

**UNIVERSIDADE TÉCNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

RAFAEL FARIA CARARD

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO
PARQUE ECOLÓGICO MUNICIPAL DANILO MARQUES MOURA EM
GOIOERÊ - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CAMPO MOURÃO
2016**

RAFAEL FARIA CARARD

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO
PARQUE ECOLÓGICO MUNICIPAL DANILO MARQUES MOURA EM
GOIOERÊ - PR**

Trabalho apresentado para conclusão do curso de Engenharia Ambiental do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dra. Marcia Aparecida de Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Eudes José Arantes

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB
Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE ECOLÓGICO MUNICIPAL DANILO MARQUES MOURA EM GOIOERÊ - PR

por

RAFAEL FARIA CARARD

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 23 de junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. MARCIA APARECIDA DE OLIVEIRA

Prof. Dr. EUDES JOSÉ ARANTES

Prof. Dr. MARISTELA MORESCO MEZZOMO

Prof. Dr. JEFFERSON DE QUEIROZ CRISPIM

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental.

RESUMO

CARARD, R. F. **Identificação e análise da degradação ambiental no Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura em Goioerê – PR**, 2016. f. 102.. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

O objetivo deste trabalho foi o estudo da bacia hidrográfica do Rio Água Bela para a identificação de degradação ambiental no Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura localizado em Goioerê – PR. Foi realizada a delimitação da bacia hidrográfica, elaboração de cartas temáticas, análise dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica, delimitação e análise da área de influência direta sobre a Unidade de Conservação, atualização da hidrografia dentro dos limites da Unidade de Conservação e classificação das nascentes existentes, além da coleta de água para determinação da qualidade da água utilizando do Índice de Qualidade da Água (IQA). Como resultado foi observado que o rio Água Bela compõe uma sub-bacia do rio Piquiri, que apresenta um padrão de drenagem dendritico, compreende formações geológicas, Serra Geral e Arenito Caiuá, bem como apresenta classes de solos de Argissolo, Latossolo e Nitossolo, possui relevo suave ondulado, com altitudes que variam de 210 a 630 m e, em relação ao uso do solo, apresenta predomínio de cultura temporária. Os parâmetros morfométricos indicaram que a mesma apresenta baixa densidade hidrográfica e densidade de drenagem, fatores que podem estar relacionados a geologia, solos e relevo. Além disso, o índice de forma resultou em uma forma alongada para a bacia de estudo e pouca tendência a enchentes. A análise da microbacia e região de entorno do parque municipal indicou que a cidade pode ser o principal agente de degradação sobre sua área, junto as atividades no entorno sugerindo por exemplo, que o fator declividade somado ao uso do solo e proximidade com a cidade seja um agravante para com a voçoroca presente na área do parque. Em relação a análise de qualidade da água, foram observados parâmetros considerados como dentro do normal por conta da nascente estar protegida e canalizada, sendo contudo observada uma grande concentração de coliformes termotolerantes por conta da ocorrência de animais de sangue quente ou possibilidade de contaminação, inviabilizando a água para consumo. O valor de IQA obtido foi considerado como aceitável.

Palavras chave: Bacia hidrográfica, Erosão, Nascentes.

ABSTRACT

CARARD, R. F. **Identification and analysis of environmental degradation in the Municipal Ecological Park Danilo Marques Moura in Goioerê - PR**, 2016. f . 107, 2016. f. 102.. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

The objective of this work was to study the watershed of Água Bela river to the identification of environmental degradation in the Municipal Ecological Park Danilo Marques Moura located in Goioerê - PR. It was conducted the delimitation of the watershed, preparation of thematic maps, analysis of morphometric parameters of the watershed delineation and analysis of the area of direct influence on the Conservation Unit, update of the hydrography within on the limits of the protected area and classification of existing headwaters, and also the collection of water to determine water quality using the water quality Index (IQA). As a result it was observed that the river Água Bela makes up a sub-watershed of the Piquiri River, which features a pattern of dendritic drainage, comprises geological formations, Serra Geral and Arenito Caiuá and presents soil classes of Argisolo, Latosolo and Nitosolo has undulated relief, with altitudes ranging from 210 to 630 me, in relation to land use, it presents predominance of temporary culture. The morphometric parameters indicated that it has low river density and drainage density, factors that may be related to geology, soils and topography. In addition, the shape ratio resulted in an elongated shape for the study watershed and little tendency to flooding. The analysis of the watershed and surrounding municipal park region indicated that the city may be the main degradation agent about the area, with the activities surrounding suggesting for example, that the declivity factor added to the land use and proximity to the city is an aggravation towards the gully present in the park area. Regarding the analysis of water quality parameters were observed considered within the normal because of the spring is protected and channeled, and yet observed a high concentration of fecal coliforms due to the occurrence of warm-blooded animals or possibility of contamination, making the water impossible for consumption. The IQA value obtained was regarded as acceptable.

Key Words: Watershed, Denudation, Headwaters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Carta de localização do Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura em Goioerê - PR.....	14
Figura 2 - Alguns temas relacionados a bacias hidrográficas.....	18
Figura 3 - Voçoroca com possível erosão em piping no parque em Goioerê - PR.	44
Figura 4 - Carta de Hidrografia da bacia hidrográfica do rio Água Bela.....	45
Figura 5 - Carta de Geologia da bacia hidrográfica do rio Água Bela.	48
Figura 6 - Carta de Solos da bacia hidrográfica do rio Água Bela.....	51
Figura 7 - Confluência de rios na Unidade de Conservação em Goioerê - PR. .	55
Figura 8 - Aspecto do solo observado na voçoroca do parque em Goioerê - PR.	55
Figura 9 - Aspecto do solo em meio a vegetação no parque em Goioerê - PR. .	56
Figura 10 - Carta de Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Água Bela.	57
Figura 11 - Carta de Declividade da bacia hidrográfica o rio Água Bela.	59
Figura 12 – Croqui de declividade na área do parque e em seu entorno.	62
Figura 13 - Carta de Uso do Solo da bacia hidrográfica do rio Água Bela.....	63
Figura 14 - Visualização de áreas com maior possibilidade de impactos em função do uso do solo na área da bacia hidrográfica.....	66
Figura 15 - Localização da hidrografia nos limites do parque em Goioerê - PR.	73
Figura 16 - Nascente original no parque em Goioerê - PR.	74
Figura 17 - Nascente próxima a nascente original no parque em Goioerê - PR.	74
Figura 18 – Indicação do afloramento do lençol freático na área de voçoroca no parque em Goioerê - PR.....	75
Figura 19 - Área de influência direta sobre o parque ecológico municipal em Goioerê - PR.....	76
Figura 20 – Atividades confrontantes ao parque localizadas dentro da microbacia.	78
Figura 21 - Fatores nas proximidades da UC que podem ampliar o processo erosivo na UC.	79
Figura 22 - Confirmação da presença de coliformes fecais na amostra coletada.	81
Figura 23 - Macacos prego fotografados durante visita ao parque em Goioerê - PR.	82
Figura 24 - Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o calculo do IQA.	104
Figura 25 - Resultados obtidos para os parâmetros de Turbidez, Nitrogênio, Sólidos Totais e DBO.....	106
Figura 26 - Resultados obtidos para o parâmetro de Fósforo total.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Associação das classes de declividade com o fatiamento do MDE	.34
Tabela 2 - Quantidade de rios de acordo com a hierarquização	46
Tabela 3 - Extensão das classes de solo sobre a área da bacia hidrográfica	..52
Tabela 4 - Extensão das classes em relação a área da bacia hidrográfica60
Tabela 5 - Área e porcentagem de ocupação das classes em relação a bacia hidrográfica64
Tabela 6 - Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Água Bela (continua)67
Tabela 7 - Parâmetros Físico-químicos da água coletada na nascente original no parque em Goioerê - PR80
Tabela 8 - Parâmetros do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e respectivos pesos103
Tabela 9 - Classificação dos valores do Índice de Qualidade das Águas nos estados brasileiros105

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

AIA - Avaliação de Impacto Ambiental
AID - Área de Influência Direta
AII - Área de Influência Indireta
ANA – Agência Nacional das Águas
APP - Área de Preservação Permanente
Cm - Coeficiente de Manutenção
DAAMB – Departamento Acadêmico de Engenharia Ambiental
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
Dd - Densidade de Drenagem
DEM - Digital Elevation Model
Dh - Densidade hidrográfica
EC - Escherichia coli
EIA - Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária
Eps - Extensão do percurso superficial
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IQA - Índice de Qualidade da Água
ITCG - Instituto de Terras, Cartografia e Geociências
MDE - Modelo Digital de Elevação
MDT - Modelo Digital de Terreno
MINEROPAR – Minerais do Paraná
MNT - Modelo Numérico de Terreno
OD - Oxigênio Dissolvido
pH - potencial Hidrogeniônico
PI - Plano de Informações
PR - Paraná
Rb = Relação de Bifurcação
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental
RR - Roraima
Rt - Rugosidade Topográfica
SIG's - Sistemas de Informações Geográficas

Tt - Textura da Topografia

UC - Unidade de Conservação

UEM - Universidade Estadual de Maringá

SUMÁRIO



1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
4 REVISÃO DE LITERATURA	16
4.1 BACIA HIDROGRÁFICA	16
4.2 NASCENTES	19
4.3 EROÇÃO	23
4.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, LEGISLAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.....	26
5 MATERIAL E MÉTODOS	30
5.1 DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRAFICA	30
5.2 ELABORAÇÃO DE CARTAS TEMÁTICAS REFERENTES A BACIA HIDROGRAFICA.....	31
5.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS, LINEAR E AREAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	35
5.4 DELIMITAÇÃO E ANÁLISE DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	39
5.5 ATUALIZAÇÃO DA HIDROGRAFIA NOS LIMITES DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES	39
5.6 COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE LABORATORIAL.....	40
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
6.1 FATORES FÍSICOS E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....	44
6.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS, LINEAR E AERAL, DA BACIA HIDROGRÁFICA	67
6.3 ATUALIZAÇÃO DA HIDROGRAFIA E CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES....	73
6.4 DELIMITAÇÃO E ANÁLISE DA ÁREA DE INFLUENCIA DIRETA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	76
6.5 ANÁLISE LABORATORIAL DA ÁGUA DA NASCENTE PRINCIPAL	79
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS	86
ANEXO A – Parâmetros do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e respectivos pesos	103
ANEXO B – Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para cálculo do IQA	104
ANEXO C – Classificação dos valores do IQA nos estados brasileiros	105
ANEXO D – resultados das análises feitas pelo laboratório Ambientale LTDA em Maringá – PR	106

1 INTRODUÇÃO

Ao definir uma bacia hidrográfica como unidade de estudo, possibilita-se a visualização da combinação dos elementos físicos e biológicos presentes na área da bacia, permitindo a representação cartográfica.

Brigante e Espíndola (2003) conceituaram bacia hidrográfica como uma unidade natural, delimitada por limites eminentes do próprio escoamento de águas sobre a superfície, resultando de fatores como: material de origem, topografia, vegetação e clima.

Desta forma, as bacias hidrográficas possibilitam a divisão da região terrestre, compreendendo a ocupação humana, os ecossistemas e caracterizam-se como espaço de ocorrência do ciclo hidrológico. Em meio a sua dinâmica, apresentam a problemática da degradação ambiental antrópica. Esta degradação incorre sobre o solo, a vegetação, rios e nascentes, alterando a qualidade da água e prejudicando os seres vivos dependentes deste recurso, inclusive o próprio ser humano.

O manejo de bacias hidrográficas deve buscar a preservação e melhoria da qualidade e quantidade de água, além de garantir o controle das interferências sobre a mesma, o que faz da bacia hidrográfica, a unidade geomorfológica da paisagem mais adequada para a manipulação sistemática dos recursos presentes em uma determinada região. As nascentes estão inseridas nessa unidade, como pontos onde a água, proveniente do ciclo hidrológico, “jorra” pela superfície terrestre (SECRETARIA..., 2009; COMPANHIA..., 2004).

Assim, as bacias hidrográficas podem compor unidades para estudo de degradação nas nascentes. Segundo Cardoso e Moraes (2004) cientificamente falando, nascentes não deixam de jorrar e não secam. Apesar disso, estão sujeitas a sofrerem degradação. Nas microbacias ocorrem diversas atividades que tornam estas unidades sensíveis a efeitos das intervenções em diversos aspectos ambientais. A água por ser muito dinâmica, não se recupera de maneira eficiente, somente na nascente ou em um segmento do rio, sendo necessário levar em consideração a microbacia para este processo (SECRETARIA..., 2010).

O Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura está localizado no município de Goioerê, no estado do Paraná no perímetro suburbano da sede do município, ao lado do campus da Universidade Estadual de Maringá. Em sua área

existem nascentes que podem ser prejudicadas, tendo em vista as atividades desenvolvidas no entorno da Unidade de Conservação(UC) e na bacia hidrográfica a qual pertencem. A UC também apresenta processos erosivos acentuados(voçoroca) dentro de seus limites e não conta com plano de manejo.

Desta forma, buscou-se aplicar o estudo das características físicas da bacia hidrográfica a este caso, utilizando-a como unidade de estudo para compreender a possível degradação sobre as nascentes e origem destes processos erosivos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a bacia hidrográfica do Rio Água Bela para e identificar a degradação ambiental no Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura localizado em Goioerê – PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para cumprimento do objetivo geral foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Delimitação e análise da bacia hidrográfica;
- Elaboração de cartas temáticas de hidrografia, geologia, solos, hipsômetria, declividade e uso do solo referentes a bacia hidrográfica;
- Análise os parâmetros morfométricos, linear e areal, da bacia hidrográfica;
- Delimitação e análise da área de influência direta na Unidade de Conservação;
- Atualização da hidrografia nos limites da Unidade de Conservação e classificar as nascentes;
- Coletar água da nascente para análise laboratorial;

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura está localizado no município de Goioerê, estado do Paraná inserido na Mesorregião Centro Ocidental Paranaense. Teve sua criação em meio a doação de um terreno por Danilo Marques Moura em 1990, sendo inaugurado oficialmente como parque municipal em 1994. O parque está localizada nos limites da sede do município, em uma área suburbana, compreendendo pontes, trilhas, um viveiro de mudas, vegetação nativa, ocorrência de fauna silvestre e a presença de nascentes (Figura 1). Atualmente, o parque não conta com plano de manejo. Apresenta processos erosivos bem desenvolvidos, por exemplo, uma voçoroca, o que pode estar associado a atividades no entorno da UC, sendo possível ocasionarem degradação sobre as nascentes.

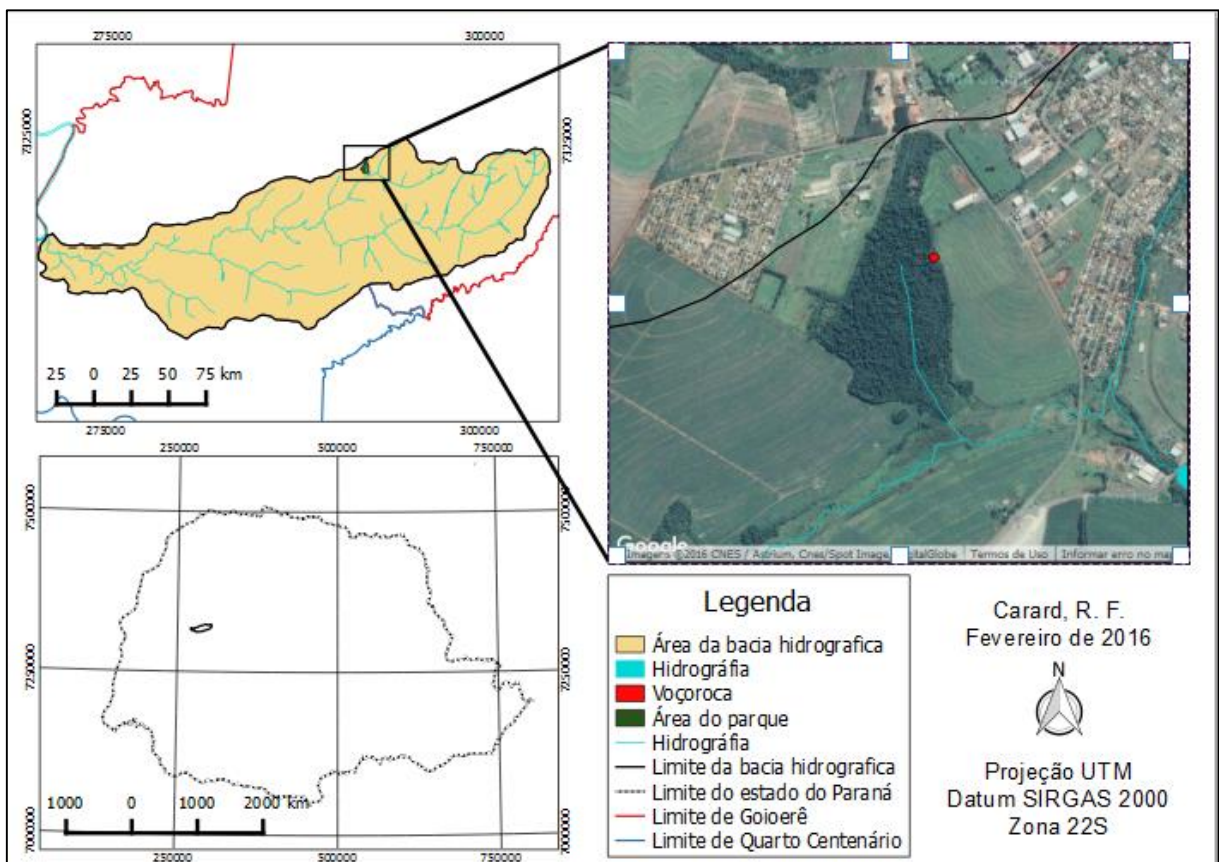


Figura 1 - Carta de localização do Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura em Goioerê - PR.

Fonte: Autoria própria.

A UC está inserida na bacia hidrográfica que tem como rio principal, o rio Água Bela, sendo está uma sub-bacia do rio Piquiri. As nascentes presentes no parque dão origem a um afluente da sub-bacia, compondo sua rede de drenagem (ITCG,1991). Esta sub-bacia apresenta uma parte da sua área de drenagem parte no município de Goioerê e parte no município de Quarto Centenário, sendo o rio principal o limite entre ambos os municípios.

O município de Goioerê é compreendido pela área da unidade geomorfológica denominada de Terceiro planalto paranaense, inserida no planalto de Umuarama e Campo Mourão. O planalto de Campo Mourão apresenta dissecação baixa, topos aplainados, vertentes retilíneas e côncavas na base, com vales em forma de calha modelados pela formação Serra Geral, com altitudes que vão de 220 a 840m. O Planalto de Umuarama possui dissecação média, topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em forma de V modelados pela formação Caiuá, com altitudes que vão a 660m (MINEROPAR, 2006).

É um dos municípios pertencentes a Bacia do rio Piquiri que possui uma área total de 24.171,70 Km², cerca de 12% da área do estado do Paraná. Em seu território apresenta solos como Latossolo Vermelho Distroférico predominantemente, a oeste do município, na divisa com Quarto Centenário. Possui em menor quantidade, Nitossolos Avermelhados (INSTITUTO..., S.D).

O Município de Goioerê está inserido sob a ação do Clima Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfa) segundo a classificação de Köppen-Gieger, com predominância ao norte, nordeste, oeste e sudoeste do Paraná, apresentando altitudes geralmente inferiores a 900 m com verões quentes, poucas geadas e tendência de concentração das chuvas em meses de verão, sem estação seca definida (IAPAR, 1994).

A vegetação da região é caracteriza-se como Floresta Estacional Semidecidual, tendo como semidecidualidade sua principal característica fisionômica, fenômeno que ocorre nos estratos arbóreos superiores, tendo relação direta com parâmetros climáticos, acontecendo na sua estação desfavorável. Distribuídas ao longo das regiões norte e oeste do estado, com altitude entre 200m e 800m, sua florística se apresenta mais empobrecida quando comparada com formações ombrófilas (RODERJAN et al., 2002).

4 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura neste trabalho teve como foco todos os componentes que de alguma forma, direta ou indiretamente envolveram as questões estudadas na bacia hidrográfica do rio Água Bela e o Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura. Os temas abordados neste caso foram a bacia hidrográfica, nascentes, erosão, Unidades de Conservação(UC), legislação e avaliação de impactos ambientais(AIA)

4.1 BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica é conceituada como:

“É uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório.” (TUCCI, 2001 p. 40).

Inserido no amplo termo de bacias hidrográficas, existe uma diferenciação em relação a um grau de hierarquização, ou seja, uma divisão em níveis. Machado(2010), em concordância com Teodoro et al. (2007), afirma que bacia hidrográfica refere-se a uma área de drenagem do rio principal, tendo sub-bacias como a área de drenagem de um tributário deste rio e as microbacias como sendo a área de drenagem de um tributário de outro tributário do rio principal. Portanto, segundo os mesmos, todos os cursos de água de uma bacia de uma forma, chegam ao rio principal do sistema que, normalmente, dá o nome ao conjunto da bacia hidrográfica.

Teodoro et al. (2007) destaca que na classificação de acordo com a hierarquização, utiliza-se o parâmetro área de drenagem com diferentes unidades e proporções de medida, contudo, o mesmo afirma que existem divergências e até certas dificuldades na literatura técnico-científica para se chegar a uma conceito único e totalmente abrangente para a classificação.

Independente disso, para Porto e Porto(2008) as bacias hidrográficas podem ser delimitadas de acordo com o problema a ser solucionado, sendo em bacias, sub-

bacias ou microbacias, dependendo da necessidade, tornando-as ideais quando se trata de sistemas de gestão de recursos hídricos. Para os autores, várias iniciativas demonstram sucesso na área da gestão de recursos hídricos quando baseados no recorte geográfico das bacias, pois é nestas que se desenvolvem todos os tipos de atividades e áreas (urbanas, indústrias, etc.), e em seu exutório que ocorre o resultado de todos os processos em seu sistema, bem como as consequências das formas de ocupação territorial e do uso da água.

Segundo Franco et al. (2012) as bacias hidrográficas compõem um complexo sistema ambiental no qual os cursos de água se apresentam como indicadores da manipulação do solo por atividade antrópicas, transformando as características físico-químicas das águas conforme as características pedológicas e geológicas, bem como o uso do solo da bacia. Desta forma, elas compõem uma eficiente alternativa para estudos de fragilidade devido seu equilíbrio dinâmico e sensibilidade a impactos.

Para Albuquerque (2012) a realização de estudos de caracterização do meio físico, tendo a bacia hidrográfica como delimitação, e a sistematização destes dados armazenando-os em sistemas de informações geográficas (SIG's) resulta em uma base cartográfica representativa capaz de auxiliar na gestão de recursos naturais e até mesmo na intervenção do poder público sobre as questões ambientais. Isso demonstra a importância do conhecimento das bacias associada a utilização de ferramentas que otimizam o processo, como geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Criado e Piroli (2012) afirmam que o uso do sensoriamento e dos SIG's são indispensáveis no entendimento e intervenção em bacias hidrográficas, pela sua gama de aplicações, como por exemplo, para a análise do uso do solo. Albuquerque (2012) destaca que por meio da delimitação de bacias hidrográficas é possível a realização de estudos de caracterização do meio físico, formatando uma base de informações sobre alguns estudos específicos envolvendo, por exemplo, Geologia, Pedologia, Hidrografia, além de outros (Figura 2).

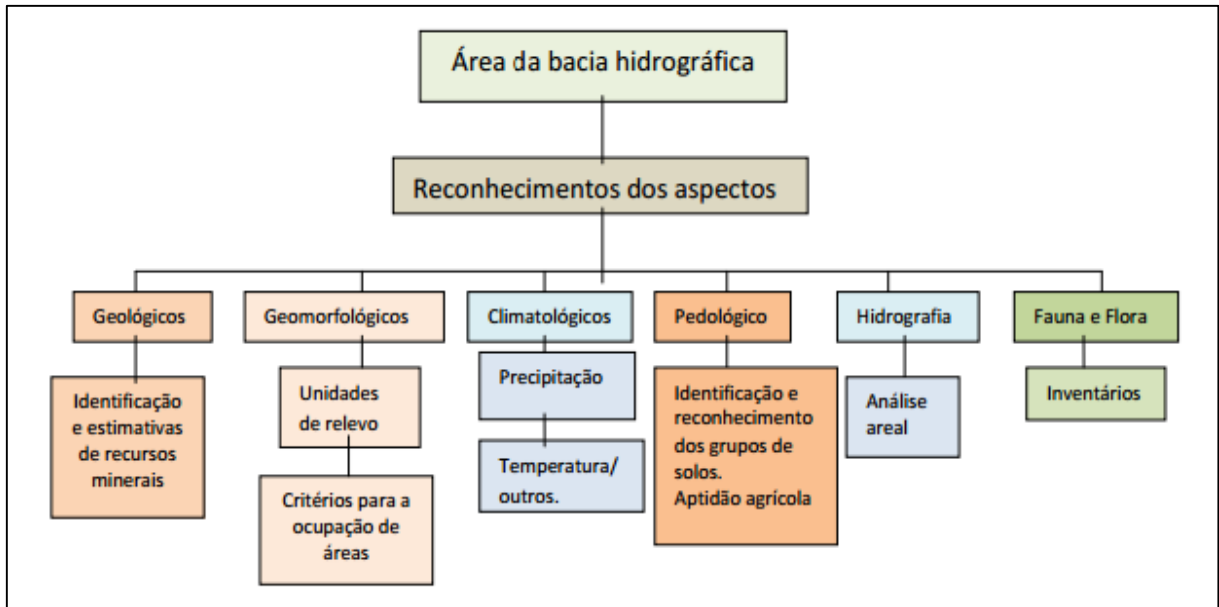


Figura 2 - Alguns temas relacionados a bacias hidrográficas.

Fonte: Albuquerque (2012, p. 202)

Quando se aborda bacias hidrográficas, destaca-se também a importância dos estudos morfométricos. Segundo Oliveira (2009) a análise morfométrica de bacias hidrográficas trata do levantamento de índices e valores numéricos de diversos atributos de uma bacia, que podem levar ao entendimento do sistema de drenagem, baseado em estudos que envolvem a área, o perímetro e a hipsômetria.

Segundo Silva, Schulz e Camargo (2003) os estudos morfométricos podem resultar em uma caracterização da área para sua susceptibilidade ao processo erosivo-sedimentológico, resultando no entendimento do índice de degradação dos cursos de água de uma bacia hidrográfica, por exemplo, em relação ao carreamento de sedimentos associado a erosão do solo.

Junior e Rossete (2005) afirmam que a caracterização morfométrica é de grande importância para estudos ambientais, sobretudo quando ocorre degradação e alterações sobre parte de um curso de água, por conta de sua importância nos ecossistemas. Machado et al. (2011) destaca, por exemplo, a utilização do sensoriamento remoto para entendimento das bacias hidrográficas, associada ao uso de parâmetros morfométricos, servindo de base para a definição de indicadores ambientais, sendo uma alternativa viável para gestão ambiental das mesmas. Assim, é possível identificação de vulnerabilidade a processos erosivos e o gerenciamento das áreas dentro de uma bacia, independente dos interesses envolvidos.

Vários índices presentes na literatura podem ser aplicados para o estudo de parâmetros morfométricos de uma bacia hidrográfica, sendo alguns considerados simples, quando associados ao uso de *softwares*, como área, perímetro, número de canais de uma bacia hidrográfica e outros mais complexos, envolvendo fórmulas matemáticas como densidade de drenagem, índice de forma, rugosidade topográfica, entre outros.

Alpino, Pereira e Rocha Leão (2007) afirmam que em termos da dinâmica hidrológica em bacias, com suas sub-bacias, ocorrem resultados diferentes para o escoamento da água, com sua eficiência controlada, por exemplo, por parâmetros morfométricos como a densidade de drenagem.

Georgin, Oliveira e Da Rosa (2015) destacam, que o uso do parâmetro índice de forma de uma bacia hidrográfica, torna possível conhecer a possibilidade de ocorrência de cheias, quando o índice indica bacias mais arredondadas, nas quais o tempo de concentração dos cursos de água até o rio principal são praticamente os mesmos, o que leva a uma grande vazão que pode ocasionar assoreamento e servir de agravante junto a um mau uso e ocupação do solo.

Silva et al. (2010) apresenta a possibilidade do uso do coeficiente de rugosidade topográfica como um parâmetro direcionador do uso potencial de terras rurais de acordo com as características das atividades como agricultura, pecuária, silvicultura e preservação permanente, levando a aplicação do mesmo por exemplo, no manejo das atividades de uma bacia hidrográfica.

4.2 NASCENTES

Os rios de uma bacia hidrográfica compõe a rede hidrográfica, que segundo Rocha e Vianna (2008) é responsável pela drenagem da mesma, apresentando configurações ou arranjos espaciais que demonstram a estrutura geológica e a composição morfogenética da área que compreende. Santos, Nascimento e Arcos (2012, p. 1778) afirmam que “dentre os elementos que compõem uma bacia hidrográfica, as áreas de nascentes são consideradas as mais importantes, representando o fluxo necessário para a formação da rede de drenagem da bacia”.

Para Bosquilia (2014) as nascentes são de grande importância na natureza, essenciais para o armazenamento da água, bem como o controle da qualidade e quantidade de água. O autor expõe que este fato junto com o aumento da preocupação com o meio ambiente e o avanço da tecnologia, traz uma maior necessidade da proteção destas e seus respectivos rios, o que torna ferramentas como o sensoriamento remoto, indispensáveis para agilizar o processo de monitoramento das nascentes e suas Áreas de Preservação Permanente (APP's) principalmente quando são áreas muito extensas e difíceis de serem mapeadas por campo.

A resolução CONAMA Nº 303 de 20 de março de 2002 que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente define nascentes como “local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea” (BRASIL, 2002). Por lei, as nascentes devem ser protegidas por uma faixa de vegetação para sua conservação, constituindo as Áreas de Preservação Permanente (APP) estabelecidas no novo código florestal, Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, definindo-as em seu capítulo I, Art. 2º:

“Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012, cap. 1, Art. 2º).

É imprescindível que as nascentes apresentem uma boa qualidade, sejam abundantes, contínuas e com boa variação de vazão ao longo do tempo. Para tal é preciso que o manejo de sua bacia hidrográfica garanta sua conservação, melhoria da qualidade e quantidade de água. Como premissa básica para isto, está o controle de erosão do solo, minimização de contaminação e poluição por aumento de partículas na água, além da diminuição de perdas hídricas (SECRETARIA..., 2009).

A presença da vegetação no entorno das nascentes e dos rios é um importante fator para manutenção de sua qualidade, além de ser também um requisito legal. Para Garcez e Alvarez (1988) a cobertura vegetal como florestas e campos cultivados regularizam as vazões de cursos de água dentro da bacia e são eficazes no combate a erosão dos solos. A vegetação próxima aos recursos hídricos, junto ao tipo de solo e ação antrópica, compõe os fatores determinantes para a ocorrência ou não de degradação causada pela erosão. Destaca-se a erosão hídrica superficial que

se consolida e aumenta (sulcos, ravinas e voçorocas) em função da estrutura e textura do solo, bem como ausência e tipo de vegetação (CARVALHO, 2008).

Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (2010) a erosão hídrica originária dos processos dentro das bacias, junto as interações antrópicas existentes no solo, é um dos agentes de contaminação das águas superficiais por meio de compostos químicos advindos de agrotóxicos, sendo responsável também pelo soterramento de nascentes por conta do transporte de sedimentos.

Bosquilia (2014) afirma que a exploração desordenada de recursos naturais, a expansão urbana e o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos provocam problemas ambientais principalmente sob as nascentes, alterando a qualidade da água e a quantidade para com a bacia como um todo. Além da contaminação química, Zanarini e Rosolen (2007) afirmam que atividades como a pecuária extensiva, pode ser responsável por impactos sobre nascentes e cursos de água em vista do pisoteamento (compactação) do gado para dessedentação.

O estudo da bacia hidrográfica voltado para compreensão dos fatores que afetam as nascentes e corpos de água, visando uma abordagem mais sistemática no manejo e intervenções na bacia deve ser complementado também com um estudo da qualidade da água afim de mensurar as influencias que a região no entorno traz. Para Rocha e Vianna (2008) o diagnóstico socioambiental de nascentes e mananciais, em áreas urbanas, por exemplo, prevê uma análise de características geoambientais como uso do solo, estrutura geomorfológica, e inclusive a análise da qualidade da água.

Dentre os métodos que permitem estabelecer a qualidade da água, pode-se citar o Índice de Qualidade da Água (IQA) adaptado dos EUA para o Brasil pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) considerando nove parâmetros para análise desta qualidade em vista do abastecimento público (ANA, 2005). Apesar do IQA mensurar a qualidade da água visando o consumo humano, o mesmo não considera análises mais específicas como agrotóxicos e outros componentes químicos prejudiciais à saúde humana. Independente disto, em todos os casos, observa-se a portaria do Ministério da Saúde Nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Na portaria, está inserido, por exemplo, o padrão microbiológico que trata da presença de coliformes totais e termotolerantes. Segundo a Secretaria...(2010) as nascentes são colonizadas quase que exclusivamente por microrganismos, como algas e bactérias, sendo seus parâmetros observados em relação a contaminação ou não por fezes de origem animal ou humana como os coliformes, em especial os termotolerantes. É determinado no caso da presença destes que ocorram medidas corretivas.

De toda forma, quando as nascentes são submetidas a degradação é necessário que medidas de prevenção ou medidas mitigatórias sejam realizadas, sendo ações mais simples ou complexas como a realização de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD's) dependendo da situação. Crispim et al. (2012) apresenta uma técnica denominado solo cimento que consiste na limpeza envolta da nascente e a aplicação de uma cobertura feita pela mistura de solo peneirado, cimento e água, bem como a instalação de tubulações para permitir o escoamento da água. O objetivo da técnica é evitar a contaminação da água a ser consumida.

Antonietti e Oliveira (2013) também empregaram a utilização da técnica solo cimento sobre as nascentes para a conservação deste recurso hídrico. Contudo, os autores destacam a necessidade da mesma ser complementada pela presença de mata ciliar no entorno das nascentes, além da descontaminação da água. Esta técnica é empregada visando o consumo da água, sendo aplicada por ambos os autores em propriedades agrícolas.

No caso da recuperação de mata ciliar, pode-se citar métodos silviculturas como apresentado por Botelho(2014) devendo-se definir as espécies para plantio de acordo com estudos realizados nas áreas de florestas remanescentes da região, obtendo-se conhecimento sobre as principais espécies que ocorrem e seus habitats preferidos. Pinto et al. (2013) destaca também a importância da seleção de acordo com o estado de conservação das nascentes, como perturbado ou degradado e as condições do ambiente como solo úmido ou bem drenado.

Ribeiro et al. (2012) afirma que a recuperação de vegetação, apesar de ser umas das técnicas de maior custo, é o método com maior eficiência na recuperação de áreas degradadas e apresenta resultados mais rápidos. Contudo, os autores destacam que é necessário que se faça estudos prévios da vegetação arbórea do local e da composição edáfica, independente da técnica utilizada. Além disso, deve-

se observar que a escolha do método de recuperação a ser utilizado é feito de acordo com o tipo e grau de perturbação da área, sendo de extrema importância o vínculo destas técnicas com ações de educação ambiental, para sensibilização da população que vive no entorno das áreas a serem recuperadas.

Zanzarini e Rosolen (2007) afirmam, por exemplo, que os proprietários que detêm nascentes em suas propriedades devem compreender os problemas de suas práticas e a importância da manutenção destas, bem como dos rios, para o funcionamento hídrico da bacia. Os autores destacam que a educação como prática ambiental pode contribuir para a consciência ambiental em relação aos impactos das atividades agrícolas.

Com o estudo aplicado da bacia hidrográfica na identificação de impactos, possibilitando atividades de manejo, associado a estudo morfométricos e a análise da qualidade da água é possível que sejam criadas medidas que previnam a degradação e garantam a utilização deste recurso de forma eficiente e sustentável, minimizando a necessidade de ações de recuperação. Neves et al. (2014) afirma que a recuperação de áreas degradadas é cada vez mais uma situação comum ao ser humano, em consequência de suas atividades, sendo contudo o mais ideal, ao invés de recuperar, adequar as atividades antrópicas para com a necessidade ambiental, obtendo-se qualidade sem a necessidade de medidas de recuperação.

4.3 EROSÃO

Erosão é o processo de desgaste, transporte e sedimentação do solo, dos subsolos e das rochas como efeito da ação dos agentes erosivos, tais como a água, os ventos até mesmo os seres vivos. Para Calijuri e Cunha (2013) a cobertura vegetal, fator de grande importância para a proteção e permeabilização do solo. Segundo os autores, esta permeabilidade ao reduzir, aumenta a compactação do solo, desencadeando sérios problemas, dentre eles, processos erosivos, principalmente do tipo laminar, que além de degradar também o empobrece.

O processo erosivo do tipo laminar (erosão em lençol), conforme o tempo, se desenvolve, com a concentração de fluxo, para um grau mais elevado, os ravinamentos e posteriormente em voçorocamentos quando atingem o solo de forma

mais profunda, chegando até o lençol freático. Com um grau mais elevado de erosão do solo, aumentam-se a gravidade dos impactos e a dificuldade de recuperação da área (GUERRA E MARÇAL, 2010). Para Nardin et al. (2010) o processo de voçorocamento pode ser considerado como grau máximo de erosão para os solos, ocasionando, dentre diversos impactos, o acúmulo de sedimentos em córregos.

Outros impactos são causados. Segundo Baldassarini e Nunes (2014) a erosão leva a diminuição da produtividade agrícola, relacionada ao manejo inadequado do solo, ocasionando também na compactação, diminuição da capacidade de infiltração e retenção de água do solo, bem como em uma menor quantidade de matéria orgânica neste e no aumento de escoamento superficial e transporte de sedimentos, entre outros. Os autores afirmam que para casos de voçorocamento é necessária utilização de técnicas que aumentem a infiltração da água que escoar e também retenha a mesma por meio de um uso adequado do solo visando diminuir o potencial impacto da chuva.

Para Rezende et al. (2011) as voçorocas são geradas principalmente por meio de práticas incorretas de manejo do uso do solo, desenvolvidas em solos de maior potencial erosivo como aqueles que apresentam grande teor de silte e areia. O autor cita também o fato de que para a recuperação da voçoroca, considera-se também a área de entorno, no caso, a sua bacia de contribuição que tem influência direta no processo erosivo.

Guerra e Marçal (2010) destacam que a erosão dos solos que ocorre, principalmente nas áreas rurais, apresentam dois tipos de efeitos, sendo eles onsite quando ocorrem no próprio local onde a erosão está ocorrendo e offsite quando efeitos acontecem fora do local da erosão afetando áreas rurais e podendo afetar até mesmo áreas urbanas. É no caso offsite que se observam por exemplo a degradação de cursos de água por aporte excessivo de sedimentos ou mesmo a degradação da qualidade em vista do escoamento de compostos químicos.

O controle da erosão exige antes de tudo a caracterização de fatores e mecanismos relacionados as causas deste, de forma que, primeiramente deve-se considerar os locais de maior concentração de erosões lineares, isto é, locais de convergência de escoamento superficial e subterrâneo, como por exemplo, as cabeceiras dos rios. Isto torna as áreas próximas as nascentes locais com risco de erosão, e conseqüentemente, de formação de voçorocas com este processo sendo

mais ou menos intenso de acordo com o tipo e extensão da vegetação (FILIZOLA et al., 2011).

De uma forma geral, a maioria das técnicas de controle de erosão envolvem o plantio de espécies capazes de estabilizar a área e se adaptar a mesma, contudo a contenção de voçorocas variam de caso para caso, e podem envolver um leque extenso de atividades. Guimarães et al. (2012, p. 985) em um levantamento bibliográfico sobre práticas conservacionistas na recuperação de voçorocas considera que:

“A adoção de práticas conservacionistas para a mitigação do processo de erosão por voçorocamento deve contemplar alguns aspectos: a) a estabilização de uma voçoroca depende dos mesmos fatores envolvidos no processo de sua formação; b) a primeira medida de controle a ser considerada consiste no desvio da enxurrada à montante da voçoroca e a preservação da cobertura vegetal natural no seu interior; c) quando não for possível efetuar estes procedimentos a solução é adotar práticas vegetativas, edáficas e mecânicas no interior da voçoroca, cujas funções são a redução do impacto da gota da chuva, manutenção da fertilidade do solo, redução da força da enxurrada, aumento da infiltração, retenção de sedimentos, entre outras; d) há inúmeras práticas conservacionistas, cada uma para um determinado objetivo, entretanto, os custos relacionados a estas práticas são bastante variáveis e, exceto em casos especiais, deve-se sempre buscar pelos métodos menos onerosos; e) a paliçada é uma medida eficiente e de baixo custo utilizada principalmente para obstrução da enxurrada e retenção de sedimentos tanto nas encostas quanto no interior da voçoroca, porém deve ser utilizada associada às práticas vegetativas; f) a sensibilização da comunidade do entorno deve ser realizada através de práticas de educação ambiental, de modo que está reconheça a importância e necessidade de se preservar a vegetação do interior e borda das voçorocas, assim como não descartar lixo e entulho em seu interior.”(GUIMARÃES ET AL.,2012, p. 985)

Abdo et al. (2008) na estabilização de uma voçoroca no pólo APTA centro norte em Pindorama, SP estabeleceu um plano de ações e realizou praticas conservacionistas sobre toda a microbacia de contribuição da mesma que envolveram, entre outras coisas, manutenção da cobertura vegetal em área agrícola a montante da voçoroca ou mesmo a retirada de animais do local para possibilitar a estabilização e recuperação da área.

Teixeira e Guimarães (2012) destacam que de forma geral, é importante a plantação de gramíneas em áreas voçorocadas, já que são espécies que conseguem se adaptar a baixos teores de nutrientes e oxigênio, o que é característico de voçorocas. Além disso, os autores destacam outras atividades necessárias e que podem contribuir para recuperação da degradação no caso da erosão acentuada como, por exemplo, paliçadas que servem para quebrar a força das águas no escoamento e reter sedimentos enchendo a voçoroca e possibilitando crescimento vegetal.

No caso das paliçadas, é indicado quando se pretende implantar a contenção em terreno relativamente instável, construindo-se com segurança, a partir da superfície. Uma vez construída a cortina, escava-se de um lado sem haver perigo de deslizamento do terreno (TEIXEIRA, GUIMARÃES, 2012). Estas cortinas de contenção são uma alternativa de solução em termos técnicos e econômicos, pois atingem os objetivos de estabilizar as encostas de solo, oferecem resistência, apresentam custo compatível e condições de implantação viáveis para o local. (FERREIRA, 2003).

Outros fatores também são abordados pelos autores como: cercar a área, isolando a voçoroca afim de diminuir riscos relacionados a ações antrópicas; obras de dreno; retaludamento, afim de evitar deslizamentos de terra, agravando o problema e aumentando a extensão da voçoroca; terraceamento, com sulcos ou calhas construídos transversalmente a direção de maior declive para controle da erosão e aumento de infiltração da água, em casos mais complexos.

4.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, LEGISLAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.

A Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza(SNUC) e dá outras providências, define as UC's como:

“Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente

instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, 2000, Cap 1. Art. 2º).

Inserido dentro desta lei, está a categorias integrantes do SNUC, caracterizando dois grupos, dentre eles as unidades consideradas como de proteção integral na quão são enquadrados, entre outros, o Parque nacional que quando criados por um município são nomeados como Parque Natural Municipal. Assim, o mesmo tem como objetivo a preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

Para Nascimento e Carvalho (2003) as UC's constituem uma das formas mais eficientes de se garantir a sustentabilidade e manter as funções dos ecossistemas, bem como a biodiversidade já que integram políticas de conservação para gestão dos recursos naturais nas áreas dos ecossistemas, devendo proporcionar abrigo, proteção e refúgio para biota em geral.

Segundo Sobral et al. (2007) as UC's são uma das mais importantes estratégias para a conservação “in situ”, objetivando o mais alto grau de proteção de diversidade biológica. Para isso, devem ser bem instituídas e manejadas. Estudos apresentam atualmente que as UC's contribuem não só para conservação, mas também para o crescimento econômico e a redução de pobreza do país, estimando que 88,3 % da área total protegida por UC's é permitido o uso econômico que pode gerar efeitos positivos na economia regional. É possível a utilização econômica por meio de atividades como turismo, produção florestal, extrativismo, entre outras (Ministério do Meio Ambiente, 2011).

Não só por atividades de exploração, mas as UC's no caso de municípios, também constituem um ganho para os mesmo em forma de imposto pelo poder público. O ICMS ecológico, no caso do Paraná, está previsto na Lei complementar Nº 59 de 01 de outubro de 1991, que dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art. 2º da Lei 9.491/90, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, assim como adota outras providências. Nesta, a repartição prevista é de 50% para UC's e 50% para mananciais de abastecimento, sendo no caso de algum município apresentar sobreposição das áreas, adota-se o critério de maior compensação financeira (BRASIL, 1991).

Quando se trata da questão de conservação um fator importante e ligado às UC's é a Avaliação de Impacto Ambiental(AIA) que apesar de ser utilizada principalmente no quesito de licenciamento ambiental de empreendimentos potencialmente poluidores, é também um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente(PNMA) prevista na Lei Nº 6.938 de 31 de Agosto de 1981(BRASIL, 1981). Dentre os diversos princípios da PNMA está a proteção de áreas ameaçadas de degradação ou mesmo a proteção de ecossistemas, dos quais ambos os casos podem compor possivelmente a criação de UC's.

A Resolução CONAMA 001 de 23 de janeiro de 1986 dispõe sobre a AIA como instrumento da PNMA e dá suas diretrizes voltadas para o licenciamento ambiental de empreendimentos. Outra resolução estabelecida, a CONAMA Nº 428 de 17 de dezembro de 2010, de maneira geral, trata do licenciamento ambiental para com empreendimentos que apresentem significativo impacto ambiental que afetem as UC's ou suas zonas de amortecimento sendo um incentivo para utilização de AIA para com as unidades de conservação.

O CONAMA ao elaborar a proposta da resolução Nº 428/2010 definiu impacto ambiental nas UC's como: "todo e qualquer impacto que afete diretamente (área de influência direta) ou indiretamente (área de influência indireta) os espaços territoriais e seus recursos ambientais, que levaram à definição de especial proteção da Unidade de Conservação" (BRASIL, 2009, p. 2). Inserido neste contexto pode-se destacar a importância de dois quesitos cruciais para garantir a estabilidade das UC's como estabelecido na Lei Nº 9.985/2000 do SNUC que seriam o plano de manejo e a zona de amortecimento(ZA).

O plano de manejo é o documento técnico que estabelece os objetivos, as normas, o zoneamento, o uso da área, o manejo de recursos naturais e até a implementação de estruturas físicas para a gestão da Unidade de Conservação. Já a zona de amortecimento seria o entorno de uma UC, em que atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, afim de minimizar os impactos negativos sobre a unidade. Para se ter noção a resolução Nº 428/2010 estabelece que os estudos de todo o empreendimento que possa afetar UC's devem ser feitos mediante a avaliação de impactos sobre a UC e sua zona de amortecimento.

Existem diversas metodologias a serem aplicadas na AIA, dentre elas pode-se citar, por exemplo, a superposição de cartas que consiste em confeccionar diversas cartas temáticas, cada uma para um fator ambiental sendo utilizada para reproduzir

uma síntese da situação ambiental de uma área geográfica (PIMENTEL E PIRES, 1992). Das diversas metodologias existentes, cada uma pode ser empregada de acordo com a situação e pode inclusive ocorrer a fusão de metodologias de acordo com o empreendimento ou fator causador de alterações ambientais a ser estudado (CREMONEZ ET AL., 2014).

5 MATERIAL E MÉTODOS

As etapas deste trabalho compreenderam atividades realizadas no computador como a delimitação da bacia hidrográfica, elaboração de cartas temáticas análise da parâmetros morfométricos e delimitação e análise da área de influência direta na Unidade de Conservação. Atividades em campo como atualização da hidrografia na Unidade de Conservação e classificação de nascentes, além da coleta de água para análise laboratorial que também envolveu atividades em laboratório.

5.1 DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRAFICA

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada por meio de sensoriamento remoto usando o *software Quantum Gis 2.8*. Utilizando de uma cena SRTM que compreende a região de Goioerê foi gerada uma camada de modelo digital de elevação (MDE) que possibilita a extração de curvas de nível. Segundo Granell-Pérez (2004) o MDE possibilita derivar automaticamente parâmetros que caracterizam uma superfície tridimensional, permitindo, dentre eles, a delimitação de bacias hidrográficas por meio dos seus divisores de água.

Com isso, a metodologia para delimitação junto ao MDE foi a mesma proposta por von Sperling (2007). Para o autor a delimitação de uma bacia hidrográfica deve ser baseada em um mapa topográfico com curvas de nível e indicação dos seus cursos de água, sendo feita pela seguinte sequência de etapas:

A primeira etapa é a definição do exutório para delimitação, localizado na parte mais baixa do trecho do rio principal, fazendo o reforço de sua demarcação e dos tributários presentes que cruzam as curvas de nível do sentido mais alto para mais baixo.

A segunda etapa é a definição do limite da bacia hidrográfica, desde o exutório, conectando os pontos mais altos, por meio das curvas de nível. Este limite não deve cruzar nenhum tributário, observando sempre o sentido de escoamento da chuva rumo as partes baixas em direção a seus tributários e o rio principal. É

importante observar que podem existir locais com cotas mais altas que as cotas dos divisores de água da bacia.

Segundo Finkler (2012) a definição dos limites pode ser facilitada ao diferenciar talvegues dos divisores de água, sendo que os talvegues apresentam curvatura contrária ao sentido de inclinação do terreno em relação as curvas de nível, enquanto que os divisores, representam o inverso, com curvatura voltada no sentido da inclinação do terreno, observando-se as curvas de nível. A autora destaca ainda que a delimitação deve retornar ao ponto inicial definido pelo exutório.

Com base nas curvas de nível geradas e o arquivo *Shapefile* da hidrografia do local, utilizando-se das ferramentas do *software Quantum Gis 2.8*, foi criado um polígono correspondente a área de drenagem da bacia hidrográfica e seu limite aproximado de maneira manual, observando-se também a imagem de satélite do *Google Earth®* em segundo plano, de maneira sobreposta com as curvas para melhor visualização. Uma vez delimitada a bacia hidrográfica, esta foi utilizada como base para a elaboração de cartas temáticas.

Considerando a área da bacia também foi determinado por meio de material bibliográfico a classificação da bacia em relação a hierarquia, determinando se a mesma é uma bacia, sub-bacia ou microbacia.

5.2 ELABORAÇÃO DE CARTAS TEMÁTICAS REFERENTES A BACIA HIDROGRAFICA

Todas as cartas foram elaboradas com escala 1:200.000 considerando para a melhor visualização das questões discutidas neste trabalho. Cada carta utilizou como referência dados de diferentes órgãos públicos disponibilizados gratuitamente via *internet*.

5.3.1 Carta de Hidrografia, Geologia e Solos

Todas as cartas foram elaboradas utilizando do software *Quantum Gis 2.8*. Os dados de hidrografia, geologia e solos utilizados para criação das cartas foram obtidos via *internet* de forma gratuita, disponibilizados pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG). Estes dados abrangem a extensão do estado do Paraná. Foi realizado o *download* de arquivos no formato *Shapefile* referentes a cada carta. Estes arquivos foram importados para o *software* mencionado que faz a separação por camadas.

Utilizando do limite da bacia hidrográfica previamente estabelecido como camada máscara e a ferramenta de recorte presente no *software*, foi possível obter somente os dados de hidrografia, geologia e solos da bacia hidrográfica. Vale destacar que os dados de hidrografia se apresentam em formato de linha enquanto que os de geologia e solos apresentam formato de polígono, ambos os formatos identificados pelo próprio programa utilizado.

Após a realização do recorte foram feitas as adições essenciais para formação das cartas como grades, escala, *Datum*, Legenda e até mesmo a alteração das cores, entre outros, para que as cartas se apresentem de forma clara e objetiva.

5.3.2 Carta de Hipsômetria

Para a criação da carta de declividade foram utilizados os *softwares Quantum Gis 2.8 e Spring 5.3*. Primeiramente, foi obtida uma imagem de satélite SRTM disponibilizada gratuitamente via *internet* pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que compreende a área da bacia hidrográfica estudada. Esta cena foi importada para o *Spring* no formato *grade*, sendo criada a categoria ou plano de informações (PI) de altimetria em modelo de dados do tipo Modelo Numérico de Terreno (MNT).

Com esta categoria foi gerada uma grade retangular do tipo bicúbica para realizar a reamostragem desta imagem de forma a criar Modelo Digital de Elevação (MDE ou DEM) que é um tipo especial de Modelo Digital de Terreno (MDT) sendo um modelo específico que representa digitalmente a superfície topográfica de um terreno (PARANHOS FILHO, LASTORIA E TORRES, 2008). Após a criação deste DEM, são

definidas as classes de hipsômetria que irão compor a carta, tendo como unidade: metros.

Estas classes são definidas com base nos valores de máximo e mínimo das cotas presentes no MDE gerado que podem ser visualizados no próprio software. Desta forma, ao obter os valores de máximo e mínimo é feita a subtração do valor maior pelo menor e então a divisão do resultado desta operação por dez. Isto resulta na subdivisão da hipsômetria em dez intervalos (da cota mínima a máxima) equidistantes entre si por um valor n (passo). Assim, no *software* cria-se um novo PI no formato temático adicionando-se as classes.

É realizado então o fatiamento da hipsômetria no software que corresponde basicamente em realizar a divisão da hipsômetria no MDE em fatias para a associação destas as classes previamente definidas e contidas no PI temático, de forma que cada intervalo de cotas fique inserido dentro de um classe no novo PI. No fatiamento, são utilizados os valores de mínimo e máximo, bem como o passo definido anteriormente.

Após a hipsômetria do MDE gerado pela cena SRTM ser finalmente obtida, foi importado o limite da bacia hidrográfica, definido no Quantum Gis 2.8, para o *Spring 5.3*. No programa *Spring 5.3*, por meio da ferramenta “Recortar Plano de Informações” e utilizando o limite da bacia como máscara foi realizado o recorte da hipsômetria da bacia hidrográfica. No processo de recorte, o programa acaba por exportar somente as classes que existem na bacia hidrográfica, de forma que é obtido um menor número de classes altimétricas do que as estabelecidas para a cena do INPE.

Esta hipsômetria obtida foi exportada para o Quantum Gis 2.8 em formato de imagem *GeoTiff*, por conta dos dados não serem dados vetoriais (linhas, pontos e polígonos) e sim em formato matricial, de forma que foi gerada uma camada do tipo *Raster*. No software *Quantum Gis 2.8* foi feita a conversão destes dados em polígonos por meio da ferramenta poligonizar. Após este processo foi gerada uma camada do tipo Shapefile e com esta uma figura que apresenta a hipsômetria da bacia, sendo a mesma utilizada para a confecção da carta de altimetria.

5.3.3 Carta de Declividade

Na carta de declividade utilizou-se tanto o *Quantum Gis 2.8* quanto o *Spring 5.3*. Sua elaboração segue alguns princípios semelhantes aos de hipsômetria. Criou-se um PI com modelo de dados do tipo temático. Neste são criadas as classes correspondentes a declividade: Plano, Suave ondulado, Ondulado, Forte ondulado, Montanhoso e Escarpado, de acordo com as classes da Embrapa (2006).

No *software Spring 5.3*, utilizando da grade gerada anteriormente para a carta de hipsômetria, no caso, o DEM gerado (sobre a imagem SRTM do INPE), por meio de uma ferramenta de MNT, usa-se a mesma para a geração da declividade. Com isso, segue-se para o fatiamento do MDE, no qual cria-se um novo PI de saída e as fatias terão como valores iniciais e finais os valores em porcentagem das classes da Embrapa (2006) e diferentemente da hipsômetria, o passo será variável. E juntamente com isso é feita a associação das classes previamente estabelecidas no PI inicial de declividade. Assim sendo, as classes são associadas às seguintes fatias (Tabela 1):

Tabela 1 - Associação das classes de declividade com o fatiamento do MDE

Classes de declividade x Fatiamento	
Fatiamento (%)	Classes de declividade
0 – 3	Plano
3 – 8	Suave ondulado
8 – 20	Ondulado
20 - 45	Forte ondulado
45 – 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

Fonte: Embrapa (2006)

Após a execução do fatiamento, foi importado o limite da bacia hidrográfica para o *Spring 5.3* e executado o recorte do PI de declividade para obter somente a declividade na área da bacia. Estes dados foram exportados para o *Quantum Gis 2.8*, onde foi feita a conversão do *Raster* em um arquivo Shapefile por meio da ferramenta poligonizar, e então, foram realizados os processos necessários para a criação da carta de declividade.

5.3.4 Carta de Uso do solo

Para o uso do solo da bacia hidrográfica foi utilizado somente o *software Quantum Gis 2.8*. Foi realizada a criação de uma camada de tipo de arquivo Shapefile (vetorial) onde são definidos, dentre outras coisas, o tipo da camada (polígono) e o *Datum* adotado (SIRGAS 2000). Foi importado o limite de bacia hidrográfica e ativado também a imagem do *Google Satélite* do ano de 2016. Assim, o limite da bacia hidrográfica sobrepõe a imagem de satélite.

Foram definidas as classes de uso do solo de acordo com as subclasses (nível 2) do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013) que correspondem a: Áreas urbanizadas, Áreas de mineração, Culturas temporárias, Culturas permanentes, Pastagens, Silvicultura, Área florestal, Área campestre e Áreas descobertas. Vale destacar que apesar destas classes serem adotadas, foram criadas novas classes quando necessário no caso de usos que não se encaixam nas classes criadas a cima de modo a aproximar o uso do solo ao mais real possível do que se foi observado.

Em seguida, utilizando da ferramenta de digitalizar do *software* iniciou-se a criação de diferentes feições de acordo com a visualização da imagem e a divisão de classes resultando na classificação manual do uso do solo de toda bacia hidrográfica.

5.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS, LINEAR E AREAL DA BACIA HIDROGRÁFICA

Foram feitas análises de parâmetros morfométricos mais comumente estudados para bacias hidrográficas, segundo Silva, Schulz e Camargo (2003), que são: Área da bacia, Perímetro da bacia, Ordenamento dos canais, Número de canais, Densidade hidrográfica, Densidade de drenagem, Extensão do percurso superficial, Relação de bifurcação, Textura da topografia, Coeficiente de manutenção, Amplitude altimétrica, Rugosidade topográfica, Declividade predominante, Índice de forma “K”

Em relação a área da bacia e o perímetro, os mesmos foram determinados por meio de ferramentas de medição presentes no *Quantum Gis 2.8*, utilizando do

limite delimitado para as cartas elaboradas, tendo como unidade de medida, quilômetros.

O ordenamento dos canais que segundo Silva, Schulz e Camargo(2003) corresponde ao sistema de hierarquização de rios de Strahler, sendo divididos em primeira, segunda, terceira ordem e assim sucessivamente de acordo com a bacia. Cada rio de ordem superior é originado pela junção de outros dois de ordem inferior, seguindo desde ponto de confluência destes até encontrar outro rio. Destaca-se que os rios de primeira ordem tem como origem as nascentes da bacia hidrográfica. A hierarquização foi feita por meio da carta de hidrografia, bem como a contagem do número total de canais.

A amplitude altimétrica (metros) que corresponde a diferença entre a altitude mínima e máxima existente na bacia e pela faixa de atitudes que predominam na área, segundo os autores, foi determinada por meio da carta de Hipsômetria. A declividade predominante (%) correspondente à faixa de declividade que ocupa a maior proporção da bacia hidrográfica foi obtida por meio da carta de declividade utilizando das ferramentas de medidas do *Quantum Gis 2.8*.

Em relação a Densidade Hidrográfica, que corresponde a relação existente entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica. Segundo Christofletti (1980) no caso da hierarquização pelo sistema Strahler o número de rios utilizado é o correspondente a quantidade de rios de 1ª Ordem porque parte do pressuposto de que todo rio surge de uma nascente, a mesma é obtida pela seguinte formula, segundo Silva, Schulz e Camargo(2003):

$$Dh = \frac{N}{A} \quad (1)$$

Sendo:

Dh = densidade hidrográfica(canais(km²)⁻¹);

N = número total de rios;

A = área da bacia considerada(km²);

A Densidade de Drenagem segundo os autores corresponde a correlação entre o comprimento total de canais com a área da bacia hidrográfica, levando em

conta não só os rios perenes(permanentes), mas também os rios intermitentes(temporário). A mesma é expressa pela seguinte formula:

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (2)$$

Sendo:

Dd = densidade de drenagem(km(km²)⁻¹);

L = comprimento total dos rios ou canais(km);

A = área da bacia considerada(km²);

“A extensão do percurso superficial representa a distância média, em metros, que as enxurradas percorrem até encontrar um canal permanente” (SILVA, SCHULZ E CAMARGO, 2003). Sua expressão matemática corresponde a:

$$Eps = \frac{1}{2 \cdot Dd} * 1000 \quad (3)$$

Sendo:

Eps = extensão do percurso superficial(m);

Dd = densidade de drenagem(km(km²)⁻¹);

Segundo Silva, Schulz e Camargo (2003) a relação de bifurcação é a relação entre o número de canais de determinada ordem e o número de canais de ordem imediatamente superior, sendo os cálculos feitos para o todas as ordens de rios existentes na bacia hidrográfica. Sua formula é:

$$Rb = \frac{Nw}{Nw+1} \quad (4)$$

Sendo:

Rb = relação de bifurcação;

Nw = número de canais determinada ordem;

Nw + 1 = número de canais de ordem imediatamente superior;

A textura da topográfica “representa o grau de entalhamento e dissecação da superfície terrestre, servindo como indicador de estágio erosivo (geológico) da região”

(SILVA, SCHULZ E CAMARGO, 2003). Corresponde a seguinte expressão matemática:

$$\log Tt = 0,219649 + 1,115 \log Dd \quad (5)$$

Sendo:

Tt = textura da topografia;

Dd = densidade de drenagem(km(km²)⁻¹);

O coeficiente de manutenção objetiva segundo os autores revelar a área mínima necessária em metros quadrados para a manutenção de um metro de canal com escoamento permanente.

$$Cm = \frac{1}{Dd} * 1000 \quad (6)$$

Sendo:

Cm = coeficiente de manutenção(m²);

Dd = densidade de drenagem(km(km²)⁻¹);

A rugosidade topográfica segundo Silva, Schulz e Camargo(2003) representa um índice que combina informações da amplitude topográfica e a densidade de drenagem para a análise dimensional da topográfica. Sua formula corresponde:

$$Rt = H * Dd \quad (7)$$

Sendo:

Rt= rugosidade topográfica;

H = amplitude altimétrica(m);

Dd = Dd = densidade de drenagem(km(km²)⁻¹);

O índice de forma K representa a relação entre o perímetro e a área da bacia correspondendo a forma geométrica que a bacia mais se aproxima de acordo com o valor obtido (SILVA, SCHULZ E CAMARGO, 2003). Sua expressão matemática:

$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \quad (8)$$

Sendo:

K = índice de forma;

P = perímetro da bacia (km);

A = área da bacia(km²)

5.4 DELIMITAÇÃO E ANÁLISE DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Foram realizadas duas visitas á UC estudada sendo observados os possíveis fatores ou locais que podem ocasionar impactos sobre as nascentes e inclusive sobre processos erosivos presentes dentro do perímetro do parque para se ter uma noção *in loco*. Em relação a área de influência direta do parque, foi delimitada por meio do *Google Earth*® a área da microbacia do rio ao qual o efluente da UC se conecta para avaliação de impacto ambiental (AIA). Então, por meio das cartas temáticas geradas, foi feita uma análise dos possíveis fatores que podem ocasionar impactos na UC com foco principalmente em atividades antrópicas.

5.5 ATUALIAZAÇÃO DA HIDROGRAFIA NOS LIMITES DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES

Tendo em vista que a Unidade de Conservação estudada apresenta ramificações na hidrografia, locais com afloramento do lençol freático, há a possibilidade da existência de outras nascentes, além da nascente conhecida e o fato dos dados atuais não trazerem estas informações. Por meio de um GPS *Garmin* Etrex 30 e material para anotações foi percorrida a extensão dos corpos de água (ramificações dos rios) pela margem, dentro do parque, sendo anotadas as

coordenadas durante o percurso até os locais de origem destas ramificações, ou seja, suas nascentes.

Após a obtenção destas coordenadas, as mesmas foram computadas junto ao software *Google Earth*® para a visualização da hidrografia dentro do parque e conhecimento de sua situação atual.

Foi determinado também por meio de revisão bibliográfica e observações no local a classificação das nascentes existentes em função do tipo (VALENTE E GOMES, 2005 *apud* NETO E VALCARCEL, 2010).

5.6 COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE LABORATORIAL

Considerando a possibilidade de aproveitamento de água das nascentes para consumo humano na Unidade de Conservação, por se tratar de um ponto turístico foi feita a mensuração de parâmetros afim de determinar se a qualidade da água é própria para consumo, isto é, se a mesma é potável. Para tal foram feitas análises físico-químicas e biológicas em somente uma amostra coletada na última visita a campo diretamente na nascente principal do parque. Esta coleta ocorreu em um período de estiagem de cerca de uma semana posterior a ocorrência de chuvas na região, por meio de um recipiente de Polietileno Tereftalato (garrafa PET) com volume de dois litros.

Para determinação desta qualidade foi seguida a metodologia do Índice de Qualidade da Água (IQA) estabelecida pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). O IQA apresenta nove parâmetros a serem determinados, sendo eles: Oxigênio dissolvido (OD), Coliformes fecais, Potencial hidrogênionico (pH), Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Temperatura, Nitrogênio total, Fósforo total, Turbidez, Resíduo total (Sólidos Totais).

Dos quais o OD, pH e Temperatura foram determinados por meio de uma sonda multiparamétrica YSI 6920 V2. A amostra de água foi vertida dentro de um recipiente de forma que a sonda pudesse ficar completamente submersa para realizar a leitura dos parâmetros de forma a evitar erro. Vale destacar que a sonda dispensa calibragem antes de realizar a leitura.

Os demais parâmetros, exceto os coliformes fecais, foram determinados por um laboratório na cidade de Maringá - PR de domínio privado denominado Ambientale LTDA. A amostra coletada foi transportada e ficou armazenada em geladeira. Em seguida, a mesma foi inserida dentro de um recipiente esterilizado e colocada em uma caixa de isopor junto a três peças contendo Criogel para conservar a mesma. Esta caixa foi lacrada e enviada via Sedex para o laboratório especificado.

A análise de coliformes foi realizada nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Campo Mourão nos laboratórios pertencentes ao Departamento Acadêmico de Engenharia Ambiental I(DAAMB). Para esta análise a água foi coletada em um recipiente separado previamente autoclavado (esterilizado) e lacrado. No momento da coleta a boca do recipiente foi limpa com álcool 70% para evitar ao máximo contaminação por outras vias, sendo a mesma realizada de forma rápida, com o recipiente sendo fechado imediatamente em seguida.

Para determinação de presença de coliformes fecais na amostra foi utilizada a metodologia de Siqueira (1999). Foram realizadas três diluições da amostra em triplicata. As diluições corresponderam a 10 ml, 1 ml e 0,1 ml. Sendo assim, utilizando de uma pipeta e pêra, foram coletadas estas proporções e transferidas para tubos esterilizados, sendo o restante do volume completado com água destilada.

Anterior a isto, já estavam prontos três caldos para o crescimento bacteriano: lactosado, verde brilhante lactose bile 2% e EC. A metodologia segue dois passos básicos. No primeiro passo, é feito o teste presuntivo utilizando do caldo lactosado, próprio para o crescimento de microrganismos fermentadores de lactose, entre eles, o grupo dos coliformes. Utilizando de uma alça de metal, junto a um bico de Bunsen(chama) para esterilização durante o procedimento, é feita a inoculação da amostra (bruta e as três diluições) para com tubos com caldo lactosado e tubos Duhran invertidos para formação de gás, sendo os mesmos esterilizados na boca junto a chama e fechados. Depois que todos foram inoculados os mesmos seguem para a estufa onde permanecem incubados por 48 horas a 37° C.

Após este período, os tubos foram retirados para verificação da formação de gás no tubo Duhran o que indica processo fermentativo, bem como mudança a turbidez do caldo que é indicativo de crescimento bacteriano. Feito isto, segue-se para o segundo passo, o teste confirmativo. Neste, foi feita a inoculação da amostra no interior dos tubos positivos para tubos contendo caldo verde brilhante e EC. O caldo

verde brilhante contém dois inibidores (verde brilhante e bile) para que ocorra somente o crescimento de bactérias gram negativas, em especial do grupo coliformes. Já o caldo EC é um meio de cultura seletivo no qual só se desenvolvem coliformes fecais.

Os tubos verde brilhante foram incubados em estufa a 35° C de 24 a 48 horas e os tubos EC a 45° C por 24 horas. Após este período, os mesmos foram retirados também para verificação da formação de gás e mudança na turbidez do caldo. Terminado o procedimento os tubos e todos os materiais foram esterilizados (autoclavados), os caldos descartados, os tubos limpos e secos.

Com todos os resultados dos parâmetros analisados já determinados, foi aplicada a fórmula do IQA para os mesmos. Segundo a Agência Nacional de águas (2005, p. 18) “O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula”:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (9)$$

Sendo:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100.

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro (ANEXO B).

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro (ANEXO A).

O valor do w_i é fixado em função da importância para a conformação global da qualidade, que varia de 0 a 1:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (10)$$

Sendo que n corresponde ao número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. Com os valores obtidos das análises, utilizando dos pesos no ANEXO A e observando a que valor q_i no ANEXO B corresponde cada dado obtido nas análises, foi aplicada a fórmula (10) que teve como resultado um valor adimensional de IQA. Com o valor obtido, por meio do ANEXO C classifica-se a qualidade da água da nascente em uma faixa. Desta forma, foi feita a classificação da qualidade da água

em ótima, boa, aceitável, ruim ou péssima, o que varia de acordo com os estados brasileiros (ANA, 2005).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 FATORES FÍSICOS E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Não se sabe ao certo se a voçoroca é um processo natural daquele local ou se foi ocasionado por presença humana. Acredita-se que a voçoroca apresenta uma erosão do tipo *piping*(túnel) em vista do seu aspecto e da maneira como a encosta se apresenta (Figura 3), com a porção superior do solo inclinada mais à frente que a base. Segundo Camargo(2005) este processo é formado pela força da água de subsuperfície fluindo por meio dos macroporos ou fissuras, gerando erosão em túneis, que evolui em tamanho pela ação mecânica da água fluindo de forma concentrada. Estas erosões podem ocorrer por processos naturais e recorrentes na região.

A discussão a seguir tem enfoque sobre a possibilidade do processo erosivo estar sendo agravado em vista da dinâmica das diferentes características físicas circundantes do meio, bem como identificar os possíveis fatores que podem ocasionar degradação sobre as nascentes localizadas no parque, para com sua qualidade.



Figura 3 - Voçoroca com possível erosão em piping no parque em Goioerê - PR.

Fonte: Aatoria própria.

6.1.1. Hidrografia

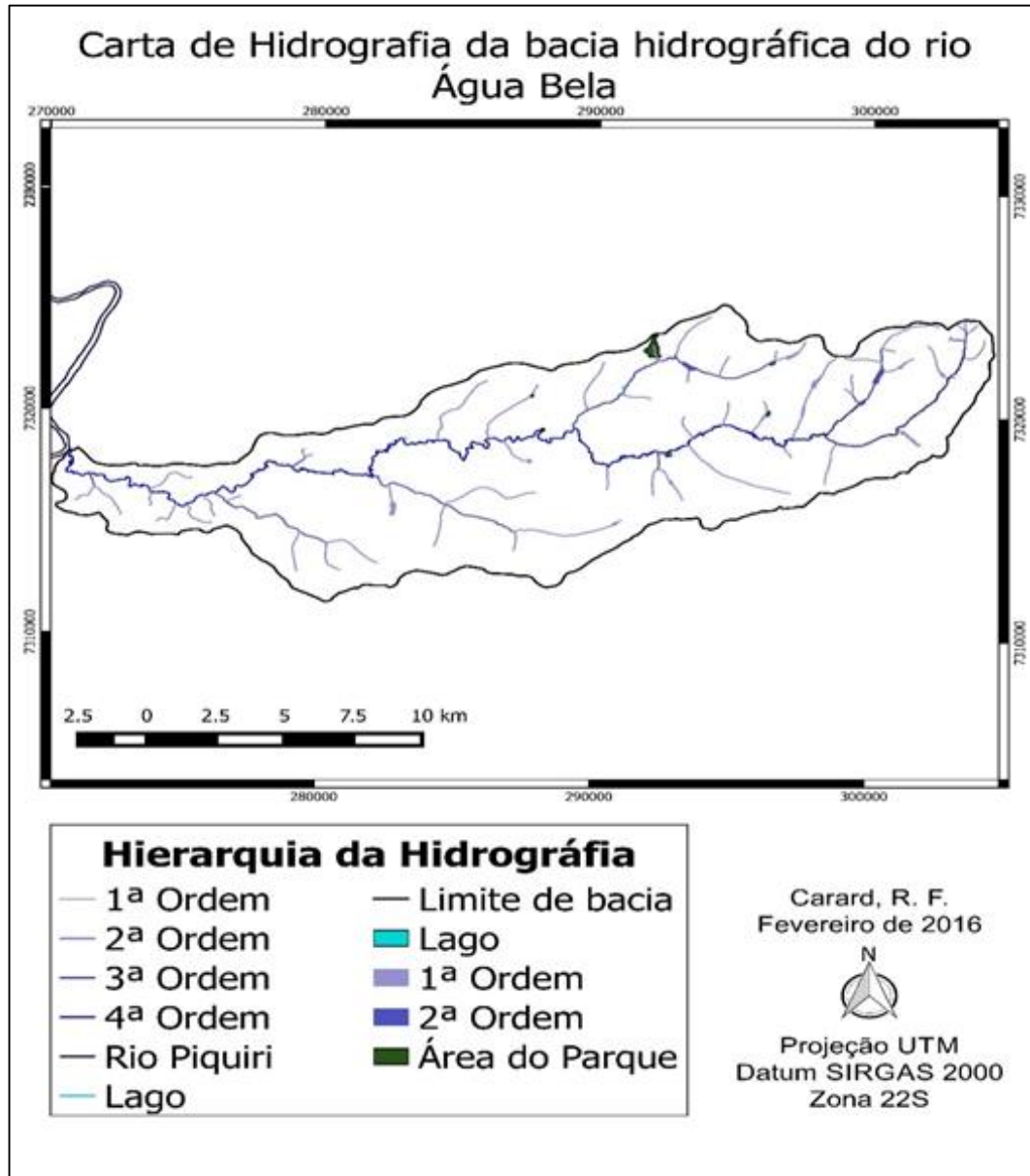


Figura 4 - Carta de Hidrografia da bacia hidrográfica do rio Água Bela.

Fonte: Autoria própria.

A carta elaborada (Figura 4) demonstra a hierarquização dos rios para com a rede hidrográfica da bacia. Realizando a contagem das categorias desta hierarquização obteve-se (Tabela 2):

Tabela 2 - Quantidade de rios de acordo com a hierarquização.

Ordem hierárquica	Quantidade
1ª Ordem	53 rios
2ª Ordem	11 rios
3ª Ordem	2 rios
4ª Ordem	1 rio
Total	67 rios

Fonte: Aatoria própria.

A rede hidrográfica da bacia (Figura 4) é composta por 67 rios, tendo como rio principal, o Água Bela, um rio de 4ª ordem. O sentido de escoamento da bacia ocorre de Leste – Oeste onde o rio acaba por desembocar a margem direita do rio Piquiri (sentido Norte). A Unidade de Conservação está localizada na porção Noroeste da bacia, responsável pela existência de um afluente de 1ª ordem que se liga ao rio que dá nome a bacia.

O rio principal que dá nome a bacia é formado pela confluência de dois rios de 3ª Ordem, sendo eles, o Ribeirão dos Dez e a Água do Chassis. O rio Água Bela tem seu início(nasce) próximo a cidade de Goioerê, formando o rio de 2ª Ordem que tem como afluente o rio originário do parque. A bacia abrange ainda o rio Água Limpa, de 2ª Ordem, localizado no meio da bacia. Todos os rios nomeados se ligam diretamente ao rio principal (ITCG,1991).

O Ribeirão dos Dez apresenta uma extensão de 9,19 km, enquanto que o Água do Chassis possui de 2,56 km. O rio Água Limpa possui uma extensão de 6,22 km. Já o rio principal apresenta uma extensão de 47,02 km até o rio Piquiri.

A bacia estudada pode ser classificada como endorréica, com seu escoamento sendo interno, não desembocando no mar, mas sim em uma drenagem de ordem superior, no caso, o rio Piquiri (CHRISTOFOLETTI, 1980; LIMA, 2006). A bacia do rio Água Bela corresponde então a uma sub-bacia hidrográfica, inserida na bacia hidrográfica do rio Piquiri. Em relação ao padrão de drenagem, por meio da Figura 4 nota-se que a bacia apresenta um padrão dendritico.

Segundo Christofolletti (1980) este tipo de drenagem é semelhante a configuração de uma árvore tendo como tronco o rio principal e os afluentes como ramos, se unindo formando ângulos agudos. Neste tipo de drenagem anomalias podem ser notadas para com a existência de ângulos retos o que em geral indica fenômenos tectônicos. Barbosa, Lima e Furrier(2013) formas retilíneas nos rios

refletem na presença de falhas orientando o curso do rio apontando a influência tectônica no local.

O padrão dendritico também é observado por Miguel et al. (2013) e Silva et al. (2012) em bacias hidrográficas localizadas em diferentes estados. Os padrões observados pelos autores se assemelham ao estudado neste caso, sendo contudo no caso do primeiro, um padrão dendritico subparalelo, com rios dispostos predominantemente paralelos entre si, o que não se aplica a bacia estudada. Tais questões podem estar associadas a diferença em características físicas como declividade, geologia e litologia da região.

Barbosa, Lima e Furrier (2013, p. 203) afirmam que “O padrão de uma rede de drenagem está intimamente ligado à evolução geológica pela qual determinado terreno passou ao longo do tempo.” Segundo Marinho e Almeida (2013) o padrão de drenagem representa o formato ou o aspecto traçado pelo conjunto dos talvegues de uma bacia hidrográfica, sendo intimamente relacionado às características geológicas e geotectônicas da área.

Santos e Lima (2009) afirmam que o grau de controle determina o sentido na direção dos cursos de água de forma que um alto grau de controle demonstra uma predominância na direção do padrão de drenagem. No caso da drenagem dendritico, segundo Lima (2006) existe uma carência ou ausência de controle estrutural significativo, sendo o declive o fator controlador neste caso. Além disso, o autor expõe que este tipo de padrão é observado sobre rochas de resistência uniforme. Segundo Silva et al. (2012) este padrão é mais comum em terrenos com predomínio de rochas mais resistentes.

É possível observar na Figura 4 que o padrão apresenta baixo grau de controle em vista da forma como estão distribuídos os rios e também pelo padrão de drenagem. Apesar disso, notam-se alguns cursos de água em ângulo reto, principalmente na ponta superior da bacia, afastado do exutório, o que poderia indicar anomalias.

Em relação a hierarquização, a mesma parece independer do tamanho da bacia, pois Miguel et al. (2014), Silva et al. (2012), Santos e Lima (2009), Marinho e Almeida(2013) estudaram diferentes bacias hidrográficas em diferentes regiões com áreas menores que a bacia do rio Água Bela e apresentaram ordens iguais ou superiores a observada em relação ao rio principal. Esta hierarquização auxiliara nos estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsômetrica) da bacia hidrográfica.

6.1.2 Geologia

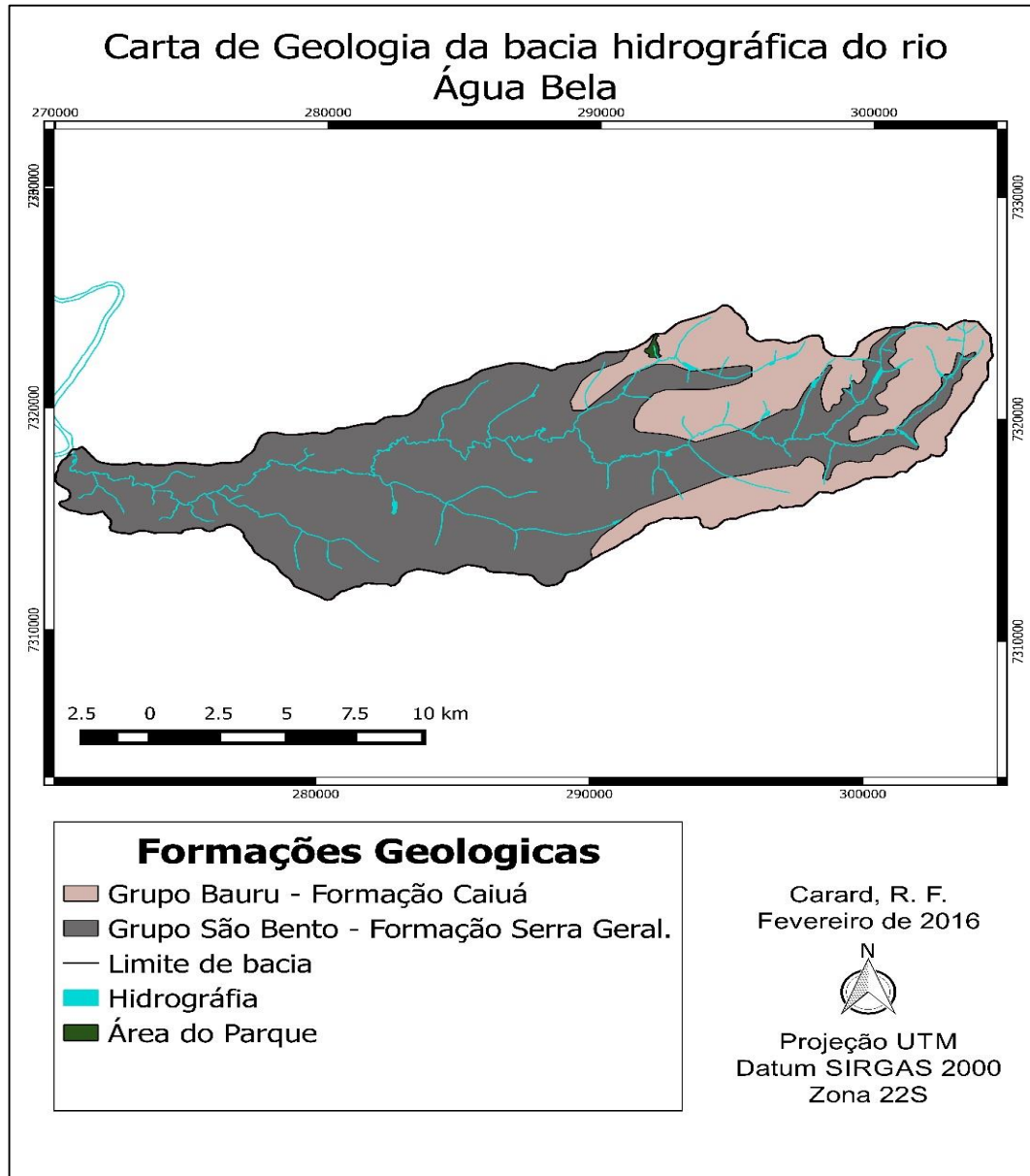


Figura 5 - Carta de Geologia da bacia hidrográfica do rio Água Bela.

Fonte: Autoria própria.

Por meio da carta de geologia (Figura 5) nota-se que a bacia hidrográfica na qual o parque está inserido apresenta duas formações geológicas: Caiuá (Grupo Bauru) e Serra Geral (Grupo São Bento). A estimativa de área para a formação Caiuá foi de 62,07 km² e para a formação Serra Geral, aproximadamente 163,28 km² em

relação a área total da bacia de 225,35 km². Vale destacar que a área do parque está completamente inserida na formação Caiuá.

A formação Serra Geral ocupa 52,7% da área do estado do Paraná. Caracteriza-se pelo derrame de rochas ígneas, predominantemente basaltos, provenientes de um gigantesco evento de vulcanismo, juntamente com Sills que remontam a idade Jurássica-cretácia. Os minerais mais encontrados nesta formação são cobre, ágata, ametista e a pedra brita. Os solos originários dos basaltos desta formação apresentam excelente qualidade no Oeste do Paraná (MINEROPAR, 2001).

A formação Caiuá é constituída por depósitos provenientes de ambientes eólico e fluvial, representados por arenitos finos a médios, arroxeados, com estratificação cruzada de grande porte (MINEROPAR, 2001). Estas duas formações constituem a base litológica que dá origem aos solos observados na bacia e que podem influenciar ou não na sua resistência a erosão.

A formação Serra Geral apresenta rochas de baixa vulnerabilidade para com intemperismo e erosão, limitando o uso e ocupação por conta de solos litólicos ou afloramentos de rochas. Nesta formação, os solos litólicos, por exemplo, formam espessuras de até 0,5 m de profundidade, sendo comum principalmente em zonas de relevo ondulado e montanhoso, com declividades acima de 20%. Por conta do material de origem ser rocha vulcânica, o solo formado apresenta “bolas” de rocha que vão se escamando e por conta da erosão é comum a visualização das unidades de derrama vulcânica na topografia em áreas de declive acima de 20% (MINEROPAR, 2006).

A formação Caiuá apresenta rochas com médio a alto índice de vulnerabilidade a intemperismo e erosão com baixo potencial mineral. O arenito Caiuá é localizado em maior proporção na região Noroeste do estado do Paraná onde é recoberto por solos de textura arenosa a média, com grande suscetibilidade a processos erosivos que se manifestam, dentre outras formas, em voçorocas (MINEROPAR, 2006).

Souza e Gasparetto (2010) ao avaliar a erodibilidade de solos em Maringá, Paraná, associou a geologia Caiuá a solos que apresentaram alta erodibilidade, por conta da elevada concentração de areia e baixa concentração de argila, com grande potencial para absorção de água que favorece a circulação de água e carreamento. Por outro lado, os solos provenientes de basalto (rocha ígnea) apresentaram

erodibilidade baixa principalmente por apresentarem maior concentração da fração de argila.

Santos et al. (2007) ao mapearem a vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná afirmam que no Terceiro Planalto Paranaense, em relação ao Planalto de Umuarama onde a formação é predominantemente Caiuá é observada alta vulnerabilidade a processos erosivos laminares e lineares em baixa declividade e solos espessos, enquanto que no planalto de Campo Mourão consideram que apresenta baixa a moderada vulnerabilidade a erosão.

A região onde a bacia hidrográfica está inserida fica nas duas subunidades geomorfológicas, com a Unidade de Conservação sob a região da formação arenito Caiuá o que pode ser um dos agravantes em relação ao processo erosivo consolidado em sua área, uma vez que tem a tendência a formação de solos com maiores concentrações de areia com alto potencial erosivo. Vale destacar que este fator também pode ser responsável por uma grande quantidade de aporte de sedimentos na hidrografia existente na área.

6.1.3 Solos

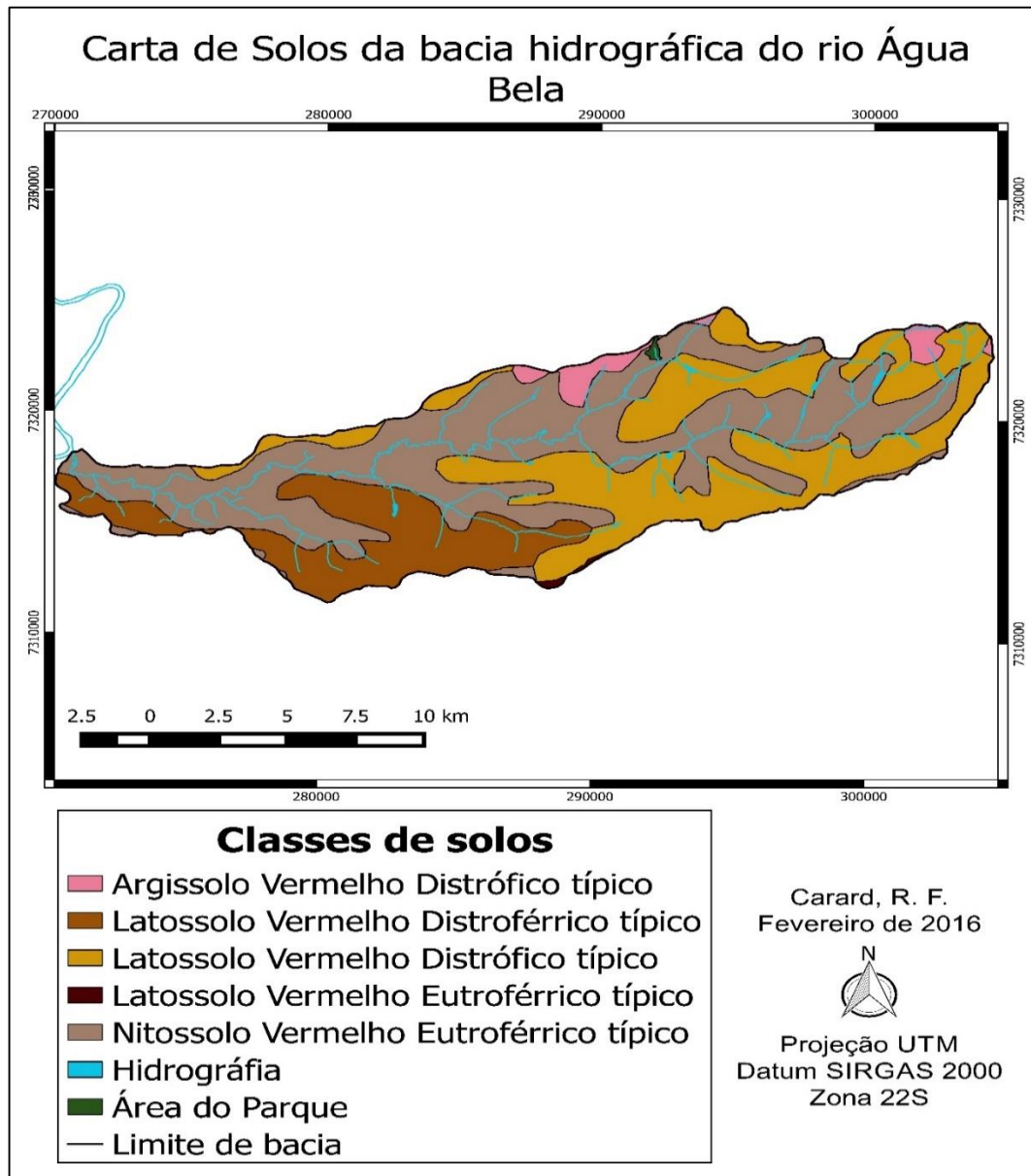


Figura 6 - Carta de Solos da bacia hidrográfica do rio Água Bela.

Fonte: Autoria própria.

A carta de solos da bacia hidrográfica (Figura 6) permitiu visualizar a extensão de três classes de solos, em cinco subordens diferentes em sua área de abrangência. A ocupação destas classes para com a bacia de estudo é apresentada a seguir:

Tabela 3 - Extensão das classes de solo sobre a área da bacia hidrográfica.

Classes de solos e subordens	Área de ocupação (km²)	Porcentagem de ocupação (%)
Argissolo Vermelho distrófico típico	6,17	2,73
Latossolo Vermelho distroférico típico	37,13	16,47
Latossolo Vermelho distrófico típico	73,65	32,7
Latossolo Vermelho eutroférico típico	0,50	0,22
Nitossolo Vermelho eutroférico típico	107,90	47,7
Área da bacia hidrográfica	225,35	100%

Fonte: Autoria própria.

Como observado (Tabela 4) as classes de solo, junto as suas subordens, predominantes na bacia hidrográfica são Nitossolo Vermelho eutroférico típico (47,7%) e Latossolo Vermelho distrófico típico (32,7%), seguidas do Latossolo Vermelho distroférico típico (16,47%) e Argissolo Vermelho distrófico típico (2,73%). Em menor quantidade é observada uma pequena parcela de Latossolo Vermelho eutroférico típico (0,22%).

Em relação a Unidade de Conservação, a mesma apresenta-se sobre as duas classes de solos mais predominantes. De uma maneira geral, considerando as informações do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (2006) e as descrições dos autores Silva, Silva e Cavalcanti (2005) estas classes apresentam as seguintes características:

Os Argissolos são solos bem desenvolvidos, apresentando um gradiente de textura em relação a profundidade, por conta de acúmulo de argila nos horizontes superiores que variam de textura arenosa a argilosa indo de média a argilosa para o horizonte B textural (incremento de argila) geralmente profundos, com diferentes classes de drenagem em função do gradiente o que torna suscetíveis a erosão hídrica. A coloração se apresenta conforme a quantidade de óxidos de ferro e alumínio sendo avermelhados conforme altas concentrações, e também pela natureza do material originário. Quando avermelhados distróficos, apresentam argila de atividade alta, são

forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases baixa (< 50%) o que indica baixa fertilidade.

Os Latossolos apresentam o horizonte B latossólico, com diferentes colorações que vão de amarelada a avermelhada em função de teores de óxidos de ferro e alumínio elevados, sendo muito profundos e evoluídos (espessura do horizonte raramente inferior a um metro), friáveis (desfaz-se em condição úmida), porosos, de textura variável, com argila de atividade baixa. Demonstram-se fortemente intemperizados com as frações de silte e minerais primários ou secundários pouco resistentes ao intemperismo, ausentes ou em pequenas proporções. Possuem uma morfologia uniforme nos horizontes, com transição difusa, na qual o horizonte superficial se apresenta mais escuro devido a quantidade de matéria orgânica. Apresenta o horizonte B latossólico, com teores da fração argila aumentando gradativamente com a profundidade ou são constantes

Os Latossolos normalmente são solos fortemente ácidos com baixa saturação por bases. Contudo, ocorrem casos de média até alta saturação por bases encontrados em regiões, por exemplo, que tem como material de origem de rochas básicas ou calcárias. Ocorrem normalmente em relevo plano e suave ondulado, mas também podem ocorrer em áreas mais acidentadas. No caso do Latossolos Vermelhos distroféricos são de saturação por bases baixa com teores de óxidos de ferro de 18 a 36%. Quando distrófico também apresenta baixa saturação por bases. Quando eutroférico apresenta alta saturação por bases e teores de óxidos de ferro na mesma faixa dos distroféricos.

Os Nitossolos que apresentam altas concentrações de argila (350 g/kg de solo ou mais) apresentando horizonte B nitico com argila de atividade baixa ou caráter alítico. Possuem um grande desenvolvimento estrutural e cerosidade (concentração de material inorgânico conferindo aspecto lustroso), sendo em geral ácidos ou moderadamente ácidos. No caso dos Nitossolos Vermelhos eutroféricos apresenta saturação por bases alta e teores de óxido de ferro de 18 a 36%.

Vale destacar que apesar de serem observadas somente estas classes de solos na bacia de estudo, é provável que existam diversas outras, inclusive na área do parque, cabendo neste caso, estudos mais detalhados para determinação destas como toposequencia e perfil do solo no local em vista da escala da carta não trazer esta informação.

Considerando as duas classes predominantes sobre qual a UC está localizada Mannigel et al. (2002) em um estudo sobre fatores de erodibilidade de solos em São Paulo considerou o Nitossolo Vermelho eutroférico típico com valores baixos para erodibilidade. Silveira et al. (2015) em um estudo no município de Iguaraçu – PR considerou este solo com suscetibilidade moderada/forte para erosão, contudo, associando este fato também ao relevo e uso do solo. Os autores associaram o Argissolo Vermelho distrófico a suscetibilidade de erosão forte.

Arraes, Bueno e Piassara (2010) ao realizar um estudo de erodibilidade em uma microbacia em São Paulo consideraram o Argissolo como de alta erodibilidade, com um gradiente textural que facilita fluxo paralelo para o caimento de encostas e incremento a erosão laminar.

Apesar da área de estudo estar localizada sobre duas classe de solos distintas, com características diferentes e apresentarem erodibilidade variável, o fato da geologia do local ser arenito possibilita a presença de maiores teores de areia nos solos identificados. Portanto, este pode ser um agravante sobre a voçoroca no local e inclusive afetar a hidrografia presente pelo aporte de sedimentos por conta da areia conferir menos aderência ao solo e facilitar o arraste de partículas para água causando alterações quanto a turbidez, por exemplo.

Foi observado no local, em um ponto de confluência da hidrografia que se origina no parque, o aspecto da água, indicando a nível visual a presença de turbidez que pode ser ocasionada pelo aporte de sedimentos provenientes do solo, principalmente pela presença da voçoroca (Figura 7).



Figura 7 - Confluência de rios na Unidade de Conservação em Goioerê - PR.

Fonte: Autoria própria.

O aspecto dos solos na Unidade de Conservação tanto na área da voçoroca quanto em uma área mais centralizada, em meio a vegetação, no parque podem ser visualizados a seguir (Figura 8 e Figura 9).



Figura 8 - Aspecto do solo observado na voçoroca do parque em Goioerê - PR.

Fonte: Aatoria própria



Figura 9 - Aspecto do solo em meio a vegetação no parque em Goioerê - PR.

Fonte: Aatoria própria.

O aspecto visual do solo em meio a vegetação (cor escura) pode ocorrer devido ao fato de um maior teor de matéria orgânica em vista da presença de vegetação ao redor que segundo a EMBRAPA(2006) pode originar um horizonte superficial hístico no solo. O solo observado na voçoroca apresenta uma coloração mais clara e acinzentada característica em solos com problemas de drenagem.

6.1.4 Hipsômetria

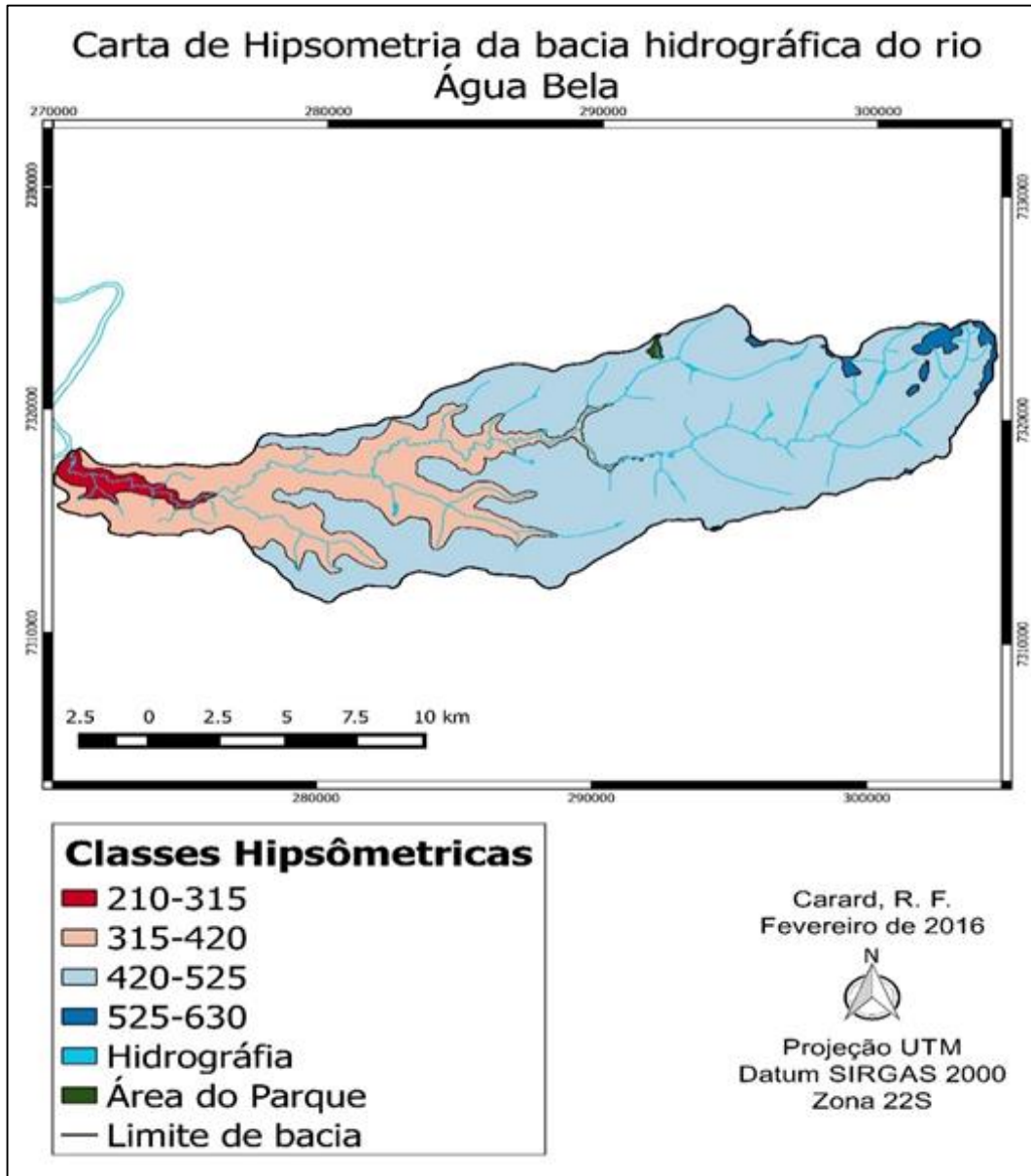


Figura 10 - Carta de Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Água Bela.

Fonte: Autoria própria.

A bacia hidrográfica apresenta altitudes que variam de 210 a 630 metros (Figura 10). O parque encontra-se em uma região que varia de 420 a 525 metros de altura. Por meio da carta foi possível notar que nenhuma nascente da bacia origina-se em altitudes superiores a 525 metros, sendo que esta classe hipsométrica em

especifico apresentou-se de forma mais isolada na porção superior da bacia (região mais afastada do exutório).

As classes obtidas possivelmente se dão por conta de região onde a bacia se localiza já que a mesma está inserida parcialmente no município de Goioerê localizado entre os planaltos de Umuarama e Campo Mourão, apresentando altitudes que vão de 220 a 840 metros na Serra Geral, e até 660 metros na formação Caiuá (MINEROPAR, 2006).

Não é considerado que a bacia hidrográfica apresenta elevadas altitudes. Santos et al. (2012) no estudo de sub-bacias em Campos do Jordão, São Paulo, considerou como elevadas altitudes valores na média de 1.734 metros, associando estes valores a relevo montanhoso e que favorece o escoamento das águas. Duarte et al. (2007) afirma que a altitude pode interferir na intensidade de escoamento, por conta de sua influência sobre a vegetação, tipo de solos, clima e nas redes de drenagem.

O autor no estudo em uma bacia hidrográfica em Pernambuco associou as maiores altitudes observadas junto as maiores declividades, vindo contudo a constatar que a quantidade de chuvas independe da altitude. O mesmo foi constatado por Souza, Almeida e Correia (2015) considerando que o aumento da altimetria em si não corresponde ao aumento das precipitações, considerando que a topografia local seria o mais preponderante neste caso. Contudo, Arai et al. (2012) no estudo de uma bacia hidrográfica no Mato Grosso do Sul com altitudes de 449,5 á 736 metros afirma que as maiores altitudes coincidiram com os maiores índices de precipitação, na cabeceira da bacia.

Chierice e Landim (2014) observou a mesma relação no estudo de uma bacia hidrográfica em São Paulo, em altitudes que variam de 480 a 1.600 metros. Desta forma, por conta da Unidade de Conservação estar localizada em uma região mais elevada da bacia as precipitações podem ser maiores. Este fato é de grande importância quando associado a outros fatores como declividade, presença de cobertura vegetal, entre outros, para com a possibilidade de originar escoamento superficial o que agravaria não só o processo erosivo, mas também a qualidade da água.

6.1.5 Declividade

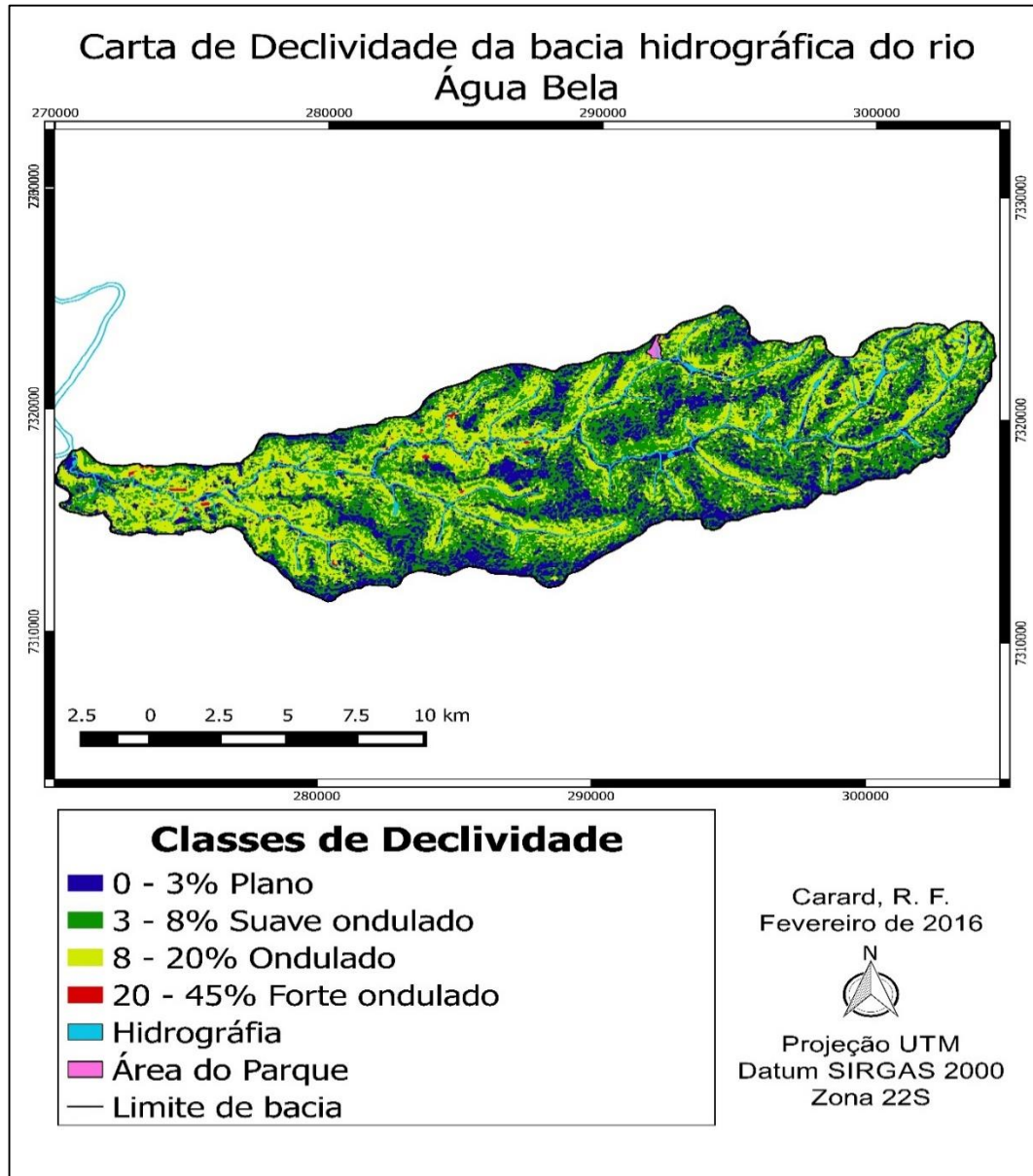


Figura 11 - Carta de Declividade da bacia hidrográfica o rio Água Bela.

Fonte: Autoria própria.

A carta de declividade elaborada (Figura 11) demonstrou uma predominância em classes de baixo declive. As classes de declividade acentuadas (relevo montanhoso e escapa) não existem na área da bacia. A seguir é demonstrada a predominância das classes:

Tabela 4 - Extensão das classes em relação a área da bacia hidrográfica.

Classes de declividade	Área de ocupação(km²)	% de ocupação
0 – 3 % Plano	25,93	11,50
3 – 8 % Suave ondulado	143,35	63,60
8 – 20 % Ondulado	55,87	24,80
20 – 45 % Forte ondulado	0,200	0,10
Área da bacia hidrográfica	225,35	100

Fonte: Autoria própria.

Por meio da Tabela 3, nota-se que o relevo da bacia é predominantemente Suave ondulado apresentando declividade de 3 a 8% se apresentando em maior parte no entorno da hidrografia. O relevo considerado como Ondulado com declive de 8 a 20% em grande maioria está localizado nas as áreas dos rios. Já o relevo Plano de 3 0 a 3% de declive está localizado em áreas mais afastadas dos corpos d'água. A classe considerada como Forte ondulado foi observada em pontos isolados na região mais central e próxima do exutório.

Tonello et al. (2006) afirma que a importância do conhecimento da declividade está associada a ausência de cobertura vegetal, classes de solos e intensidade de chuvas, entre outras coisas. Para os autores a maior declividade pode conduzir à maior velocidade de escoamento superficial da água, menor quantidade de água armazenada no solo e resultará em enchentes mais pronunciadas, sujeitando a bacia à degradação e suscetibilidade a erosão. Ao estudar uma bacia hidrográfica em Minas Gerais, notaram um predomínio de relevo forte ondulado e montanhoso considerando que isto resultara em um maior escoamento superficial e junto a outros fatores indicara uma maior predisposição a degradação.

Silva et al. (2012) em um estudo sobre uma bacia hidrográfica em Pernambuco considerou que as classes de declividade em relevo suave ondulado e ondulado não apresenta problemas em relação a erosão hídrica, devendo nestes locais ocorrer somente práticas de conservação que englobem preparo do solo e cultivo em nível no caso de terras agrícolas. Contudo, os autores afirmam que o mesmo não deve ocorrerem em solos erodíveis (arenosos).

Silva (2016) no estudo de duas bacias hidrográficas no Paraná destacou que vertentes com declividades entre 9 e 30% propiciam uma maior permanência de água

no sistema das bacias. O autor encontrou áreas com declividades muito fortes, superiores a 30%, afirmando que este fator associado ao uso da solo podem acentuar processos erosivos na área e causar sedimentação de leitos fluviais ou mesmo movimentações de massa, entre outras coisas. Também foi observado pelo mesmo que as bacias apresentaram divergência do uso do solo junto a locais com declividade acentuada, observando cultura temporária no local, ao invés de cobertura florestal o que poderia minimizar a erodibilidade em vista da proteção que as mesmas trazem.

Ruthes et al. (2012) no estudo de uma bacia hidrográfica no Sudoeste do Paraná, encontrou predominância em relevo ondulado a forte ondulado e montanhoso na área da bacia afirmando que este fator pode ser responsável pelo escoamento superficial mais acelerado, podendo influenciar na ação erosiva. Duarte et al. (2004) No estudo de uma microbacia no estado do Paraíba considera que de 6 a 12% o escoamento superficial se dá de forma média rápida sendo possível o controle de erosão por práticas simples, sendo contudo no caso de exploração intensiva a necessidade e conservação do solo por práticas mais complexas como plantio direto, faixa de retenção e terraceamento.

Os autores consideraram para relevo suave como não sendo um problema em relação a erosão hídrica com práticas de conservação voltadas somente para preparo do solo e cultivo em nível exceto em áreas com solos arenosos. Em declives mais acentuados de 12 a 40% o escoamento se dá de forma muito rápida, devendo estas áreas apresentar somente cultivos perenes, pastagens ou reflorestamentos. De maneira geral, os autores consideraram que a área apresentou em predomínio o relevo ondulado permitindo exploração agropecuária associada a práticas conservacionistas.

De uma maneira geral toda área da sub-bacia pode compreender atividades agrícolas desde que realizada a conservação solo ainda que por práticas simples. Contudo, na região de arenito Caiuá deve-se ter uma atenção especial junto as práticas desenvolvidas e preferencialmente atividades de manejo mais complexas como apontado por Duarte et al. (2004) afim de evitar problemas com erosão

Em relação a Unidade de Conservação a declividade no local compreende até a classe de relevo Ondulado, com a voçoroca no limite do parque apresentando – se sobre uma região de relevo suave ondulado e a nascente mais no interior em uma região de relevo ondulado (Figura 12). Vale destacar que somente a visualização do

mapa não serve como informação detalhada e exata do tipo de relevo que ocorre naquela área, mas auxilia em um entendimento geral.

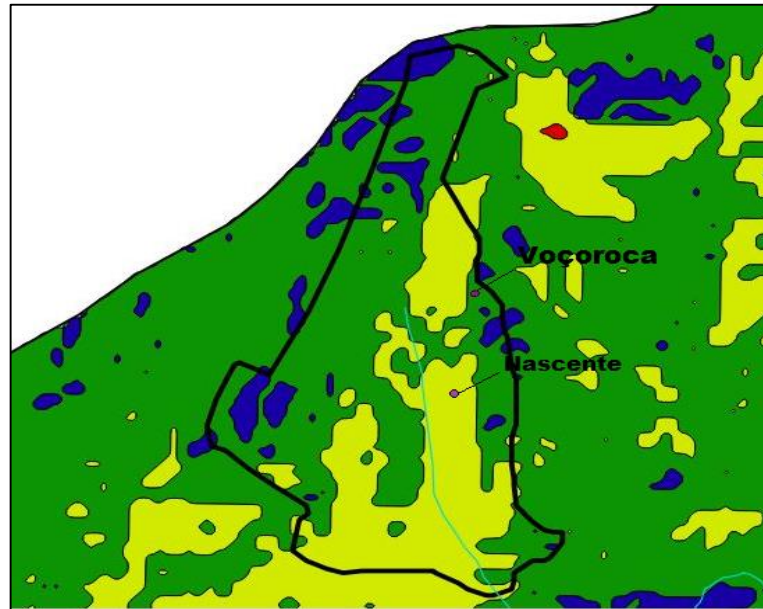


Figura 12 – Croqui de declividade na área do parque e em seu entorno.

Fonte: Autoria própria.

A Figura 12 se apresenta em um escala 1:10.000 com orientação norte, assim como na carta de declividade. Como foi possível observar a declividade é um fator limitante para com as atividades realizadas em uma bacia hidrográfica. Considerando a área de estudo, em relação ao manejo, as atividades no entorno da UC, em teoria, na sua zona de amortecimento (não estabelecida) são passíveis de compreender atividades agrícolas desde que apresentem práticas de conservação junto ao solo.

O fato da voçoroca estar localizada no limite de conservação pode ter relação com o escoamento superficial da área de entorno, principalmente em vista da proximidade com a cidade com uma grande área impermeabilizada que pode gerar o escoamento superficial das águas voltados para UC. As nascentes localizadas apesar de estarem em uma área de relevo ondulado onde em tese o escoamento superficial ocorreria de forma mais rápida, encontram-se protegidas pela abundante vegetação no interior do Parque no que tange a degradação física promovida pela declividade da área.

6.1.6 Uso do solo

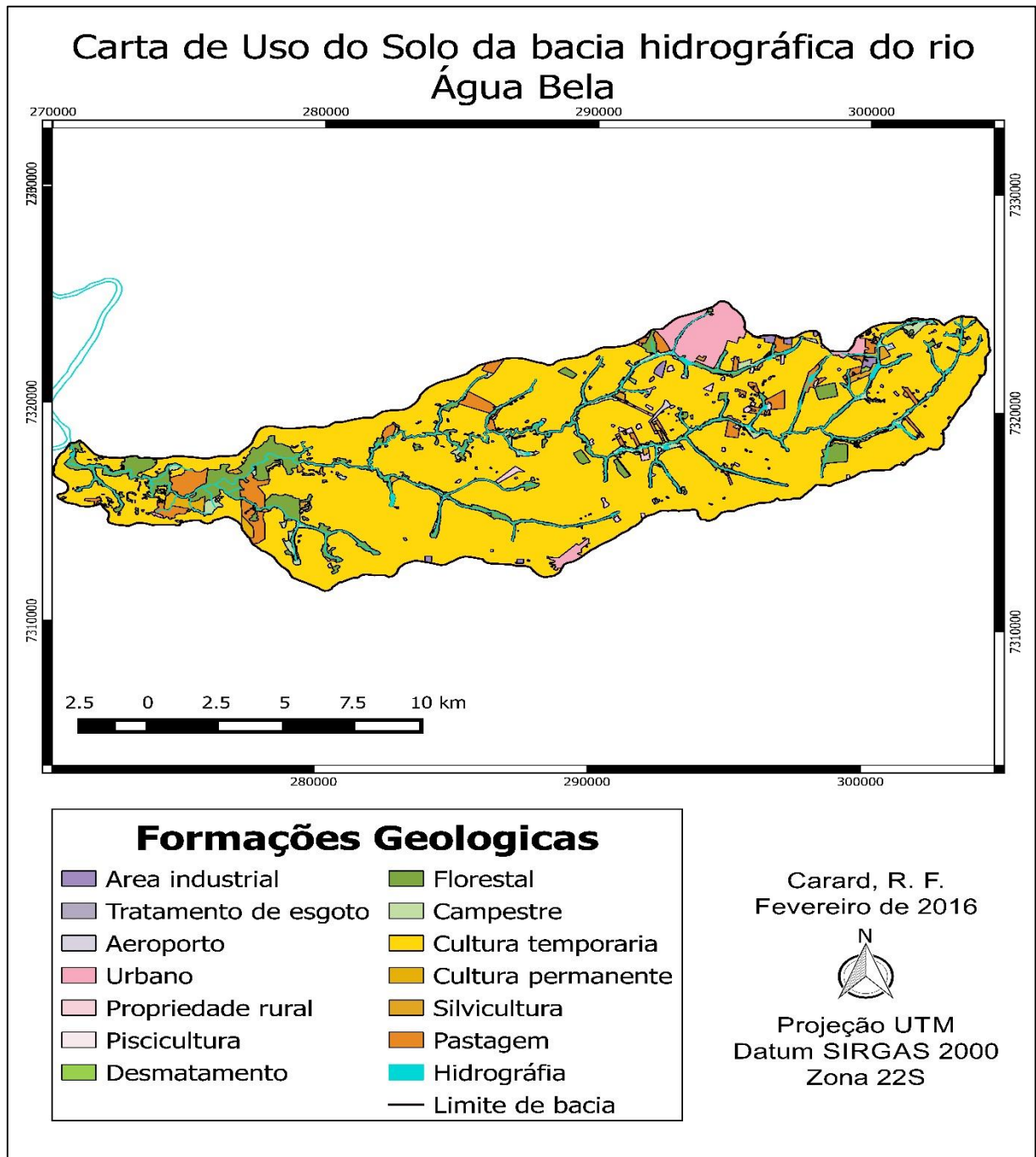


Figura 13 - Carta de Uso do Solo da bacia hidrográfica do rio Água Bela.

Fonte: Autoria própria.

Como é possível notar a bacia hidrográfica se apresenta predominantemente agrícola, com destaque a atividades de cultura temporária. A mensuração das classes pode ser observada a seguir (Tabela 5):

Tabela 5 - Área e porcentagem de ocupação das classes em relação a bacia hidrográfica.

Classe de uso	Área(km²)	% de ocupação
Florestal	23,34	10,357
Pastagem	8,34	3,701
Cultura temporária	174,53	77,448
Cultura permanente	1,19	0,528
Urbano	6,95	3,084
Propriedade rural	2,28	1,012
Campestre	5,74	2,547
Silvicultura	1,68	0,746
Área industrial	0,81	0,359
Piscicultura	0,15	0,067
Desmatamento	0,17	0,075
Tratamento esgoto	0,01	0,004
Aeroporto	0,16	0,071
Área da bacia	225,35	100

Fonte: autoria própria.

A classe de Cultura temporária foi a mais evidente na bacia hidrográfica (77,448%). Em seguida nota-se a Florestal (10,537%) localizada em grande maioria no entorno dos rios como APP ou Reserva Legal de propriedades. A área de Pastagem se demonstrou como a terceira mais evidente (3,701%). A classe Urbano (3,084%) corresponde as cidades de Goioerê, em maior proporção, Quarto Centenário e um distrito englobadas parcialmente na área da bacia hidrográfica.

A classe Campestre (2,547%) em grande maioria está localizada junto ao leito dos rios em áreas que apresentam vegetação de pequeno porte em estágio primário de desenvolvimento (sem formação de copa). A Área industrial (0,359%) foi observada em sua totalidade próxima as áreas urbanas. Em relação a Propriedade rural (1,012%) foram observadas distribuídas por toda a bacia hidrográfica. Não foram notadas extensas áreas de Desmatamento (0,075%). A classe Tratamento de esgoto (0,004%) se demonstrou próxima ao rio que tem como afluente o rio do parque, estando localizada ajusante do mesmo.

Segundo o IPARDES(2016) Goioerê apresenta como principais atividades econômicas a lavoura temporária, lavoura permanente, pecuária e criação de outros animais. Em relação a quarto Centenário as atividades mais empregadas correspondem a lavoura temporária, pecuária e criação de outros animais. Desta forma, estas atividades seriam notadas tanto na cabeceira da bacia(Goioerê) como no médio curso da mesma (Quarto Centenário).

As atividades agrícolas em lavoura temporária se concentram principalmente no plantio de soja e milho em ambos os municípios, com Goioerê apresentando também o plantio de trigo e Quarto centenário o plantio de mandioca. Em relação a lavoura permanente o foco maior é na produção de café e banana (IPARDES, 2016).

Segundo Höfig e Araujo-Junior (2014) a região Centro Ocidental do Paraná, na qual a bacia estudada está inserida apresenta 43% da área total de suas terras como sendo considerada apta para mecanização, considerando o fator declividade neste caso (0 a 10%). Considerando o trabalho dos autores nota-se que a área da bacia encontra-se em uma região favorável nesta questão o que pode explicar o fato da bacia hidrográfica se apresentar em grande parte como sendo agrícola, considerando também a economia da região.

Em relação a pecuária, dependendo da forma de manejo a mesma ser prejudicial em vista dos problemas com o pisoteio do gado que ocasiona a compactação dos solos com escoamento superficial da água que além ocasionar processos erosivos, pode causar inundações, transporte de poluentes e contaminantes para rios e lagos (Silva et al.,2009). No caso da bacia de estudo, esta atividade pode estar inserida nas áreas de pastagem devendo neste caso se ter uma atenção especial para práticas de manejo do solo.

Silva (2012) no estudo da bacia em são José das Palmeiras no Paraná onde o predomino de sua área ocupada foi de pastagem, observou nascentes desprovidas de vegetação marginal o que pode influenciar diretamente na vazão dos canais e assoreamento dos mesmos, destacando a importância de se considerar a declividade junto ao uso do solo, devendo o planejamento da área seguir praticas conservacionistas do ambiente.

Stipp, Mendonça e Campos (2011) no estudo da bacia hidrográfica do rio Taquara que compreende três municípios do Paraná (Londrina, Arapongas e Apucarana) observaram que a área da bacia hidrográfica apresenta forte ocupação

agropecuária, principalmente com culturas temporárias considerando que este fato causa constantemente a exposição do solo a agentes erosivos.

Além disso, os autores consideraram que ocorre a falta de vegetação permanente (APP e reserva legal) tendo um uso do solo com pouco ou nenhum planejamento ocasionando problemas com perdas hidrológicas em vista de pouca água percolar, por conta do intenso escoamento superficial, e falta de água no lençol freático para umidade do solo suprir a lavoura temporária em períodos de estiagem, ambos problemas evidenciados na área.

No caso da bacia hidrográfica do rio Água Bela de maneira geral os rios e nascentes apresentaram a presença de APP em seu entorno contudo é possível que várias áreas estejam em desacordo com a legislação ambiental vigente (novo código florestal), salvo algumas exceções, considerando o que foi observado na imagem de satélite durante a classificação do uso do solo. É possível notar na bacia hidrográfica locais onde o uso do solo junto as áreas dos rios teria uma probabilidade maior de ocorrerem impactos, por exemplo, a contaminação das águas (Figura 14).

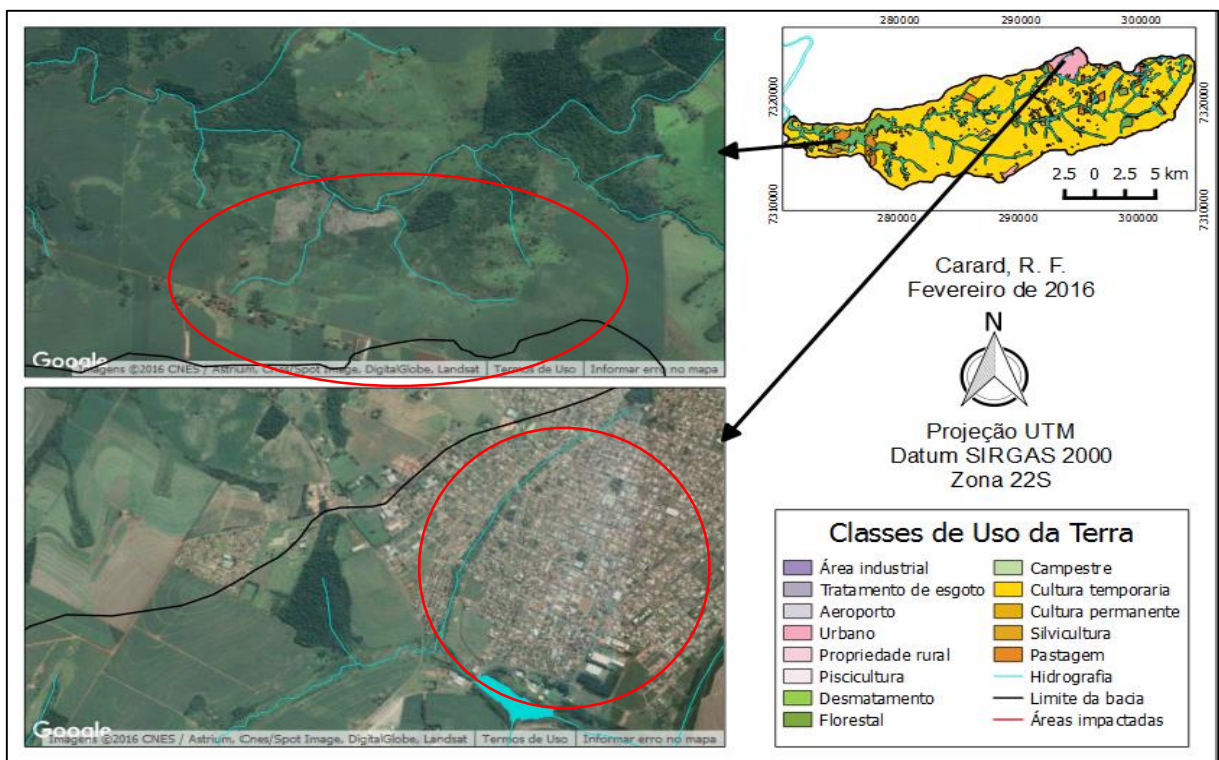


Figura 14 - Visualização de áreas com maior possibilidade de impactos em função do uso do solo na área da bacia hidrográfica.

Fonte: Autoria própria.

Por meio da Figura 14 nota-se na área mais próxima do exutório apresenta ausência de vegetação de grande porte não só junto as nascentes como também no percurso dos rios. Em relação a área mais próxima do parque nota-se que um dos afluentes da bacia, o córrego Faria, nasce em meio ao perímetro urbano onde a vegetação existente em seu entorno seria insuficiente para conter a possível degradação do mesmo, sendo também transportada percurso a baixo.

Em relação ao parque (Figura 14) nota-se que o uso em seu entorno compreende basicamente a área urbana na porção leste e também bem próximo ao parque no caso do campus da UEM. Nota-se a presença de área de pastagem bem próxima a área de ocorrência da voçoroca, localizada nos limites da UC, na porção noroeste e também áreas de cultura temporária.

6.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS, LINEAR E AERAL, DA BACIA HIDROGRÁFICA

A análise de parâmetros morfométricos envolveu informações das cartas de hidrografia, hipsômetria e declividade criadas. Os resultados destes parâmetros para bacia de estudo são apresentados a seguir (Tabela 5):

Tabela 6 - Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Água Bela (continua).

Parâmetros morfométricos	
Área da Bacia(A)	225,35 km ²
Perímetro da Bacia	87,528 km
Ordenamento de canais (Sistema de Strahler)	53(1 ^a Ordem); 11(2 ^a Ordem); 2(3 ^a Ordem); 1(4 ^a Ordem)
Número de canais(N)	67 canais
Densidade hidrográfica (Dh)	0,2352 canais/km ²
Densidade de drenagem (Dd)	0,7386 km/km ²
Extensão do percurso superficial (Eps)	67,6925 m
Relação de bifurcação (Rb)	4,81(1 ^a /2 ^a Ordem); 5,5(2 ^a /3 ^a Ordem);2 – (3 ^a /4 ^a Ordem)
Textura da topografia (Tt)	0,073

Coeficiente de manutenção(Cm)	135,39 m ² /m
-------------------------------	--------------------------

Tabela 6 - Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Água Bela (conclusão).

Amplitude altimétrica	420 m
Rugosidade topográfica	310,226
Declividade predominante	3 – 8% Suave Ondulado
Índice de forma K	1,645

Fonte: Autoria própria.

À mensuração da área da bacia obtida de 225,35 km² foi utilizada para as diversas análises realizadas nas cartas temáticas. O Perímetro obtido foi de 87,528 km sendo utilizado para a mensuração de outros parâmetros morfométricos. Como observado na Figura 4 correspondente a carta de hidrografia foi possível a visualização da hierarquização fluvial, bem como a contagem do número de canais existentes na bacia hidrográfica.

Em relação a densidade hidrográfica (Dh) o valor obtido foi de 0,2352 canais/km² que indica a quantidade de rios a cada km². Stipp, Campos e Caviglione (2010) obteve o valor de 0,772 canais/km² associando este fato a baixas declividades e boa capacidade de recarga. Contudo, a área da bacia observada pelos autores foi pelo menos três vezes maior, bem como o número de canais da mesma. Segundo Junior e Rosseto (2005) a Dh representa a capacidade da bacia na geração de novos cursos de água, onde os autores obtiveram um valor correspondente a 1,183 canais/km² considerando este valor como intermediário para uma bacia na região do Mato Grosso com área não tão superior a estudada, apresentando contudo um grande número de rios.

Lana, Alves e Castro (2001) obtiveram um valor correspondente a 2,61 canais/km² considerando grande capacidade de geração de novos cursos d'água pela bacia. O valor obtido demonstra uma baixa capacidade de geração de novos rios pela bacia estudada, o que também pode ser evidenciado pela quantidade de rios que a mesma apresenta.

A densidade de drenagem (Dd) resultante foi de 0,7386 km/km². Segundo Christofolletti (1980) este valor expressa o comportamento hidrológico junto a rochas de granulação fina, sendo aquelas onde a água apresenta maior dificuldade de

infiltração, favorecendo o escoamento superficial, sendo densidade mais elevada e os canais mais estruturados. Já em rochas de granulometria grossa os valores são menores.

Tonello et al. (2006) no estudo de sub-bacias no estado de Minas Gerais obteve valores diferenciados para sub-bacias com áreas de drenagem semelhantes. O valores variaram de 0,370 a 1,364 km/km² para sub-bacias com áreas próximas a 1.270 km², ou mesmo valores entre 1,090 km/km² e 1,530 km² para áreas de drenagem correspondentes a quase 800 km² afirmando que em todos os casos as sub-bacias apresentaram deficiência de drenagem.

Stipp, Campos e Caviglione (2010) obtiveram o valor de 0,9778 km/km² para uma bacia hidrográfica no Paraná, afirmando que o valor próximo a 1,0 caracteriza boa drenagem em função dos solos, bem drenados, e pela topografia. Santos et al. (2012) afirma que quanto maior a densidade de drenagem, mais rapidamente o volume de água proveniente das chuvas chega ao exutório. Os autores obtiveram o valor de 0,84 km/km² para uma bacia em Cascavel, no Paraná afirmando que a mesma apresenta baixa drenagem.

O valor obtido no caso da bacia de estudo reflete baixa drenagem da bacia hidrográfica de forma que a mesma não favorece o escoamento superficial. Este fator pode estar associado as formações geológicas(Caiuá) que pode resultar em solos com maior quantidade de areia. Soares e Souza (2012) no estudo de uma bacia hidrográfica em São José dos Pinhais, Paraná afirma que em solos arenosos, por serem mais permeáveis apresentam densidade de drenagem menor. Os autores destacam ainda que em locais onde predominam Latossolos mesmo que apresentem argila, por serem muito porosos favorecem a infiltração junto a relevos com declividade baixa.

O mesmo é observado por Hiruma e Ponçano (1994) que associaram valores inferiores de Dd (<1,25 km/km²) em áreas com presença de Latossolos que ocorrem em relevos planos a pouco ondulado e comumente são permeáveis, o que leva a baixa densidade de drenagem em suas áreas de ocorrência. Isto pode explicar a baixa densidade de drenagem em vista da classe de solos predominante na área de drenagem da bacia corresponder ao Latossolo Vermelho (49,9%).

O resultado obtido para extensão do percurso superficial(Eps) corresponde a 67,6925 m. Segundo Christofolletti (1980) este corresponde a distância média percorrida por enxurradas entre o interflúvio e um rio. Junior e Rossetto(2005)

obtiveram um valor de 35,16 m para este parâmetro associando a vegetação como fator controlador neste caso.

Santos e Sousa (2013) em um estudo morfométrico na região de Goiás, obtiveram um valor de 530 m considerando o mesmo como mediano e associando-o ao comprimento das vertentes junto a um relevo fracamente dissecado com declividades médias. Barbosa e Furrier (2011) em sua bacia de estudo na Paraíba tiveram como resultado 340 m aproximadamente classificando a textura da mesma como sedo grosseira por apresentar um elevado espaçamento entre os canais.

Em relação a relação de bifurcação os valores obtidos corresponderam respectivamente a 4,81 (1^a/2^a Ordem); 5,5 (2^a/3^a Ordem); 2 (3^a /4^a Ordem). Segundo Christofletti (1980) na hierarquização de Strahler este valor nunca pode ser inferior a 2. Barbosa e Carvalho (2009) na análise de uma bacia hidrográfica em Ponta Grossa – PR, obtém valores de 3,6 para 1^a/2^a Ordem e 5 para 2^a/3^a Ordem afirmando que quanto mais próximo estes valores estiverem de 4,0 mais a bacia está em equilíbrio em relação a importação e exportação de energia no sistema de drenagem.

Castro e Carvalho (2009) afirmam que este valor quando apresentado abaixo de 2,0 indica relevo colinoso. Os mesmos, no estudo de uma bacia hidrográfica em Goiás, observaram valores de 2,17 para canais de 1^a/2^a Ordem associando a nascentes com relevos bem dissecado com morros e colinas desenvolvidos. Considerou o resultado de 1,38 (2^a/3^a Ordem) indicando relevo menos dissecado com colinas suaves e 2,38(3^a/4^a Ordem) caracterizando uma dissecação mais acentuada com morros e colinas bem desenvolvidas.

A textura topográfica (Tt) resultante foi de 0,073. Segundo Christofletti (1969, *apud* Silva, Schulz e Camargo, 2003) os valores deste parâmetro são classificados como grosseira quando inferior a 4,0, média entre 4,0 e 10 e fina quando acima de 10. Segundo Barbosa e Carvalho (2009) a textura “representa numericamente o grau de entalhamento topográfico realizado pelos rio, sendo indicadora do estágio erosivo de uma determinada bacia”.

Franco e Dal Santo (2009) obtiveram um valor superior a 10 para sub-bacia estudada na região de Santa Catarina, associando a mesma a relevo montanhoso junto a relação de bifurcação. Tanto a textura topográfica como a relação de bifurcação em relação a bacia hidrográfica do rio Água Bela confirmam o relevo observado junto as classes de declividade.

O coeficiente de manutenção (C_m) resultou em $135,39 \text{ m}^2/\text{m}$, ou seja, o valor necessário para a manutenção de um metro de rio. Stipp, Campos e Caviglione (2010) obtiveram um valor alto de $753,579 \text{ m}^2/\text{m}$ para uma bacia no município de Londrina, Paraná. Os autores associaram este resultado ao fato de ocorrência de baixas declividades e boa capacidade recarga hídrica. Lana, Alves e Castro (2001) apresentaram o valor de $203,25 \text{ m}^2/\text{m}$ indicando a bacia como rica em cursos de água. Junior e Rosseto (2005) apresentaram um valor próximo, $236,96 \text{ m}^2/\text{m}$ considerando a área da bacia como relativamente boa quando comparado a outras bacias.

Segundo Barbosa e Carvalho (2009) o coeficiente de manutenção relaciona-se inversamente a densidade de drenagem, representando a área máxima disponível em uma bacia para manter em funcionamento um metro de canal, com o valor diminuindo em função do aumento da densidade da drenagem. Os autores chegaram a um valor de $457 \text{ m}^2/\text{m}$ considerando o mesmo baixo.

Calil et al. (2012) na divisão de sub-bacias na região de Goiás observaram que o C_m aumenta conforme o relevo se torna plano observando que nas sub-bacias com Argissolo e Cambissolo o índice foi menor que em áreas com Latossolos. Os autores explicam que isso ocorre quando chuvas de grandes intensidades em áreas planas formam o escoamento com fluxo preferencial gerando os canais da rede de drenagem. Em relevos mais acidentados o escoamento acaba por seguir a declividade natural do terreno escavando o solo e proporcionando uma maior concentração de canais naturais, apresentando assim uma maior Densidade de Drenagem.

Desta forma, os valores obtidos em relação a Densidade de Drenagem estão relacionados ao Coeficiente de manutenção, onde o valor obtido foi elevado em vista da baixa D_d obtida.

A amplitude altimétrica foi de 420 metros junto as classes hipsométricas da bacia estudada. Christofolletti (1980) destaca que muitas vezes a cota máxima das bacias hidrográficas muitas vezes corresponde a um ponto isolado dentro da área de drenagem. Este caso foi observado na bacia do Rio Água Bela onde as maiores altitudes se apresentaram em pequena proporção junto as classes hipsométricas, nos limites da cabeceira da área.

A Rugosidade topográfica, neste caso, foi 310,266. Para Calil et al. (2012) na os valores do índice de rugosidade estão intimamente associados a Amplitude altimétrica e a Densidade de drenagem. Os autores associaram os maiores valores obtidos a relevo colinoso e dissecado, verificando isto por meio da Amplitude

altimétrica elevada e canais mais entalhados, com baixa Densidade de drenagem.

Os mesmos ainda destacam que a bacia com menor amplitude altimétrica e baixa densidade de drenagem apresentou o menor índice de rugosidade. Os valores observados pelos autores variaram de 603,1 á 827,0.

Considerando a amplitude altimétrica e densidade de drenagem baixa, o valor de rugosidade topográfica foi pequeno neste caso, confirmando a ocorrência de um relevo mais suave como observado em toda extensão da bacia.

O índice de forma K resultante foi 1,645. Segundo Gandolfi (1971, *apud* Silva, Schulz e Camargo, 2003) o menor valor a ser encontrado seria 1,0 o que corresponderia a uma bacia de formato circular. Diversos autores utilizam metodologias distintas para obtenção deste parâmetro, contudo os resultados indicam basicamente o mesmo: a tendência de enchentes na bacia hidrográfica.

Lana, Alves e Castro(2001) analisaram o índice de circularidade da bacia hidrográfica e constaram que a mesma está distante da área de um círculo, apresentando desta forma, alto nível de escoamento e baixa propensão a ocorrência de cheias. Barbosa e Carvalho (2009) afirmam que uma bacia alongada apresenta menor probabilidade de enchentes enquanto que uma bacia mais arredondada possibilita uma maior ocorrência, pois sua forma leva a maior absorção da precipitação incidente na área.

Para Stipp, Campos e Caviglone (2010) uma bacia hidrográfica com rede de drenagem alongada infere em um menor risco de inundações e cheias instantâneas. Cail et al. (2012) considerou que sub-bacias hidrográficas de forma quadrada e circular apresentam maior tendência a cheias quando ocorrem chuvas muito intensas com tempo de concentração inferior, proporcionando também maior vazão de pico no exutório. Contudo, se o formato das sub-bacias for retangular, pode apresentar picos de cheia quando ocorrem chuvas frontais, com baixa intensidade e longa duração, cobrindo grandes áreas, pois neste caso a forma da área de drenagem contribui para escoamento superficial.

Observando o formato da bacia estudada, o valor do índice de forma K e o proposto pelos autores pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do rio Água Bela apresenta pouca tendência a formar enchentes e favorece o escoamento superficial.

6.3 ATUALIZAÇÃO DA HIDROGRAFIA E CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES

A atualização da hidrografia nos limites da UC resultou em uma ramificação de corpos de água e um número maior de olhos d'água dos quais antes não havia conhecimento de sua ocorrência (Figura 15).

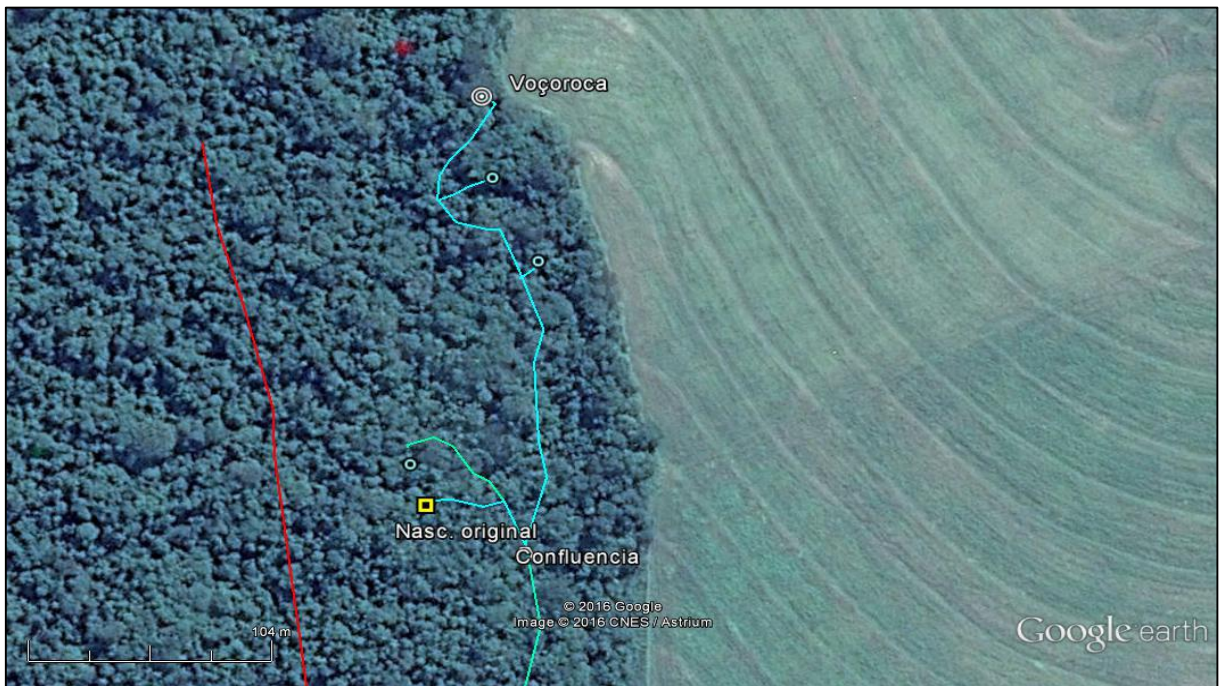


Figura 15 - Localização da hidrografia nos limites do parque em Goioerê - PR.

Fonte: Google Earth.

Na Figura 15, a linha vermelha reflete a hidrografia obtida pelo arquivo *Shapefile* do ITCG para o estado do Paraná. A linha azul corresponde aos dados levantados em campo por meio do GPS. O ponto em amarelo corresponde a nascente original e conhecida do parque (Figura 16). Como se pode observar a hidrografia no local é muito mais ampla do que se tem conhecimento. Os pontos em azul (Figura 17) correspondem a outras nascentes localizadas em meio a mata nos limites da UC.

O ponto em branco foi obtido na voçoroca onde ocorre afloramento do lençol freático (Figura 18). O caminho feito pelo rio na linha em azul foi mensurado por GPS até o ponto de confluência, a partir deste, o mesmo foi criado virtualmente.



Figura 16 - Nascente original no parque em Goioerê - PR.

Fonte: autoria própria.



Figura 17 - Nascente próxima a nascente original no parque em Goioerê - PR.

Fonte: Autoria própria.



Figura 18 – Indicação do afloramento do lençol freático na área de voçoroca no parque em Goioerê - PR.

Fonte: Autoria própria.

Em relação a classificação quanto a sua espacialidade as nascentes foram consideradas como sendo difusas. Foi observado durante as visitas ao local que ocorre o surgimento de olhos d'água em diversas áreas como foi possível notar pela Figura 17 e Figura 18 apresentadas anteriormente. Segundo Valente et al. (2005 apud Carvalho e Araújo, 2007) as nascentes são consideradas como difusas quando afloram da camada subterrânea, por desníveis do relevo, geralmente em depressões e pontuais quando surgem em pontos bem definidos do terreno.

Em uma das visitas a campo, posterior a um período chuvoso notou-se o surgimento de novos pontos antes não observados o que indica sua classificação como temporária ou efêmera. Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo(2009) as nascentes temporárias apresentam fluxo somente em estações chuvosas e efêmeras são aquelas que surgem durante a chuva, permanecendo por alguns dias ou horas.

Carvalho e Araújo (2007) em um estudo sobre a nascente de um rio em Boa Vista – RR, considerou a nascente como freática por conta de lençol freático se apresentar em um ambiente sedimentar e também pelo surgimento de lagos em depressões do relevo por conta da ocorrência de precipitação. Os autores também

classificaram a mesma como difusa por se apresentar em extensa área do terreno, com o surgimento de diversos lagos se juntando e formando canais para formação do curso d'água principal. Situação esta que se assemelha com o observado no parque em Goioerê, levando em conta a formação Caiuá, podendo as nascentes também serem freáticas.

6.4 DELIMITAÇÃO E ANÁLISE DA ÁREA DE INFLUENCIA DIRETA NA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

A delimitação da área de influência direta (AID) sobre a Unidade de Conservação considerou a microbacia na qual a mesma está inserida (Figura 19).

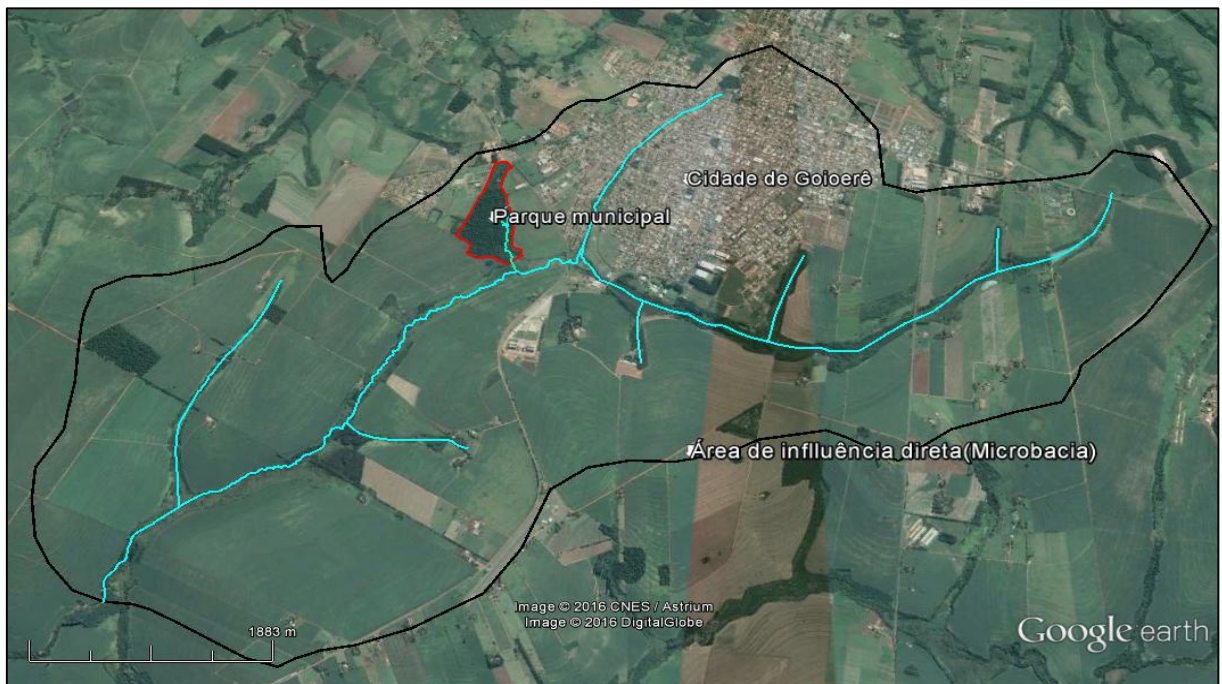


Figura 19 - Área de influência direta sobre o parque ecológico municipal em Goioerê - PR.

Fonte: Google Earth ® adaptado.

Dentro da microbacia, o fator mais importante a ser considerado para com o parque é justamente a proximidade com a área urbana ou mesmo com áreas industriais, como observado na carta de uso do solo, tendo em mente que toda a

cidade pode estar sujeita a causar impactos sobre a UC ou mesmo agravar os já existentes como no caso da voçoroca. O restante da microbacia compreende basicamente atividades agrícolas e áreas de vegetação.

A resolução CONAMA Nº 305 de 12 de Junho de 2002, define que as áreas de influência direta (AID) compreendem os locais de implantação de obras e atividades enquanto que a área de influência indireta (All) compreende o conjunto ou parte de municípios e até a bacia hidrográfica considerando que esta área pode inclusive ultrapassar os limites municipais e das bacias.

A proximidade com a área urbana neste caso pode inserir a Unidade de Conservação dentro das AID e All dos empreendimentos locais localizados na cidade e até distanciados dela. Considerando o estabelecido na Resolução CONAMA Nº 428 de 17 de Dezembro de 2010, é de inteira responsabilidade do órgão ambiental responsável pela UC a autorização para implantação de empreendimentos que podem causar impacto sobre UC's com fundamentos em Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) considerando inclusive a zona de amortecimento da UC.

Vale destacar que a resolução CONAMA Nº 13 de 06 de dezembro de 1990 estabelece que as atividades no entorno de UC's em um raio de 10 km devem obrigatoriamente serem licenciadas pelo órgão ambiental competente.

Apesar disso, o fato do parque não apresentar plano de manejo e zona de amortecimento que deveriam ter sido definidos no ato de sua criação, inviabiliza a possibilidade do manejo das áreas urbanas próximas atualmente por questões burocráticas. Como estabelecido na Lei Nº 9.985 de 18 de junho de 2000 do SNUC, no Art. 23, § 1º: "O órgão responsável pela administração da unidade estabelecerá normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos de uma Unidade de Conservação".

Desta forma, o mesmo deveria ter sido estabelecido pela Prefeitura Municipal de Goioerê – PR. A lei considera em seu Art. 25, § 2º: "Os limites da zona de amortecimento e dos corredores ecológicos e as respectivas normas de que trata o § 1º poderão ser definidas no ato de criação da unidade ou posteriormente". A prefeitura municipal ainda pode estabelecer o plano de manejo e a zona de amortecimento da do parque. Contudo, esta questão deveria ser elaborada com práticas de educação ambiental junto à população em vista das atividades já estabelecidas na área.

Em relação as atividades que estão mais próximas (Figura 20) a UC, destaca-se a presença de um posto de combustíveis na porção norte, pastagem e um motel na porção noroeste, cultura temporária na porção sudeste e o campus da Universidade Estadual de Maringá(UEM) na porção leste.



Figura 20 – Atividades confrontantes ao parque localizadas dentro da microbacia.

Fonte: Google Earth ® adaptado.

Considerando as atividades confrontantes e a ocorrência de escoamento superficial por conta de precipitação, levando em conta o fator de declividade, nota-se que a pastagem, área mais próxima a voçoroca apresenta-se como uma área com declividade voltada para o parque (Figura 21).

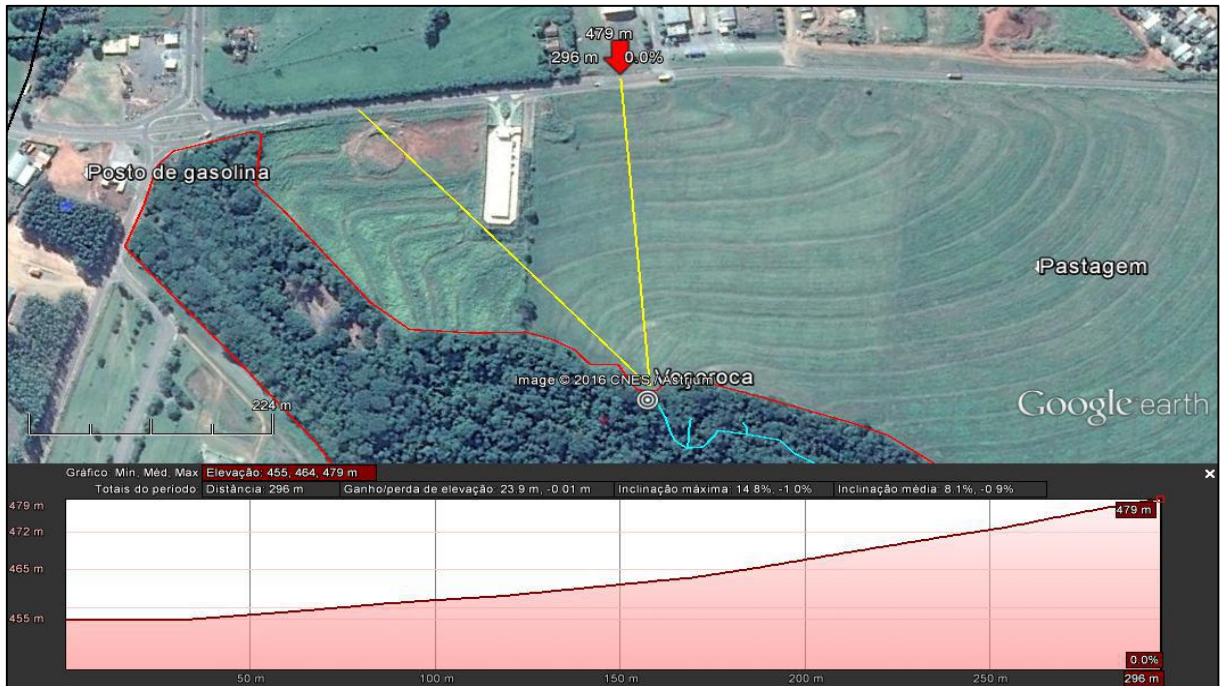


Figura 21 - Fatores nas proximidades da UC que podem ampliar o processo erosivo na UC.

Fonte: Google Earth ® adaptado.

Com base na figura 21, o perfil longitudinal obtido pelas linhas criadas demonstra a variação de altitude de 479 para 455 m em uma distância de 296 m, com uma inclinação média de 8,1%. Desta forma, é possível a água que escoia pela pastagem e proveniente também da rodovia seja transportada para o parque até o ponto da voçoroca. Contudo, vale destacar que a pastagem apresenta presença de curvas de nível o que pode minimizar o problema, exceto na decorrência de altos índices de precipitação.

Não só em relação a voçoroca, mas também o fato de existir um posto de combustíveis na área a montante da UC bem como atividades agrícolas podem ser responsáveis pela contaminação das águas das nascentes por contaminação do lençol freático por agrotóxicos ou efluentes.

6.5 ANÁLISE LABORATORIAL DA ÁGUA DA NASCENTE PRINCIPAL

Os dados físico-químicos obtidos para o cálculo do IQA são apresentados a seguir (Tabela 6):

Tabela 7 - Parâmetros Físico-químicos da água coletada na nascente original no parque em Goioerê - PR.

Parâmetros de qualidade	Resultados
Oxigênio dissolvido (OD)	4,54 mg/L; 53,5% de saturação
Coliformes fecais	1100 NMP/100ml
Potencial hidrogênionico (pH)	7,69
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ₅ ²⁰	< 2 mg O ₂ /L
Temperatura	26,5 ° C
Nitrogênio total	< 4,25 mg/L
Turbidez	0,02 NTU
Fósforo total	< 0,20 mg/L
Resíduo total (Sólidos Totais)	58 mg/L

Fonte: autoria própria.

Alguns dos resultados obtidos em relação aos parâmetros enviados para laboratório terceirizado são obtidos não em um valor numérico, mas como inferior a ao limite de qualificação que corresponde ao menor valor que pode ser detectado com confiança para cada ensaio.

O valor correspondente ao Oxigênio dissolvido (OD) obtido para a nascente foi de 4,54 mg/L e 53,5 % de saturação. Segundo Valente, Padilha e Silva (1997) a poluição orgânica sobre cursos de água pode ser observada quando ocorre o decréscimo de concentração de oxigênio dissolvido e também pela concentração de matéria orgânica de do qual o oxigênio é necessário para oxida-la. Os autores avaliaram a qualidade da água da nascente até a foz no estado de São Paulo e obtiveram valores elevados de OD na nascente, correspondentes a valores próximos de 7,0 mg/L.

Andrade Pinto et al. (2012) ao avaliar nascentes no município de confidentes em Minas Gerais observaram valores de OD que variaram de 7,9 a 3,8, associando o valor inferior a presença de atividade agropecuária na área com a aplicação de defensivos agrícolas que afetam os níveis de OD e também de fósforo total. O valor encontrado pelos autores para fósforo correspondeu a 0,16 mg/L.

O resultado para coliformes fecais obtido em laboratório e por meio da tabela NMP correspondeu a 1100 NMP/100ml considerado um valor alto (Figura 22).

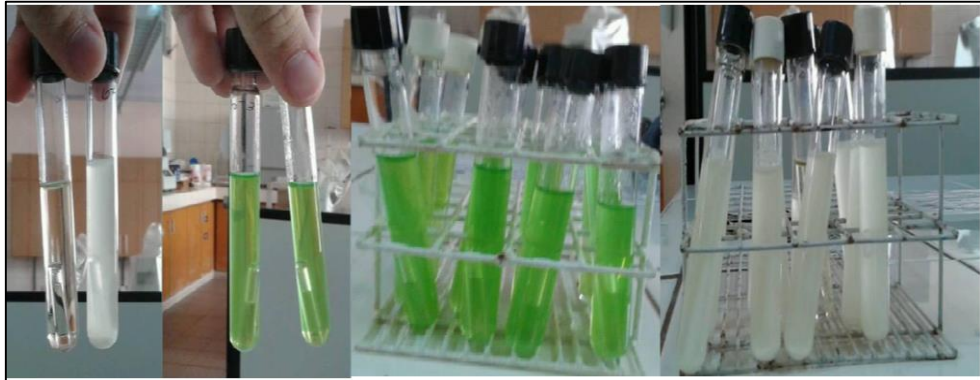


Figura 22 - Confirmação da presença de coliformes fecais na amostra coletada.
Fonte: autoria própria.

De acordo com a portaria Nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde a água destinada para consumo humano não deve apresentar presença e coliformes termotolerantes, representados pela *E. coli*. Santos et al. (2015) no estudo de águas de nascentes no Rio de Janeiro observaram valores de 170 a 900 NMP/100ml associando os mesmos a incidência de chuvas. Além disso, os autores observaram também a presença de práticas de fertilização do solo com dejetos animais afirmando que a existência de plantações, criação de animais e falta podem ser fatores que contribuíram para contaminação.

No caso do parque municipal, existe a possibilidade de contaminação em vista da presença de animais de sangue quente no parque, em especial a grande quantidade de macacos prego (Figura 23) o que foi evidenciado não só no local e por meio de entrevista com a funcionária do parque, como também pode ser observado em meios eletrônicos como no Guia Eletrônico de Goioerê e Região, reportagem de 2014.



**Figura 23 - Macacos prego fotografados durante visita ao parque em Goioerê - PR.
Fonte: Autorial própria.**

Além disso, outros fatores podem contribuir para contaminação das águas da nascente como a presença de animais na pastagem próxima a voçoroca, o que poderia ocasionar a contaminação do lençol freático exposto por fezes carregadas por enxurradas. Este fato foi evidenciado por Justen et al. (2004) na avaliação da qualidade da água em poços de abastecimento na zona rural em Santa Helena-PR em que o mesmo constatou o aumento de contaminação em vista de dejetos da zona rural pela criação de gado contaminar o solo e por infiltração atingir águas subterrâneas. Outra questão a ser levantada é que não se tem conhecimento se o banheiro público dentro da UC apresenta rede de esgoto ou mesmo o motel localizado próximo a UC.

O valor de pH foi de 7,69, inserido em uma faixa neutra, o que está de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. Vianna et al. (2011) obteve valor inferior a faixa aceitável associando o mesmo a lançamento de esgoto. O valor de DBO está em uma faixa abaixo de 2 mg/L por consequência de uma maior valor de OD. Além disso, a nascente original encontra-se protegida e canalizada o que impede o acumulo de matéria orgânica, proveniente do local, e acréscimo neste valor. Fato este que explica também um valor baixo de turbidez < 0,02 NTU.

O mesmo fato foi observado por Pinto et al. (2012) que encontrou valor de entre 0,5 e 1,20 NTU em vista da presença de uma caixa de 10.000 litros sobre a nascente e encanamento da mesma. Estas ações impedem a entrada de sedimentos e conseqüentemente de elevados índices de turbidez. A temperatura medida na água coletada foi de 26,5 ° C.

O valor de nitrogênio total foi inferior a 4,25 mg/L. Buzelli e Cunha-Santino (2013) afirmam que a origem do mesmo pode ser de forma natural proveniente da água da chuva, material orgânico e inorgânico ou artificial principalmente pela presença de efluentes domésticos, industriais e agrícolas. Pinto et al. (2012) observou fatores como ausência de mata ciliar e presença de residências apresentando fossas negras em seu entorno foram responsáveis por um excesso de nitrogênio na forma de nitrato com valores de 11,1 mg/L.

O mesmo vale para o valor de Fósforo total < 0,20 mg/L. Não existe uma fonte incidente de contaminação de esgotos no entorno da nascente e as atividades de agricultura, encontram-se afastadas por uma extensa camada de vegetação de grande porte impossibilitando contaminação por fertilizantes agrícolas, ricos em fósforo e nitrogênio. Além o fato da mesma estar protegida e canalizada o que pode ter contribuído para o resultado obtido.

O resultado para sólidos totais compreendeu 58 mg/L. Gallato et al. (2011) observou valores de 1324 e 596 mg/L em nascentes no município de Criciúma em Santa Catarina associando estes fatores ao uso do solo com atividades de mineração e indústrias, bem como despejos de esgotos domésticos e efluentes químicos.

De uma maneira geral, os valores obtidos para a amostra da nascente original do parque municipal estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA Nº 357/2005. Em relação ao cálculo do IQA, por meio dos ANEXOS A, B e C obteve-se o seguinte resultado: IQA = 63,8617. Segundo a faixa de classificação o mesmo é considerado como aceitável para abastecimento público.

O índice serve como uma classificação geral da qualidade da água, contudo se tratando do consumo humano é indicado que a água da nascente presente no parque não seja consumida em vista da presença de coliformes fecais em valores elevados. Além disso, devem ser realizadas análises mais detalhadas que englobem a presença de agrotóxicos na água, por exemplo, em vista do lençol freático exposto na voçoroca que pode ser responsável pela contaminação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cartas elaboradas possibilitaram a criação de uma banco de dados que serviu como base não só para o conhecimento da bacia hidrográfica do rio Água Bela como também para compreensão da degradação sobre o Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura. Por meio da análise da geologia, solos, declividade e uso da solo sobre a área de estudo foi possível fazer inferências a respeito da origem de fatores que possivelmente podem ocasionar degradação ambiental sobre a voçoroca e as nascentes.

Os parâmetros morfométricos permitiram ter um conhecimento mais aprofundado da dinâmica da bacia junto ao escoamento superficial e a precipitação, bem como serviram como complemento para confirmação das informações encontradas nas cartas em relação, por exemplo, a declividade e o relevo. A atualização da hidrografia na Unidade de Conservação permitiu a visualização de um número maior de nascentes e a constatação de que a área compreende nascentes difusas.

Por meio da análise de influência direta sobre o parque é possível considerar que a microbacia pode contribuir para vulnerabilidade sobre sua área em vista de sua localização na mesma. A observação da área de entorno possibilitou entender quais fatores poderiam estar contribuindo para a intensificação da voçoroca, como a presença de declividade em área de pastagem e rodovia que podem ocasionar escoamento superficial concentrado para área degradada e afetar inclusive as nascentes pela contaminação do lençol freático.

A análise de qualidade da água por meio de parâmetros físico-químicos, bem como o cálculo do IQA promovido demonstrou que a nascente apresenta uma qualidade aceitável, possivelmente por conta de estar protegida e canalizada, sendo contudo aconselhável que não ocorra consumo humano em vista da presença de coliformes fecais. Como sugestão em vista deste fato seria interessante a elaboração de um sistema de tratamento de esgoto ecológico na UC caso o banheiro público da mesma de fato seja desprovido de tal.

Considerando tudo que foi abordado, as sugestões de melhoria para UC compreenderiam basicamente a elaboração do plano de manejo utilizando das

informações levantadas neste trabalho, bem como quaisquer outras que convenham e a delimitação da zona de amortecimento do parque por parte do poder público. Além disso, seria interessante o manejo das atividades no entorno da UC considerando o fator solo, relevo e geologia do local. Em relação a voçoroca, é interessante a mensuração de sua extensão e sua recuperação é passível da elaboração de um PRAD.

REFERÊNCIAS

ABDO, M.T.V.N. et al. Estabilização de uma voçoroca no Pólo APTA centro norte – Pindorama, SP. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. São Paulo, p. 135 – 140,2008. Disponível em: <http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/T&IA/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_113.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: ANA, SPR, 2005. 176 p.

ALBUQUERQUE, A. R. C. Bacia Hidrográfica: Unidade de Planejamento Ambiental e Territorial. **Revista Geonorte**, v. 4, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1913/1788>>. Acesso em: 26 set. 2015

ALPINO, S.O; PEREIRA. F.C.S; ROCHA LEÃO, O. M. Parâmetros Morfométricos do Alto Curso da Bacia do Rio Macaé (RJ): subsídios ao entendimento da dinâmica geomorfológica. **Revista Tamoios**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/661/693>>. Acesso em: 29 mai. 2016

ANDRADE PINTO, L.V. et al. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **CERNE**, Lavras. v. 18, n. 3, p. 495 - 505, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602012000300018>. Acesso em: 05 mar. 2016

ANTONIETTI, H.A.S; OLIVEIRA, R.C. Qualidade da água em nascentes protegidas com a técnica solo cimento no município de 2 Diamante do Sul, PR. **Cultivando Saber**. Cascavel, v. 6, n. 4, p. 225 – 233, 2013. Disponível em: <http://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/52b658d6424a6.pdf> Acesso em: 24 mai. 2016

ARAI, F. K. et al. Caracterização hidromorfométrica da bacia do Dourados localizada no centro-sul do Mato Grosso do Sul. **Agrarian**, Dourados. v. 5, n. 17, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1434/1099>> Acesso em: 22 mai. 2016

ARRAES, C. L.; BUENO, C.R.P; PISSARRA, T.C.T. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia córrego do tijuco, SP. **Biosci. Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 849-857, 2010. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/7218/6604>>. Acesso em: 21 mai. 2016

BALDASSARINI, J. S; NUNES, J.O.R. A intervenção em prol da recuperação de áreas degradadas por erosão hídrica na microbacia hidrográfica da água três unidos no município de vera cruz – SP. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente. v. especial, n. 36, p.174 - 190, 2014. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/viewFile/2650/2668>>. Acesso em: 24 mai. 2016

BARBOSA, M. E.; FURRIER, Max. Caracterização geomorfológica com apoio de índices morfométricos: o estudo de caso da bacia do rio guruji. **Cadernos do Logepa**, v. 6, n. 1, p. 01 - 24, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/logepa/article/download/10438/6641>>. Acesso em: 21 mai. 2016

BARBOSA, T.S.; LIMA, V.S; FURRIER, M. **Anomalias em padrões de redes de drenagem como fator de verificação de neotectônica – um estudo de caso nas sub-bacias do rio mamuaba-PB**. Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 26 (2013), p. 195-213. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:N8PJO4NuyI4J:www.revistas.usp.br/rdg/article/download/75196/78744+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>> Acesso em: 12 jun. 2016

BARBOSA, Y.B.; CARVALHO, S. M. Análise morfométrica da bacia do arroio do padre, Ponta Grossa – pr. **Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 10, n. 30, 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15832/8945>>. Acesso em: 12 Jun. 2016

BOSQUILIA, R. W. D. **Geotécnicas aplicadas ao mapeamento de drenagens e nascentes**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/111152/tde-04022014-094241/fr.php>> Acesso em: 03 out. 2015

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5. 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 2002. p. 123 - 145. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242672925_METODOS_SILVICULTURAIS_PARA_RECUPERACAO_DE_NASCENTES_E_RECOMPOSICAO_DE_MATAS_CILIARES>. Acesso em: 24 abril. 2016

BRASIL. Lei complementar Nº 59/91. Dispõe sobre a repartição de 5% do ICMS, a que alude o art.2º da Lei 9.491/90, aos municípios com mananciais de abastecimento e unidades de conservação ambiental, assim como adota outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Curitiba, Paraná, 25 de jul. de 1997. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/LAIS/LEI_COMPLEMENTAR_59_1991.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2016.

BRASIL. Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 28 de maio de 2012, Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 24 out. 2015

BRASIL. Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 31 de agosto de 1981 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 03 mai. 2016

BRASIL. Lei Nº 9.985 de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 18 de Julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 10 de abr. 2016

BRASIL. Portaria MS Nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 12 de Dezembro de 2011. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html >. Acesso em: 07 mar. 2016

BRASIL. Proposta de Resolução Versão Limpa Processo nº 02000.002193/2009-13. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades de significativo impacto ambiental que afetam unidade de conservação ou sua zona de amortecimento, e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Disponível Em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/A04C7255/PropResolLicAmbEmpreendVlimpa_17e18set091.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2016

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 428, de 17 de Dezembro de 2010. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 17 de Dezembro de 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acesso em: 15 mar. 2016

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de Janeiro de 1986. O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - IBAMA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto, e Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 23. fev. 2016

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 013 de 06 de dezembro de 1990. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pela Lei nº 8.028, de 12 de abril de 1990, regulamentadas pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 06 de dezembro de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res1390.html>>. Acesso em: 23. Abr. 2016

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 303, de 20 de março de 2002 Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 20 de março de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 22 mar. 2016

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 305, de 12 de Junho de 2002. Dispõe sobre Licenciamento Ambiental, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto no Meio Ambiente de atividades e empreendimentos com Organismos Geneticamente Modificados e seus derivados, **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 12 de Junho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30502.html>>. Acesso em: 20 mar. 2016

BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia Fluvial: Um Estudo no Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Editora RiMa. 278p. 2003.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M.B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 8, n.1, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n1/14.pdf>>. Acesso em: 23 abril. 2016

CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. (Orgs). **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CALIL, P. M. et al. (2012) Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Pernambuco, v.16, n.4, p.433–442, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v16n4/v16n04a14.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2016

CAMARGO, G. **O significado paleoambiental de depósitos de encosta e de preenchimento de canal no município de Lapa (PR) no sul do Segundo Planalto paranaense**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 306 p., 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102498>> Acesso em: 05 mai. 2016

CARDOSO, N.; MORAES, J. S. Restauração de nascentes. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 13, 2004. Cuiabá, São Paulo, 2004. **Anais...** Cuiabá: ABAS Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23620%20%20>>. Acesso em: 28 set. 2015

CARVALHO, J. Q. G.; ARAÚJO, R. N. Algumas considerações sobre os impactos na nascente do igarapé caranã, Boa vista - RR. **Revista Acta Geográfica**, Roraima, v.1, 2007. Disponível em: <<http://revista.ufr.br/index.php/actageo/article/viewFile/133/348>>. Acesso em: 20 abr. 2016

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 2008. 597 p.

CASTRO, S.B.; CARVALHO, T.M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e

geoprocessamento. **Scientia Plena**, Roraima v. 5, n. 2, 2009. Disponível em: <<https://ufr.br/mepa/phocadownload/morfometria%20bacia%20castro%20e%20carvalho%202009.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016

CHIERICE, R.A.; LAMDIM, P.M.B. Variabilidade espacial e temporal de precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio mogi guaçu. **Geociências**, v. 33, n. 1, p.157 - 171, 2014. Disponível em: <http://www.revistageociencias.com.br/33/volume33_1_files/33-1-artigo-12.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2016

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo, Edgard Blücher. 1980.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Nascente, o verdadeiro tesouro da propriedade rural**: O que fazer para conservar nascentes nas propriedades rurais. 2. ed. Universidade Federal de Lavras. Belo Horizonte, MG: Cemig, 2004. 24 p. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/publicacoes/Documents/Cartilhas/Cartilha%20Nascentes%20Rurais.PDF>> Acesso em: 27 set. 2015

CREMONEZ, F.E. et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v.13, n. 5, 2014, p. 3821 - 3830. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/remoa/article/download/14689/pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016

CRIADO, R. C.; PIROLI, E. L. Geoprocessamento como ferramenta para a análise do uso da terra em bacias hidrográficas. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4., 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_\(GEOPROCESSAMENTO%20COMO%20FERRAMENTA%20PARA%20A%20AN%C3%81LISE\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_(GEOPROCESSAMENTO%20COMO%20FERRAMENTA%20PARA%20A%20AN%C3%81LISE).pdf)>. Acesso em: 02 out. 2015

CRISPIM, J. Q.; MALYSZ, S.T.; CARDOSO, O.; JUNIOR, S. N. P. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica rio do campo no município de Campo Mourão - PR. **Revista Geonorte**, ed. 235 especial, v. 3, n. 4, p. 781-790, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/viewFile/1987/1861>>. Acesso em: 03 out. 2016

DUARTE, A. M. et al. Levantamento de solo e declividade da microbacia hidrográfica Timbaúba no Brejo do Paraibano, através de técnicas de fointerpretação e Sistema de Informações Geográficas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba. v.

4, n. 2., 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/500/50040204.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2016

DUARTE, C. C. et al. Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do rio tapacurá - PE. **Revista de Geografia**, Recife, v. 24, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/114/69>>. Acesso em: 12 fev. 2016

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Embrapa, 306 p.

_____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2016.

FERREIRA, V. M. et al. Avaliação da estabilização de uma voçoroca por práticas vegetativas no município de Nazareno (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto: **Anais...**; Ribeirão Preto: SBCS, 2003. CD-ROM. Acesso em: 10 jun .2015

FILIZOA, H. F. et al. **Controle dos Processos Erosivos Lineares (ravinas e voçorocas) em Áreas de Solos Arenosos**. Circular Técnica, São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/915009/1/Circular22.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

FINKLER, R. **Planejamento, manejo e gestão de bacias**: Unidade 1 – Bacia hidrográfica. Agência Nacional de Águas – ANA, 2012. Disponível em: <http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf>. Acesso em: 25 set. 2015

FRANCO, G.B; Relação qualidade da água e fragilidade ambiental da Bacia do Rio Almada, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, 42 (Supl 1): 114 - 127, 2012. Disponível Em: <<http://www.rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/viewFile/20995/18889>>. Acesso em: 12 ju. 2016

FRANCO, A.C.V.;DAL SANTO, M. A. Contribuição da morfometria para o estudo das inundações na sub-bacia do rio luís alves/SC. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 3, p. 151 - 167, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n3/1984-2201-mercator-14-03-0151.pdf>>

GALLATO, S. L. et al. Diagnóstico ambiental de nascentes no município de Criciúma, Santa Catarina. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas. v.5, n.1, p. 39 a 56, 2011. Disponível em:

<<http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/136/153>>. Acesso em: 04 jun. 2016

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. 291 p.

GEORGIN, J; OLIVEIRA, G.A.; DA ROSA, A.L.D. Estudo comparativo de índices morfométricos relacionado com cheias nas bacias hidrográficas do alto Jacuí e Vacacaí - Vacacaí Mirim – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p.1357-136, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/viewFile/16834/pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2016

GRANELL-PÉREZ, M. del C. **Trabalhar geográfica com as cartas topográficas**, 2 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004. 128 p.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Monica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. 3º ed., Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2010. 190 p.

GUIA ELETRÔNICO DE GOIOERÊ E REGIÃO. **Macacos chamam atenção de quem visita parque ecológico em Goioerê – PR**. Disponível em:<<http://www.guiagoioere.net/noticia/4694/parque-ecologico-de-goioere-e-destaque-na-rpc-guia-goioere>>. Acesso em: 12 jun. 2016

GUIMARÃES, J.C.C. et al. Abordagem de práticas conservacionistas na recuperação de voçorocas. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia. Centro Científico Conhecer v.8, n. 14, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/ambientais/abordagem.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2016

HIRUMA, S. T.; PONÇANO, W. L., Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfopedológicos na área do alto rio pardo, SP e MG. **Revista IG**, São Paulo. v. 15, n. 1/2, 1994. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/15_1-2_4.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2016

HÖFIG, P.; ARAUJO-JUNIOR, C. F. Classes de declividade do terreno e potencial para mecanização no estado do Paraná. **Coffee Science**, Lavras. v. 10, n. 2, 2015

Disponível em:

<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/833/pdf_177>
 . Acesso em: 01 abr. 2016.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. 1994. Londrina, IAPAR, 1994.49 p. ilustr.(IAPAR, Documento, 18). Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>> Acesso em: 02 abr. 2016

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Histórico**. S.D.

Disponível

em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=410860&search=%7Cgoioere>>. Acesso em: 07 nov. 2015

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. **Formações**

Fitogeográficas: Estado do Paraná. 2009. Disponível

em:<http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Fitogeografico_A3.pdf>. Acesso em:18 nov. 2015

_____. **Goioerê**. 1981. Folha 1: 50.000. Disponível em:

<<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=105>>. Acesso em: 05 mar. 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO SOCIAL.

Caderno estatístico município de Goioerê, 2016. Disponível em: <

<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=87360>>. Acesso em: 20 abr. 2016

_____. **Caderno estatístico município de Quarto Centenário**, 2016. Disponível

em: < <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=87365>>.

Acesso em: 20 abr. 2016

JUNIOR, O.B.P; ROSSETE, A.N. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do ribeirão cachoeira, MT-Brasil. **Geoambiente On-Line**, Goiás. nº 4.,2005.

Disponível em:

<<https://revistas.ufg.emnuvens.com.br/geoambiente/article/download/25872/14862>>.

Acesso em: 10 abr. 2016

JUSTEN, G. C. et al. Avaliação da qualidade microbiológica da água de poços tubulares profundos de abastecimento público rural. Águas subterrâneas, São Paulo. In: XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de

Perfuradores de Poços. **Anais...**,2010. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22920>>. Acesso em: 10 fev. 2016

LANA, C. E.; ALVES, J.M.P; CASTRO, P.T.A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG – Brasil. **Rev. Esc. Minas**, Ouro Preto, v.54, n. 2, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672001000200008>. Acesso em: 08 de mar. 2016

LIMA, M. I. C. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**. 3º Ed. Belém, Pará, 2006. Disponível em: <<http://www.neotectonica.ufpr.br/geomorfologia/1.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2016

MACHADO, P. J. O. **Diagnóstico Físico-Ambiental da bacia hidrográfica do córrego São Pedro**: Um exercício acadêmico de Gestão de Recursos Hídricos. Ed. Geographica, consultoria, estudos e projetos ambientais LTDA., 2010. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=5mcgLGkiyr8C&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 13 mar. 2016

MACHADO, R. A. S et al. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 15, 2011. Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1118.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2015

MANNIGEL, A. R. et al.. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá. v. 24, n. 5, p. 1335 - 1340, 2002. Disponível em: <<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/2374/1787>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

MARINHO, C. F. C. E; ALMEIDA, H. A. Principais características morfométricos do alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Revista de Geografia (UFPE)**, Pernambuco v. 30, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/730/505>>. Acesso em: 13 fev. 2016

MIGUEL, A. E. et al. Características morfométricas do relevo e rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Taquaruçu/MS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 4, p. 678 – 690, 2014. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/783/586>>. Acesso em: 12 jun. 2016

MINERAIS DO PARANÁ - MINEROPAR. **Atlas comentado da geologia e dos recursos minerais do estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria da Indústria do Comércio e do Turismo, 2001. 116 p. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/atlasgeo.pdf>> Acesso em: 05 fev. 2016.

_____. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. 63 p. 1 atlas. Escalas variam. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/MapasPDF/Geomorfologicos/atlas_geomorforlogico.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2015

_____. **Potencialidades e fragilidades das rochas do estado do Paraná**. 2006. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Contribuicoes_ZEE/Mineropar_2006.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O sistema nacional de unidades de conservação da natureza**, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/240/_publicacao/240_publicacao05072011052536.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2016

NARDIN, C. F. et al. uso de medida física para recuperação de áreas degradadas em ambiente de cerrado resultado para o uso de barreiras com material de baixo custo na recuperação de voçorocas. **Revista de Geografia**, Recife. v. especial, n. 2, 2010 Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/349/317>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

NASCIMENTO, F. R.; CARVALHO, O. Gerenciamento ambiental em Unidade de Conservação: bacia hidrográfica como estudo de caso. **Geografia – Londrina**.v. 12, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia>>. Acesso em: 23 abr. 2016

NEVES, L. S. et al. Nascentes, áreas de preservação permanentes e restauração florestal: histórico da degradação e conservação no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Paraná**. v. 7, n. 3., 2014. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/2583/2410>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

OLIVEIRA, P.C.A. **Cenários ambientais e diagnose da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia-MG**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal

de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2009. Disponível em: <http://www.ppgeo.ufu.br/sites/ppgeo.ig.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/Anexos_PaulaCristinaAlmeidaOliveira.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2016

PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; TORRES, T. **Sensoriamento remoto ambiental aplicado**. UFMS: Campo Grande, 2008.

PIMENTEL; G; PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites. **Revista de administração pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 56 - 68, 1992. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/8812/7568>> Acesso em: 03 mai. 2016

PINTO, L. V. A. et al. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 5, p.775 - 793, 2005. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rarv/v29n5/a13v29n5.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016

PORTO, M.F.A; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estud. av** São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200004>. Acesso em: 12 de fev. 2016.

REZENDE, W. S. et al. Recuperação de voçorocas na zona rural do município de mineiros (go): financeiramente viável e ambientalmente sustentável. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 2, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://www.sustenere.co/journals/index.php/rica/article/viewFile/ESS2179-6858.2011.002.0004/95>> Acesso em: 09 mar. 2016

RIBEIRO, R. C. C. et al. Métodos de recuperação de mata ciliar como proposta de recuperação de nascentes no cerrado (2012) **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20biologicas/metodos%20de%20recuperacao.pdf>> Acesso em: 04 mar. 2016

ROCHA, A. A.; VIANNA, P. C. G.. A bacia hidrográfica como unidade de gestão da água. Seminário Luso-Brasileiro Agricultura Familiar e Desertificação, 2, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: CODEVASF, 2008. Disponível em: <<http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/gepat/files/gepat022.pdf>> Acesso em: 03 out. 2015

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, S. Y.; HATSCHBACH, G. G. As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.1, n.1, p.76-77, 2002.

RUTHES, J. M. et al. Uso de Sistema de Informação Geográfica na Determinação do Fator Topográfico da Bacia do Rio Catorze, Sudoeste do PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 05, 2012. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1287/1/RBGF_Ruthes,%20Juliane%20M%C3%B4nica_2012_2.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2016.

SANTOS D. B. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel, PR. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Paraná. v. 5, n. 2, 2012 Disponível em: <http://200.201.88.199/portalpos/media/File/energia_agricultura/Caracterizacao_morfometrica_da_bacia_hidrografica.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2016

SANTOS, E. F.; SOUSA, F.A. Aspectos morfométricos da bacia do córrego tamanduá em Iporá-GO. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 7, n. 15, p.191-199, 2013. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/download/968/1208>>. Acesso em: 05 mar. 2016

SANTOS, E. P. P. S et al. Coliformes Totais e Termotolerantes em água de nascentes utilizadas para o consumo humano na zona rural do município de Varre-Sai, RJ. **Scientia Plena**, v. 11, n. 05, 2015. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/2244>>. Acesso em: 09 mar. 2016

SANTOS, J.M.; IMA, K.C. Análise da rede de drenagem em bacias hidrográficas tropicais: bacia do Riacho Grande - Bahia/Brasil. **Associação Portuguesa de Geomorfólogos**, Braga. Volume VI, APGEOM, 2009, p. 77-82. Disponível em: <http://www2.uefs.br/geotropicos/bacias_drenagens_portugal.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2016.

SANTOS, L. J. C. et al. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 812 - 820, 2007. Disponível em: <<http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/viewFile/8410/1006>>. Acesso em: 18 mar. 2016

SANTOS, W. L. NASCIMENTO, F. I. C.; ARCOS, F.O. Uso da terra versus áreas de nascentes: análise de impactos com utilização de geotecnologias no sudoeste amazônico – Acre – Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p.1777 – 1787, 2012 Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2232/2110>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ. **Nascentes:** Protegidas e recuperadas. Secretaria de estado do meio ambiente e recursos hídricos. 21 ed. Paraná: SEMA, 2010. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Cartilha_nascentesprotegidas.pdf>. Acesso em: 28 set. 2015

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO. **Cadernos de mata ciliar:** Preservação e recuperação das nascentes de água e da vida. Secretaria de estado do meio ambiente e recursos hídricos e Departamento de proteção da biodiversidade. São Paulo: SEMA, 2009. n. 1. Disponível em: <<http://appvps6.cloudapp.net/sigam3/repositorio/259/documentos/cadNascentes.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2015

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas.** São Carlos: RiMa, 2003. 140 p.

SILVA, B. A. Caracterização do meio físico e da cobertura da terra na bacia hidrográfica dos córregos pedra e três ranchos, município de São José das Palmeiras – PR **Revista Unioeste.** v. 09, n. 01, 2016. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/download/12892/9612>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L.; CAVALCANTI, A. C. Descrição das principais classes de solos. In: curso sobre manejo e conservação do solo e da água, 2, 2006, Juazeiro-BA. **Palestras...** Juazeiro, BA: MAPA; SFA-BA; Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos, 2006. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/157911/descricao-das-principais-classes-de-solos>>. Acesso em: 13 fev. 2016.

SILVA, L. et al. Caracterização Geomorfométrica e Mapeamento dos Conflitos de Uso na Bacia de Drenagem do Açude Soledade. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 03, 2010. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/80/117>> Acesso em: 15 mar. 2016

SILVA, L.C.N et al. Uso do solo no manejo de bacias hidrográficas: o caso da microbacia córrego prata, três lagoas MS. RBGF- **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v. 02, n. 01, p. 01 – 13, 2009. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/10/41>>. Acesso em: 24 mar. 2016

SILVA, M.T. et al. Análise de Risco de Degradação na Bacia Hidrográfica do Riacho do Pontal – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbge/index.php/revista/article/viewArticle/405>> Acesso em: 03 mar. 2016.

SILVEIRA, H. et al. As relações entre os solos o uso e a suscetibilidade a erosão no município de Igarauçu – PR. **ANAP**, Brasil, v. 8, n. 12, 2015. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1141> Acesso em: 07 jun. 2016.

SIQUEIRA, R.S. **Manual de microbiologia de Alimentos**. Brasília: EMBRAPA, 1995.73 – 85p.

SOARES, M.R.G.J; SOUZA, J. L. M. Análise da morfometria da bacia hidrográfica do rio Pequeno em São José dos Pinhais. **Revista Geografia(Londrina)**, v. 21, n. 1, 2012 Disponível em: <http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/publicacoes/tc_2012_geografia_1.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2016

SOBRAL, I. V. Avaliação dos impactos ambientais no parque nacional serra de Itabaiana - SE. **Caminhos de geografia**, Uberlândia v. 8, n. 24, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15713/8888>> . Acesso em: 06 jun. 2016.

SOUZA, J. O. P; ALMEIDA, J. D.M.; CORREA, A. C. B. Caracterização e espacialização da precipitação em bacia hidrográfica com relevo complexo: sertão central pernambucano – bacia do riacho do saco. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 32, n. 2, 2015. Disponível em:<<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/908/642>> Acesso em: 01 jun. 2016

SOUZA, V. GASPARETTO, N. V. L. Avaliação da erodibilidade de algumas classes de solos do município de Maringá – PR por meio de análises físicas e geotécnicas. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 5 - 16, 2010 Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/viewFile/10386/6452>>. Acesso em: 03 jun. 2016

STIPP, N.A.F; CAMPOS, R.A.; CAVIGLONE, J.H. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio taquara – uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. **Portal de Cartografia geociências**, v. 3, n. 1, Disponível Em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/view/8929/7451>> Acesso em: 04 jun. 2016

STIPP, N.A.F; MENDONÇA, F.A; CAMPOS, R. A. O potencial de erosão de uma bacia hidrográfica: utilização da equação universal de perda de solos (EUPS) como ferramenta de gestão ambiental. **Geografia (Londrina)**, v. 20, n. 2, 2011, Disponível em: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/10476/10657>>. Acesso em: 22 mar. 2016

TEIXEIRA, N. C.; GUIMARÃES, C. D. Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil. Saberes interdisciplinares. **Revista 10**. Disponível em: <http://www.iptan.edu.br/publicacoes/saberes_interdisciplinares/pdf/revista10/METODOS_DE_CONTENCAO.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2016

TEODORO, V. L. L. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, 2007. Disponível em: <http://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2016

TONELLO, K.C. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, guanhões – MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849 - 857, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n5/a19v30n5.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. 2^o ed. 943 p.

VALENTE, J.P.S; PADILHA, P.M.; SILVA, A.M.M; Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. **Eclet. Quím.** São Paulo, v. 22, 1997. Disponível Em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46701997000100005> Acesso em: 03 mar. 2016

VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. In: NETO, W.M.S.; VACARCEL, R. **Avaliação da distribuição espacial de zona de armazenamento de água em nascente perene de microbacia instável Barra de Guaratiba, RJ**. Monografia (Engenharia Florestal). Rio de Janeiro, 2010. Disponível em :< <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3XJisJBjbeAJ:www.if.ufrjr.br/inst/monografia/2009II/Wilson.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>

VIANNA, L. S. et al. Análise da qualidade da água para fins de irrigação na microbacia do rio alegre, ES. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n.12; 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/ambientais/analise%20da%20qualidade%20da%20agua.pdf>> Acesso em: 05 mar. 2016.

VON SPEARLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. V 7. 558 p.

ZANARINI, R.M.; ROSOLEN, V. Mata ciliar e nascente no cerrado brasileiro - análise e recuperação ambiental. **Observatório Geográfico**, 2007. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/72.pdf>> Acesso em: 05 jun. 2016

ANEXO A – Parâmetros do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e respectivos pesos

Tabela 8 - Parâmetros do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e respectivos pesos.

Parâmetros	Pesos
Oxigênio dissolvido	w = 0,17
Coliformes fecais	w = 0,15
Potencial hidrogeniônico (pH)	w = 0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO _{5,20})	w = 0,10
Temperatura	w = 0,10
Nitrogênio total	w = 0,10
Fósforo total	w = 0,10
Turbidez	w = 0,08
Resíduo total	w = 0,08

Fonte: Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005)

ANEXO B – Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para cálculo do IQA

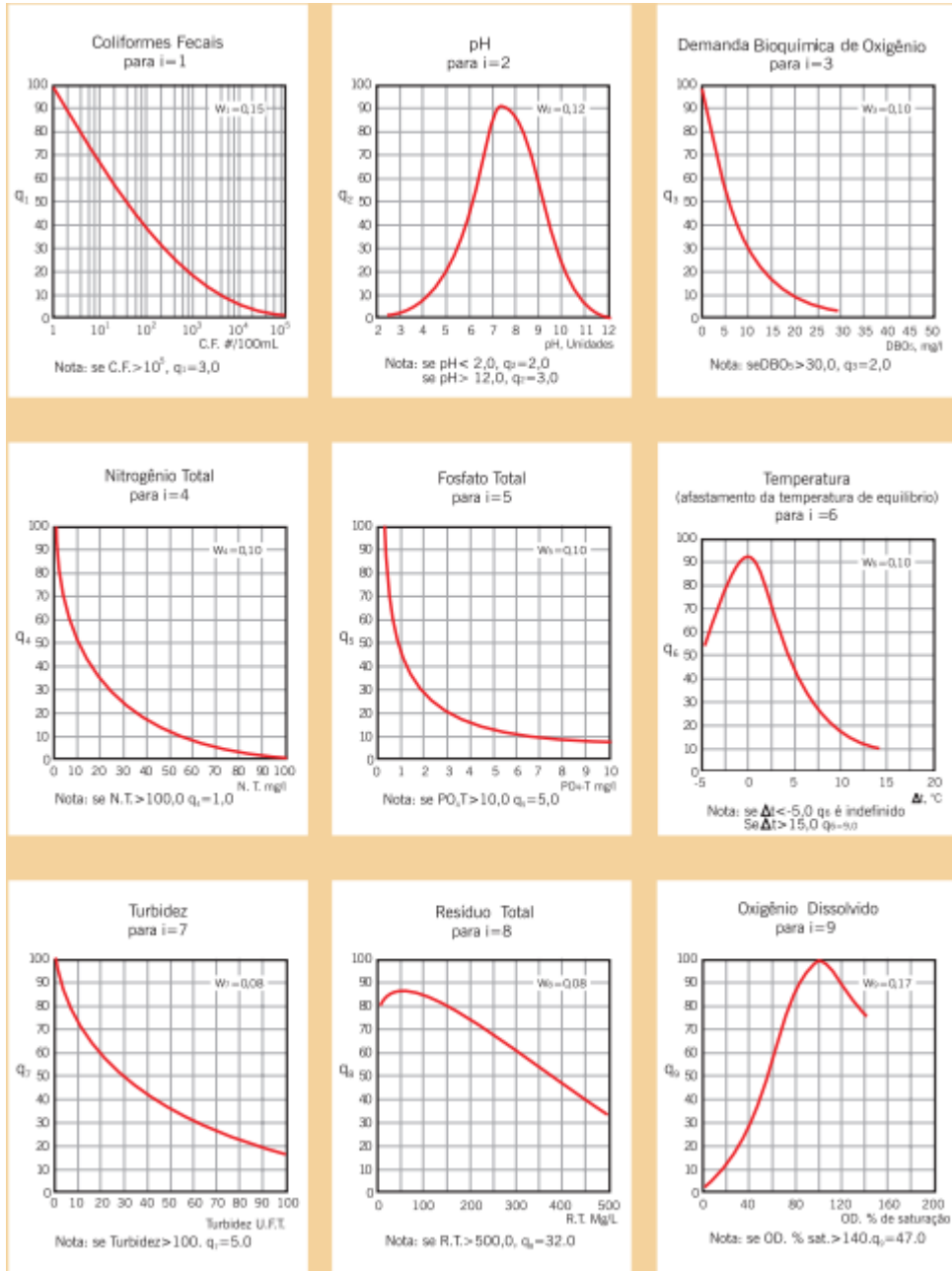







Figura 24 - Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA.
Fonte: Instituto de Meio Ambiente Pantanal (2003)


ANEXO C – Classificação dos valores do IQA nos estados brasileiros

Tabela 9 - Classificação dos valores do Índice de Qualidade das Águas nos estados brasileiros

Valor do IQA (Estados: AP, MG, MT, PR, RS)	Valor de IQA (Estados: BA, GO, ES, MS, SP)	Qualidade da água	Cor
91-100	80-100	Ótima	
71-90	52-79	Boa	
51-70	37-51	Aceitável	
26-50	20-36	Ruim	
0-25	0-19	Péssima	

Fonte: Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005)

ANEXO D – resultados das análises feitas pelo laboratório Ambientale LTDA em Maringá – PR



RELATÓRIO DE ENSAIO No.: 33931
Página 1 / 2

SOLICITANTE
Solicitante: RAFAEL FARIA CARARD
CNPJ/E: 043.658.579-08
Endereço: AVENIDA MANOEL FRANCISCO DA SILVA CEP: 87340000 Bairro: CENTRO Cidade: MAMBORE - PR
Responsável: RAFAEL


AMOSTRA E RECEBIMENTO
Descrição da amostra: Água de rio
Fabricação: NI Validade: NI Marca: NI Lote: NI Lacre: NI
Local de Amostragem: - Data/hora recebimento: 04/05/2016 08:30 Temperatura do Recebimento: 13,4 °C Data/hora Amostragem: -

OBSERVAÇÕES
PARQUE MUNICIPAL DANILLO MARQUES MOURA - GOIORE PR – 30/04/2016
O Plano de Amostragem é de responsabilidade do cliente.

ENSAIO	RESULTADO	UNIDADE	LQ	METODO	INICIO	FIM
DBO	< 2	mg O2/L	2	SM 5210 B	12/05/2016	17/05/2016
Turbidez	0,02	NTU	0,02	SM 2130 B	05/05/2016	05/05/2016
Sólidos totais	58	mg/L	25	SM 2540 B	17/05/2016	18/05/2016
Nitrogênio total	< 4,25	mg/L	4,25	ABNT NBR 13798:1997	17/05/2016	19/05/2016


NOTAS
Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

MÉTODOS
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22ª Edição
Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira (NBR)



 Thiago A. Invernizzi Lopes
 Responsável Técnico
 C.R.C. - 040400000

VMP - valor máximo permitido / LQ: limite de quantificação / NI: não informado / ND: não detectado / NA: não se aplica / * Ensaio subcontratado.
Os resultados são restritos às amostras analisadas. A Amostra permanece disponível por 7 dias após emissão deste Relatório. Reprodução de partes requer aprovação do laboratório.
A incerteza de medição foi estimada e está disponível para consulta no laboratório. As análises e interpretações não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.

Figura 25 - Resultados obtidos para os parâmetros de Turbidez, Nitrogênio, Sólidos Totais e DBO.
Fonte: Laboratório Ambientale LTDA.



RELATÓRIO DE ENSAIO No.: 33931
Página 2 / 2



SOLICITANTE
Solicitante.: RAFAEL FARIA CARARD
CNPJ/E: 043.858.579-08
Endereço: AVENIDA MANOEL FRANCISCO DA SILVA CEP: 87340000 Bairro: CENTRO Cidade: MAMBORE - PR
Responsável: RAFAEL

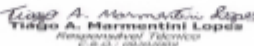
AMOSTRA E RECEBIMENTO
Descrição da amostra: Água de rio
Fabricação: NI Validade: NI Marca: NI Lote: NI Lacre: NI
Local de Amostragem: - Data/Hora Amostragem: -
Data/hora recebimento: 04/05/2018 08:30 Temperatura do Recebimento: 13,4 °C

OBSERVAÇÕES
PARQUE MUNICIPAL DANLO MARQUES MOURA - GOIORE PR – 39042018
O Plano de Amostragem é de responsabilidade do cliente.

ENSAIO	RESULTADO	UNIDADE	LQ	MÉTODO	INÍCIO	FIM
Fósforo total	< 0,20	mg/L	0,20	SM 4500-P E	18/05/2018	18/05/2018

NOTAS
Fósforo total: Preparação SM-4500 P/B - Determinação SM-4500 P/E.

MÉTODOS
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22ª Edição


Tiago A. Marmentini Lopes
Responsável Técnico

VMP - valor máximo permitido / LQ: limite de quantificação / NI: não informado / ND: não detectado / NA: não se aplica / * Ensaio subcontratado.
Os resultados são relativos às amostras analisadas. As Amostras permanecerão disponíveis por 7 dias após a emissão deste Relatório. Reprodução de partes requer aprovação do laboratório.
A licença de medição foi emitida e está disponível para consulta no laboratório. As opiniões e interpretações não fazem parte do escopo de acreditação deste laboratório.

Figura 26 - Resultados obtidos para o parâmetro de Fósforo total.
Fonte: Laboratório Ambientale LTDA.