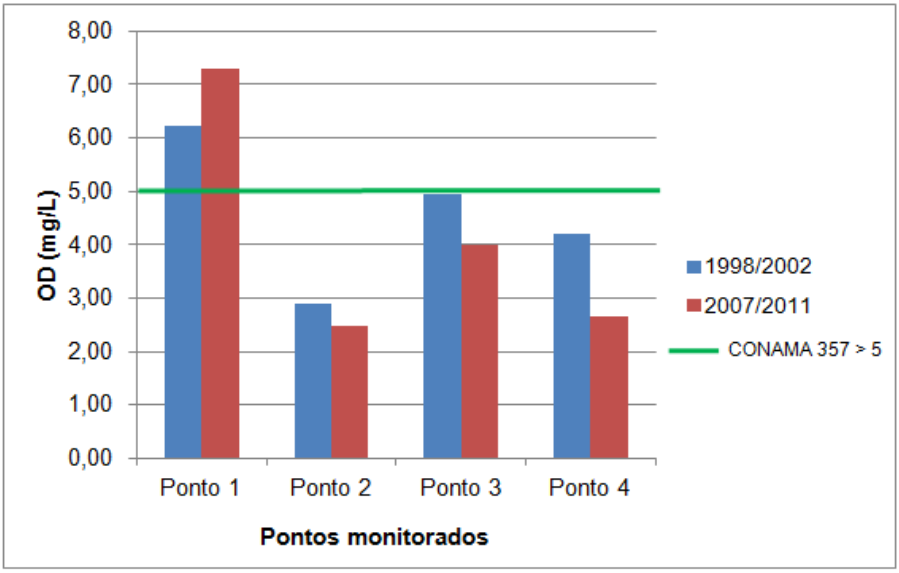
É a quantidade de gás oxigênio contido na água. É uma medida da capacidade de água para sustentar organismos aquáticos. A água com conteúdo de oxigênio

dissolvido muito baixo, que é geralmente causada por lixos em excesso ou impropriamente tratados, não sustentam peixes e organismos aquáticos.

Pelo Gráfico 7 percebemos que o Ponto 1 é o único que atingiu a faixa estabelecida pelo CONAMA desde 1998/2001 aumentando em 2007/2011, fato este ligado a localização distante da área de maior concentração urbana e próximo a área menos influenciada antropicamente. O Ponto 3 atingia o limite pela média de 1998/2001, mas em 2007/2011 teve a média reduzida não atendendo mais a legislação. Os Pontos 2 e 4 tiveram suas médias em ambos os grupos de anos inferiores aos permitidos sendo em 2007/2011 reduzindo mais ainda.

Conclui-se que os Pontos 2, 3 e 4 a possibilidade de organismos aquáticos sobreviverem é remota e isso pode ter sido influenciado principalmente pela pressão urbana. Em especial no Ponto 2 a influencia é maior das áreas agrícolas.

Gráfico 7 – Comparação de valores do Oxigênio Dissolvido e CONAMA 357/05



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IEMA e ANA.

6.2.2. Variáveis físicas

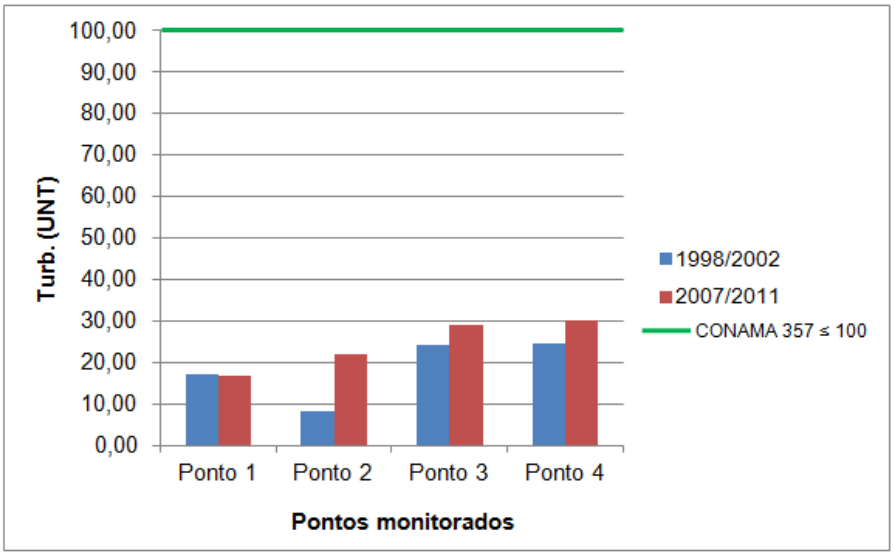
- Turbidez

A turbidez é uma variável influenciada pela quantidade de sólidos suspensos totais presentes na água, entre eles partículas de origem natural e também pela presença material orgânico. A origem desses materiais pode ser o solo influenciado pela inexistência de mata ciliar, a mineração pela retirada de areia ou exploração de

argila, os dejetos industriais e os esgotos domésticos. A alta turbidez prejudica a fotossíntese da vegetação aquática podendo influenciar as comunidades biológicas. Além disso, prejudica os usos domésticos, industriais e recreativos da água.

A análise dos resultados para este parâmetro mostrou que houve um crescimento da turbidez na comparação entre os anos (Gráfico 8), contudo não chegou a ultrapassar a faixa estabelecida pela Resolução CONAMA.

Gráfico 8 – Comparação de valores de turbidez e CONAMA 357/05



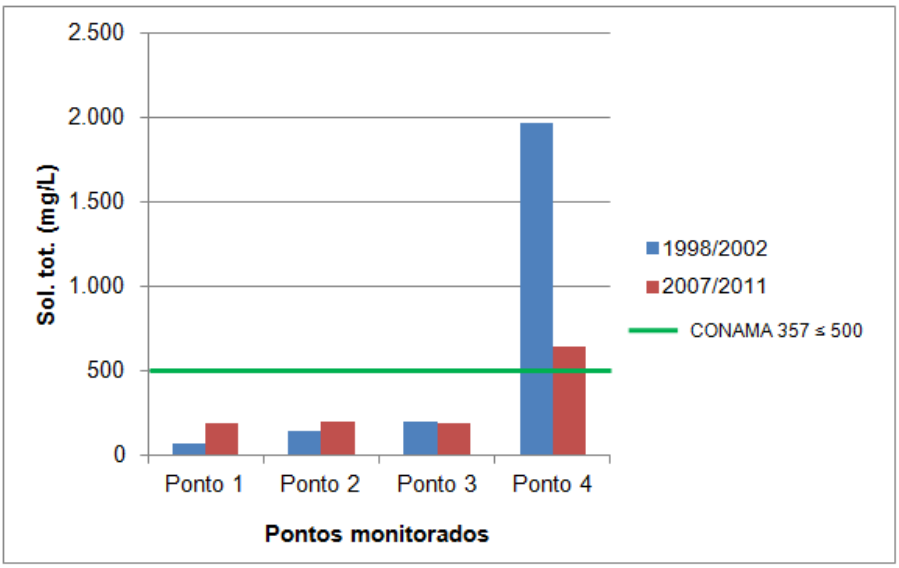
Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IEMA e ANA.

- Sólidos totais

Os sólidos totais são o somatório de toda a série de sólidos existentes na água. Como se pode perceber a partir dos resultados encontrados (Gráfico 9), não se constatou valores excepcionais de sólidos totais nos cursos d'água da bacia, isto indica que a presença dos sólidos não é tão significante.

Somente o Ponto 4 que apresentou valor maior que o permitido em ambos períodos de referência, possivelmente devido a grande influência de industrias em especial o frigorífico Paloma próximo a esse ponto.

Gráfico 9 – Comparação de valores de sólidos totais e CONAMA 357/05



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IEMA e ANA.

6.2.3. Variável biológica

- Coliformes fecais

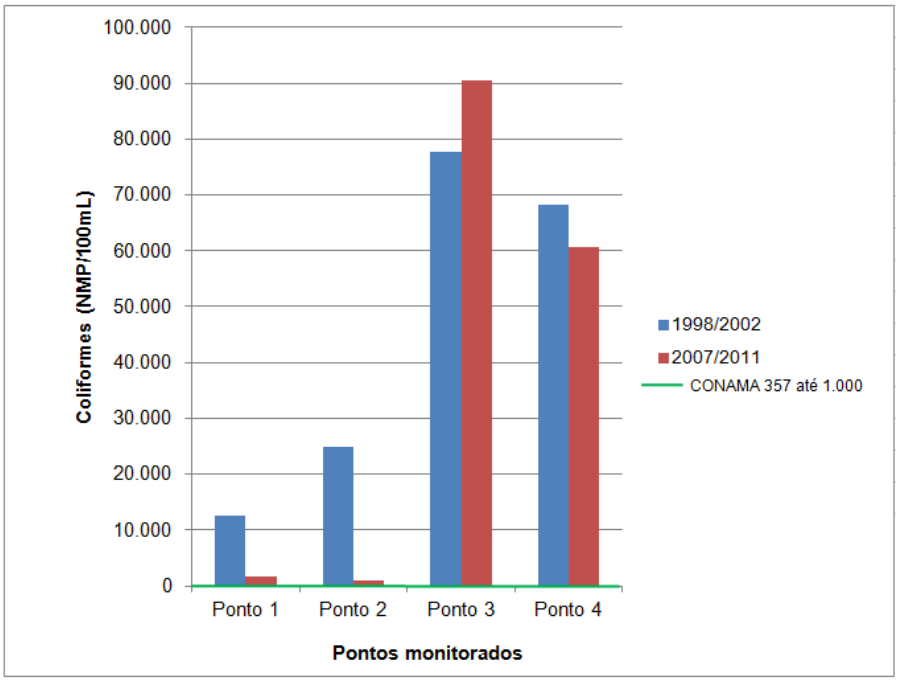
Os coliformes são importantes para a avaliação da qualidade da água dos rios, uma vez que a presença das bactérias coliformes na água de um rio significa que esse rio recebeu esgotos.

Apesar da discrepância de valores encontrados para este parâmetro (valor mínimo de 78 e valor máximo 310.000), objetivou-se na medida do possível uma conclusão para estes valores para que o parâmetro não fosse inutilizado na pesquisa. Considerou-se pelo CONAMA o valor de 1.000 NMP/100mL.

Pelo Gráfico 10 é possível perceber que no período de referência 1998/2002 todos os pontos se apresentavam acima dos valores do CONAMA, possivelmente devido a influencia da pecuária nos Pontos 1 e 2 e das áreas urbanas nos pontos 3 e 4. Para o período de referência 2007/2011 foi possível observar a diminuição do parâmetro nos Pontos 1 e 2 chegando ao limite do CONAMA, provavelmente ligado a diminuição da pecuária. Para o ponto 3 houve aumento significativo devido a proximidade com os bairros mais densamente povoados. O Ponto 4 teve queda, mas não chegou a atingir ao valor da Resolução CONAMA, continuando bem acima.

Para este parâmetro conclui-se que ele sofre forte influência das áreas urbanas que lançam seus esgotos sem o devido tratamento nos cursos d'água da bacia. Ao passo que nas áreas onde a influência antrópica é menos preponderante os valores são menores.

Gráfico 10 – Comparação de valores de coliformes fecais e CONAMA 357/05



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IEMA e ANA.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O recorte espacial territorial de uma Bacia hidrográfica não se refere simplesmente ao aspecto físico como o rio principal e seus afluentes, mas principalmente da junção das paisagens naturais e das paisagens modificadas pelas ações humanas. Assim, os cursos d'água devem ser examinados sob o ponto de vista das bacias de drenagens, uma vez que refletem as formas de uso e cobertura da terra, bem como sua dinâmica, considerando as dimensões temporais e espaciais (GUERRA & CUNHA, 2010).

Avaliar a qualidade da água e sua relação com a uso e cobertura da terra foi satisfatório na perspectiva Geográfica, pois os seus desdobramentos apontam para temas como sustentabilidade ambiental, planejamento urbano, crise da água, conflitos de usos da água, poluição ambiental, dentre vários outros assuntos que podem nos levar a inúmeras discussões acerca de até onde o ambiente é capaz de suportar as mudanças que o ser humano o submete a cada dia.

De acordo com os objetivos traçados no início da pesquisa verificamos que a água da Bacia hidrográfica do rio Bubu se apresenta, em pelo menos dois pontos de monitoramento, em praticamente todos os parâmetros analisados, fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 para as águas da Classe 2. Isso demonstra que os usos previstos desta Classe não são mais possíveis nestes pontos da bacia. À medida que a Classe cresce (Classe 2 para Classe 3) os usos são limitados em função do grau de poluição do rio, sendo que se os usos da Classe anterior continuarem sendo praticados podem acarretar anomalias a saúde humana, aos vegetais, e aos animais que porventura utilizarem aquela água.

Ao demonstrar a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra na bacia observamos o tamanho do potencial humano de modificar o meio em que vive em um curto espaço de tempo, no caso 13 anos. Isso só mostra o quanto a falta de planejamento contribui para degradação do meio, efeito esse na maioria das vezes irreversível. Notamos, por exemplo, o crescimento desordenado das áreas urbanas sem respeitar as faixas de preservação ao longo dos rios e o avanço de áreas agrícolas em locais de florestas, sendo que a agricultura poderia ter ficado em áreas de pastagem já desmatadas ao invés de degradar ainda mais as florestas.

Ao concluir que a melhor qualidade da água ocorre nas áreas com vegetação natural percebemos sua importância por serem áreas cobertas e estáveis com maior capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo. Isso aumenta o tempo de caminhamento da água ao leito do manancial reduzindo o escoamento superficial e favorecendo a autodepuração do corpo hídrico. Já as pastagens, por terem uma vegetação rasteira e solo compactado se caracterizam por menores valores de infiltração e penetração de água no solo, por isso, em relação à vegetação natural são mais propicias ao escoamento superficial.

As áreas habitadas (urbanas ou rurais), onde foram verificados os piores resultados para a qualidade da água, são caracterizadas por reduzirem a permeabilidade do solo, seja pela impermeabilização e/ou compactação no caso das áreas urbanas ou pela alteração das propriedades físicas, como a compactação nas áreas agricultadas. Além disso, estas áreas proporcionam maiores índices de contaminação por esgotos domésticos, industriais e águas de drenagem e no caso de áreas rurais pelo uso de defensivos agrícolas.

A partir disso, ao relacionar os resultados das análises da qualidade da água com os do uso e cobertura da terra verificamos concluímos que os pontos monitorados cuja cobertura da terra recebe menor influência antrópica são registrados os melhores índices de qualidade da água, enquanto os pontos onde há maior influência das atividades humanas os índices tendem a piorar, ultrapassando os limites previstos na legislação.

Portanto, a relevância deste estudo possibilitou, sobretudo, mostrar uma metodologia que fosse capaz de contribuir para ações mitigadoras, preventivas, corretivas e de planejamento em bacias hidrográficas. Assim, entende-se que foram cumpridos os objetivos e espera-se que este trabalho seja instrumento de referência a ser considerado pelos agentes sociais que buscam saídas para a problemática da água.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Series históricas:** Sistema de informações hidrológicas - HidroWeb. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 13 mar. 2012.

ARAUJO, Gustavo Henrique de Souza; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). **Gestão ambiental de áreas degradadas.** 3ª Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 320 p.

BEZERRA, Omyr Leal. INSTITUTO DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO CARIACIQUENSE. **Cariacica: resumo histórico**. 2. ed. Vitória, ES: IPEDOC, 2009. 173 p.

BILICH, Marina Rolim; COELHO LACERDA Marilusa Pinto. **Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE.

BONNET, Barbara Rocha Pinto; FERREIRA, Laerte Guimarães and LOBO, Fabio Carneiro. **Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás**: **uma análise à escala da Bacia hidrográfica**. Rev. Árvore [online]. 2008, vol.32, n.2, pp. 311-322.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, Antonio Soares da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** 2ª Rio de Janeiro: Bertrand, 2007. Cap. 6, p. 153-192.

BRASIL. **Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Política Nacional e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 20 mar. 2011.

CASTRO, Cinthia Barroca de.; MENDONÇA, Antônio Sérgio Ferreira. **Impactos da ocupação antrópica sobre os recursos hídricos de bacias hidrográficas em região serrana do estado do Espírito Santo**. 2001. xvii, 162 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia fluvial**. Volume 1 São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

ESPÍRITO SANTO. Lei Estadual 5.120/95 **Divisão Regional do Espírito Santo.**

FLAUZINO, Fabrício Silvério. **Avaliação temporal e espacial da qualidade da água no lago da usina hidrelétrica de Miranda - Região do Triângulo Minas Gerais.** 2008. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. Disponível em: <http://www.ppgeo.ig.ufu.br/node/99>. Acesso em: 06 out. 2011.

FREIRE, Ana Paula. **Correlação do uso do solo e qualidade de água utilizando ferramentas de geoprocessamento e técnica de análise estatística multivariada.** 2009. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico

FREIRE, Ana Paula; BATISTA, José Carlos; MENDONÇA, Antônio Sérgio Ferreira. **Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à análise do uso e da ocupação do solo na bacia de contribuição da Lagoa Jacuném, e seu reflexo na qualidade da água da lagoa.** 2005. xii, 77 f. Monografia (Especialização) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Ambiental.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPIRITO SANTO. Escritório Local de Desenvolvimento Rural de Cariacica. INCAPER (Org.). **Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011-2013.** Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Centro_cerrano/Cariacica.pdf>. Acesso em: 26 set. 2012.

GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens.** 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

HABTEC - Engenharia Sanitária e Ambiental Ltda; **Diagnóstico do Plano Diretor das Bacias dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu.** Relatório Diagnóstico -Vol. 1, 2 e 3, disponível em Consórcio Rio Santa Maria Jucu, Vitória, 1997.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico de uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). **Mapeamento do Uso e da Cobertura da Terra 2010.** Disponível em <http://www.ijsn.es.gov.br/Sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=885&Itemid=418> Acesso em 20 Nov. 2010.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - IEMA. **Bacias e sub-bacias hidrográficas do estado do Espírito Santo.** Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/download/MAPA_Bacias_Hidrograficas_ES.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2012.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - IEMA. **Monitoramento de corpos d'água.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: Neiva Luzia Espindula em: 10 out. 2011.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - IEMA. **Monitoramento de corpos d'água.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: Neiva Luzia Espindula em: 29 fev. 2012.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS IEMA. **Uso do solo do Espírito Santo.** Representação cartográfica do uso do solo e do Estado do Espírito Santo do ano de 1997. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/download/MAPA_ES_USO_DO_SOLO.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2012.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas: Ed. Átomo, 2005. 444 p.

MOTA, Suetônio. **Preservação e conservação de recursos hídricos.** Rio de Janeiro, ABES, 1995.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber José de Andrade. **Hidrologia estatística.** Belo Horizonte: Cprm, 2007. 552 p.

NASCIMENTO, Waldenize Manoelina do; VILLAÇA, Maria Garcia. Bacias hidrográficas: planejamento e gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação Dos Geográfos Brasileiros**, Mato Grosso do Sul, v. 1, n. 7, p.102-120, 05 maio 2008.

OLIVEIRA FILHO, Amandio Gonçalves de. **Estudo geomorfológico do município de Cariacica – ES com uso de sistemas de informações geográficas. Vitória, 2010. Trabalho de conclusão de curso** - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Geografia. 110 p.

Qualidade das águas. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/>. Acesso em: 26 set. 2012.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas doces no Brasil:** capital ecológico, uso e conservação. 3ª edição São Paulo: Escrituras, 2006. 717 p.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia Política da água.** 1ª edição São Paulo: Annablume, 2008. 162 p.

ROCHA, Jose Sales Mariano da. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria – Edições UFSM, 1991. 181p.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 2ªed. rev. Uberlândia. Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia, 1992. Santa Maria – Edições UFSM, 1991. 181p.

SANTOS, Milton; em colaboração com ELIAS, Denise. **Metamorfose do espaço habitado: Fundamentos teóricos e metodológicos da geografia**. 6ª Ed. 1ª reimpressão São Paulo: Edusp, 2012. 136 p.

Semge/PMC. **Censo demográfico IBGE. População residente por bairro de Cariacica.** 2010. Disponível em <http://www.cariacica.es.gov.br/download/Populacao_Regiao_Bairros.pdf>. Acesso em 03 nov. 2012.

SILVA, Jorge Xavier da. **Geoprocessamento para análise ambiental.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2001. 227 p.

SOARES, Elisianne Campos de Melo. Ciberespaço, vigilância e privacidade: o caso Google Street View. **Revista Eletronica do Programa de Pós Graduação em Comunicação da Uff**: Ciberlegenda, São Paulo, v. 2011/2, n. 25, p.10-20. Disponível em: <http://www.uff.br/ciberlegenda/ojs/index.php/revista/article/view/474>. Acesso em: 03 out. 2012.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **Recursos Hídricos no Séc. XXI.** 1ª edição São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 328 p.

VANZELA, Luiz. S.; HERNANDEZ Fernando B. T.; FRANCO, Renato A. M. **Influência do uso e cobertura da terra nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.14, n.1, p.55-64, 2010.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 452 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias).

9. Anexos

ANEXO 1 – Resultados dos parâmetros de qualidade das águas amostradas no Ponto 1 (BUB1C001) – Ponte do IESBEM

Data da Coleta	DBO (mgO_2/L)	P total (mg/L)	N total (mg/L)	OD (mgO_2/L)	Sól. Totais (mg/L)	Temp. ar (ºC)	Temp. água (ºC)	Turbidez (UNT)	pH	Colif. (NMP/100mL)
22/09/1998	2,00	0,05	0,72	6,20	48,00	24,50	23,60	4,32	7,10	**30000**
29/07/1999	2,00	0,05	1,15	5,90	55,00	26,00	23,00	7,00	**5,90**	200
08/12/1999	2,00	**0,09**	1,15	5,90	70,00	25,00	32,00	29,00	**5,50**	**3000**
17/05/2000	3,00		0,83	5,80	60,00	29,90	24,20	13,00	**5,40**	**22000**
04/10/2000	9,00	**0,31**	4,57	5,90	98,00	31,50	25,60	22,00	6,10	**30000**
29/11/2001	3,00	**0,08**	0,90	6,80	80,00	33,00	25,00	22,00	6,70	**1300**
02/05/2002	2,00	**0,07**	0,34	7,00	60,00	30,50	25,30	23,00	7,90	800
15/03/2007	0,00	0,00	0,17	8,00	113,34	21,10	21,60	7,00	6,96	300
14/08/2007	1,00	0,02	0,38	8,30	80,00	21,70	21,30	16,00	7,72	490
13/11/2007	2,00	0,04	0,03	6,90	80,00	32,60	25,40	8,00	7,55	700
15/04/2008	3,70	**0,08**		6,10	120,00	31,50	25,20	22,00	7,70	140
20/05/2008	1,70	0,04		7,50	1990,00	25,00	24,00	15,00	7,60	**2300**
19/08/2008	3,60	0,01		8,00	210,00	24,00	22,00	4,00	7,35	78
01/12/2008	4,00	**0,10**		7,86	50,00	29,90	24,50	34,00	6,48	790
19/05/2009	1,20	0,04	0,47	7,70	90,00	25,00	23,80	22,00	7,32	700
24/06/2009	8,00	0,03	0,45	8,00	50,00	29,40	22,80	10,00	6,78	**1100**
19/08/2009	2,00	0,02	2,43	**2,02**	70,00	29,90	24,10	9,00	6,79	330
09/11/2009	2,00	0,03	0,75	7,33	90,00	32,30	25,70	23,00	6,35	**1100**
04/03/2010	3,46	**0,54**	0,74	7,10	40,00	26,40	25,30	10,00	6,91	**1100**
07/06/2010	4,00	0,00	0,43	8,20	80,00	22,80	20,70	2,00	6,45	170
27/08/2010	2,80	**2,37**	0,43	7,80	50,00	26,60	21,00	5,00	**5,95**	140
27/10/2010	**5,50**	0,02	1,41	7,20	60,00	28,50	23,00	34,00	7,05	**16000**
31/03/2011	2,12	**0,06**	3,08	7,30	90,00	30,50	26,00	38,00	7,20	**1300**
18/05/2011	1,07			8,30	50,00	26,30	21,90	24,00	7,10	700
03/08/2011	1,19	0,02		7,70	50,00	28,30	23,30	18,00	7,71	790

Fonte: IEMA e Sistema de Informações Hidrológicas (ANA).

ANEXO 2 – Resultados dos parâmetros de qualidade das águas amostradas no Ponto 2 (BUB2C005) – Escola Agrícola

Data da Coleta	DBO (mgO_2/L)	P total (mg/L)	N total (mg/L)	OD (mgO_2/L)	Sól. Totais (mg/L)	Temp. ar (ºC)	Temp. água (ºC)	Turbidez (UNT)	pH	Colif. (NMP/100mL)
22/09/1998	2,00	0,05	0,02	**3,00**	305,00	24,50	23,30	5,65	6,80	**11000**
29/07/1999	4,00	0,05	1,10	**2,90**	140,00	23,00		7,00	**5,60**	**2300**
08/12/1999	2,00	**0,08**	1,30	**2,20**	130,00	25,00	34,00	15,00	**5,60**	200
17/05/2000	5,00	0,05	1,61	**2,30**	90,00	30,00	22,00	8,00	**5,70**	**17000**
04/10/2000	3,00	0,05	1,57	5,10	110,00	30,00	25,00	6,50	6,10	**50000**
29/11/2001	3,00	**0,08**	1,19	**1,20**	130,00	33,00	25,00	6,80	6,80	**3000**
02/05/2002	2,00	**0,06**	1,35	**3,60**	120,00	35,00	26,00	9,21	7,20	**90000**
15/03/2007	2,10	0,04	1,94	**2,10**	150,00	25,70	21,00	9,00	6,55	130
14/08/2007	2,00	**0,12**	3,42	**2,00**	97,00	20,50	20,20	16,00	7,22	1700
13/11/2007	2,30	**0,40**	0,30	**1,40**	139,00	25,30	23,50	42,00	7,11	230
15/04/2008	3,20	**0,18**	0,00	**1,40**	240,00	33,80	24,60	27,00	7,15	**9200**
20/05/2008	4,90	**0,25**	0,00	**1,80**	**1340,00**	26,00	23,00	39,00	7,14	110
19/08/2008	**5,90**	**0,16**	0,00	**2,40**	180,00	23,50	21,00	33,00	7,18	700
01/12/2008	3,00	**0,12**	0,00	**2,62**	90,00	25,80	23,80	27,00	6,44	310
19/05/2009	3,50	**0,11**	1,73	**3,30**	130,00	22,80	22,20	17,00	7,06	92
24/06/2009	**8,00**	**0,10**	1,83	**2,80**	100,00	27,70	21,40	13,00	6,73	130
19/08/2009	3,00	**0,06**	1,12	7,90	120,00	30,80	22,80	14,00	6,58	490
09/11/2009	2,00	0,03	1,54	**1,66**	130,00	29,90	25,30	35,00	6,37	330
04/03/2010	4,43	**0,11**	1,81	**1,50**	140,00	27,30	25,10	24,00	6,57	**1100**
07/06/2010	**32,00**	0,02	2,19	**2,50**	160,00	22,50	20,40	6,00	6,48	110
27/08/2010	**25,00**	**0,55**	1,30	**0,90**	130,00	26,00	19,70	15,00	6,07	170
27/10/2010	**30,00**	**0,08**	1,53	**2,44**	140,00	28,00	23,00	23,00	6,72	**2400**
31/03/2011	**11,64**	**0,06**	2,22	**2,00**	110,00	29,00	26,00	23,00	7,10	490
18/05/2011	**5,07**			**3,60**	70,00	25,60	21,60	11,00	6,90	220

Fonte: IEMA e Sistema de Informações Hidrológicas (ANA).

ANEXO 3 – Resultados dos parâmetros de qualidade das águas amostradas no Ponto 3 (BUB1C010) – Ponte José Sette

Data da Coleta	DBO (mgO_2/L)	P total (mg/L)	N total (mg/L)	OD (mgO_2/L)	Sól. Totais (mg/L)	Temp. ar (ºC)	Temp. água (ºC)	Turbidez (UNT)	pH	Colif. (NMP/100mL)
22/09/1998	**15,00**	**0,37**	6,63	6,50	7,31	26,00	24,50	21,50	7,00	**160000**
29/07/1999	**7,00**	**0,30**	1,38	5,00	**850,00**	23,00	25,00	20,00	6,10	**28000**
08/12/1999	2,00	**0,23**	1,17	**4,70**	140,00	25,00	33,00	46,00	**5,70**	**3600**
17/05/2000	3,00	**0,15**	3,77	5,40	80,00	30,00	24,90	17,00	**5,50**	**160000**
04/10/2000	4,00	**0,28**	4,54	**4,40**	83,00	30,00	25,70	11,00	6,00	**160000**
29/11/2001	4,00	**0,16**	1,29	5,00	120,00	35,00	25,00	28,00	6,80	**2200**
02/02/2002	4,00	**0,92**	8,78	**3,60**	130,00	34,50	25,60	25,00	7,20	**30000**
15/03/2007	4,70	**0,43**	1,00	**3,20**	169,33	26,60	22,60	20,00	6,77	**160000**
14/08/2007	**5,70**	**0,82**	2,15	**2,30**	55,00	23,10	22,00	25,00	7,39	**160000**
13/11/2007	**5,70**	**1,26**	5,89	**1,10**	**531,00**	27,10	26,00	31,00	7,23	**310000**
15/04/2008	4,60	**0,12**	0,00	5,50	100,00	28,20	25,70	33,00	7,24	**92000**
20/05/2008	3,20	**0,14**	0,00	5,40	**820,00**	25,50	24,00	17,00	7,21	**5400**
19/08/2008	**10,80**	**0,14**	0,00	**1,70**	380,00	24,00	22,00	35,00	7,02	**160000**
01/12/2008	3,00	**0,28**	0,00	5,53	90,00	27,90	24,20	38,00	6,32	**7900**
19/05/2009	2,30	**0,12**	1,30	5,30	100,00	27,40	22,90	15,00	6,79	**35000**
24/06/2009	4,00	**0,46**	2,74	**4,50**	90,00	31,10	22,90	28,00	6,60	**28000**
19/08/2009	**10,00**	**0,80**	16,50	**1,45**	170,00	31,50	24,40	26,00	6,85	**14000**
09/11/2009	2,00	0,02	1,56	6,77	110,00	27,04	25,08	29,00	**5,93**	**160000**
04/03/2010	**11,30**	**0,12**	1,83	**2,60**	160,00	26,70	25,70	37,00	6,55	**160000**
07/06/2010	**26,00**	**0,13**	4,35	**2,60**	150,00	23,30	21,50	10,00	6,37	**54000**
27/08/2010	**16,50**	**7,83**	0,81	**1,20**	190,00	24,70	21,50	36,00	6,28	**16000**
27/10/2010	**27,00**	**0,11**	2,57	**4,43**	130,00	27,50	20,00	54,00	6,83	**35000**
31/03/2011	**5,10**	**0,13**	6,20	5,20	90,00	32,00	27,00	38,00	7,00	**160000**
18/05/2011	**5,47**	0,04		6,90	80,00	24,80	22,60	26,00	7,00	**35000**
03/08/2011	**8,50**	**0,11**		6,20	70,00	28,00	24,00	25,00	7,00	**35000**

Fonte: IEMA e Sistema de Informações Hidrológicas (ANA).

ANEXO 4 – Resultados dos parâmetros de qualidade das águas amostradas no Ponto 4 (BUB1C015) – Contorno de Vitória

Data da Coleta	DBO (mgO2/L)	P total (mg/L)	N total (mg/L)	OD (mgO2/L)	Sól. Totais (mg/L)	Temp. ar (ºC)	Temp. água (ºC)	Turbidez (UNT)	pH	Colif. (NMP/100mL)
22/09/1998	**6,00**	0,05	8,83	5,00	**3113,00**	25,00	25,00	21,00	6,90	**160000**
29/07/1999	3,00	0,05	0,46	**4,70**	**9999,00**	23,00	25,00	18,00	6,50	**9000**
08/12/1999	3,00	**0,33**	2,46	**4,30**	140,00	26,00	30,00	38,00	**5,70**	**4000**
17/05/2000	5,00	**0,25**	3,14	**4,30**	105,00	30,00	25,20	22,00	**5,90**	**35000**
04/10/2000	**6,00**	**0,52**	8,19	**2,40**	140,00	30,00	25,60	14,00	6,90	**160000**
29/11/2001	3,00	**0,20**	1,31	**4,90**	120,00	35,00	25,00	29,00	6,80	**30000**
02/05/2002	3,00	**0,46**	5,76	**3,90**	130,00	34,60	25,80	30,00	7,70	**80000**
15/03/2007	4,60	**0,55**	6,00	**2,30**	200,00	27,30	23,30	26,00	7,06	**90000**
14/08/2007	5,00	**0,87**	2,10	**1,50**	92,00	22,70	22,20	30,00	7,37	**160000**
13/11/2007	5,00	**2,58**	0,30	**1,00**	2,52	26,50	26,30	55,00	7,54	**79000**
15/04/2008	**5,70**	**0,28**	0,00	**3,90**	120,00	27,70	26,00	28,00	6,98	**54000**
20/05/2008	**7,80**	**0,65**	0,00	**2,80**	**3940,00**	24,80	24,60	24,00	7,06	**9200**
19/08/2008	**10,60**	**1,26**	0,00	**1,80**	**2080,00**	23,50	22,50	33,00	6,67	**54000**
01/12/2008	**6,00**	**0,19**	0,00	5,72	90,00	27,50	24,10	41,00	6,24	**54000**
19/05/2009	4,30	**0,81**	0,98	**4,80**	120,00	27,40	22,90	24,00	6,79	**35000**
24/06/2009	4,00	**0,54**	2,76	**2,70**	160,00	32,00	23,20	27,00	6,58	**24000**
19/08/2009	4,00	**0,19**	12,62	**1,52**	240,00	30,60	24,70	24,00	6,65	**11000**
09/11/2009	2,00	0,03	1,50	**4,31**	110,00	26,80	25,80	29,00	**5,75**	**35000**
04/03/2010	**8,37**	**0,68**	1,52	**1,30**	**1090,00**	28,60	25,90	27,00	6,31	**92000**
27/08/2010	**15,50**	**2,50**	0,88	**0,80**	160,00	24,20	21,50	26,00	6,17	**92000**

Fonte: IEMA e Sistema de Informações Hidrológicas (ANA).