

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG
CAMPUS DE JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**ANÁLISE DA ÁGUA E DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS, QUIRINÓPOLIS/GO**

MÍRIAN MARIA DE PAULA

Orientador: Prof. Dr. João Batista Pereira Cabral

JATAÍ-GO

2011

MÍRIAN MARIA DE PAULA

**ANÁLISE DA ÁGUA E DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS, QUIRINÓPOLIS/GO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPG-GEO - Stricto Sensu - da Universidade Federal de Goiás - Campus de Jataí – UFG/CAJ, para obtenção de título de Mestre em Geografia, na área de concentração em Análise Ambiental, sob a orientação do Prof^o. Dr. João Batista Pereira Cabral

JATAÍ-GO

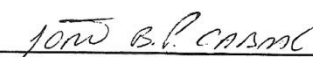
2011

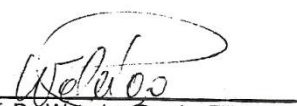
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS DE JATAÍ

MÍRIAN MARIA DE PAULA

**TÍTULO: "ANÁLISE DA ÁGUA E DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS, QUIRINÓPOLIS/GO".**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 15 de junho de 2011, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:


Prof. Dr. João Batista P. Cabral
Presidente – CAJ/UFG


Prof. Dr. Waterloo Pereira Filho
Membro Externo – Santa Maria/UFRS


Prof.^a Dr.^a Zilda de Fátima Mariano
Membro Interno - CAJ/UFG

Jataí - Goiás
Brasil

Ao meu grande amor e esposo Sérgio, companheiro de todos os momentos, à minha filha Júlia, que caminha comigo na busca de formação acadêmica, às minhas irmãs Márcia, Dade e Cássia e ao meu irmão José Paula (*In memoriam*), que apesar de ausente é um grande incentivador da minha busca.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve ao meu lado, nas minhas fraquezas, nas derrotas e vitórias. Obrigada por este presente que agora me oferece. Obrigada pela graça que me destina. Obrigada pela vida.

Ao Sérgio, que em todos os momentos, decisão, estudos, viagens, campo, escrita, está ao meu lado, apoiando, incentivando e acima de tudo compartilhando comigo o seu amor e carinho, você é meu eterno amor.

A Júlia, que em momentos de incerteza deixei de dedicar-lhe mais companhia, você é meu eterno bebê e meu maior bem, amo você.

Aos meus pais, José Francisco e Izaura, por terem me dado o dom da vida, meu amor, carinho e dedicação.

Ao Prof^o. Dr. João Batista Pereira Cabral, do Curso de Geografia, Universidade Federal de Goiás, Campus de Jataí, meu orientador, por ter me acolhido e permitido a minha continuação no mundo científico, pelos ensinamentos e amizade, minha eterna gratidão.

Ao Geógrafo Alécio Perini Marins, responsável técnico do Laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, pela valiosa colaboração na elaboração dos mapas necessários para a construção da minha dissertação, pela paciência e ensinamentos acompanhados de tamanha humildade.

Aos meus alunos do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Quirinópolis, Joana e José, que me acompanharam e auxiliaram nos trabalhos de coleta de dados em campo.

Aos colegas do curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Campus de Jataí, em especial à Regina, à Simone e à Juliana, com quem tive a felicidade de conviver, pela amizade, desprendimento competência e respeito com que sempre me trataram, amigas que levarei com grande estima para sempre em minha vida.

Aos professores do Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, em especial àqueles que contribuíram para minha formação, Prof^o. Dr. Dimas,

Profº. Dr. Scopel, Profº. Dr. Frederico, Profª. Dra. Zilda, também à secretária do programa, Karla, e a todos os funcionários do Campus Riachuelo.

Aos técnicos do Laboratório de Solos da Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Unidade Jatobá, por terem permitido a pesagem das amostras dos filtros para análise sedimentológica, realizadas no período da minha pesquisa.

Aos acadêmicos do Curso de Geografia, bolsistas do Laboratório de Geologia da Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Unidade Riachuelo, Izabel, Polyana, Helen, Pedro, Makele, pelo auxílio no meu trabalho em laboratório.

Aos Professores Leon Corrêa e Nilda Aparecida Pascoal Rezende, colegas do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Quirinópolis, pelo auxílio com alguns referenciais.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo auxílio concedido através de Bolsa de Estudos no período da pesquisa.

Ao Profº. Dr. Washington Mendonça Moragas (*in memoriam*), que tive o prazer de conviver mesmo num curto tempo... “*Um bom mestre não ensina apenas o que a disciplina oferece, mas o amor, os sonhos, a humildade e gratidão no coração dos alunos. Você teve um papel especial.*”

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho, **meu muito Obrigada.**

*Se o Homem é um gesto a Água é a história.
Se o Homem é um sonho a Água é o rumo.
Se o Homem é um povo a Água é o mundo.
Se o Homem é lembrança a Água é memória.
Se o Homem está vivo a Água é a vida.*

Joan Manuel Serra, In: Caruso (1998)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo geral	21
2.2	Objetivos específicos	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	Considerações sobre o uso da terra e suas implicações ambientais	22
3.2	Aspectos fisionômicos de bacias hidrográficas e possíveis fatores de degradação ambiental nas áreas do Cerrado	24
3.3	Parâmetros indicadores da água	28
3.3.1	Enfoque teórico sobre a importância do estudo da qualidade da água	28
3.3.2	Parâmetros físicos de qualidade da água	31
3.3.3	Parâmetros químicos de qualidade da água	33
3.4	Concentração de sedimentos em suspensão da água - CSS	36
3.5	Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados aos estudos ambientais	37
4	MATERIAL E MÉTODO	41
4.1	Localização e aspectos fisiográficos da área de estudo	41
4.2	Procedimentos metodológicos	52
4.2.1	Construção do banco de dados geográfico	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
5.1	Resultado da análise da Declividade e do Uso da Terra	66
5.2	Análises das variáveis físico-químicas de qualidade da água	78
5.2.1	Temperatura da água	78
5.2.2	Potencial Hidrogeniônico (pH) da Água	82
5.2.3	Condutividade Elétrica da Água (CE)	87
5.2.4	Resistividade da Água (RE)	90

5.2.5 Salinidade da água (SAL).....	
5.2.6 Total de Sólidos Dissolvidos da Água (TDS)	96
5.3 Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS)	99
5.4 Análise de Correlações de Pearson das variáveis limnológicas	101
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
REFERÊNCIAS	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirionópolis/GO e dos pontos de coleta.....	42
Figura 2 - Mapa de Vegetação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirionópolis/GO.....	44
Figura 3 - Mata Ciliar que margeia parte do curso do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	45
Figura 4 - Presença de vegetação característica de Mata/Cerrado, margeando as bordas escarpadas dos morros presentes na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	45
Figura 5 - Primeiro plano mostra exploração mineral de areia na margem esquerda e no segundo plano aparece a área com cultivo de cana-de-açúcar na margem direita do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	46
Figura 6 - Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	47
Figura 7 - Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	49
Figura 8 - Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	51
Figura 9 - Localização dos pontos de análise e coleta de água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	54
Figura 10- Aparelho Multiparâmetro Oakton utilizado para a coleta de dados limnológicos.....	60
Figura 11- Amostra de água coletada em frasco tipo Pisseta - mês de novembro 2009....	61
Figura 12- Amostra do filtro de microfibra de vidro.....	62
Figura 13- Frasco de Kitasato.....	62

Figura 14-	Bomba de vácuo.....	62
Figura 15-	Balança analítica.....	62
Figura 16-	Estufa de secagem.....	62
Figura 17-	Forma de Mufla.....	62
Figura 18-	Pastagem na proximidade do Ponto 1.....	65
Figura 19-	Processo erosivo – voçoroca, Ponto 1.....	65
Figura 20-	Atividade agropecuária, Ponto 8.....	66
Figura 21-	Ribeirão das Pedras, Ponto 14.....	66
Figura 22-	Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	68
Figura 23-	Mapa de Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO – 1985.....	73
Figura 24-	Mapa de Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO – 2009.....	74
Figura 25-	Área de pastagem associada a espécies nativas do Cerrado (Pasto/Cerrado....	75
Figura 26-	Área cultivada com milho (Ponto 8 – nov. 2009).....	76
Figura 27-	Área com cultivo de sorgo (Ponto 8 – mai. 2009).....	76
Figura 28-	Área com cultivo de eucalipto (Ponto 7).....	77
Figura 29-	Área com cultivo de cana-de-açúcar (Ponto 8 – mai. 2010).....	77
Figura 30-	Valores da Temperatura da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	79
Figura 31-	Primeiro plano, vista panorâmica da área do Ponto 7 e segundo plano, cultura de cana-de-açúcar.....	81
Figura 32-	Temperatura média da água (T) em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	82
Figura 33-	Valores do pH da água nos pontos de coleta da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	83
Figura 34-	Rocha basáltica aflorada no Ponto 1 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	85
Figura 35-	pH da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	86

Figura 36-	Valores da Condutividade Elétrica da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	88
Figura 37-	Condutividade Elétrica da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	89
Figura 38-	Valores da Resistividade da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	91
Figura 39-	Resistividade da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	93
Figura 40-	Valores da Salinidade da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	40
Figura 41-	Salinidade da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	95
Figura 42-	Valores da TDS na água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	97
Figura 43-	TDS na água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	98
Figura 44-	Ponto 2, mostrando a ausência de vegetação e o pisoteio do gado que usa a água para a dessedentação.....	98
Figura 45-	Valores da CSS na água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	100
Figura 46-	Correlação entre as variáveis T e TDS coletadas no Ponto de amostragem 4 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	105
Figura 47-	Correlação entre as variáveis T e SAL coletadas no Ponto de amostragem 1 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	105
Figura 48-	Correlação entre as variáveis pH e CE coletadas no mês de junho/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	106
Figura 49-	Correlação entre as variáveis pH e CE coletadas no mês de setembro/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	106
Figura 50-	Correlação entre as variáveis pH e TDS coletadas no mês de junho/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	106
Figura 51-	Correlação entre as variáveis pH e TDS coletadas no mês de setembro/10 na	106

Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....

Figura 52-	Correlação entre as variáveis pH e SAL coletadas no mês de junho/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	106
Figura 53-	Correlação entre as variáveis pH e SAL coletadas no mês de setembro/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	106
Figura 54-	Correlação entre as variáveis pH e RE coletadas no mês de dezembro/2009 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	107
Figura 55-	Correlação entre as variáveis pH e RE coletadas no mês de maio/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	107
Figura 56-	Correlação entre as variáveis CE e TDS coletadas no Ponto de amostragem 5 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	108
Figura 57-	Correlação entre as variáveis CE e SAL coletadas no mês de outubro/2009 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	108
Figura 58-	Correlação entre as variáveis CE e SAL coletadas no mês de abril/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	108
Figura 59-	Correlação entre as variáveis TDS e SAL coletadas no mês de março/2010 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	109
Figura 60-	Correlação entre as variáveis CE e RE coletadas no Ponto de amostragem 5 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	109
Figura 61-	Correlação entre as variáveis TDS e RE coletadas no Ponto de amostragem 14 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	110
Figura 62-	Correlação entre as variáveis SAL e RE coletadas no Ponto de amostragem 14 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.....	110

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Classe de fragilidade das declividades na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.....	67
TABELA 2 -	Distribuição do uso da terra no município de Quirinópolis/GO (1970 – 2009)	70
TABELA 3 -	Uso da terra e cobertura vegetal na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO (1985 e 2009)	71
TABELA 4 -	Dados estatísticos de Temperatura verificados nas amostras de água.....	79
TABELA 5 -	Dados estatísticos de pH verificados nas amostras de água.....	83
TABELA 6 -	Dados estatísticos de CE verificados nas amostras de água.....	87
TABELA 7 -	Dados estatísticos de RE verificados nas amostras de água.....	90
TABELA 8 -	Dados estatísticos de SAL verificados nas amostras de água.....	94
TABELA 9 -	Dados estatísticos de TDS verificados nas amostras de água.....	96
TABELA 10 -	Correlação de Pearson entre as variáveis analisadas no período de outubro de 2009 a setembro de 2010, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO.	103
TABELA 11 -	Correlação de Pearson entre os parâmetros analisados nos pontos monitorados, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO.....	104

LISTA DE SIGLAS

ANA	- Agência Nacional das Águas
APHA	- American Public Health Association
APP	- Área de Preservação Permanente
CBH	- Comitê de Bacia Hidrográfica
CE	- Condutividade elétrica da água
CONAMA	- Conselho Nacional de Meio Ambiente
CSS	- Concentração de Sólidos em Suspensão
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	- Sistema de Posicionamento Global
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
PCHs	- Pequenas Centrais Hidrelétricas
pH	- Potencial Hidrogeniônico
RE	- Resistividade elétrica da água
SAL	- Salinidade da água
SANEAGO	- Saneamento do Estado de Goiás S/A
SEPLAN	- Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás
SIEG	- Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográficas de Goiás
SIG	- Sistema de Informação Geográfica
SIMEHGO	- Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás
SPRING	- Sistema de Processamento de Informações Geográficas
T	- Temperatura da água
TDS	- Total de Sólidos Dissolvidos

RESUMO

A presente pesquisa fundamentou-se na perspectiva de compreender a interferência do uso da terra nos parâmetros físicos e químicos indicadores de qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Quirinópolis/GO, principal fonte de abastecimento para a população urbana. Esta área tem como forma de ocupação o pastejo intensivo de gado de corte e leite, apresentando um quadro de degradação ambiental comum à implantação do sistema pecuário. O objetivo da pesquisa foi avaliar como o uso da terra interfere nos parâmetros indicadores de qualidade da água a partir do uso integrado de geotecnologias e de análises físico-químicas da água. Os parâmetros avaliados *in loco*, com o uso do equipamento multiparâmetro Oakton PCD650, foram Temperatura (T), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Resistividade Elétrica (RE), Salinidade (SAL) e Total de Sólidos Dissolvidos (TDS), seguindo a métodos descritos em APHA. Em laboratório foram realizadas análises de dados de concentração de sedimentos em suspensão (CSS). As coletas foram realizadas de outubro de 2009 a setembro de 2010, em quatorze pontos de amostragem. A criação de um banco de dados geográficos no aplicativo SPRING que, com a utilização de cartas topográficas, imagens de satélites LANDSAT-5 TM e dados do GPS possibilitaram a elaboração de mapas temáticos de uso da terra, vegetação, geomorfologia, geologia, solos e declividade do relevo. Do resultado desses dados, identificou-se que predominam áreas ocupadas pelas classes Pastagens (59,89%), Mata/Cerrado (22,30%) e Solo exposto (7,98%). Observou-se também a pouca expressividade da classe Cultura na área, onde a mesma é representada com apenas 2,47%. Em relação à geomorfologia, a área insere-se na unidade geomorfológica denominada Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, onde as cotas mais altas variam de 600 a 900 metros de altitude. Quanto à declividade, a maioria dos terrenos da bacia (88%) está entre as categorias de até 12%, que representam fragilidade que variam de muito fraca a fraca. Quanto às características limnológicas, a Temperatura mostrou-se com média de 24°C, sendo que máxima, 34,9°C, registrada no P7, no mês de novembro de 2009 e a mínima, 16,2°C, registrada no P1, no mês de agosto de 2010, demonstrando assim relação com a temperatura do ar no período; os valores de pH ficaram próximos da neutralidade em quase todos os pontos analisados, apenas no P1 apresentaram-se mais ácido, fato explicado pela presença de afloramento basáltico e antropização intensa da área; o P1 apresentou também maiores valores de resistividade elétrica, 895,00MΩ.cm, explicado pela menor presença de sólidos dissolvidos; as diferenças mais expressivas de CE, Salinidade e TDS ocorreram no P2, no período chuvoso; e as análises de CSS apresentaram os maiores valores nos Pontos 5, 8 e 1, respectivamente, fatos explicados pelas práticas desenvolvidas nas proximidades dos pontos de coleta. Diante das análises verificou-se que as formas de ocupação e uso da terra são fatores de interferência nas variáveis limnológicas da área de estudo. Apesar de apresentar condições adequadas para uso, de acordo com os dados avaliados em relação à Resolução CONAMA 357/2005, a água da Bacia deve ser preservada

através de práticas conservacionistas do solo, o que trará segurança de abastecimento para a população.

Palavras-chave: Variáveis limnológicas. Uso e ocupação da terra. Geotecnologias.

ABSTRACT

ANALYSIS OF WATER AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON RIBEIRÃO DAS PEDRAS BASIN, QUIRINÓPOLIS/GO

This research was based on the perspective to understand the influence of land use in the physical and chemical indicators of water quality of the watershed of Ribeirão das Pedras - Quirinópolis / GO, which is the main source of public water supply in this city. As this area is occupied by domesticated animals raised in an agricultural setting to produce commodities such as food, it's present on the land a common framework of environmental degradation due to the raising of the livestock. The objective of this research was to evaluate how much the occupation of the land can affect the water quality indicators and parameters from the integrated use of geo-physical and chemical analysis of the water. The parameters evaluated in situ, using the equipment Oakton PCD650, were temperature (T), hydrogen potential (pH), Electrical Conductivity (EC), Electrical Resistivity (RE), Salinity (SAL) and Total Dissolved Solids (TDS), based on the methods described in APHA. In laboratory, some data were analyzed for the concentration of suspended sediments (CSS). At fourteen sampling points, some samples were collected from October 2009 to September 2010. By using topographical maps, satellite images Landsat-5 TM and GPS data, allowed the elaboration of thematic maps of land use, vegetation, geomorphology, geology, soils and steepness of the slope, was able to create a geographic database in the application SPRING. Outcome of these data, we identified areas occupied predominantly by grassland classes (59.89%), Forest / Cerrado (22.30%) and exposed soil (7.98%). There is also a small expressivity the class Culture in the area, where it is represented with only 2.47%. In relation to geomorphology, the area is part of the geomorphological unit called Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, where the higher altitudes vary from 600 to 900 meters high. As for the slope, most land in the watershed (88%) is among the categories of up to 12%, the ones that represent fragility vary from very weak to weak. As for the limnological characteristics, the temperature showed a medium of 24 ° C, and maximum 34.9 ° C, recorded at P7, in November 2009, and the minimum was 16.2 C, recorded at P1, in August 2010, thereby demonstrating the relationship with air temperature in the period, the pH values were close to neutrality in almost all points analyzed, only at P1 were more acidic, a fact explained by the presence of basaltic outcrop area of intense human influence; the P1 also showed higher values of electrical resistivity, 895.00 MΩ.cm, which is explained by the lower presence of dissolved solids. The most significant differences of EC, TDS and salinity occurred at P2 in the rainy season; and the CSS analysis showed the highest values at Points 5, 8 and 1, respectively, these facts are explained by the practices developed near the collection points. With all the analyses in hand, we found out that the forms of occupation and land use are factors which are affecting the limnology of the area we have studied. Although the water in the watershed does not present

inadequate conditions for use, according to the data evaluated in relation to CONAMA Resolution 357/2005, it should be preserved as it is through conservation practices to become a secure place of water supply for the future population.

Keywords: Limnological variables. Use and occupation of land. Geotechnologies.

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes humanos, a princípio, se encontravam em equilíbrio dinâmico, até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais na exploração dos recursos naturais. Os usos e as formas de ocupação da terra são os principais fatores que contribuem para a alteração físico-química nos recursos hídricos, através das atividades antrópicas.

Os rios constituem sistemas naturais com importância ecológica, social e econômica. As características físico-químicas e biológicas da água dos rios são o resultado da influência do clima, geologia, vegetação, ocupação humana e uso da terra da bacia hidrográfica.

Villela e Mattos (1975), dizem que “bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d’água ou um sistema conectado de cursos d’água tal que toda vazão e fluente seja descarregadas através de uma simples saída”.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal (SANTOS, 2004). O critério de bacias hidrográficas é comumente utilizado porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso de água e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas. São tratadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais se interagem. Segundo a autora,

A bacia hidrográfica constitui-se numa unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização, sendo um limite nítido para ordenação territorial, considerando que não há área de terra, por menor que seja que não se integre a uma Bacia Hidrográfica e, quando o problema central é água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção (SANTOS, 2004, p.40).

A importância do estudo abordando o recorte de bacia hidrográfica se dá devido ao caráter sistêmico da mesma, ou seja, o uso e ocupação na área evidenciarão reflexos nos canais, como erosões, assoreamento e alteração na qualidade da água. Segundo Capra (1996)

quanto mais se estuda os principais problemas da atualidade, mais se leva a perceber que eles não podem ser entendidos isoladamente. São problemas sistêmicos, o que significa que estão interligados e são interdependentes.

O conceito de sistemas foi introduzido na Geomorfologia por Chorley (1962), Christofolletti (1979), Strahler (1980), Huggett (1985) e Scheidegger (1991), citados por Christofolletti, (1999, p. 5). Ainda, Chorley e Kennedy (1971, citados por CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 5), salientaram o aspecto conectivo do conjunto, formando uma unidade, escrevendo que:

Um Sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos, e consistem de componentes ou variáveis que exibem relações discerníveis um com os outros e operam conjuntamente com um todo complexo, de acordo com determinado padrão.

Também Haigh (1985, apud CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 5), assinalou que:

[...] um Sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas interrelações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas.

Levando em consideração o critério funcional, Forster, Rapoport e Trucco citados por Christofolletti (1999, p. 5),

[...] distinguem os seguintes tipos de Sistemas: Sistemas Isolados, Sistemas Não Isolados, Sistemas Fechados e Sistemas Abertos. Os Sistemas Abertos são aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo quanto perdendo. São os mais comuns, podendo ser exemplificados por uma bacia hidrográfica, homem, cidade, indústria e muitos outros.

Christofolletti reconhece ainda que:

A abordagem sistêmica, como concepção holística, surge como adequada para o estudo dos sistemas ambientais físicos, pois com seus conceitos e noções leva-nos a uma visão de mundo integradora e à compreensão da estrutura, organização, funcionamento e desenvolvimento do sistema. O estudo das características e dinâmica do ambiente natural sempre foi relevante no âmbito da Geografia, consubstanciando-se no campo de ação da Geografia Física. Na sua inerente visão holística, a concepção geográfica considera o ambiente natural como sistema integrado de vários elementos, interligados com constantes fluxos de matéria e energia (CHRISTOFOLETTI, 1995, p.104).

Em função de suas características naturais, as bacias hidrográficas têm se tornado, atualmente, importante unidade espacial utilizada para gerenciar atividades de uso de conservação dos recursos naturais, principalmente nas situações atuais de grande pressão sobre o ambiente em função do crescimento populacional e do desenvolvimento (SILVA et al., 2004, p.94). Para tal, o estudo integrado de um determinado território pressupõe o

entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem as intervenções das ações humanas.

Caruso (1998), identifica que as atividades agropecuárias comprometem seriamente a qualidade da água, em razão da adição ao solo de nutrientes, pesticidas e minerais, com a finalidade de aumentar a produtividade agrícola, sem falar nos processos de erosão e sedimentação. As diferenças nos atributos físicos e químicos explicam em muitos casos o fato de alguns solos erodirem mais que outros mesmo estando expostos a uma mesma condição ambiente (KAWAKUBO, 2005). Ainda segundo Kawakubo (2005), outro elemento que interfere no processo erosivo é o tipo de uso do solo e a cobertura vegetal. Além de proteger o solo contra a perda de material, o uso adequado e a cobertura vegetal o protege direta e indiretamente contra os efeitos modificadores das formas do relevo e nos parâmetros dos indicadores físico-químicos da água.

Os indicadores de qualidade da água desse trabalho, foram analisados a partir da temperatura da água (T), potencial Hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), total de sólidos dissolvidos (TDS), resistividade elétrica (RE) e salinidade (SAL) tratados a partir da metodologia de Esteves (1998) e Tucci (2001). Também foi verificada a concentração de sedimentos em suspensão (CSS), pois, segundo Esteves (1998), o sedimento pode ser considerado como o resultado da integração de todos os processos que ocorrem em um ecossistema aquático.

A realização do estudo da análise da água e das condições ambientais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras necessitou do uso conjugado da geotecnologia, utilizando-se do Sistema de Informação Geográfica (SIG) que é um elemento essencial para determinar a repartição geográfica do uso e da ocupação da terra em toda extensão de uma bacia hidrográfica, e a partir disso estabelecer os tipos de influência sobre cada ponto de medição da qualidade da água. Nesse sentido, Rosa (2001) destaca que o uso das geotecnologias permite fazer uma análise integrada do ambiente de forma a entender como questões relacionadas as alterações ambientais se comportam no espaço e nos recursos hídricos.

As atividades humanas que acontecem sobre uma bacia hidrográfica influenciam nos aspectos da qualidade das águas e podem restringir os possíveis usos do recurso hídrico. Diante disso, o trabalho versa sobre o estudo de análise do uso e ocupação da terra e sua influência na água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO, para verificar as transformações ocorridas na área de estudo, considerando a legislação ambiental.

Outro fator preocupante relacionado às condições naturais para a produção de água, é que as matas ciliares ou de galeria, referendadas legalmente como áreas de preservação permanente (APP), encontram-se quase que totalmente suprimidas em função das atividades ligadas ao uso do solo. A legislação ambiental, Lei Federal Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965), estabelece que as matas ciliares são áreas de preservação permanente. Segundo esta, as APP são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

A área de estudo, Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, localiza-se no município de Quirinópolis/GO, mesorregião Sul Goiano, sendo afluente da margem esquerda da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, pertencente à área de planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – CBH/Paranaíba. O Ribeirão das Pedras é a fonte de abastecimento de água para a área urbana, a qual tem uma população estimada, de 42.216 habitantes (IBGE, 2010), com uma área aproximada de 3.780 km² (SEPLAN, 2002), sofrendo modificações do habitat natural desde a década de 70 do século XX pela pecuária e agricultura, e atualmente pela inserção da cana-de-açúcar, modificando possivelmente a qualidade da água, justificando-se assim, a referida pesquisa.

Considerando que o uso e as formas de ocupação da terra são os principais fatores que contribuem para a alteração físico-química dos recursos hídricos, espera-se que as análises dos parâmetros de qualidade da água mostrem os principais pontos de desequilíbrio ao longo da extensão da bacia em estudo. Por ser esta bacia a fonte abastecedora de água do município, este estudo permitirá, às entidades governamentais e ambientalistas, propor medidas de recuperação de áreas antropizadas, servindo de subsídio para a gestão territorial de maneira planejada e sustentável, evitando problemas de ocupação desordenada e uso inadequado da terra.

O trabalho está dividido em três partes, na primeira desenvolve-se o referencial teórico, fazendo considerações sobre o uso da terra e suas implicações ambientais, aspectos fisionômicos de bacias hidrográficas, integração do ecossistema terrestre e aquático numa visão sistêmica, parâmetros indicadores de qualidade da água e uso de geotecnologias (sensoriamento remoto, geoprocessamento e sistema de informação geográfica – SIG); na segunda parte, faz-se uma abordagem da área de estudo e apresenta a metodologia empregada no desenvolvimento da pesquisa; na terceira parte, encontram-se a análise e a discussão dos

resultados e, em seguida, são feitas as considerações finais desta dissertação, através de uma síntese da análise e discussão dos resultados, seguida de sugestões para pesquisas futuras.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

A pesquisa buscou alargar o entendimento sobre as formas de ocupação da terra e a conservação dos ambientes aquáticos. Para tal foi definido como objetivo principal, **analisar e compreender** como o uso e ocupação da terra podem interferir nos parâmetros indicadores de qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO

2.2 Objetivos específicos

- Identificar os principais tipos de uso e ocupação da terra presentes na área da bacia do Ribeirão das Pedras em dois distintos períodos (maio de 1985 e maio de 2009), através de imagens de satélite;
- Analisar temporalmente alguns parâmetros físico-químicos de qualidade da água, nas variáveis: temperatura da água (T), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), resistividade elétrica (RE), salinidade (SAL), total de sólidos dissolvidos (TDS) e concentração de sólidos em suspensão (CSS);
- Relacionar os resultados das variáveis físico-químicas da água com as formas de uso e ocupação da terra na área da bacia, verificando a qualidade da água para abastecimento urbano, segundo a Resolução nº 357, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta parte são relatados inicialmente referenciais teóricos pertinentes ao objetivo desta pesquisa, que versam sobre o uso e ocupação da terra, bacia hidrográfica e parâmetros indicadores de qualidade da água e geotecnologias, numa perspectiva de refletir sobre as condições do meio ambiente na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.

3.1 Considerações sobre o uso da terra e suas implicações ambientais

Resende (2002) refere-se à expressão de Pero Vaz de Caminha para refletir sobre o ajuste entre homem e natureza.

Por que os corpos seus são tão limpos, [...]. Eles não lavram nem criam, nem há aqui nem boi, nem vaca, nem galinha, [...], nem outra nenhuma alimária, que costumada seja ao viver dos homens. Nem comem senão desse inhame, que aqui há muito, e dessa semente e frutos, que a terra e as árvores de si lançam. [...].

Segundo Cogo e Levien (2002), vários tipos de indivíduos contribuíram para a implementação da atividade agropecuária em nosso país, até a forma como hoje ela está posta. Os índios manejavam o meio em que habitavam de acordo com suas necessidades, pois o caráter nômade lhes facultava sobreviver com uma agricultura mínima. Os fazendeiros de gado manejavam o meio para a exploração animal, porém sem grandes intervenções, pois o solo era manejado segundo a disponibilidade forrageira.

As primeiras grandes intervenções no manejo de terras sob uso agrícola no Brasil ocorreram em solos cultivados com café e cana-de-açúcar. Inicialmente, nessas áreas foram empregadas forças humanas e animais. “Mesmo sem a utilização intensiva de tratores e máquinas, esta, talvez, tenha sido a primeira interferência realmente importante ocorrida nas

terras sob o uso agrícola no Brasil, em termos de manejo de solo e água” (COGO e LEVIEN, 2002, p. 63).

O dinamismo antrópico gera instabilidade nos ecossistemas naturais e, por isso deve ser monitorado para evitar o desenvolvimento de processos de degradação dos solos, cujas consequências são altamente desagradáveis. O conhecimento sobre o uso da terra ganha relevância pela necessidade de garantir a sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a ele relacionadas (MANUAL, 2006). O avanço tecnológico da observação da terra, a busca do conhecimento sobre o conjunto e a preocupação ambiental estiveram sempre associados, principalmente quando os processos de uso da terra e as consequências deles originadas passaram a ser reconhecidos como interdependentes

O uso da terra é conceituado por De Bie (1996) como uma série de operações sobre a terra, feitas pelo homem com a intenção de obter produtos ou benefícios por meio dos recursos naturais. Nesse sentido, Costa et al. (2002) consideram que o manejo dos solos é o conjunto de tecnologias aplicadas com o objetivo de se obter a contribuição do solo no sistema produtivo.

Costa et al. (2002, p. 201) apontam que “Após passar a maior parte da história do Brasil sem ser inserido em ciclos agrícolas relevantes, a partir da segunda metade do século XX a região dos Cerrados passa a constituir-se numa das áreas agrícolas mais dinâmicas em todo mundo”. Os autores afirmam que essa dinamização aconteceu após a construção de Brasília e devido às novas tecnologias desenvolvidas nas universidades e centros de pesquisa brasileiros, que viabilizaram instrumentos tecnológicos adequados para a ocupação dos solos do Cerrado, área antes considerada inóspita à agricultura de grande escala. O estado de Goiás teve também sua ocupação marcada por este processo. Porém, a partir das correções feitas nos solos da região caracterizados como de Cerrado, Goiás apresentou condições positivas para favorecer o avanço da modernização agrícola no país (LIMA, 2008).

Os Cerrados apresentam uma considerável variação de vegetação, solos, clima e topografia. Segundo Costa et al. (2002, p. 202),

Os principais fatores determinantes da presença dos Cerrados são os solos ácidos, de baixa fertilidade e o clima estacional. Quando as condições ambientais acima expostas, se somam a ocorrência de solos arenosos, litólicos ou hidromórficos, as fisionomias tendem às formas mais abertas, localmente chamadas de Campo Cerrado, Campo Sujo ou Campo Limpo. Quando ocorrem condições ambientais que implicam em compensações hídricas ou edáficas, as fisionomias tendem a formas mais densas, como o Cerrado Denso ou Cerradão, Mata Mesofítica e Mata de Galeria.

Os solos do Cerrado, conforme Macedo (1996) apresenta sua distribuição da seguinte forma: Latossolos (Latossolos) – 48,8%; Argissolos (Podzólicos) – 15,1%; Plintossolos (Lateritas Hidromórficas) – 6,0%; Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas) – 15,2%; Neossolos Litólicos (Solos Litólicos) – 7,3%; Cambissolos (Cambissolos) – 3,0%; Nitossolos (Terras Roxas) – 1,7%; Gleissolos (Solos Gleis) – 2,0% e, outros solos – 0,9%.

O clima da região dos Cerrados é do tipo tropical estacional, com chuvas da ordem de 1.500 mm anuais, em média. A duração da época seca definida em termos de déficit hídrico, é de 5 a 6 meses, em 64% da superfície total da região, e de 4 a 7 meses em 87% da superfície (ADÁMOLI et al., 1987).

Preservado durante a colonização do país, o Cerrado, como já mencionado anteriormente, passou a sofrer maior ameaça a partir da década de 50 com a construção de Brasília. Nas décadas de 70 e 80, inúmeros financiamentos foram destinados para transformar a região num centro de agricultura. O grande crescimento destas atividades econômicas já fizeram com que 67% das áreas de Cerrado sejam consideradas como “altamente modificadas”.

De acordo com Costa et al. (2002), apesar da região dos Cerrados se destacar como uma das mais ricas formações savânicas do mundo, principalmente pela sua diversidade faunística e florística e pelo alto grau de endemismo de sua flora (HOTSPOTS, [200-]), “há a necessidade urgente de [...] um programa de manejo dos solos nesta região que deve estar intimamente relacionado ao planejamento do uso das terras”.(COSTA et al., 2002, p.203). Isso possibilitará o reconhecimento e proteção dos ecossistemas mais frágeis, bem como um eficiente monitoramento regionalizado das formas de ocupações antrópicas de suas terras.

3.2 Aspectos fisionômicos de bacias hidrográficas e possíveis fatores de degradação ambiental nas áreas do Cerrado

Estudos em bacias hidrográficas têm ganhado grande relevância nas últimas décadas, onde o processo de crescimento da população encontra-se acelerado, o que provoca um inchaço nas áreas urbanas e aumento do consumo de água o que traz consequências, às vezes irreversíveis, de degradação dos ambientes aquáticos.

Em função de suas características naturais, bacias hidrográficas têm se tornado importante unidade espacial utilizada para gerenciar atividades de uso de conservação dos recursos naturais, principalmente nas situações atuais de grande

pressão sobre o ambiente em função do crescimento populacional e do desenvolvimento (SILVA et al., 2004, p.94).

Silva et al. (2004) definem que bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia hidrológica é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas.

Martins et al. (2001, p. 83), “[...] definem bacia hidrográfica como um sistema geomorfológico aberto, determinado pelos fluxos de entrada e saída de matéria e energia, produzidos pela interação dos diversos fatores ambientais e limitados pelos divisores naturais de água”.

Tucci (2001) define bacia hidrográfica como 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.

A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente. Em evento isolado pode-se desconsiderar estas perdas e analisar a transformação de chuva em vazão feita pela bacia (TUCCI, 2001, p. 41).

Tratando-se de unidade de estudo e operação, segundo Silva et al. (2004, p. 94), “[...] a microbacia hidrográfica é uma unidade espacial de planejamento mais apropriada por permitir controle mais objetivo dos recursos humanos e financeiros, favorecendo a integração de práticas de uso e manejo do solo e da água e a organização comunitária,” ou seja, o trabalho em micro bacia hidrográfica cria condições que tornam compatíveis as atividades produtivas e a preservação ambiental, permitindo um desenvolvimento sustentável.

O trabalho em bacia hidrográfica é uma maneira eficiente de gerar tecnologia regionalizada, difundir as práticas de manejo do solo e culturas, conservando os recursos naturais e contribuindo para o desenvolvimento municipal e regional. Ainda, “[...] permite propor soluções para melhorar os sistemas de produção adotados pelo agricultor, bem como introduzir alternativas tecnológicas edafoclimáticas e socioeconomicamente viáveis ou que tenham potencial para a região” (SILVA et al., 2004, p. 94-95).

As bacias hidrográficas brasileiras refletem o complexo quadro natural que engloba o país que possui uma variedade de aspectos. Por essa razão, a reunião das bacias fluviais passou por modificações, ao longo do tempo, formando diferentes grupamentos (GUERRA e CUNHA, 1998, p. 230).

Os fatores que influenciam o regime das águas e a produção de sedimentos nas bacias hidrográficas dependem da atuação conjunta das condições naturais e das atividades humanas. As características naturais que contribuem para a alta erosão potencial incluem a topografia, geologia, solo e clima da bacia hidrográfica, enquanto que as atividades humanas referem-se à forma de ocupação.

Em função da importância das bacias hidrográficas para todas as atividades socioeconômicas, bem como pelo Cerrado estar bastante antropizado, preocupações no gerenciamento hídrico desses mananciais são relevantes. A degradação da vegetação remanescente, das matas ciliares e matas de galeria atuam diretamente na qualidade dos corpos hídricos. Guerra e Cunha (1998) destacam que os fatores relacionados à cobertura vegetal podem influenciar os processos erosivos de várias maneiras: através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal, dos efeitos na energia cinética da chuva e do papel da vegetação na formação de húmus, que afeta a estabilidade e teor de agregados.

A falta de cobertura vegetal é fator importante na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda de solo. Pode também, reduzir a quantidade de energia que chega ao solo durante a chuva e, dessa forma, minimiza os impactos das gotas, diminuindo a formação de crostas no solo, reduzindo a erosão (Ibid, p. 161), o que proporciona melhor proteção nas áreas com chuva de maior intensidade. Além de influenciar na interceptação das águas da chuva, a cobertura vegetal atua também, de forma indireta, na produção de matéria orgânica, que, por sua vez, atua na agregação das partículas constituintes do solo. Apesar disso, os autores reforçam que as raízes podem ramificar-se no solo, e, assim, ajudar na formação de agregados. Porém, o uso do solo, através das práticas agrícolas inadequadas, tais como: falta de curva de nível, cultura inadequada ao tipo de solo ou geomorfologia da área, cultivo em Áreas de Preservação Permanente (APP); podem quebrar essas partículas de agregados, facilitando o escoamento superficial e a perda de solo nas áreas das bacias hidrográficas.

Uma bacia hidrográfica deve ser a unidade de observação dentro da paisagem, nos estudos de Matas Ciliares e de Galeria, uma vez que os canais de drenagem condicionam essa fitofisionomia. Alguns autores (RODRIGUES, 2000; RIBEIRO e WALTER, 1998; CATHARINO, 1989; MARTINS, 1995; RIBEIRO e WALTER, 1999; apud RIBEIRO e

WALTER, 1991) consideram a falta de diferenciação entre os termos mata de galeria e mata ciliar como definição para as matas florestais ribeirinhas tem sido discutida em diferentes abordagens da classificação e, no entanto, ainda permanecem em discussão se tais termos seria ou não sinônimo um do outro. Porém, como o foco é elencar as formações vegetais ribeirinhas, ater-se-a às definições de Ribeiro e Walter (2001), para os quais Mata Ciliar é definida como a vegetação florestal que acompanha as margens dos rios de médio e grande porte e Mata de Galeria é a vegetação florestal que acompanha os riachos de pequenos porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água.

As Matas de Galeria geralmente encontram-se encravadas no fundo de vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram o canal definitivo. Quase sempre é circundada por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens, havendo uma transição brusca com as formações savânicas e com os campos. No entanto, a transição é quase imperceptível quando ocorrem com Matas Ciliares e Secas ou mesmo com Cerradões.

Matas de Galeria ocorrem ao longo dos cursos d'água na região do Cerrado, desempenhando papel fundamental na conservação do solo e da água. A composição de suas espécies vegetais e suas características estruturais é distinta das vegetações adjacentes, geralmente não florestais, como o Campo ou o Cerrado sentido restrito (CORREIA et al., 2001). Reatto et al. (2001), revelam que

[...] essas matas estão sendo degradadas intensamente no Brasil, mesmo sendo áreas de preservação permanente, protegidas pelo Código Florestal, Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, sofrem ações antrópicas intensas como a retirada indiscriminada de madeira, a implantação de grandes empreendimentos ou mesmo culturas agrícolas desordenadas, entre outras interferências.

Com a acelerada ocupação do Cerrado pelas atividades agrícolas, existe grande preocupação quanto ao uso inadequado e descontrolado dos recursos naturais, principalmente no que se refere à cobertura vegetal, pois ela interfere nos mecanismos de transporte de água, reduz a erosão e aumenta o potencial de infiltração, sendo fundamental para recarga dos aquíferos.

Nos últimos sessenta anos, a ocupação humana dos Cerrados acelerou os processos impactantes sobre a região, devido ao aumento da densidade demográfica. A população da região Centro-Oeste cresceu seis vezes entre 1950 e 1990 (ATLAS, 1994) e apresenta-se altamente agregada, com 80% vivendo em áreas urbanas, provocando a expansão urbana

desordenada, que ocasionou a destruição de nascentes de cursos de água, destruição da paisagem, poluição por falta de saneamento básico, destruição da rede drenagem, desmatamento, aumento da poluição das águas com esgoto e do solo com lixo, intensificação da descaracterização da paisagem e biotas nativas pela expansão de áreas ocupadas com plantas e animais exóticos.

Incentivado por projetos políticos dos governos federal e estadual, visando a expansão da fronteira agrícola para o Cerrado brasileiro, o crescimento não foi apenas vegetativo, mas resultante da intensa imigração, dobrando sua participação relativa na população nacional. Dentre os impactos causados pelos grandes projetos agropecuários, podemos citar o desmatamento de áreas nativas e grandes queimadas, drenagens – erosão, alteração da vazão dos cursos d'água, assoreamento, monocultura extensiva, uso de grandes quantidades de defensivos químicos e uso de mecanização intensiva, vista atualmente nos grandes empreendimentos, tais como agroindústria sucroalcooleira e expansão do setor energético e a instalação das Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs.

3.3 Parâmetros indicadores da água

3.3.1 Enfoque teórico sobre a importância do estudo da qualidade da água

A água é essencial à vida. Mais ainda, está na essência da vida. Segundo Gomes (2008) o Brasil detém a maior rede hidrográfica do planeta, com 55.457 km² de rios, cujo potencial hídrico representa 12% de toda água doce do mundo. Toda essa riqueza em água assume importância estratégica para as futuras gerações, uma vez que a água constitui um dos elementos físicos mais importantes na composição da paisagem terrestre, interferindo na vida vegetal, animal e humana a partir da interação com os demais elementos do seu ambiente de drenagem.

Tão importante quanto a quantidade de água disponível é a sua qualidade. São muitos os fatores que levam à poluição dos mananciais e que, por isso, devem ser reduzidos ou eliminados: 1) o crescimento urbano descontrolado; 2) a instalação de grande número de indústrias junto aos rios; 3) a devastação das florestas, em geral, e de modo particular a destruição das matas ciliares, e funcionam como filtro protetor dos cursos d'água; 4) o uso abusivo e incorreto de agrotóxicos na agricultura; 5) as atividades extrativas, e 6) a consequente erosão dos solos (CARUSO, 1998).

A água quimicamente pura não existe na superfície da Terra (BOTELHO, 2000). A expressão água pura é usada como sinônimo de água potável para exprimir que uma fonte tem qualidade satisfatória para uso doméstico. Porém, não deve ser utilizada na forma como é encontrada na natureza. A água, tanto para consumo humano como para a indústria, passa por tratamento antes de ser consumida.

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, Botelho (2000) assinala ainda que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo da bacia hidrográfica, que se deve à fatores como condições naturais e interferência do homem.

[...] mesmo com a bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, a qualidade das águas subterrâneas é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. O impacto nas mesmas é dependente do contato da água em escoamento ou infiltração com partículas, substâncias e impurezas no solo. Assim, a incorporação de sólidos em suspensão ou dissolvidos ocorre, mesmo na condição em que a bacia hidrográfica esteja totalmente preservada em suas condições naturais. Neste caso, tem grande influência a cobertura e a composição de solo.

[...] a interferência do homem, quer de uma forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de compostos na água, afetando a sua qualidade. Portanto, a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água (BOTELHO, 2000, p.1)

O comprometimento da qualidade da água bem como o aumento no consumo, fez com que o poder público aprovasse a Lei Federal n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, quando o Brasil passou a ter uma política de recursos hídricos (BRASIL, 1997). Essa lei dá as diretrizes de organização do setor de planejamento e gestão dos recursos hídricos, em âmbito nacional, implementando mecanismos que possibilitem tornar este recurso natural disponível, em quantidade e qualidade, a toda a sociedade brasileira.

O ecossistema aquático, segundo Tucci (1998, p. 52), “não é visto isoladamente, mas sim como elemento de sua paisagem circundante”. O que nos remete à necessidade de analisarmos diferentes elementos quando queremos verificar as condições ambientais de um determinado sistema.

Conservar os ambientes aquáticos, significa manter suas condições naturais para que a população possa ter seus múltiplos usos garantidos. Os problemas decorrentes da redução da qualidade da água para o abastecimento, assim como para irrigação e lazer, têm recebido especial atenção da Limnologia nos últimos anos (TUCCI, 1998, p. 54).

A limnologia compreende estudos em diversos ambientes aquáticos continentais, quais sejam: lagos, lagoas, açudes, represas, rios, riachos, brejos, águas subterrâneas, nascentes, viveiros, tanques de piscicultura. As principais variáveis estudadas na etapa de análise de um ecossistema aquático podem ser: pH, condutividade elétrica, viscosidade, temperatura da água, turbidez, sólidos totais em suspensão e dissolvidos, concentração de nutrientes, oxigênio dissolvido e porcentagem de saturação, transparência da água, alcalinidade e dureza total, clorofila. A partir dos resultados de um levantamento limnológico, muito pode-se explicar sobre a qualidade da água do ambiente estudado.

Ciência diretamente envolvida com a utilização racional e com a conservação dos recursos hídricos, a limnologia tem papel central no mundo contemporâneo (TUCCI, 1998). A formação de grandes aglomerados urbanos e industriais, com crescente necessidade de água para o abastecimento doméstico e industrial, além de irrigação e lazer, faz com que a quase totalidade das atividades humanas seja cada vez mais dependente da disponibilidade das águas continentais.

A utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos na agricultura, também, segundo Tucci (1998, p. 48), tem, “[...] modificado drasticamente as características dos ambientes aquáticos continentais. Prejuízo este que tem se manifestado através da introdução de substâncias tóxicas nas águas subterrâneas.” “[...] nos Estados Unidos já foram identificados mais de 43 pesticidas em poços de água de 25 estados. Registraram-se, também, níveis de nitrato, substância tóxica aos animais e aos homens, acima dos limites recomendados pelas agências governamentais de proteção ambiental, devido ao uso incorreto de fertilizantes nitrogenados.” (CARUSO, 1998, p. 43).

A necessidade da utilização racional dos recursos hídricos torna-se cada vez mais evidente, quando se leva em consideração que, de toda água da Terra, somente cerca de 3% é água doce. Diante disso, estudos limnológicos adquirem níveis urgentes de realização, pois, adverte Caruso (1998), a água é um bem por demais precioso. Evitar que, de fonte de vida, se transforme em instrumento de morte, é dever de todos e de cada um

Segundo Esteves (1998), um dos campos de atuação mais antigos da Limnologia e dos mais importantes, refere-se às pesquisas sobre o metabolismo dos ecossistemas aquáticos continentais, que têm suas características constituídas a partir de vários componentes provenientes do seu ambiente natural ou introduzidas através das atividades antrópicas ocorridas na área da bacia hidrográfica. Assim, para caracterizar um determinado corpo d’água, é necessária a análise de diversos parâmetros, os quais representam suas características químicas, físicas e biológicas.

O artigo 1º da Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de afluentes (CONAMA, 2005). Com base nos estudos de Toledo e Nicollela (2004) e Rocha et al. (2008), observa-se que por meio da qualidade do recurso hídrico superficial, é possível obter informações a cerca da qualidade e/ou degradação ambiental de determinada bacia hidrográfica.

A seguir são apresentados alguns desses parâmetros indicadores de qualidade da água, que são foco do objeto de estudo a ser discutido nos resultados dessa pesquisa. Os parâmetros indicadores apresentados são de ordem física e química, apenas.

3.3.2 Parâmetros físicos de qualidade da água

Von Sperling (1996) identifica que os vários componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser demonstrados, de maneira geral e simplificados, em termos de suas características físicas, químicas e biológicas. As características físicas normalmente se referem aos sólidos presentes na água. Estes sólidos podem estar em suspensão, em estado coloidal ou dissolvidos, dependendo do seu tamanho.

3.3.2.1 Temperatura da água - T

Conte e Leopoldo (2001), afirmam que a determinação da temperatura da água é de fundamental importância, uma vez que as variações que ocorrem se constituem em fatores de reações energéticas e ecológicas aplicadas aos recursos hídricos, principalmente em relação aos organismos aquáticos.

A temperatura da água geralmente varia de acordo com a temperatura do ar, e da cobertura vegetal na sua proximidade. Ela pode ser considerada a característica mais importante do meio aquático, pelo fato de caracterizar grande parte dos outros parâmetros físicos da água tais como a densidade, viscosidade, pressão de vapor e solubilidade dos gases dissolvidos (TUCCI, 2001).

Também, segundo Tucci (2001, p. 859),

O efeito da temperatura sobre as características químicas da água, decorre da influência que a mesma exerce sobre as reações químicas. A velocidade da reação química duplica para cada 10°C de aumento da temperatura, acelerando as reações que se relacionam com a atividade microbiana (reações bioquímicas). A temperatura é um dos fatores que governam a existência e interdependência dos organismos e

espécies aquáticas (bactérias, peixes, algas e plantas aquáticas, entre outros). O seu efeito não pode ser considerado isoladamente de outros fatores ambientais.

A temperatura da água influencia processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e também outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos. Macêdo (2006, p. 498) afirma que “[...] a solubilidade dos gases decresce e a dos sais minerais cresce com o aumento da temperatura da água, a maior parte dos organismos possui faixas de temperatura ótimas para sua reprodução.”

3.3.2.2 Potencial hidrogeniônico da água - pH

A grande maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6 e 8 (ESTEVES, 1998). Para a maioria dos corpos de água naturais, o valor do pH é influenciado pela concentração do íon H^+ originado da dissociação do ácido carbônico, um dos responsáveis pela sua acidez, bem como pela lixiviação de rochas, erosão de áreas agrícolas ou ainda pode ser alterado pelo despejo de efluentes industriais e doméstico (CONTE e LEOPOLDO, 2001). Ainda, conforme Botelho (2000, p. 9),

o potencial hidrogeniônico – pH, representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala anti-logarítmica), dando uma condição sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Seu valor varia de 0 a 14. Soluções com pH menor que 7 chamam-se ácidas; maior que 7, as soluções chamam-se alcalinas e quando for igual a 7 a água é denominada neutra.

Relativo a isto, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, nº 357, de 17 de março de 2005, que “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento [...]”, estabelece, no Capítulo III, que as condições e padrões de qualidade das águas têm limites individuais para cada substância em cada classe. E, no caso das águas doces destinadas ao abastecimento para consumo humano, os valores do pH devem permanecer entre 6,0 e 9,0 (CONAMA, 2005).

De acordo com Tucci (2001) a avaliação desse parâmetro é importante para praticamente todas as áreas da engenharia sanitária, pois indica níveis corrosivos sobre tubulações e equipamentos de sistemas de água e esgotos, identifica a toxidez de certos compostos em relação à vida aquática, influi na coagulação química e sedimentação em estações de tratamento de água entre outros.

Os principais constituintes que determinam o pH da água são os sólidos dissolvidos e gases dissolvidos. Podem ter origem natural, através da dissolução de rochas, absorção de

gases da atmosfera, oxidação de matéria orgânica e fotossíntese, e também origem antropogênica, através dos despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) e despejos industriais (lavagem ácida de tanques) (BOTELHO, 2000).

Os principais fatores que causam alterações de pH na água são a respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição. A calagem é comumente aplicada em viveiros com a finalidade de manter o poder tampão da água, ou seja, evitar bruscas variações do pH (MERCANTE et al., 2008).

3.3.3 Parâmetros químicos de qualidade da água

Boa parte da água na natureza deriva da precipitação atmosférica, produto da condensação do vapor de água no ar (chuva), e contém vários compostos nitrogenados, sulfatos, cloretos, etc., cuja quantidade varia não somente com o local, como com as estações do ano (VIEIRA et al., [200-])

No trajeto, a água dissolve numerosas substâncias do solo, que a tornam uma solução mais ou menos diluída de sais minerais e compostos orgânicos. Além dessas substâncias dissolvidas, a água arrasta no seu caminho partículas não-solúveis, colóides e partículas maiores, tornando-se uma suspensão mineral ou orgânica (VIEIRA et al., [200-]). Segundo o autor, a água é o solvente universal encontrado na natureza. Ela dissolve os gases como O₂, N₂, CO₂, CH₄, H₂S, entre outros; os sais minerais e substâncias orgânicas. Todos esses gases são de fundamental importância para a piscicultura. O valor de uma água depende essencialmente da natureza do terreno com o qual a água está em contato.

3.3.3.1 Condutividade elétrica da água - CE

“A condutividade elétrica, ou condutância específica, é um indicador da salinidade resultante da concentração de sais, ácidos e bases nas águas naturais” (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008, p. 107).

A concentração de íons dissolvidos (teor de sal) é o principal fator que determina a condutividade. A mobilidade desses íons também é importante – a mobilidade (e a condutividade) aumenta com a temperatura e pressão. A mobilidade e a condutividade diminuem quando a água é congelada, ou seja, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

As unidades que expressam a condutividade elétrica em água são: micro Siemens ou microohm cm^{-1} . Observando, que no Sistema Internacional de Unidades, adotado pelo Brasil, a unidade de condutância é siemens, abreviando-se S (maiúsculo). Para as águas subterrâneas o correto seria nos referirmos a microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Allan (2008, p. 01) contribui com esta questão afirmando que,

A medição elétrica da água tem capacidade para passar a corrente elétrica. É dependente da temperatura e concentração total de substâncias ionizada em solução. Quanto menor for o nível de substâncias ionizados, menor será a condutividade. Condutividade é inversa da resistividade e é medida em microsiemens/cm.

Macêdo (2006, p. 500) afirma que “a condutividade da água superficial e subterrânea também é bastante variada, podendo ser baixa em valores de 50 micromhos/cm e variando até 50.000 micromhos/cm, que é a condutividade da água do mar”. Ressalta também, que é difícil de obter uma água absolutamente pura, já que a água é um bom solvente.

Mesmo a água destilada de altíssima qualidade tem algumas substâncias químicas dissolvidas nela, freqüentemente um sal. Essas impurezas, mesmo em concentrações bastante baixas, permitem à água conduzir eletricidade muito melhor, já que impurezas como sal se separam em íons livres na água, através dos quais uma corrente elétrica pode fluir (MACÊDO, 2006, p. 500).

De acordo com Lima (2001) a condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica. Esteves (1998) afirma que esta variável é de grande importância, visto que pode fornecer informações tanto sobre o metabolismo do ecossistema aquático, como da produção primária (redução dos valores) e decomposição (aumento dos valores), como sobre outros fenômenos que venham ocorrer na área da bacia de drenagem.

3.3.3.2 Total de sólidos dissolvidos da água - TDS

Segundo Tundisi e Matsumura Tundisi (2008) os sólidos totais dissolvidos (TDS) incluem todos os sais presentes na água e os componentes não iônicos; compostos orgânicos dissolvidos contribuem para os sólidos totais dissolvidos.

O conteúdo de TDS é obtido filtrando-se uma amostra de água, evaporando-se o filtro e medindo-se o peso seco dos íons principais e da sílica remanescente. O conteúdo total de TDS é utilizado por geomorfólogos interessados em determinar os efeitos da erosão química em diferentes regiões (TUNDISI e MATSUMURA TUNDISI, 2008).

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d'água. Sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características físicas (MACÊDO, 2006).

Segundo Barreto et al. (2009), os sólidos totais dissolvidos nas águas dos rios variaram entre 08 a 555 mg/L. O autor afirma também que elevados valores de TDS podem alterar a turbidez e, em menor proporção a turbidez das águas. Maiores valores de cor e turbidez trazem implicações tanto para o ecossistema aquático, onde dificulta a penetração dos raios solares desfavorecendo a fotossíntese, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido nas águas e outros agravantes, quanto para o tratamento e abastecimento público.

Richter (2005) cita que águas com elevadas concentrações na cor, turbidez e sólidos dissolvidos, aumentam os custos de tratamento, diminui a vida útil dos filtros nas estações de tratamento, fazendo subir os valores pagos pelos consumidores em geral.

A portaria nº 36, 10/01/90, Ministério da Saúde, que determina o Padrão de Potabilidade da Água destinada ao consumo humano, determina uma concentração até 500 mg/L de sólidos totais dissolvidos, em componentes que afetam a qualidade organoléptica (RICHTER, 2005).

3.3.3.3 Resistividade elétrica da água - RE

Resistividade é a medição elétrica da água da capacidade de resistência ao fluxo de corrente elétrica, e é dependente da temperatura e concentração total das substâncias ionizadas em solução. Quando menor o nível de substâncias ionizadas, maior a resistividade. Resistividade é o inverso da condutividade, e é medido em centímetros por megohms - $\text{cmM}\Omega^{-1}$ (ALLAN, 2008).

A resistividade da água tipo I deve ser maior do que $10 \text{ cmM}\Omega^{-1}$ a 25°C , medida em linha. As medições de resistividade não detectam contaminantes orgânicos nem contaminantes não ionizados e também não propiciam informação precisa sobre contaminantes iônicos ao nível de mg/L (ppm). Portanto, é necessário fazer em separado as determinações dos teores dos contaminantes tais como carbono orgânico total, sílica e contagem de colônias de bactérias, além de pH, dureza e alcalinidades (ALLAN, 2008).

3.3.3.4 Salinidade da água - SAL

A salinidade é a medida dos teores de sais na água; estes sais favorecem o crescimento das plantas, mas o excesso pode ser prejudicial. Sua medida pode ser feita indiretamente pela condutividade elétrica (BOLETIM, 2010). A Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986, do Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, estabelece a seguinte classificação:

- a) Águas Doces: com salinidade inferior a 0,5%;
- b) Águas Salobras: com salinidade variando entre 0,5 a 30%;
- c) Águas Salgadas: com salinidade superior a 30%. A água dos oceanos da Terra tem uma salinidade média aproximada de 35%.

Os resultados de salinidade são expressos em unidade de peso por volume (mg/L). Segundo Esteves (1998) a salinidade, que a concentração de sais minerais dissolvidos na água corresponde ao peso em gramas dos sais presentes em 1000 gramas de água. Segundo o autor, entre os principais íons responsáveis pela formação de sais em água interiores, encontram-se os cátions (cálcio, magnésio, sódio e potássio) e o ânions (bicarbonato, cloreto e sulfato).

3.4 Concentração de sedimentos em suspensão da água - CSS

Sedimento é a partícula depositada que se deriva da rocha ou de materiais biológicos, que pode ser transportada por fluido.

Carvalho (2008, p. 73) afirma que,

A partícula derivada da rocha passa pelos processos de erosão, deslocamento, transporte do sedimento, deposição e compactação. O transporte de sedimentos se processa nos cursos d'água, sendo que na maior quantidade ocorre na época chuvosa. [...] Considerando que a ocorrência de maior ou menor erosão é função de muitos fatores, com forte influência das chuvas, [...] conhecer o comportamento, a qualidade e a quantidade do sedimento transportado é de fundamental importância para estudos na bacia, para [...] estudos ambientais e usos dos recursos hídricos.

O conhecimento da quantidade de sedimentos transportada pelos rios é de fundamental importância para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos de uma região, uma vez que os danos causados pela deposição destes sedimentos dependem da quantidade e da natureza dos mesmos, as quais, por sua vez, dependem dos processos de erosão, transporte e deposição (CABRAL et al., 2009). A erosão é tanto mais intensa quanto

menor for a proteção do solo. Estando a partícula solta, é deslocada de sua posição, podendo ser transportada pelas enxurradas para os cursos de água (CARVALHO, 2008).

3.5 Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados aos estudos ambientais

De maneira ampla, Rosa (2001) define o sensoriamento remoto como uma forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo.

De acordo com Novo (1995),

sensoriamento remoto é a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações.

As informações sobre o alvo são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética, gerada por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais como por exemplo o Radar (ROSA, 2001). Uma vez obtidos, esses dados adquiridos pelos sensores, são armazenados, processados e analisados, tornando possível a extração de informações sobre o ambiente terrestre. Portanto, a interação da radiação eletromagnética com os alvos da superfície terrestre e com o próprio solo depende das características de cada um dos alvos e do ambiente que os cerca, apresentando, dessa forma, segundo Moreira citado por Sartor (2008), diferentes quantidades de energia absorvida e refletida, o que possibilita a discriminação de diversas ocupações da superfície terrestre, pois cada alvo possui respostas espectrais diferenciadas (ROSA, 2001).

O sensoriamento remoto visto como sistema de aquisição de informações tem na sua metodologia duas fases que podem ser destacadas, segundo Rosa (2001, p. 5): fase de aquisição de dados – relacionada com os processos de detecção e registro de informação, e a fase de utilização/análise dos dados – que compreende o tratamento e extração de informações dos dados obtidos.

Na fase de aquisição de dados, os elementos: radiação eletromagnética, fonte de radiação, efeitos atmosféricos (como nuvens), comportamento espectral dos alvos e sistema sensor, devem ser bem compreendidos para uma correta interpretação dos dados adquiridos. E, de todas as formas de energia existentes, a de especial importância, definida por Rosa (2001), para o sensoriamento remoto é a radiação eletromagnética ou energia radiante, cujas principais fontes são o Sol e a Terra. Porém, para Ferreira (2001) o Sol é a principal fonte de energia eletromagnética disponível para o sensoriamento remoto da superfície terrestre. As

fontes de radiação caracterizam-se por seu espectro de radiação eletromagnética e a radiação solar caracteriza-se pela máxima emissão na região visível do espectro.

Na fase de análise dos dados, Rocha citado por Ferreira (2001) explica que, inicialmente, o sistema de processamento converte o dado bruto produzido pelo sensor em variável física possível de ser interpretada e convertida em informação e, após isto, o sistema de análise, que inclui todas as ferramentas, destacando-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite integrar a informação derivada de sensoriamento remoto às outras fontes.

Rosa (2001, p.23) ressalta que,

Tanto no processo de planejamento de aquisição de dados por sensores remotos, quanto no processo de interpretação, é importante levar em consideração o fenômeno de espalhamento, pois a radiação eletromagnética coletada pelo sistema sensor não provém somente do alvo, uma vez que a radiação espalhada pela atmosfera e por outros alvos poderá também atingir o sistema sensor, mascarando, total ou parcialmente, a informação desejada.

Ainda, segundo o autor acima citado, o comportamento espectral de um alvo pode ser definido como sendo a medida de reflectância deste alvo ao longo do espectro eletromagnético, que podem apresentar, dependendo do alvo, diferentes formas e intensidade de reflectância. Graças a isso, pode-se discriminar e identificar, através das faixas do visível, os diferentes alvos que se deseja estudar na superfície terrestre. Após o imageamento adquire-se as imagens de interesse em instituições, como por exemplo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que contém bancos de dados geográficos, e através do geoprocessamento, obtém-se produtos como mapas, cartas, de acordo com o objetivo (FERREIRA, 2001). Na aquisição, a imagem vem de acordo com os níveis de radiação que o sensor captou, em tons de cinza. E com o geoprocessamento colore-se a imagem de acordo com o objetivo do que se deseja produzir.

Com relação ao comportamento espectral de alvos, Rosa (2001) define que o comportamento espectral dos solos é função principalmente da porcentagem de matéria orgânica, granulometria, composição mineralógica, umidade. Já a medida da reflectância espectral da vegetação depende de uma série de fatores como as condições atmosféricas, espécie, solo, entre outros. E, com relação a água, a reflectância é maior quanto a água possui mais sedimentos.

Os satélites para estudo da superfície terrestre são aqueles que fazem parte do grupo que monitoram o meio ambiente, dos quais os mais utilizados no Brasil são: o LANDSAT, o

SPOT, o CBERS e o IKONOS destinados ao levantamento, mapeamento e monitoramento de alvos e recursos naturais do solo e subsolo (ROSA, 2001). E atualmente foram lançados também o QUICKBIRD, o JERS-1, o RADARSAT-1 e o ALOS (informações obtidas a partir do Curso de Introdução ao Sensoriamento Remoto, ministrado por Alécio P. Martins, técnico do Laboratório de Geoprocessamento da UFG/CAJ – 2009).

O sistema Land Remote Sensing Satellite – LANDSAT, foi desenvolvido pela National Aeronautics and Space Administration – NASA, com o objetivo de permitir a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre. O LANDSAT-5 TM, sistema sensorial utilizado para a aquisição de imagens neste estudo, foi lançado em 1984 e tem seu deslocamento numa rota do norte para o sul em órbita geocêntrica, circular, quase polar e heliossíncrona, isto é, o ângulo Sol-Terra-satélite permanece constante, o que garante condições semelhantes de iluminação ao longo do ano, na área imageada (ROSA, 2001). Esse fato foi que levou a aquisição de imagens do mês de maio dos anos de 1985 e 2009, período que na região há uma menor porcentagem de nuvens (estiagem), podendo assim capturar imagens mais “limpas” e de melhor objetividade para a elaboração dos mapas necessários para essa pesquisa.

O mapeamento temático, a partir das bandas 3, 4 e 5 do satélite LANDSAT-5 TM, depende das características da região, da época do ano e das variações regionais. Para Sartor (2008), os dados de sensoriamento remoto são de grande utilidade no planejamento de estratégias de amostragem dos sistemas aquáticos, na integração desses dados e na localização das informações obtidas. Nesse caso pode-se citar a combinação das bandas 3, 4 e 5 com os canais RGB do LANDSAT-5 TM, que mostra de forma mais clara os limites entre solo e água, com a vegetação melhor discriminada. Desse modo, pode-se afirmar que o sensoriamento remoto é uma importante ferramenta que auxilia a cartografia na localização, conhecimento e interpretação dos ecossistemas (alvos) da superfície terrestre.

Câmara e Medeiros (1998) afirmam que nas duas últimas décadas do século vinte houve uma maior demanda por dados topográficos e temas específicos da superfície terrestre, tais como recursos naturais, o que foi permitido através da fotogrametria e imagens do sensoriamento remoto, sistemas estes, que conseguem o mapeamento de amplas áreas necessárias a maior ocupação populacional e maior demanda de áreas para a produção. Segundo os mesmos autores, estas técnicas de análise tomaram impulso com a evolução dos computadores, possibilitando uma maior aproximação entre as várias disciplinas relacionadas com a identificação, registro e a apresentação dos fenômenos geográficos.

Um dado geográfico possui uma localização geográfica (expressa como coordenadas) e atributos descritivos, que podem ser representados através de um banco de dados. Dessa forma, pode-se definir o espaço geográfico como uma coleção de localizações na superfície da Terra, sobre a qual ocorrem os fenômenos geográficos (CÂMARA E MEDEIROS, 1998). Diante disso, Dollfus (1991) afirma que, sendo um espaço localizável, o espaço geográfico é possível de ser cartografado.

Dentro do desenvolvimento de novas tecnologias, o termo geoprocessamento vem sendo muito empregado por profissionais que trabalham com informações referenciadas espacialmente na superfície terrestre (ROSA, 1996). Podendo ser definido como sendo um conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, com diferentes níveis de sofisticação. O entendimento da tecnologia de geoprocessamento requer uma descrição dos diversos tipos de dados utilizados em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e de suas representações computacionais (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

Entre os principais tipos de dados dos SIGs, encontram-se os mapas temáticos. Eles descrevem, de forma qualitativa, a distribuição espacial de uma grandeza geográfica, como os mapas de uso da terra, geologia ou pedologia de uma determinada área/região. Esses dados são obtidos a partir de levantamento de campo e inseridos no sistema por digitalização ou, de forma mais automatizada, a partir da classificação de imagens.

Câmara e Medeiros (1998) indicam, entre outras, pelo menos três maneiras para a utilização do SIG: ferramenta para elaboração de mapas; banco de dados geográficos, com função de armazenamento e recuperação da informação espacial e sua atualização no tempo e suporte para a análise espacial de fenômenos. Nesse aspecto, Assad et al. (1998) descrevem que a modificação rápida de uso do meio físico decorrente da intensificação e da modernização da agricultura, particularmente em áreas de expansão de fronteira agrícola, impõe a adoção de técnicas de avaliação e de diagnóstico que acompanhem a dinâmica espaço-temporal do uso da terra. Para isso, a utilização de SIGs é de fundamental importância, pois possibilita a geração de banco de dados codificados espacialmente.

Nos estudos hidrológicos, tais aspectos também podem ser considerados, uma vez que no Brasil, os cursos d'água vêm sofrendo constante e crescente contaminação, fruto da utilização e preservação inadequada dos recursos naturais existentes ao seu redor (ASSAD et al., 1998).

A evolução de tecnologias de sensoriamento remoto, geoprocessamento e SIG, principalmente a partir das três últimas décadas do século XX, contribuíram para o aumento do uso de imagens de satélite no monitoramento de uso da terra, visando ao planejamento, à

exploração e ao uso adequado e racional dos recursos naturais da superfície terrestre (VENTURIERI e SANTOS, 1998).

4 MATERIAL E MÉTODO

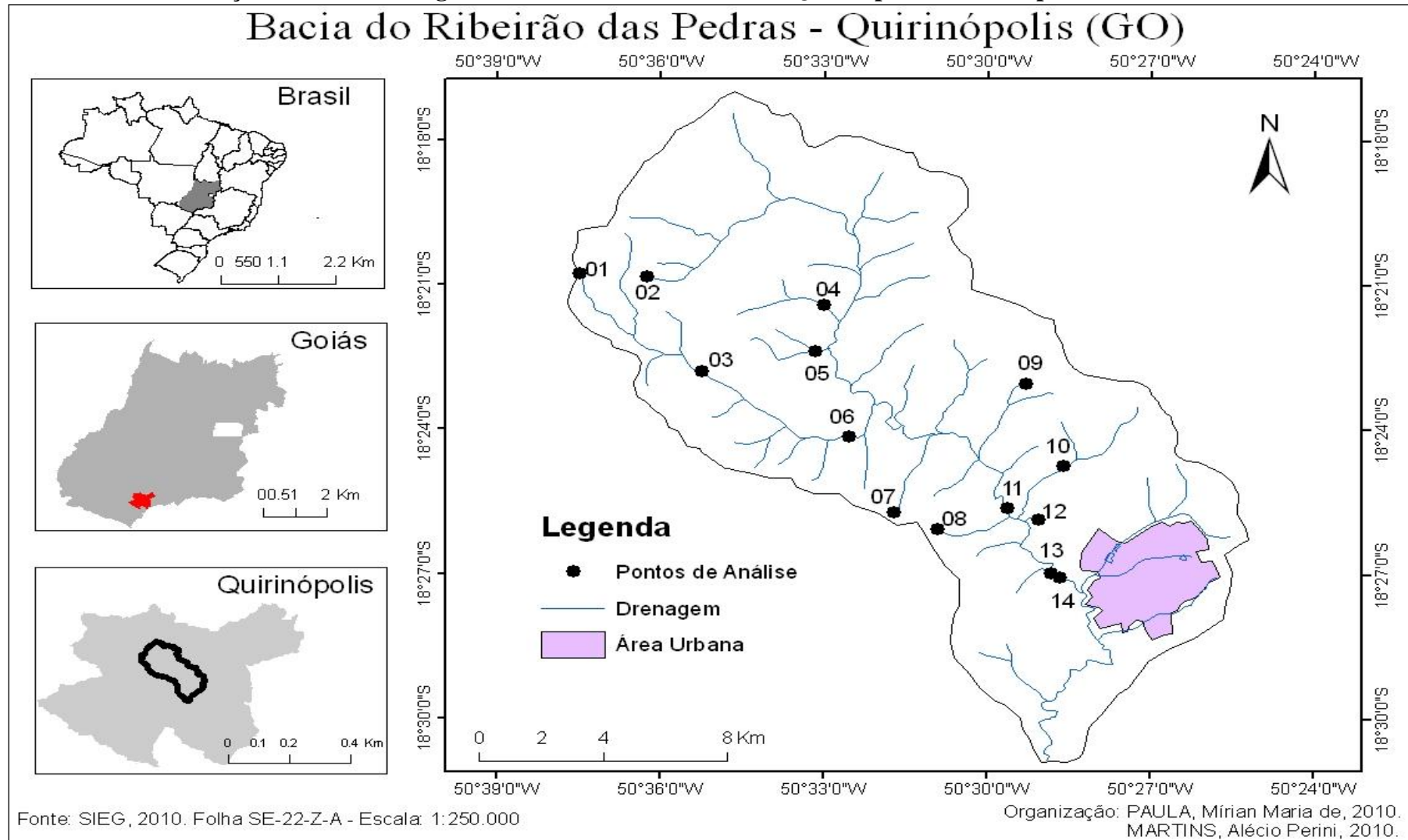
4.1 Localização e aspectos fisiográficos da área de estudo

A área de estudo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras (Figura 1), localiza-se no município de Quirinópolis/GO, a noroeste da cidade, tendo sua principal nascente a 26 quilômetros da área urbana, a uma altitude de 850 metros. Ocupa uma extensão de aproximadamente 257 km², localizada entre as coordenadas geográficas 18°16'21" e 18°27'05" latitude Sul e 50°28'40" e 50°37'20" longitude Oeste, à montante da área de captação de água da Empresa de Saneamento do Estado de Goiás S/A – SANEAGO, sendo afluente da margem esquerda do Rio Preto, no qual deságua a uma altitude de 425 metros. Pertencente à área de planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – CBH/Paranaíba (ANA, 2009), o Ribeirão das Pedras é o principal manancial de abastecimento de água para a população urbana de Quirinópolis/GO.

O município de Quirinópolis está localizado na Mesorregião Região Sul Goiana e Microrregião Quirinópolis, possuindo uma área territorial de 3.780 km², equivalente a 1,11% do Estado de Goiás e distante cerca de 300 km da capital do estado, Goiânia. A sede do município localiza-se a uma média de 540 metros de altitude, tendo sua posição geográfica determinada pelas seguintes coordenadas: 18°26'54" de latitude Sul (S) e 50°27'06" de longitude Oeste (O) (GOIÁS, 2006). Limita-se ao Norte com os municípios de Rio Verde e Maurilândia, a Leste com Gouvelândia e Castelândia, a Oeste com Cachoeira Alta e

Paranaiguara e ao Sul, com o estado de Minas Gerais. De acordo com o IBGE (2010) Quirinópolis possui uma população de 42.216 habitantes.

FIGURA 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO e dos pontos de coleta.



Organizadores - PAULA, M. M. de e MARTINS, A. P. (2010)

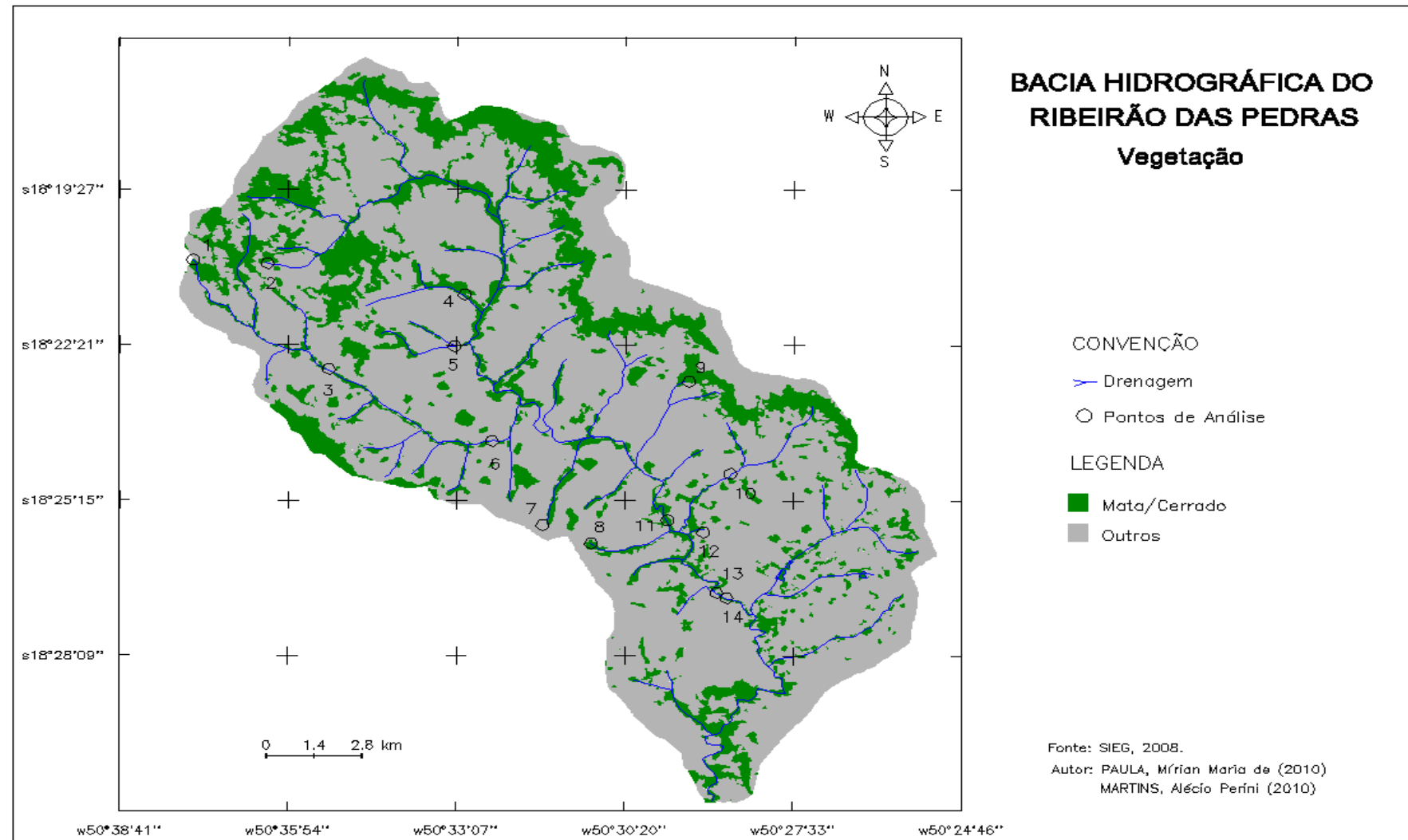
A Bacia do Ribeirão das Pedras localiza-se em área intertropical, apresentando, segundo a classificação climática Köppen, um clima Aw do tipo Tropical quente Sub-Úmido, com duas estações bem definidas e variações anuais significativas quanto à umidade, temperatura e pluviosidade, sendo classificado como quente e úmido. O estado de Goiás apresenta um clima tropical, com duas estações bem definidas, uma chuvosa (outubro-abril) e outra seca (maio-setembro), concorrendo para uma grande variação dos elementos climáticos. No período chuvoso ocorrem 95% do total de precipitação pluvial com destaque para os meses de dezembro e janeiro, que mostram que na maior parte do estado chove em torno de 250 a 300 mm mensal (GOIÁS, 2006).

Com relação à temperatura, a média anual varia de 14° a 30°C em toda a extensão da bacia e também em toda a área do município de Quirinópolis. Segundo dados do Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás – SIMEHGO, as médias de temperatura máxima se apresentam aproximadamente em torno de 30°C, sendo que nos meses mais frios do ano, as mínimas de temperatura são de aproximadamente 18°C, de acordo com a caracterização climática do Estado Goiás (GOIÁS, 2006).

A vegetação predominante da Bacia do Ribeirão das Pedras era constituída basicamente pelos Cerrados e encontra-se quase totalmente suprimida (Figura 2), restando apenas a porcentagem necessária ao cumprimento da Legislação Florestal Federal – Código Florestal, Lei N° 4.771 de 1965 (BRASIL, 1965), que diz respeito à Lei da Reserva Legal nos domínios do Cerrado, que determina a permanência de 20% da vegetação nativa nas propriedades rurais.

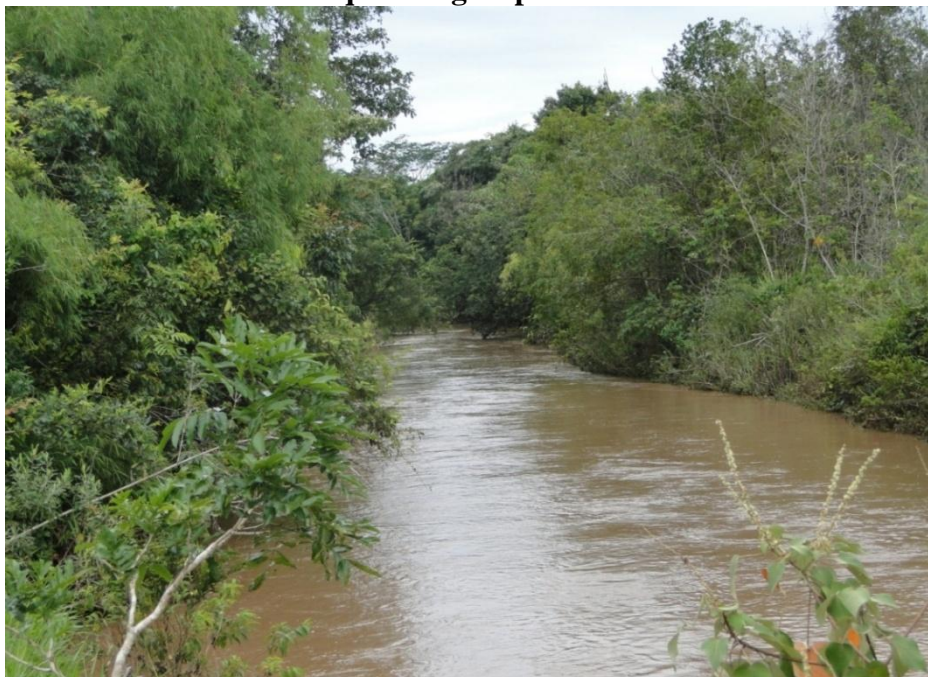
A vegetação encontra-se reduzida a fragmentos de Mata Ciliar (Figura 3) que, segundo Ribeiro e Walter (2001), é o tipo de vegetação florestal associada a cursos de água, que podem ocorrer em terrenos bem drenados ou mal drenados.

FIGURA 2 - Mapa de Vegetação da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.



Organizadores - PAULA, M. M. de e MARTINS, A. P. (2010)

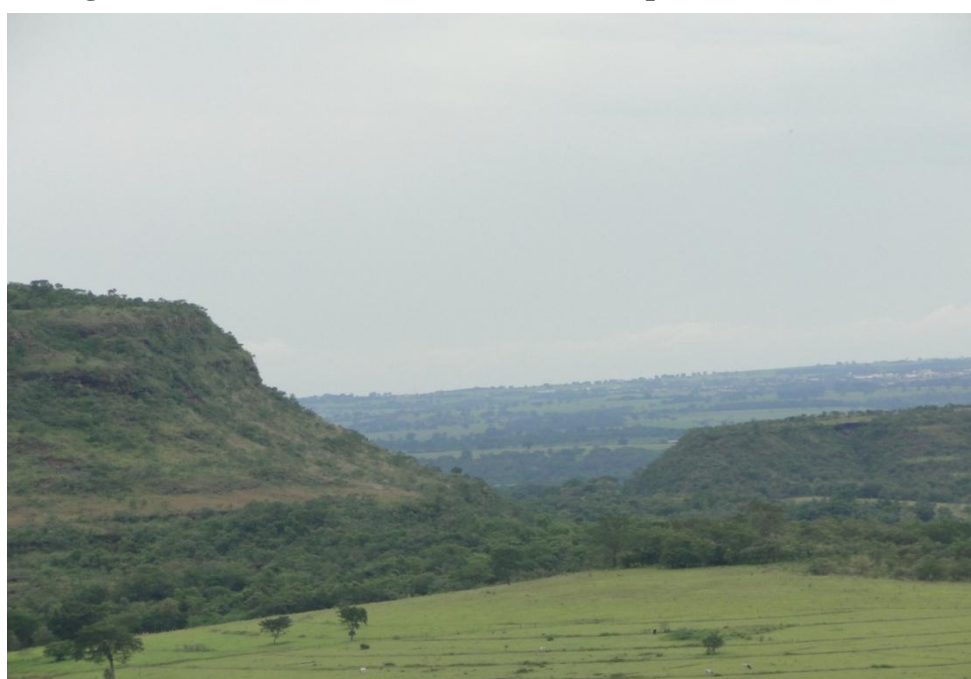
FIGURA 3 - Mata Ciliar que margeia parte do curso do Ribeirão das Pedras



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

Aparecem também fragmentos de Mata/Cerrado, que ocorrem nos níveis de relevo que separam os fundos de vales, conhecidos como interflúvios (RIBEIRO e WALTER, 2001) que, no caso da bacia em estudo, aparecem nos topos de morros e nas bordas das escarpas que constituem parte da estrutura geomorfológica na área, o que pode ser observado na Figura 4.

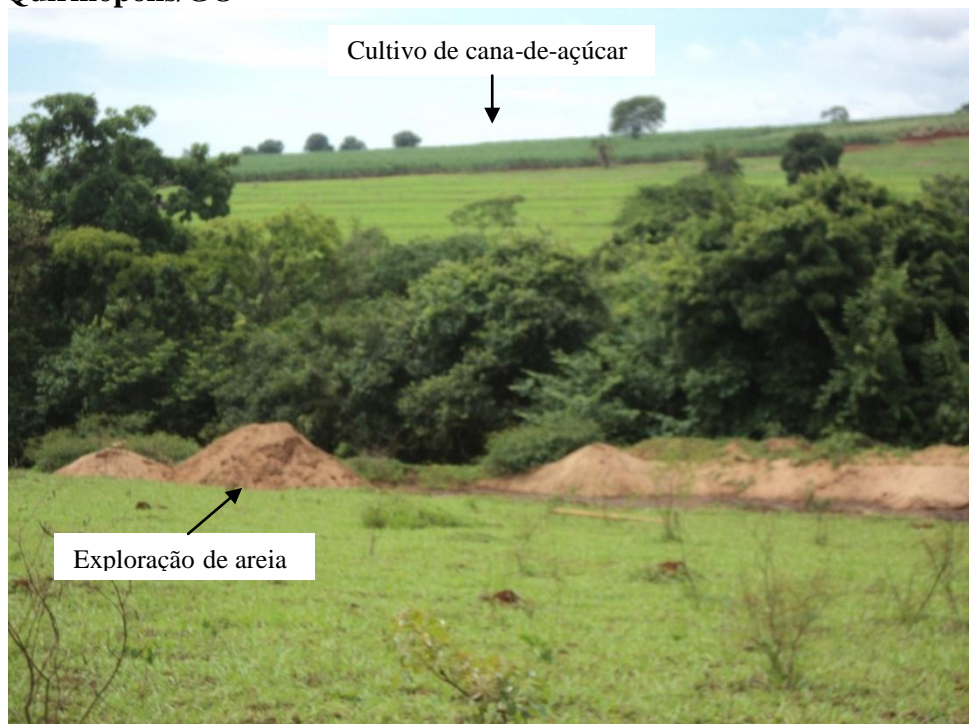
FIGURA 4 - Presença de vegetação característica de Mata/Cerrado, margeando as bordas escarpadas dos morros presentes na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

Em todo espaço da bacia observa-se extensas áreas de pastagem e próximo a área de captação da SANEAGO, na margem esquerda do Ribeirão das Pedras, é verificada a presença de exploração mineral de areia e na margem direita, cultura de cana-de-açúcar (Figura 5).

FIGURA 5 - Primeiro plano mostra exploração mineral de areia na margem esquerda e no segundo plano aparece a área com cultivo de cana-de-açúcar na margem direita do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO

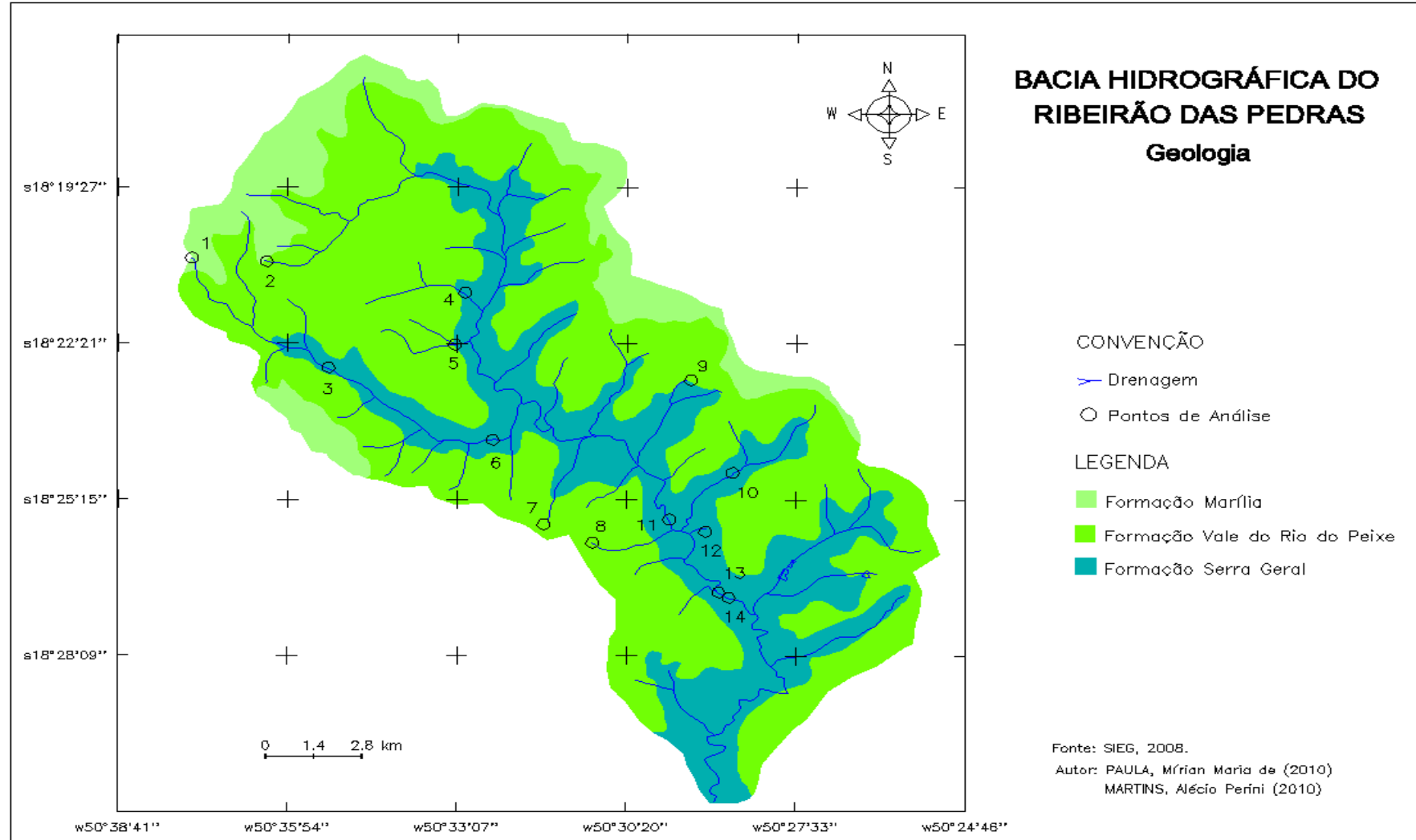


FONTE - PAULA, M. M. de (2010)

Inserindo-se dentro da unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, a bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras apresenta-se com ocorrência de basaltos da Formação Serra Geral, do Grupo São Bento, recobertos por arenitos das Formações Vale do Rio do Peixe e Marília, do Grupo Bauru, datados do Período Cretáceo.

Na área da bacia do Ribeirão das Pedras (Figura 6), as unidades litoestratigráficas se apresentam inseridas dentro do Grupo Bauru (Formação Marília e Formação Vale do Rio do Peixe) e do Grupo São Bento (Formação Serra Geral) (SIEG, 2010).

FIGURA 6 - Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



Organizadores - PAULA, M. M. de e MARTINS, A. P. (2010)

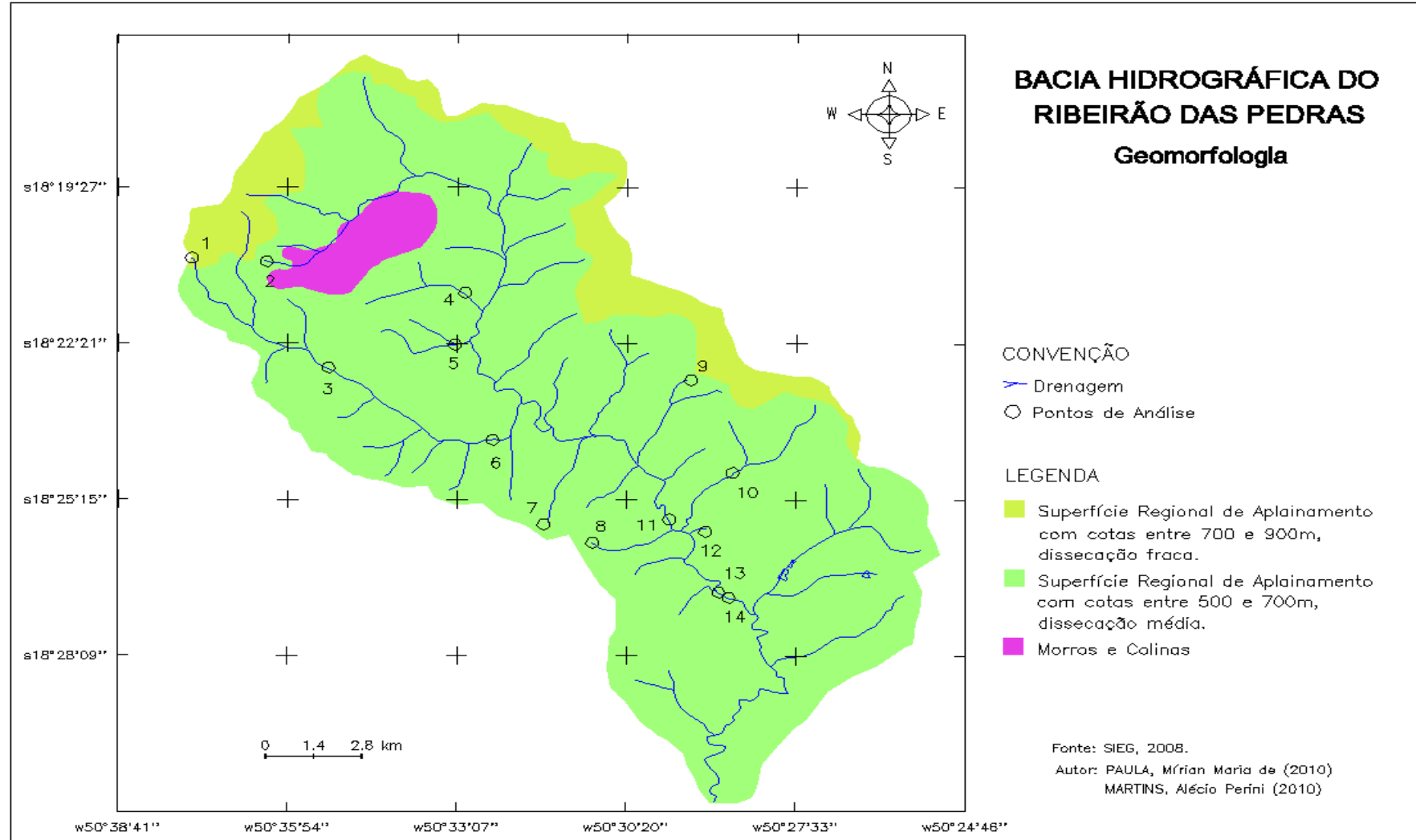
Segundo Goiás (2006) e SIEG (2010) a Formação Marília ocorre na região sudoeste de Goiás de forma esparsa sobre a Formação Vale do Rio do Peixe. Suas melhores exposições situam-se nas proximidades de Itajá, Aparecida do Rio Doce, Cachoeira Alta e Rio Verde, onde em geral sustenta o topo de interflúvios. Consiste de arenitos vermelhos, finos a grossos, mal selecionados, cimentados por sílica amorfa, bem como de arenitos argilosos, siltitos e lamitos, em estratos com acomodamento incipiente e poucas estratificações cruzadas. Apresenta níveis conglomeráticos com cimentação e concreções carbonáticas e lentes de sílexito e brechas conglomeráticas de calcários.

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras insere-se na unidade geomorfológica denominada Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná que é representado por três níveis topográficos distintos (Figura 7).

As cotas mais altas variam de 600 a 900 metros de altitude, com rara ou nenhuma drenagem, representando formas testemunha de superfícies aplanadas, muitas vezes limitadas por escarpas erosivas. Na área, segundo SIEG (2010), aparecem relevos de morros e colinas. De forma geral, o relevo da área da bacia constitui-se, predominantemente, por amplo vale cortado pelas Serra da Confusão do Rio Preto e Serra da Fortaleza, com caracterização de Superfície Regional de Aplainamento IIB (SRAIIB-RT(m)) com cotas entre 500 e 700 metros, associada a Relevos Tabulares da Bacia do Paraná, que apresentam dissecação média (SIEG, 2010).

Nos topos das Serras Confusão do Rio Preto e Fortaleza identifica-se, na área da bacia em estudo, pequenas porcentagens de Superfície Regional de Aplainamento IIB (SRAIIB-RT(fr)) que constituem cotas que variam entre 700 e 900 metros (SRAIIB-RT(f)), que apresentam dissecação fraca. É possível observar a ocorrência de Morros e Colinas (MC), com cotas variando também entre 700 e 900 metros (GOIÁS, 2006).

FIGURA 7 - Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



Organizadores - PAULA, M. M. de e MARTINS, A. P. (2010)

Quanto à pedologia (Figura 8), segundo Prado (2003), na área de estudo são identificadas as classes de solos, Latossolos Vermelhos (LV), Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA), Latossolos Roxo (LR), Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) e Neossolos Litólicos (RL).

Os LV são identificados no topo da Serra da Confusão do Rio Preto e nas bordas dos LR próximos ao médio e baixo curso d'água da bacia do Ribeirão das Pedras. Segundo dados do SEPLAN (2010) os LV são solos que apresentam baixa fertilidade e são utilizados na região, para pastagens.

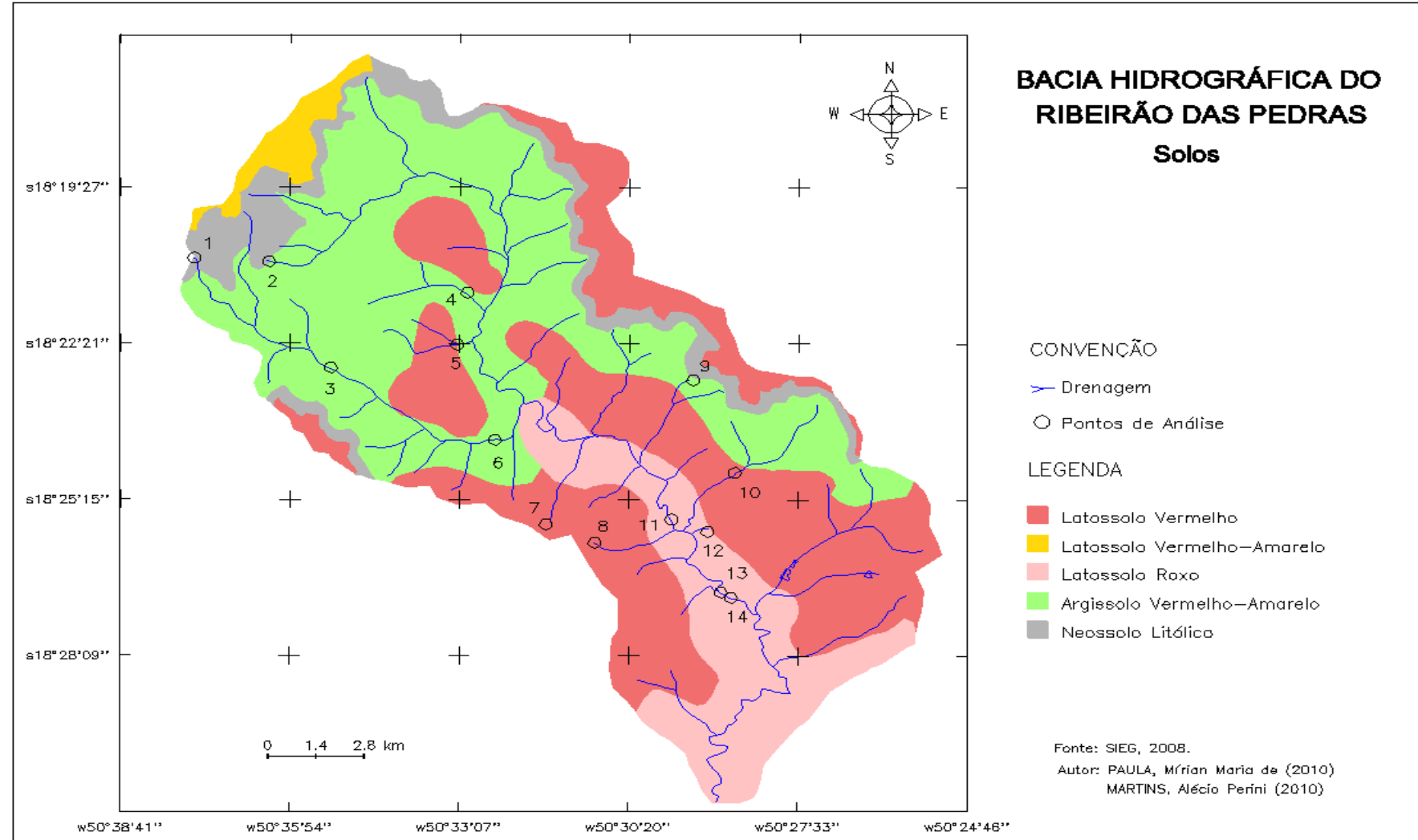
Os LVA são solos que aparecem no alto da Serra da Fortaleza e possuem características de maior acidez e baixa fertilidade (EMBRAPA, 2010).

Os LR surgem margeando o médio e baixo curso da bacia do Ribeirão das Pedras e são solos que apresentam-se relacionados aos derrames basálticos da Formação Serra Geral – Grupo São Bento.

Os PVA (antes conhecidos como Podzólicos Vermelho-Amarelos) são solos profundos a pouco profundos, moderadamente a bem drenados, com textura muito variável, mas com predomínio de textura média na superfície, e argilosa, em subsuperfície, com presença ou não de cascalhos (EMBRAPA, 2010). Na área de estudo, os PVA aparecem associados aos Latossolos, com os quais têm algumas características em comum, tais como baixa profundidade e pouca resistência ao intemperismo e são encontrados nas bases das escarpas tanto das serras como dos morros e colinas.

Os RL compreendem solos distróficos e quase sempre muito ácidos, que segundo a EMBRAPA (2010), estão espalhados por todo o Cerrado, mas eles só aparecem em áreas onde o relevo apresenta amplitude altimétrica, como em morros, serras e sopés de chapadas. Na área de estudo eles aparecem nos sopés das serras e dos morros. O maior problema desse solo é o risco de erosão. Devido à baixa permeabilidade, sulcos são facilmente formados nestes solos pela enxurrada, mesmo quando eles são usados com pastagens.

FIGURA 8 - Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



Organizadores - PAULA, M. M. de e MARTINS, A. P. (2010)

4.2 Procedimentos metodológicos

Para obter um resultado integrado dos ecossistemas terrestre e aquático da área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, todos os dados coletados foram inseridos em um único banco de dados limnológico/geográficos, de acordo com as etapas apresentadas a seguir:

4.2.1 Construção do banco de dados geográfico

Utilizou-se o método proposto por Rosa e Brito (1996), Assad et al. (1998) e Rosa (2001), que consiste das seguintes etapas e materiais: aquisição, entrada, armazenamento e interpretação dos dados; processamento das informações; visualização e apresentação dos resultados obtidos.

Seguindo tal metodologia, foi utilizado como aplicativo o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Inicialmente, os dados coletados foram digitalizados, georreferenciados e vetorizados de forma integrada no banco de dados geográficos.

Na elaboração dos mapas de uso e ocupação da terra, utilizou-se de imagens do Satélite LANDSAT-5 TM (resolução 30 metros), referente ao período de 04 de maio de 1985 e 22 de maio de 2009. Para a leitura e interpretação das imagens utilizou-se a combinação das bandas 5, 4 e 3 com os canais RGB, na composição colorida, devido as bandas apresentarem uma melhor visibilidade espectral na faixa do visível e infra-vermelho próximo para a análise de vegetação, delineamento de corpos d'água e uso do solo, respectivamente. Também foram realizados tratamento de realce e contraste, necessário para montar a composição colorida 5R, 4G, 3B para as imagens de 1985 e de 2009.

Para análise temporal do uso da terra, utilizou-se a classificação não supervisionada, onde cada pixel da imagem foi associado a uma classe espectral. A classificação não supervisionada, utilizou-se do método da segmentação, com área de 5 pixels e similaridade de 5 níveis de cinza. Após a segmentação foi feita a classificação da imagem utilizando o ISOSEG como classificador, com limiar de aceitação de 99,9%. O Spring associou uma cor aleatória a cada polígono da segmentação e, posteriormente, essas cores aleatórias foram associadas às categorias de uso da terra que tinham sido previamente criadas, no processo de interpretação visual da imagem. Segundo Korting (2006), uma maneira de atingir este

objetivo é pelo uso de algoritmos de agrupamento, mesmo que o usuário não tenha um conhecimento prévio do número ou identificação das diferentes classes presentes na imagem.

As imagens, que deram origem aos mapas de Uso da Terra de 1985 e 2009, permitiram estabelecer a evolução das formas de uso e ocupação da terra na área da bacia em estudo.

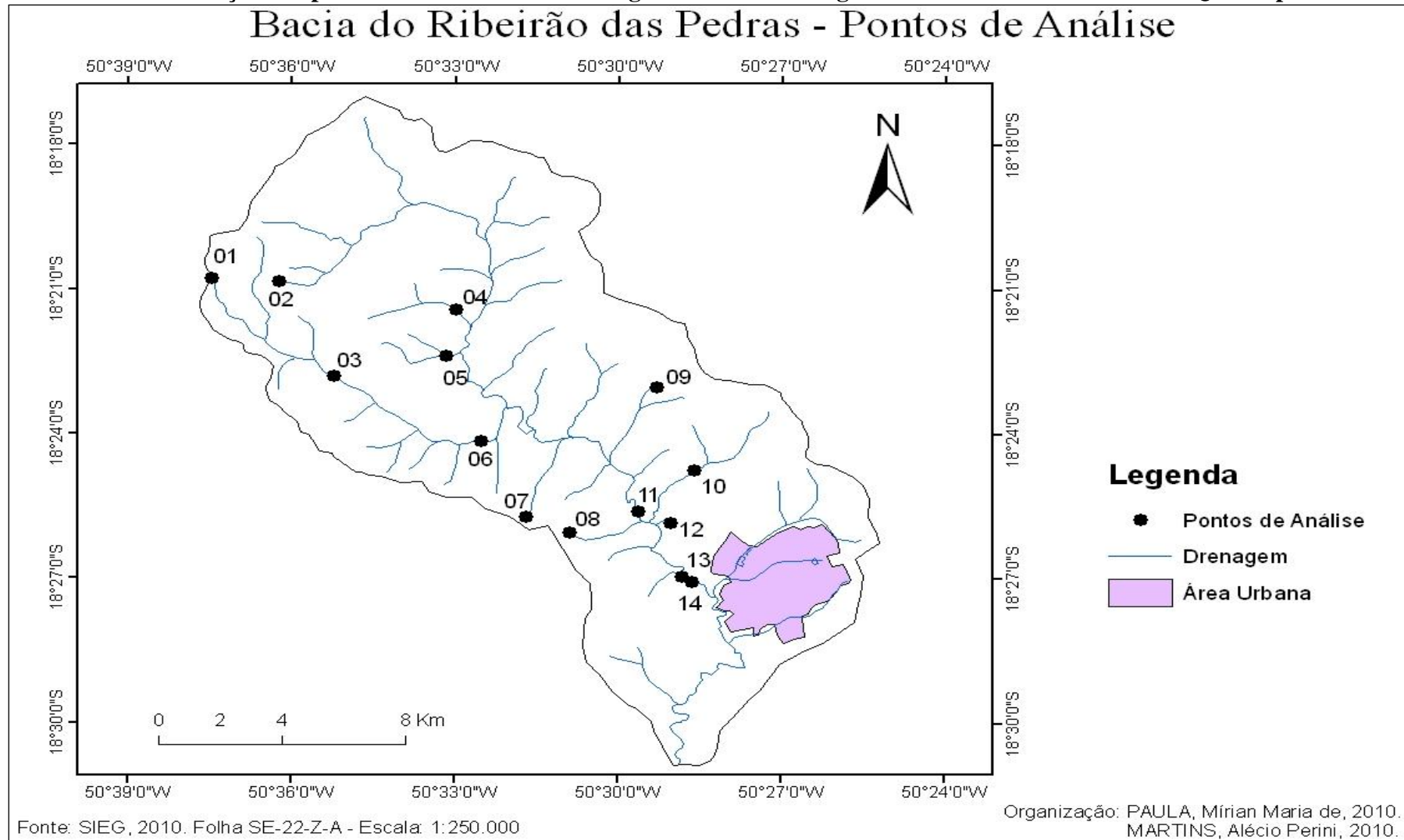
As Cartas Topográficas utilizadas para georreferenciamento das imagens foram obtidas junto ao IBGE, folhas: SE-22-Z-A-I – Riverlândia; SE-22-Z-A-II – Quirinópolis; SE-22-Z-A-IV - Cachoeira Alta e SE-22-Z-A-V - Santa Vitória, na escala de 1:100.000, edição 1973. Os dados da área de estudo representados nas cartas topográficas (curvas de nível, divisores de água e rede de drenagem), foram importados, editados e vetorizados no SPRING 5.1.5.

Os softwares ArcView3.2 e ArcGis9.3 foram utilizados como auxiliares para tratar imagens ou informações vetoriais das bases de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográfica de Goiás - SIEG e convertê-las para formatos, que são aceitos pelo SPRING (.dgn para o formato .dxf).

Todos os mapas temáticos foram finalizados no SCARTA 5.1.5 e gerados na escala de 1:140.000 em papel de tamanho A4.




Para a coleta dos dados limnológicos, foram realizados treze trabalhos em campo, entre o período de setembro de 2009 a setembro de 2010, sendo que o primeiro campo teve caráter de reconhecimento da área de estudo. Neste campo foram estabelecidos e georreferenciados 14 pontos de amostragem (Figura 9 e Quadro 1). A coleta de dados dos parâmetros de qualidade da água: T, pH, CE, TDS, SAL e RE, realizaram-se em doze meses, de outubro de 2009 a setembro de 2010, e foram realizadas em um único dia do mês, preferencialmente, das 8 às 17 horas, seguindo a mesma sequência dos pontos estabelecidos, ou seja, iniciando-se sempre no ponto de amostragem 1 e finalizando-se no ponto de amostragem 14 de acordo o método descrito em APHA (1995).

FIGURA 9 - Localização dos pontos de análise e coleta de água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO






Organizadores - PAULA, M. M. de e MARTINS, A. P. (2010)




QUADRO 1 - Características e localização dos pontos de amostragem de água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO

Ponto	Características	Foto
P 01	<p>Nascente do Córrego Manuel Gomes (principal tributário do Ribeirão das Pedras), conhecido também como Córrego João Pinto (moradores da área). Tem início dentro de uma voçoroca, que se caracterizou por erosões lineares de grande porte. A vegetação local é composta por brachiária (<i>Brachiaria decumbens</i>), utilizada para apascentamento de bovinos de forma extensiva e vegetação ciliar (APP). Coordenadas geográficas: 18°20'21" Latitude S e 50°37'20" Longitude O. Altitude de 763 metros.</p>	
P 02	<p>Nascente do Ribeirão das Pedras, local caracterizado por intensa atividade pecuária desenvolvida em grande propriedade. A vegetação é composta predominantemente por gramíneas, utilizada para pastejo do gado. Na área, não há presença de vegetação ripária, o que deixa o solo em torno da nascente exposto e antropizado, verificando-se o início de processos erosivos. Coordenadas geográficas: 18°20'52" Latitude S e 50°36'16" Longitude O. Altitude de 597 metros.</p>	
P 03	<p>Córrego Manuel Gomes, com áreas ocupadas por atividade pecuária. Possui pequena faixa de vegetação ciliar (APP), com aproximadamente 5 m de extensão em cada margem do curso d'água. A atividade predominante na área é a criação de gado de leite. Coordenadas geográficas: 18°22'50" Latitude S e 50°35'15" Longitude O. Altitude de 561 metros.</p>	




QUADRO 1 - Características e localização dos pontos de amostragem da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO. (Continuação I)

Ponto	Características	Foto
P 04	<p>Córrego Estiva (afluente da margem direita do Ribeirão das Pedras), área de pastagem, com desenvolvimento de pecuária extensiva, utilizado para a dessedentação dos bovinos, por não contar com proteção, ou seja, cercamento da área. Nas margens do curso d'água, observa-se a presença de APP, com presença de pequena faixa (7 m) de vegetação ciliar. Coordenadas geográficas: 18°21'26" Latitude S e 50°33'01" Longitude O. Altitude de 529 metros.</p>	
P 05	<p>Córrego do Açude, (afluente da margem direita do Ribeirão das Pedras). Observa-se pequena faixa de vegetação ciliar (5 m) nas margens do curso d'água. Local caracterizado por intensa atividade de pecuária extensiva. Coordenadas geográficas: 18°22'24" Latitude S e 50°33'10" Longitude O. Altitude de 525 metros.</p>	
P 06	<p>Córrego Manuel Gomes, à montante de uma draga de extração de areia e próximo a uma área com cultivo de eucalipto. Possui pequena faixa de vegetação ciliar (APP), com aproximadamente 9 m de largura em cada margem. O curso d'água é intensamente utilizado para a dessedentação do gado bovino, visto que suas margens não são protegidas por cercas e a atividade pecuária extensiva é predominante na área. Coordenadas geográficas: 18°24'10" Latitude S e 50°32'31" Longitude O. Altitude de 515 metros.</p>	


QUADRO 1 - Características e localização dos pontos de amostragem da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO. (Continuação II)

Ponto	Características	Foto
P 07	<p>Nascente do Córrego Capim Podre, afluente da margem direita do Ribeirão das Pedras. A área é totalmente desprovida de vegetação arbórea, sendo a mesma ocupada por gramíneas utilizadas para a alimentação de bovinos, o que provoca pisoteio e grande desagregação de partículas do solo. Coordenadas geográficas: 18°25'44" Latitude S e 50°31'43" Longitude O. Altitude de 552 metros.</p>	
P 08	<p>Nascente da margem direita do Ribeirão das Pedras, próxima à área de captação de água para abastecimento público. No local observa-se a presença de atividades ligadas à pecuária, onde o gado utiliza-se da nascente para a dessedentação, pisoteando o leito da nascente. Outras atividades na área, relacionadas à agricultura, são o cultivo de cana-de-açúcar e uma área com cultivo de sorgo rotativo com soja. Coordenadas geográficas: 18°26'03" Latitude S e 50°30'59" Longitude O. Altitude de 596 metros.</p>	
P 09	<p>Córrego Mimoso, afluente da margem esquerda do Ribeirão das Pedras. Possui sua nascente na escarpa da Serra Confusão do Rio Preto. Apresenta faixa de vegetação ciliar (APP), com aproximadamente 20 m de largura em cada margem. Nesse trecho a atividade predominante é a pecuária leiteira e existe a presença de pequenas áreas com cultivo de cana-de-açúcar para alimentação dos bovinos. Coordenadas geográficas: 18°24'46" Latitude S e 50°28'37" Longitude O. Altitude de 519 metros.</p>	

QUADRO 1 - Características e localização dos pontos de amostragem da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO. (Continuação III)

Ponto	Características	Foto
P 10	<p>Afluente da margem esquerda do Ribeirão das Pedras, o Córrego Potreiro possui uma pequena faixa de vegetação ciliar (APP), com aproximadamente 5 m de largura em cada margem. No local predominam as pastagens para pecuária leiteira. Coordenadas geográficas: 18°23'21" Latitude S e 50°29'16" Longitude O. Altitude de 494 metros.</p>	
P 11	<p>Trecho do Ribeirão das Pedras à montante, aproximadamente, 2 km da Estação de Captação de Água da SANEAGO. O local possui faixa de vegetação ciliar (APP), com aproximadamente 30 m de largura em cada margem. Por possuir pequenos trechos encachoeirados, o curso d'água, nesse local, é bastante utilizado para lazer da população da cidade de Quirinópolis, que nos finais de semana banham nas águas do ribeirão. Coordenadas geográficas: 18°25'38" Latitude S e 50°29'39" Longitude O. Altitude de 482 metros.</p>	
P 12	<p>Pequena nascente da margem esquerda do Ribeirão das Pedras. O trecho é utilizado para a dessedentação de gado leiteiro, o qual pisoteia e provoca a degradação do solo na área. A vegetação ciliar aparece num pequeno trecho da nascente (3 m). Coordenadas geográficas: 18°25'52" Latitude S e 50°29'03" Longitude O. Altitude de 478 metros.</p>	

QUADRO 1 - Características e localização dos pontos de amostragem da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO. (Continuação IV)

Ponto	Características	Foto
P 13	<p>Ribeirão das Pedras, área à montante da captação de água para abastecimento público. O curso d'água tem na sua margem direita a presença de pequena faixa de vegetação ciliar (APP), com aproximadamente 5 m de largura e, logo acima, o cultivo de cana-de-açúcar. A margem esquerda é desprovida de proteção vegetal arbórea e a atividade predominante é a pecuária de corte, com presença de pastagens degradadas e surgimento de cupins de montículo. Coordenadas geográficas: 18°27'00" Latitude S e 50°28'50" Longitude O. Altitude de 465 metros.</p>	
P 14	<p>Ribeirão das Pedras, área da Estação de Captação de Água da SANEAGO para abastecimento da cidade de Quirinópolis, com características semelhantes às do Ponto 13. Existe também no local, à montante da captação de água, a extração mineral de areia, a qual não possui nenhum tipo de regulamentação. Coordenadas geográficas: 18°27'05" Latitude S e 50°28'40" Longitude O. Altitude de 469 metros.</p>	

Organização - PAULA, M. M. de (2010)

Para a análise “in loco” dos dados indicadores de qualidade da água, foi utilizado o Equipamento multiparâmetro Oakton modelo PCD650 (Figura 10), de acordo com método da American Public Health Association (APHA, 1995).

FIGURA 10 - Aparelho Multiparâmetro Oakton utilizado para a coleta de dados limnológicos.



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

Nas coletas de campo, essas variáveis foram identificadas em subsuperfície, a 20 centímetros de profundidade da água, onde as temperaturas tendem a ser mais uniformes, devido às ações que ocorrem no ambiente externo e a incidência direta da radiação solar de acordo com a proposta de Tucci (2001). A razão dessa profundidade utilizada para a coleta dos dados limnológicos se justifica pelo fato de alguns cursos d'água da Bacia do Ribeirão das Pedras, utilizados como pontos de amostragem, possuir baixa vazão e pouca profundidade por se localizarem em áreas de nascentes.

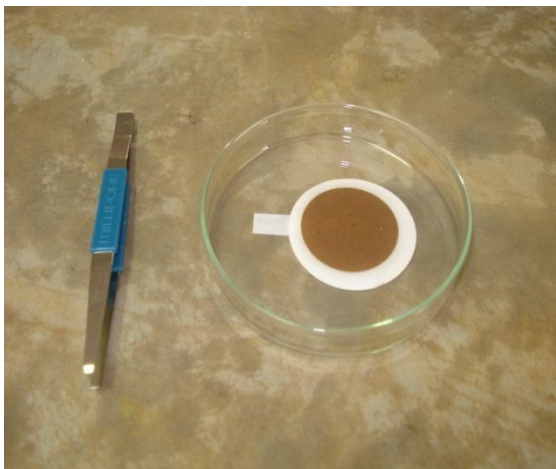
Na determinação da CSS, foram coletados 500 mL de água em frascos tipo pisseta (Figura 11) em cada ponto de amostragem. As amostras de água coletadas foram devidamente identificadas, armazenadas em caixa de isopor e preservadas à temperatura de 4° C, para posteriores análises laboratoriais, de acordo com os procedimentos previstos em Wetzel e Likens (1991).

FIGURA 11 - Amostra de água coletada em frasco tipo Pisseta – novembro/2009

FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

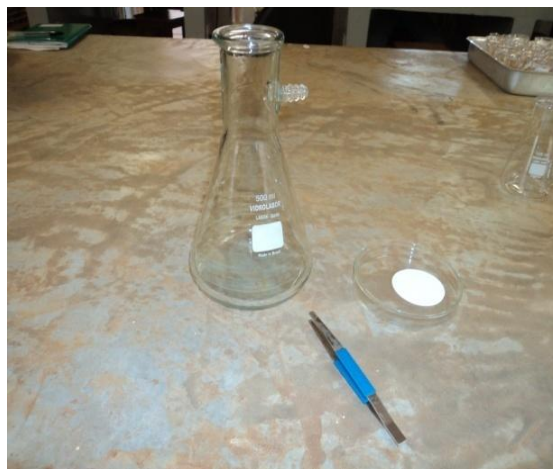
Após a coleta e armazenamento, a água foi levada para o Laboratório de Geologia Ambiental, Departamento de Geografia, Campus Jataí, Universidade Federal de Goiás (CAJ/UFG), onde realizou-se a filtragem das amostras em filtros AP20 (em microfibras de vidro, retenção nominal de 0,8 a 8,0 micra (μm), 47 mm diâmetro), (Figura 12). O filtro foi colocado na base de apoio de um funil preso por um prendedor metálico e ajustado à rolha de um frasco de Kitasato, com capacidade de 500 mL, (Figura 13), que foi unido a uma bomba de vácuo e a uma mangueira (Figura 14). As amostras de água passadas em filtros, foram secadas e pesadas em balança analítica (Figura 15), obtendo-se o primeiro peso. Os filtros foram secados em estufa, (Figura 16), a 105°C por 24 horas, obtendo-se o segundo peso. Para a obtenção do terceiro peso, as amostras foram novamente secadas a 550°C em forno de Mufla, (Figura 17). Por diferença de pesagem, obteve-se a CSS.

FIGURA 12 - Amostra filtro de microfibra de vidro



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 13 - Frasco de Kitasato



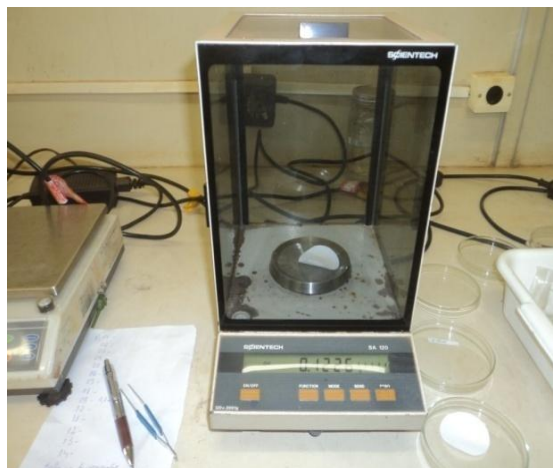
FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 14 - Bomba de Vácuo



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 15 - Balança analítica



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 16 - Estufa de secagem



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 17 - Forno de Mufla



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

Para a determinação da CSS e suas frações orgânica e inorgânica, utilizou-se o método gravimétrico descrito em Wetzel e Likens (1991), o qual é apresentado pelas seguintes equações:

$$CSS = \frac{P2 - P1}{V} \cdot 1000 \quad (1)$$

$$CSI = \frac{P3 - P1}{V} \cdot 1000 \quad (2)$$

$$CSO = CSS - CSI \quad (3)$$

onde,

CSS - Concentração de sedimentos em suspensão (mg.L^{-1});

CSI - concentração em suspensão inorgânica;

CSO - concentração em suspensão orgânica (mg.L^{-1});

P1 - peso inicial do filtro (g);

P2 - peso do filtro com material coletado após secagem em estufa (g);

P3 - peso do filtro após queima da matéria orgânica em mufla (g);

V - volume de água utilizado para filtração (L) e

1000 - fator conversão para miligramas.

Para a análise da CSS foram coletadas 14 amostras de água nos 14 pontos de amostragem identificados na Bacia do Ribeirão das Pedras, no período compreendido entre outubro de 2009 a setembro de 2010.

Na análise da correlação entre os dados obtidos das variáveis limnológicas coletadas em campo, empregou-se o método de Pearson descrito por Lanna (2001). Para esta análise, foi utilizado o aplicativo Microsoft Excel. O coeficiente da correlação de Pearson (r) cuja amplitude vai de -1 a +1, é usado como índice para indicar o grau de associação linear entre as variáveis com dados nas escalas de intervalos ou de razões. Segundo Vieira (2004) se o valor de r for igual a -1 ou a +1, todos os pontos devem cair sobre uma reta. Nesses casos, segundo a autora, é usual dizer que a correlação é perfeita.

Os totais mensais de precipitação pluviométrica no município de Quirinópolis foram adquiridos na estação pluviométrica instalada no Centro de Tecnologia da Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste de Goiás – CTA Agrovale. Essa fonte de dados se deu pelo fato de o município de Quirinópolis não contar com bases de dados de pluviometria

registrados em estações estaduais ou federais. Com base nos totais mensais de precipitação pluviométrica, foi possível organizar um histograma de precipitação acumulada no período de outubro de 2009 a setembro de 2010, que será mostrado no decorrer da discussão de resultados juntamente com as variáveis limnológicas estudadas.

A geração do histograma de precipitação se fez necessária pelo fato de auxiliar nas justificativas de algumas discussões de resultados, pois os ecossistemas aquáticos sofrem diariamente a ação de uma série de variáveis ambientais e humanas que são capazes de alterar sua dinâmica natural. A precipitação pluviométrica é uma delas, pois a água que atinge o solo através da chuva segue diversos caminhos dependendo do tipo do solo, cobertura vegetal, umidade entre outros (PAULA et al., 2010).

Os levantamentos de fontes auxiliares para elaboração e discussão dos dados da pesquisa se deram através de: levantamento do referencial teórico metodológico sobre o tema: livros, manuais, atlas, artigos em periódicos e anais de eventos, dissertações e teses, sites entre outros; e dados obtidos nos sites do IBGE e SIEG (informações físicas, populacionais, de uso da terra).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões obtidos a partir da análise dos mapas de uso da terra de 1985 e 2009, que versam sobre as formas de uso e ocupação da bacia. Posteriormente, são relatados os estudos sobre as variáveis físico-químicas da água nos quatorze pontos de coleta, bem como a análise geral das condições ambientais da área de estudo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, através de uma análise estatística utilizando-se da correlação de Pearson.

Em campo foram levantadas informações sobre o uso e ocupação da terra através de registro fotográfico (Figuras 18, 19, 20 e 21), identificando áreas de pastagens, áreas de cultivo, tipos de formações vegetais e áreas que apresentavam maior degradação e processos erosivos.

FIGURA 18 - Pastagem na proximidade do Ponto 1



FONTE - PAULA, M. M. de. (2009)

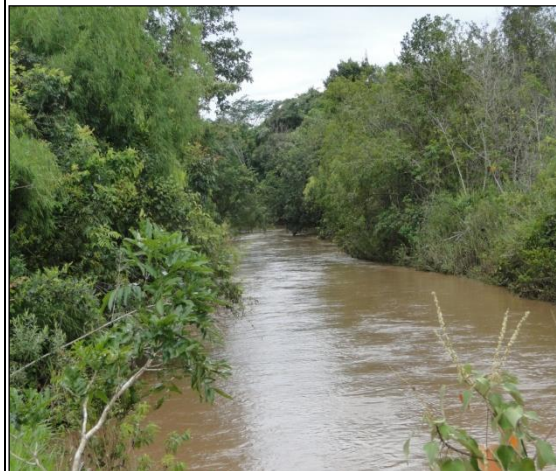
FIGURA19 - Processo erosivo – voçoroca, Ponto 1



FONTE - PAULA, M. M. de. (2009)

FIGURA 20 - Atividade agropecuária, Ponto 8

FONTE - PAULA, M. M. de. (2009)

FIGURA 21 - Ribeirão das Pedras, Ponto 14.

FONTE - PAULA, M. M. de. (2009)

As informações obtidas proporcionou a geração de um banco de dados limnológico/geográficos georreferenciados, que corresponde fisicamente a um diretório onde foram armazenados os valores das variáveis estudadas e as coordenadas geográficas do local onde as amostras foram coletadas. Com a sobreposição destas informações buscou-se identificar os tipos de uso da terra que mais influenciariam na alteração dos parâmetros físico-químicos da água.

5.1 Resultado da análise da Declividade e do Uso da Terra

O relevo de uma bacia hidrográfica tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, pois a velocidade de escoamento superficial é controlado em boa parte, pela declividade do terreno (VILLELA e MATTOS, 1975). Ou seja, o menor ou o maior grau de erosão, dependem da declividade média da bacia, associada à cobertura vegetal, tipo de solo e tipo de uso e ocupação da terra.

No mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras (Figura 22), é possível observar que os terrenos que se enquadram nas classes de declividade mais acentuadas localizam-se na Serra da Confusão do Rio Preto, Serra do Paredão e nos topos dos morros testemunhos. As classes que aparecem nas cores marrom e vermelho escuro, com declividade superior a 20%, devem ser consideradas APP e, por isso, devem ser preservadas, pois apresentam alta susceptibilidade aos processos erosivos (MARTINS, 2009). As áreas com declividades entre 9 e 20%, que aparecem nas cores laranja e vermelho, também merecem

atenção, pois possuem potencial erosivo pelo escoamento superficial da água e, se aliado à características do solo, como alta quantidade de areias, este risco pode ser ainda maior.

Na Figura 22, de acordo os procedimentos metodológicos propostos por Ross (1994), é possível identificar as classes de fragilidade das declividades na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras (Tabela 1).

Dentre os levantamentos geológicos, o conhecimento da declividade é importante, pois possibilita o melhor planejamento para o uso e manejo dos solos agrícolas.

Para Ross (2003),

Os intervalos de declividade obedecem aos estudos já consagrados de capacidade de uso/aptidão agrícola associados aos valores críticos da geotécnica. Eles indicam respectivamente o vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamento/deslizamento e inundações frequentes.

A Tabela 1 apresenta as categorias hierárquicas das declividades e os percentuais identificadas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, associadas às classes de fragilidade, segundo a proposta de Kawakubo et al. (2005).

TABELA 1 – Classes de fragilidade das declividades na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO

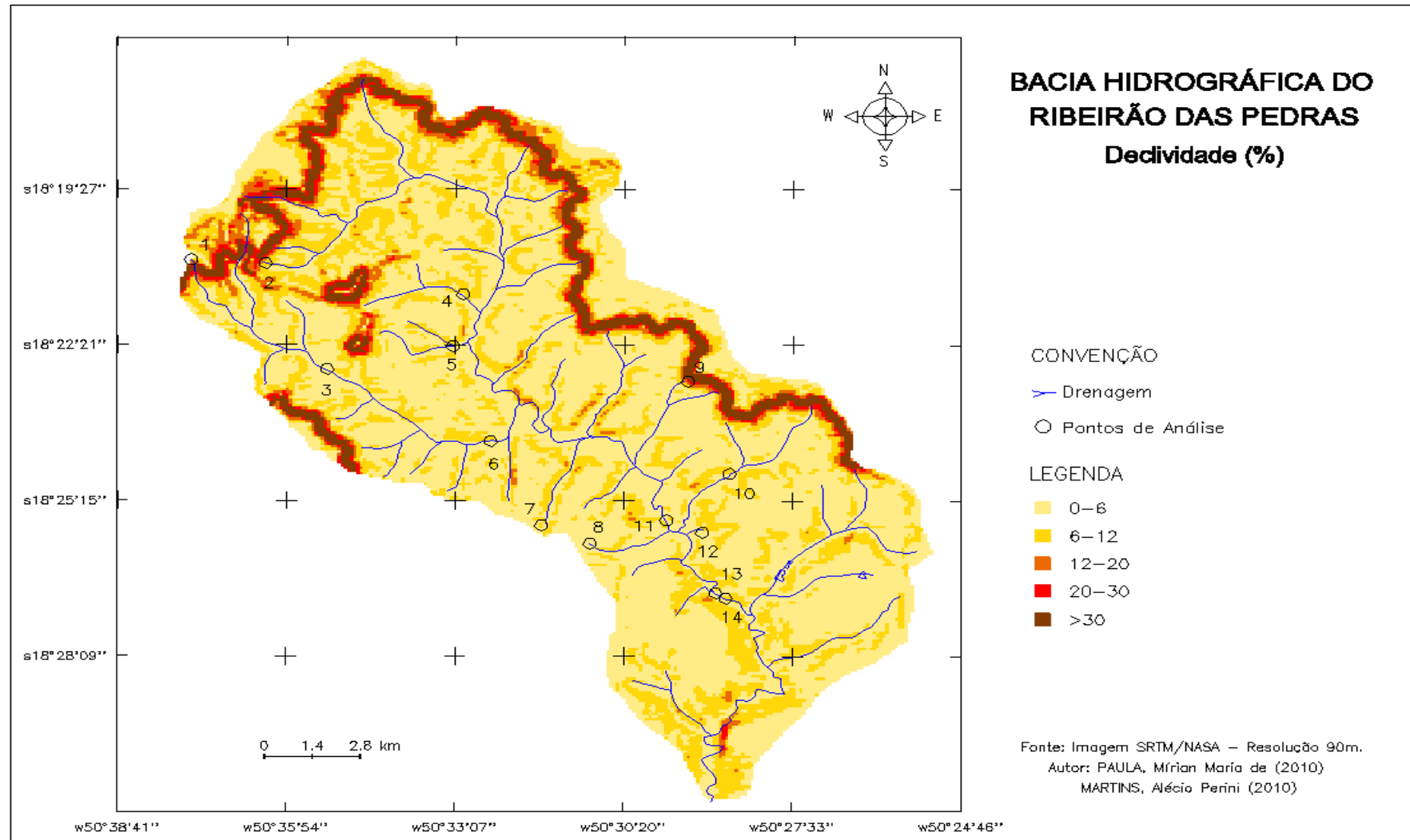
Categoria de declividade	Área de ocorrência (%)	Classe de fragilidade associada	Código atribuído
0-6%	62,7	Muito Fraca	1
6-12%	25,3	Fraca	2
12-20%	4,3	Média	3
20-30%	2,4	Forte	4
>30%	5,3	Muito Forte	5

FONTE - MARTINS (2009, p.108)

Adaptada por - PAULA, M. M. de, 2011.

Com a aplicação dos procedimentos técnico-operacionais propostos por Ross (1994) e adaptado por Kawakubo et al. (2005), foram obtidos como resultados para a área de estudo cinco graus diferenciados de fragilidade (1 - muito fraca, 2 - fraca, 3 - média, 4 - forte e 5 - muito forte), notando-se um nítido predomínio da classe muito fraca, 62,7% do total da área de ocorrência, com declividade de até 6%.

FIGURA 22 - Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



Organizadores - PAULA, M. M. de e MARTINS, A. P. (2010)

Os resultados apresentam também, o predomínio das áreas com menos de 12% de declividade que somam um total de 88,03%, o que demonstra que o terreno não oferece grandes empecilhos à ocupação, desde que bem planejada. É possível observar que essa área é bem drenada pelos cursos d'água e, associada ao mapa de pedologia (Figura 8) observa-se o predomínio dos solos do tipo PVA (38,5%), LV (36,4%) e LR (15,2%), que juntos recobrem 90,1% e identificam a área como de fragilidade baixa a muito baixa.

As áreas com declividade média e forte, superior a 12 até 30%, recobrem 6,7% do terreno e se localizam próximos às calhas dos cursos d'água, sopés das serras e dos morros, onde encontra-se afloramentos de substratos rochosos. Tal característica evidencia que a ocupação nessas áreas deve ser restrita e quando desenvolvidas, as atividades devem ser bem planejadas.

Na classificação das imagens e elaboração dos mapas temáticos de Uso da Terra utilizou-se as classes temáticas: Mata/Cerrado, Pasto/Cerrado, Pastagem, Cultura, Solo exposto, Silvicultura, Água e Área Urbana. A quantificação das classes temáticas foi realizada com a utilização do SPRING 5.1.5, a partir da ferramenta de classificação ISOSEG.

Considerou-se para Mata/Cerrado, as áreas de preservação permanente e matas ciliares. A classe Pasto/Cerrado corresponde às áreas destinadas às pastagens, mas que ainda apresentam espécies nativas de Cerrado (arbórea e arbustiva) que, segundo Martins (2009) estes alvos apresentam resposta espectral diferenciada, não sendo classificados como pastagens, embora, na área de estudo sejam utilizados para criação extensiva de gado bovino (corte e leite). A classe Silvicultura representa áreas com a presença do cultivo de eucalipto. Os solos sem cobertura vegetal foram classificados como Solo exposto e a classe Cultura abrange tanto a produção de grãos como soja e milho, como também a cultura de cana-de-açúcar, recentemente introduzida no município.

O Ribeirão das Pedras, bem como todos os seus afluentes e subafluentes fazem parte da classe temática água. A classe Pastagem foi caracterizada pela presença de gramíneas e capins na sua maioria exóticos, utilizadas para o pastejo animal, que no caso da bacia em estudo é bastante ocupada por bovinos. A classe Urbana foi mapeada apenas com o intuito de localização da sede do município de Quirinópolis/GO, uma vez que a pesquisa avalia apenas a área à montante da captação de água que abastece a população cidadina, através da empresa Saneamento de Goiás S/A - SANEAGO.

Em relação ao uso das terras, as áreas utilizadas na agricultura e pecuária no município de Quirinópolis foram significativamente ampliadas, atingindo no ano de 2009,

segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás (SEAGRO), uma área agrícola de 378.013 ha, sendo em sua maioria de pastagens (284.063 ha), seguida de lavouras (82.060 ha) e reduzidas áreas de vegetação original (11.890 ha). Quanto ao rebanho bovino, segundo dados da SEAGRO e Agência Goiana de Defesa Agropecuária (AGRODEFESA), o mesmo conta com 333 mil cabeças e com uma produção média de 120 mil litros de leite por dia.

Dados do Censo Agropecuário de 2006 do IBGE e da SEAGRO, destaca ainda que a maior parte das terras do município é utilizada com pastagens seguidas por lavouras permanentes e temporárias e Mata/Cerrado, conforme demonstra a Tabela 2.

TABELA 2 - Distribuição do uso da terra no município de Quirinópolis/GO (1970 - 2009)

Período	Área utilizada (ha)	Lavoura (ha)	Pastagem Natural (ha)	Pastagem Cultivada (ha)	Mata/Cerrado (ha)
1970	327.269	55.308	113.963	127.070	30.928
1980	417.719	57.807	65.866	272.285	21.761
1990	317.446	37.870	12.052	246.426	21.098
2000	319.182	41.702	-	257.125	20.355
2005	378.013	47.084	-	311.539	19.390
2006	378.013	40.087	-	318.536	19.390
2007	378.013	31.200	-	334.923	11.890
2008	378.013	71.849	-	294.274	11.890
2009	378.013	82.060	-	284.063	11.890

FONTE - Censo agropecuário do IBGE (2006) e dados da SEAGRO (2009)

Elaboração - PAULA, M. M. de (2010)

É possível perceber que a partir da década de 1980 houve aumento da área de Pastagem Cultivada, em detrimento da Mata/Cerrado e da pastagem natural. Segundo Santos (2002), a utilização das terras do município foi praticamente integral, distribuídas entre agricultura e pastagens cultivadas, não sendo registradas áreas de pastagens naturais a partir de 2000, e foram também reduzidas as áreas de Mata/Cerrado, como consequência da diminuição das reservas legais.

A área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras apresenta as mesmas características. Tal fato pode ser observado na quantificação das classes temáticas de uso da terra expressos na Tabela 3 e Figuras 23 e 24, respectivamente, dos anos de 1985 e 2009, as quais demonstram que a área vem sofrendo alterações no seu modo de uso e ocupação nos

últimos 24 anos. A título de justificativa, não foi possível usar uma imagem da década de 1970 para compará-la com a atual por indisponibilidade de imagens de satélite neste período, visto que os dados do município (Tabela 2) expressam valores do uso da terra a partir da década de 1970.

TABELA 3 - Uso da terra e cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO (1985 e 2009)

Classes de uso da terra	Área - 1985 (km ²)	Área - 1985 (%)	Área - 2009 (km ²)	Área - 2009 (%)
Mata/Cerrado	91,08	35,42	57,35	22,30
Pasto/Cerrado	61,56	23,94	5,78	2,25
Cultura	4,33	1,69	5,06	1,97
Pastagem	81,45	31,68	153,99	59,89
Solo exposto	14,32	5,57	20,53	7,98
Silvicultura	0,0	0,0	1,28	0,50
Área Urbana	4,30	1,67	13,03	5,07
Água	0,09	0,03	0,11	0,04
Área total da Bacia	257,13	100	257,13	100

FONTE - Mapas temáticos de Uso da Terra da Bacia do Ribeirão das Pedras (1985 e 2009)

Elaboração - PAULA, M. M. de (2010)

As classes Pastagem e Mata/Cerrado são predominantes atualmente, visto que as mesmas representam 59,89% e 22,3%, respectivamente. Nota-se também que a classe que mais sofreu redução, foi a de Pasto/Cerrado, que ocupava, em 1985, uma área de 61,56 km², e passou a representar, em 2009, uma área de 5,78 km². Isso se deve ao fato da supressão da vegetação nativa ter ocorrido para a implantação de gramíneas de qualidade para melhor apascentamento dos bovinos de corte e de leite.

Vale ressaltar que as áreas de Mata/Cerrado também tiveram substancial redução. No ano de 1985, ela representava 35,42% da área da bacia e, em 2009, passou a representar apenas 22,30% (Tabela 3). Fato esse, que vai de encontro apenas ao cumprimento da Legislação Florestal Federal – Código Florestal, Lei Nº 4.771 de 1965 (BRASIL, 1965), no que diz respeito à Lei da Reserva Legal nos domínios do Cerrado, que determina 20% de vegetação nativa nas propriedades rurais, fazendo com que os proprietários rurais na área da bacia realizassem a supressão da vegetação nas áreas não consideradas, segundo a legislação, de preservação permanente.

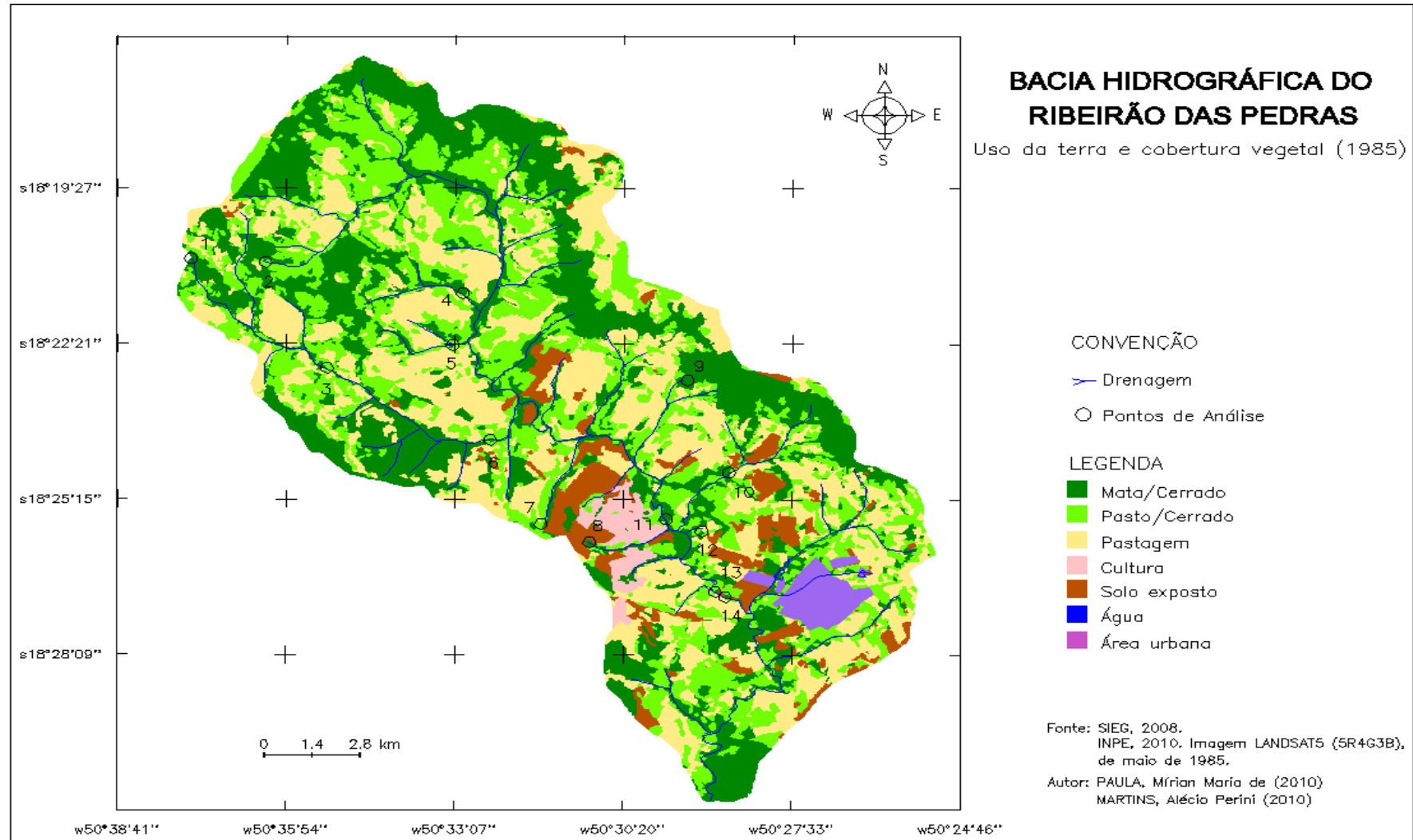
Apesar da área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras possuir pequenas propriedades e se caracterizar como de práticas tradicionais desenvolvidas por agricultores familiares, é possível observar que a presença da classe Cultura é pouco representada. Ela é

expressa por apenas 1,67% e 1,97%, nos anos de 1985 e 2009, respectivamente, de um total de 257,13 km² da área da bacia.

Os mapas de uso da terra do ano de 1985 e 2009, representados pelas Figuras 23 e 24, respectivamente, que analisados por meio de SIG, demonstram mais uma vez o predomínio da classe temática Pastagem.

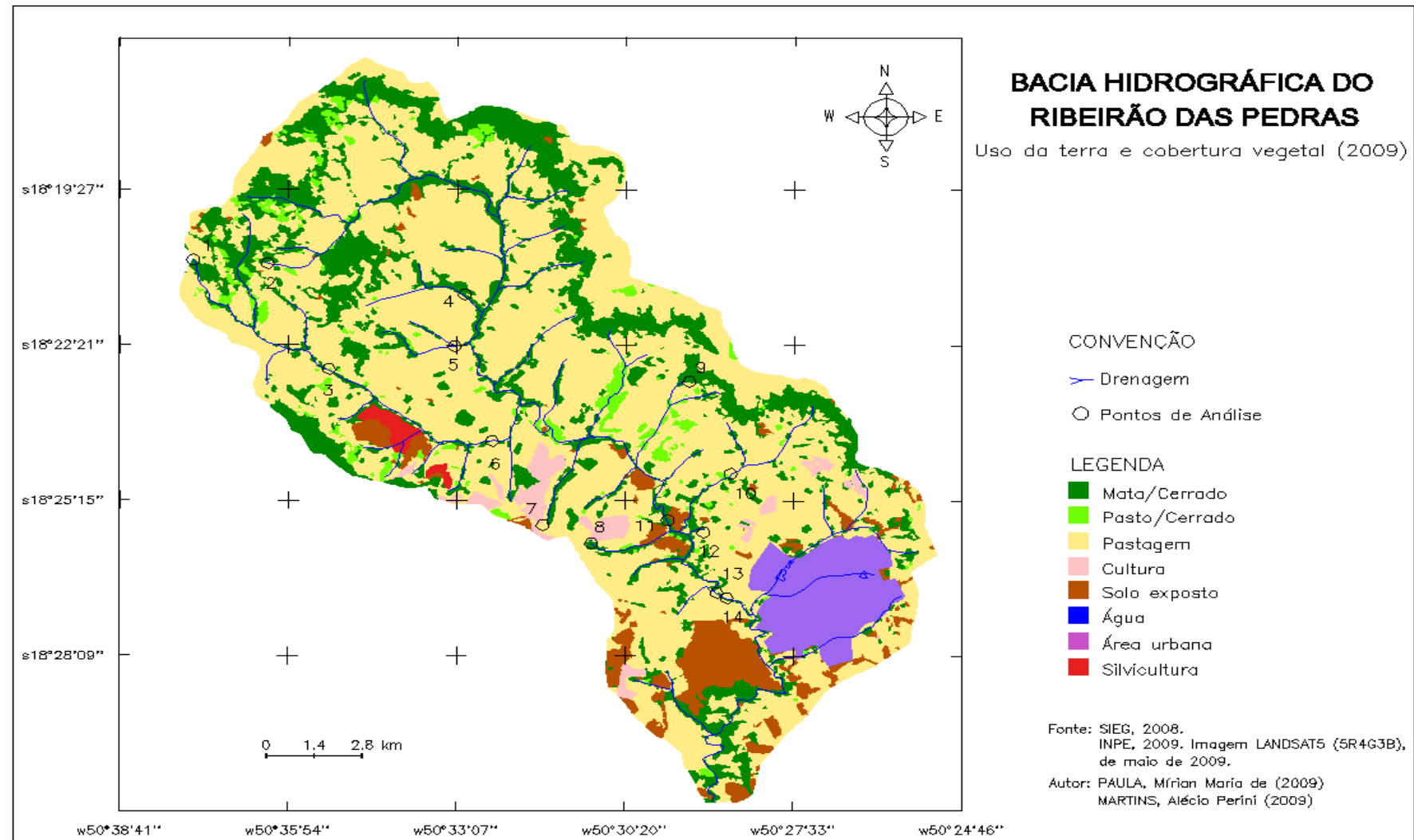
Do ponto de vista altimétrico, a bacia é representada por baixa declividade, apresentando um percentual de 88,03% de sua área com menos de 12% de declividade, o que mostra que o terreno é favorável à ocupação, desde que bem planejada e gerenciada. Diante disso, é possível observar a intensa ocupação da área, com o predomínio de pastagens e pasto/cerrado, 31,68% e 23,94%, respectivamente, no ano de 1985. Nesse período, os proprietários rurais ainda utilizavam-se das pastagens naturais que a área oferecia, visto a “recente” ocupação dos solos do Cerrado. A partir de então, inicia-se as práticas mais tecnificadas de manejo e uso da terra e uma maior ocupação da área para aumento da pecuária leiteira, o que resultou na necessidade de supressão de parte da Mata/Cerrado, que até o ano de 1985 representava 91,08 de 257,13 km², ou seja, representava 35,42% do total da área da bacia.

FIGURA 23 - Mapa de Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO – 1985



FONTE - PAULA, M. M. de; MARTINS, A. P. (2010)

FIGURA 24 – Mapa de Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO – 2009



FONTE - PAULA, M. M. de; MARTINS, A. P. (2009)

A classe Pasto/Cerrado ainda merece destaque, visto que entre os anos de 1985 e 2009, foi a que mais sofreu redução (de 23,94% para 2,25%). Fato esse que confirma o aumento da abertura das áreas de pastagens cultivadas (Figura 24). Apesar da pouca expressão, as áreas remanescentes de Pasto/Cerrado ainda abrigam espécies nativas do Cerrado, o que pode ser observado na Figura 25.

FIGURA 25 - Área de pastagem associada a espécies nativas do Cerrado (Pasto/Cerrado)



FONTE - PAULA, M. M. de (2010)

Em trabalho de campo, observou-se também que as culturas, na sua maioria são representadas por pequenas áreas de cultivo de milho, milheto, cana-de-açúcar, soja, sorgo, utilizados para alimentação do gado no período de seca, quando as pastagens diminuem. Como o trabalho de campo foi realizado no período de um ano, foi possível observar que essas culturas são rotativas, ora planta-se milheto (Figura 26), ora planta-se sorgo (Figura 27), na mesma área.

FIGURA 26 - Área cultivada com milho (Ponto 8 – nov. 2009)



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 27 - Área com cultivo de sorgo (Ponto 8 – mai. 2010)



FONTE - PAULA, M. M. de (2009).

Vale salientar, que nas proximidades dos pontos de amostragem 7 e 8 aparecem, como pode ser observado na Figura 24, duas áreas representadas pela classe Cultura com maior representatividade, nas quais aparecem, respectivamente, silvicultura com cultivo de eucalipto (Figura 28) e cultura extensiva de cana-de-açúcar (Figura 29). Esta última, recém

chegada no município, aparece apenas no médio e baixo curso do Ribeirão das Pedras. Fato este que é explicado pela grande quantidade de cursos d'água que fazem parte da bacia, dificultando a construção de pontes e infraestrutura nas estradas, necessárias à expansão do cultivo da cana-de-açúcar e escoamento da produção.

FIGURA 28 - Área com cultivo de eucalipto (Ponto 7)



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 29 - Área com cultivo de cana-de-açúcar (Ponto 8 – mai. 2010)



FONTE - PAULA, M. M. de (2010)

A classe Solo exposto pode ser associada à classe Cultura, pois as imagens do Satélite LANDSAT-5 TM, utilizadas para a elaboração dos mapas temáticos de uso da terra, foram capturadas em maio de 1985 e 2009, período no qual já foram realizadas as colheitas das culturas de verão no município de Quirinópolis, fazendo com que estas áreas ficassem desnudas.

5.2 Análises das variáveis físico-químicas de qualidade da água

Na análise dos parâmetros indicadores da qualidade da água, foram georreferenciados 14 pontos de amostragem ao longo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, utilizando-se in loco o equipamento multiparâmetro Oakton modelo PCD650, para avaliar a T, pH, CE, RE, SAL e TDS. Nesses mesmos pontos foram coletadas amostras de água para análise, em laboratório, da Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS), segundo a metodologia de Wetzel e Likens (1991). A análise limnológica, tanto in loco como em laboratório realizou-se mensalmente, de outubro de 2009 a setembro de 2010, sendo que in loco ela era feita em apenas um dia, das 08 às 17 horas, preferencialmente, começando pelo ponto de amostragem 1, depois Ponto de amostragem 2 e sucessivamente até o ponto de amostragem 14.

As análises físico e químicas das variáveis limnológicas apresentaram os seguintes resultados:

5.2.1 Temperatura da água

Partindo do princípio que as coletas foram realizados em sub-superfície, os dados analisados pertencem à primeira camada (epilímnio), onde as temperaturas, segundo Strassburger (2005) tendem a ser uniformes devido às ações externas (TUCCI, 2001). Para Conte e Leopoldo (2001), a determinação da temperatura da água é de fundamental importância, uma vez que as variações que ocorrem se constituem em fatores de reações energéticas e ecológicas aplicadas aos recursos hídricos, principalmente em relação aos organismos aquáticos.

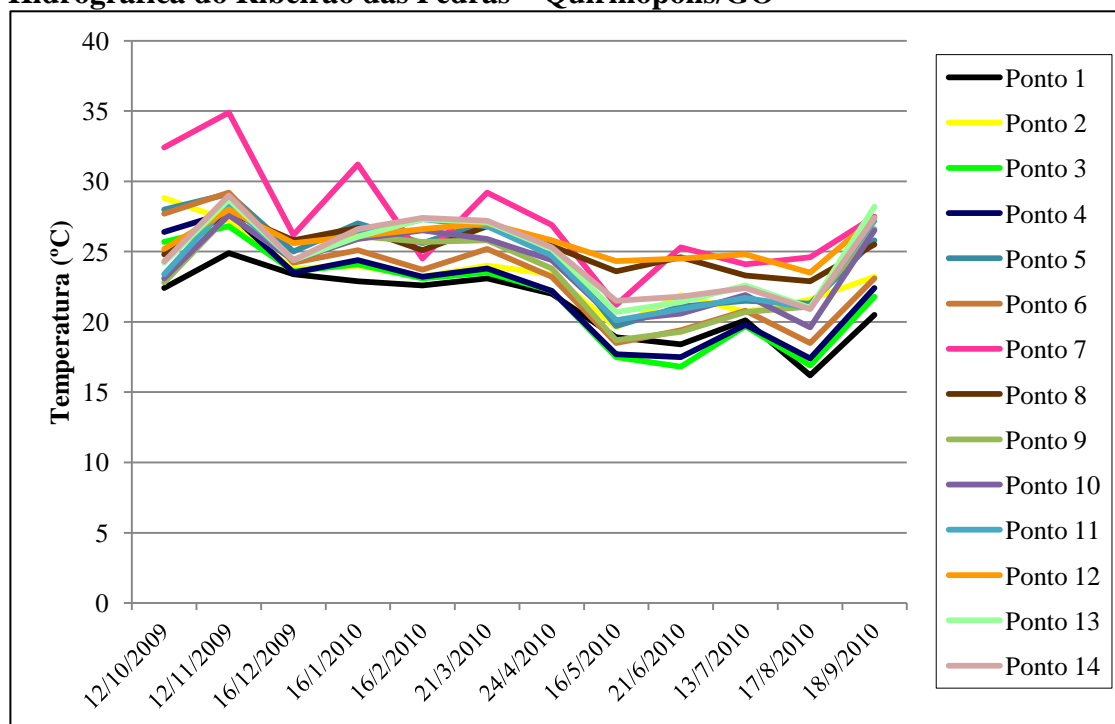
As variáveis espaço-temporal dos valores da T da água nos quatorze pontos estudados, são apresentadas na Tabela 4 e Figura 30.

TABELA 4 - Dados estatísticos de Temperatura verificados nas amostras de água

Pontos de Coleta	Temperatura – T (°C)			
	Dados Estatísticos (outubro de 2009 a setembro de 2010)			
	Mínimo	Máximo	Média	Nº de dados
Ponto 1	16,20	24,90	21,28	12
Ponto 2	19,60	28,80	23,45	12
Ponto 3	16,80	26,80	21,81	12
Ponto 4	17,40	27,80	22,18	12
Ponto 5	19,70	29,10	24,71	12
Ponto 6	18,50	29,20	23,22	12
Ponto 7	21,20	34,90	27,33	12
Ponto 8	22,90	27,80	25,19	12
Ponto 9	18,70	27,60	23,55	12
Ponto 10	19,60	27,60	23,88	12
Ponto 11	20,10	28,40	24,34	12
Ponto 12	23,50	28,00	25,73	12
Ponto 13	20,70	28,70	24,74	12
Ponto 14	20,90	29,00	24,85	12

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Organização - PAULA, M. M. de (2010)

FIGURA 30 - Valores da Temperatura da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

As temperaturas da água, medidas nos 14 pontos de amostragem, durante doze meses, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, apresentaram média de 24°C, onde a temperatura mínima foi de 16,20°C, apresentada no Ponto de amostragem 1 no mês de agosto de 2010 e a temperatura máxima foi de 34,90°C, apresentada no Ponto de amostragem 7 no mês de novembro de 2009. Esses valores podem ser associados aos valores das temperaturas médias do ar. Segundo dados da Rede Meteorológica da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás-GO - SIMEHGO, na Estação 101, localizada no município de Bom Jesus de Goiás, Usina Goiasa, a temperatura mínima do ar registrada no dia 17 de agosto de 2010 foi de 15,70°C e a temperatura máxima do ar, no dia 12 de novembro de 2009, foi de 31,30°C (SIMEHGO, 2010).

Assim, observou-se que as temperaturas do ar e da água tiveram valores aproximados, apresentando, segundo Conte e Leopoldo (2001), um ciclo característico do tipo climático da região, com os menores valores registrados no período de estiagem, no inverno, e os maiores valores registrados no período chuvoso, no verão. A temperatura da água geralmente varia de acordo com a temperatura do ar, e da cobertura vegetal na sua proximidade. As menores temperaturas da água ocorreram no mês de agosto de 2010, nos pontos de amostragem 1, 3 e 4 com valores de 16,20°C, 16,80°C e 16,90°C, respectivamente. Esses valores se justificam pelo fato desses corpos d'água contar com cobertura vegetal, características de APP, nas suas margens e o horário da coleta ter sido realizada sempre no período entre 8 e 10 horas da manhã.

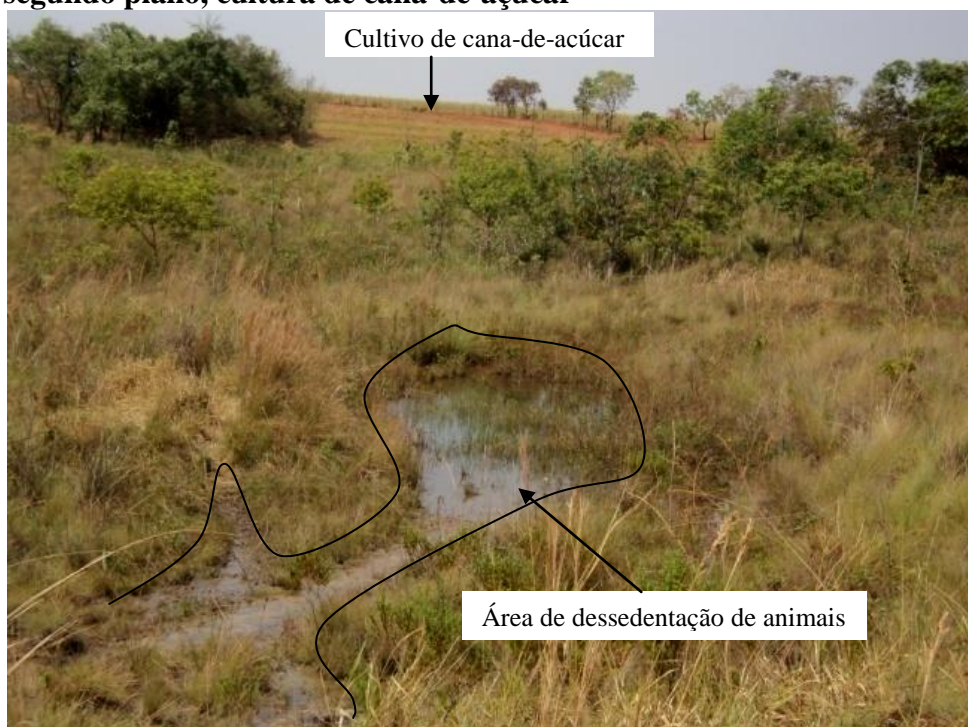
As temperaturas da água nos pontos de monitoramento apresentaram diferenças significativas e mostrou flutuações em um mesmo ponto e entre os diferentes pontos de coleta (já mencionado nos valores mínimo e máximo anterior). Observando a Figura 31, verificou-se que no ponto de amostragem 7, a temperatura da água apresentou valor de 34,90°C no mês de novembro de 2009 e 21,20°C no mês de maio de 2010.

Aspectos semelhantes foram encontrados e descritos por Lima (2001) em pesquisa realizada na bacia do Rio Cuiabá, no município de Cuiabá/MT. De acordo com o autor ocorreram variações sazonais ao longo da série para a variável temperatura da água (para os anos de 2001 e 2002), com picos de valores mínimos registrados no período de seca correspondente aos meses de maio a outubro e temperaturas máximas na época de chuva, meses de novembro a abril: “[...] no ponto de amostragem 12 do Rio Cuiabá, os valores ficaram entre 28,47 e 28,64°C na seca, e 29,29 e 29,47°C na cheia”.

As temperaturas média máxima 27,30°C e máxima 34,90°C, foram verificadas também no ponto de amostragem 7. Isso pode ser associado ao fato de que nesta localidade a

vegetação marginal é composta por gramíneas e ausência de mata ciliar preconizada para os corpos d'água (CONTE e LEOPOLDO, 2001). No terreno ocorre o início de processo erosivo (Figura 31) devido a utilização da área para a dessedentação de animais, além da presença, nas proximidades, da cultura de cana-de-açúcar. Esses aspectos podem ser observados no Mapa de Uso da Terra de 2009, onde foram mapeadas as classes temáticas Pastagem, Cultura e pequena porção de Solo exposto (Figura 24).

FIGURA 31 - Primeiro plano, vista panorâmica da área do Ponto 7 e segundo plano, cultura de cana-de-açúcar

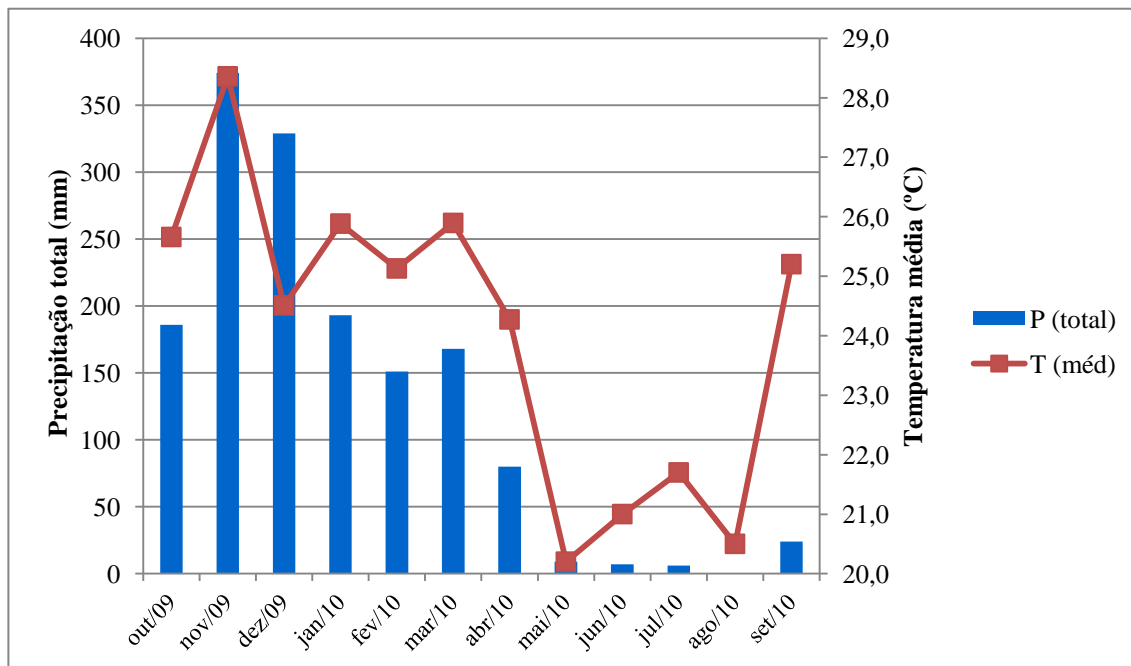


FONTE - PAULA, M. M. de (2010)

Ressalta-se também, que o horário de coleta no ponto de amostragem 7 ocorreu sempre entre 11:30 e 12:30 horas, período do dia em que ocorre maior incidência direta dos raios solares na superfície da terra em regiões tropicais. Neste caso, segundo Carneiro (2002, p. 129), “a estrutura do corpo de água está fortemente ligada tanto com o aquecimento da superfície [...] como com os processos dinâmicos. Entre estes, o de maior influência é a mistura dinâmica por ação do vento e a convecção vertical dos raios solares”.

Outra situação é verificada no período chuvoso, onde observou-se os maiores valores da temperatura da água (Figura 32).

FIGURA 32 - Temperatura média da água (T) em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

O mês com o maior volume de precipitação (novembro de 2009), corresponde com a maior média de temperatura da água. A precipitação, principalmente em áreas com forte presença da ação antrópica, provoca processos erosivos retirando partículas do solo, o qual atua como portador de nutrientes químicos, herbicidas e outros elementos. Tucci (2001, p. 177) afirma que “a determinação da precipitação é importante para o controle de inundação e a erosão do solo”.

Segundo Maier (1987 In SILVA et al., 2008), a temperatura da água é consequência da absorção dos raios solares que é diretamente proporcional à área de superfície. Nesse sentido, o ponto de amostragem 7 apresenta a maior temperatura da água, isso em consequência da falta de vegetação ciliar e maior área de superfície em contato com os raios solares. A transferência de calor pode ser de origem natural (radiação, condução ou convecção) ou de origem antropogênica (uso de agrotóxicos).

5.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH) da Água

Nas amostras de água coletadas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, na maioria dos pontos, os valores de pH não demonstram estar muito afastados da neutralidade,

mantendo uma média geral de 6,70, o que representa um aspecto positivo deste parâmetro com relação a qualidade da água na bacia estudada.

As variáveis espaço-temporal dos valores do pH da água nos quatorze pontos estudados, são apresentados na Tabela 5 e Figura 33.

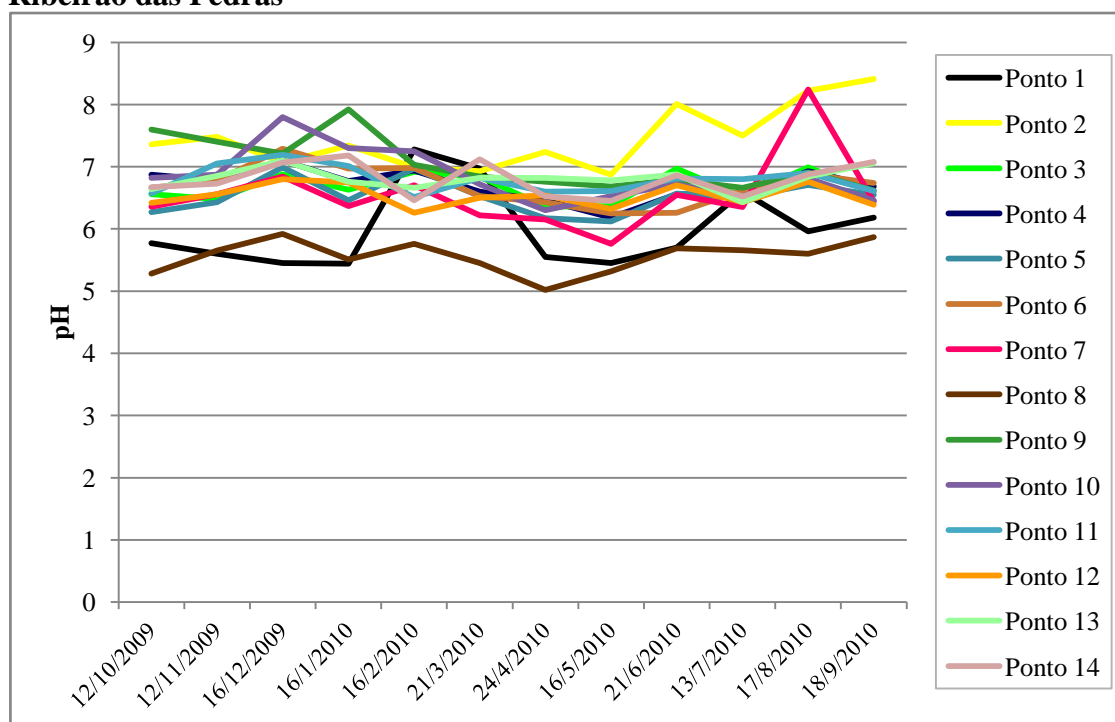
TABELA 5 - Dados estatísticos de pH verificados nas amostras de água

Pontos de Coleta	pH da Água			
	Dados Estatísticos (outubro de 2009 a setembro de 2010)			
	Mínimo	Máximo	Média	Nº de dados
Ponto 1	5,44	7,28	6,00	12
Ponto 2	6,87	8,41	7,45	12
Ponto 3	6,36	6,99	6,68	12
Ponto 4	6,18	7,10	6,70	12
Ponto 5	6,12	6,99	6,52	12
Ponto 6	6,25	7,29	6,70	12
Ponto 7	5,76	8,24	6,55	12
Ponto 8	5,02	5,92	5,56	12
Ponto 9	6,62	7,92	7,04	12
Ponto 10	6,30	7,80	6,84	12
Ponto 11	6,51	7,19	6,79	12
Ponto 12	6,26	6,80	6,54	12
Ponto 13	6,43	7,10	6,80	12
Ponto 14	6,45	7,18	6,80	12

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Organização - PAULA, M. M. de (2010)

FIGURA 33 - Valores do pH da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras



FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

De acordo com os dados descritos na Figura 34, os pontos de amostragem 1 e 8, nos doze meses de coleta, apresentaram o pH abaixo do permitido pela Resolução CONAMA Nº 357 de 2005, que dispõe sobre a Classificação dos Corpos de Água. Essa resolução define que, para o consumo humano, os valores do pH da água devem estar entre 6,00 a 9,00.

No ponto de amostragem 1, o pH da água apresentou valor de 5,40 no mês de janeiro de 2010 e, o ponto de amostragem 8, apresentou valor de 5,00 na amostra de água coletada no mês de abril do mesmo ano (Figura 33). Esses valores podem estar relacionados ao excesso de dejetos de animais, provavelmente devido à decomposição da matéria orgânica presente neste local, que é regularmente utilizado para dessedentação do gado. Segundo Maier (1987 In SILVA et al., 2008) essa diminuição no pH pode estar associada ao aumento no teor de matéria orgânica que leva à conseqüente queda na quantidade de oxigênio dissolvido disponível no corpo d'água. Para essa autora o pH nas águas dos rios brasileiros varia de neutro a ácido e pode se alterar ao longo do rio.

Esteves (1998, p. 190) afirma que “a maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6,00 e 8,00”. Observa ainda, que pode-se encontrar ambientes mais ácidos ou mais alcalinos e, em ambos os casos, estes ecossistemas apresentam comunidades vegetais e animais também característicos.

No Brasil, ecossistemas aquáticos continentais com baixo pH são encontrados em grande número na região de terra firme da Amazônia central, no litoral (especialmente na faixa de restingas) e em regiões turfeiras. Estes ecossistemas têm como característica comum a cor escura da água.

Os maiores valores de pH (8,40 e 8,20) foram detectados nos pontos de amostragem 2 e 7, nos meses de setembro e agosto de 2010, que corresponde ao período de estiagem na região em estudo. Segundo Carneiro (2002), em pesquisa realizada no Açude Atalho, município de Brejo Santo, Ceará, foram verificados (em dois de três pontos de análise da água), nos meses de outubro e novembro de 2001 (período seco), os maiores valores de pH que variaram entre 9,40 e 9,50, ocasionados pela maior atividade fotossintética neste período seco, tendo como conseqüência a diminuição do CO₂ dissolvido na água. Para Von Sperling (1996), os valores de pH afastados da neutralidade podem comprometer a vida aquática.

Analisando a Figura 33 verifica-se que nos pontos de amostragem 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 os valores de pH são parecidos, e evidencia que os pontos de amostragem 1 e 8 foram aqueles que apresentaram os menores valores de pH, apresentando, portanto, tendência mais ácida. Relacionando os valores de pH aos aspectos geológicos e pedológicos da bacia em estudo, esse fato justifica-se por estes pontos situarem-se em terreno de

Latossolos Roxo e Latossolos Vermelho, que apresentam solos mais ácidos devido a oxidação dos minerais ferruginosos, através de processos de intemperismo (EMBRAPA, 2010). No ponto de amostragem 1 observa-se afloramento de rocha basáltica (Figura 34).

FIGURA 34: Rocha basáltica aflorada no Ponto 1 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras.

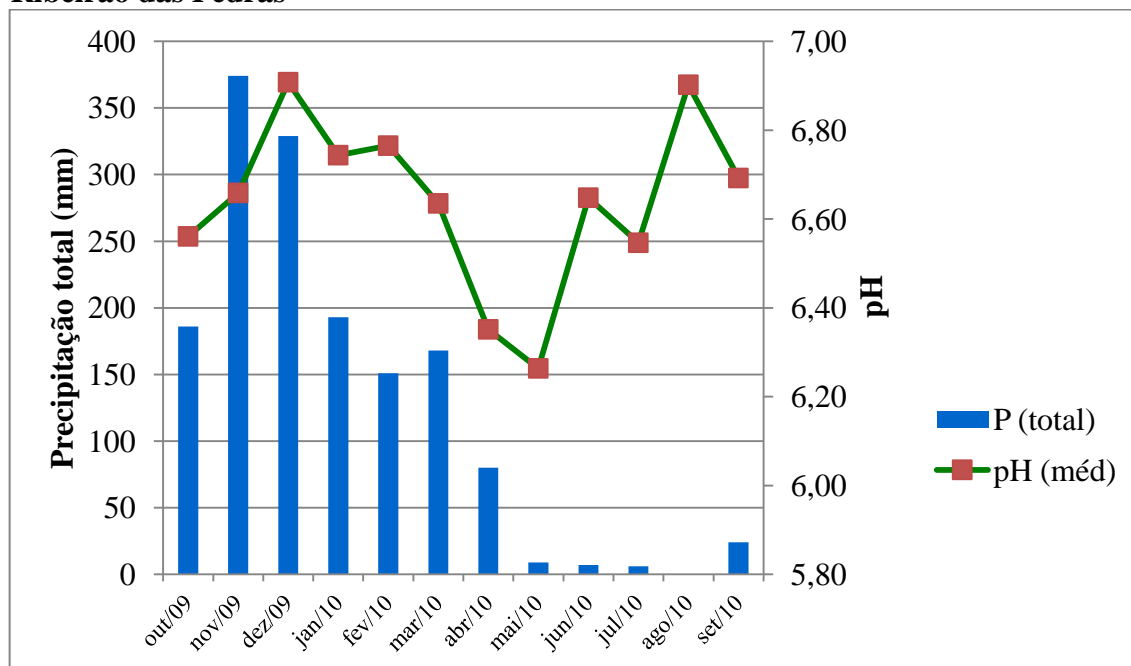


FONTE - PAULA, M. M. de (2010)

Segundo Passos (2009), em estudos limnológicos realizados nos municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões no Rio Grande do Sul, percebeu-se que no Arroio Tumurupará, onde a rocha basáltica encontra-se mais aflorada, o pH sofre mais variações, com valores mais próximos da acidez.

Em relação à precipitação pluviométrica, pode-se observar na Figura 35, que com o aumento das chuvas o pH tendeu a subir e aproximar-se da neutralidade, pois nesse período ocorre maior diluição dos compostos dissolvidos e escoamento mais rápido. Isso é causado pelo aumento no volume de água que faz com que a acidez da água diminua.

FIGURA 35 - pH da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia do Ribeirão das Pedras



FONTE - Pesquisa de campo (2009-2010)

Esteves (1998) aponta que, apesar de se inter-relacionarem, as variáveis físico-químicas da água podem ser influenciadas pelo meio externo, como a ocorrência de precipitação pluviométrica. Os principais fatores que causam alterações de pH na água são a respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição. No caso da bacia em estudo, com os maiores volumes de chuvas o pH aproximou-se mais da neutralidade. Pode-se observar que o menor valor médio do pH, 6,26, ocorreu no mês de maio de 2010, o qual coincide com o início do período de estiagem na região.

Lima (2001) em sua pesquisa no Rio Cuiabá evidenciou que a faixa de variação do pH foi considerada baixa, mostrando uma variação próxima ao neutro, nos pontos e períodos. Contudo, ela constatou, no estudo da série temporal do pH, uma curva descendente no ponto 5 do Rio Cuiabá, fenômeno que pode estar associado ao processo de ocupação da bacia, com ampliação das áreas agricultáveis de pecuária a montante desse ponto. Isso pode justificar a ocorrência dos menores de valores de pH nos pontos de amostragem 1 e 8 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras. Sendo o ponto de amostragem 8, local próximo da área de captação de água para o abastecimento da cidade de QuirinópolisGO, esse fato pode contribuir para aumentar os custos da Estação de Tratamento de Água da SANEAGO, em termos de correção da acidez da água.

5.2.3 Condutividade Elétrica da Água (CE)

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica (ESTEVES, 1998). Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a CE da água.

As variáveis espaço-temporal dos valores da CE da água nos quatorze pontos estudados, são apresentados na Tabela 06 e Figura 36.

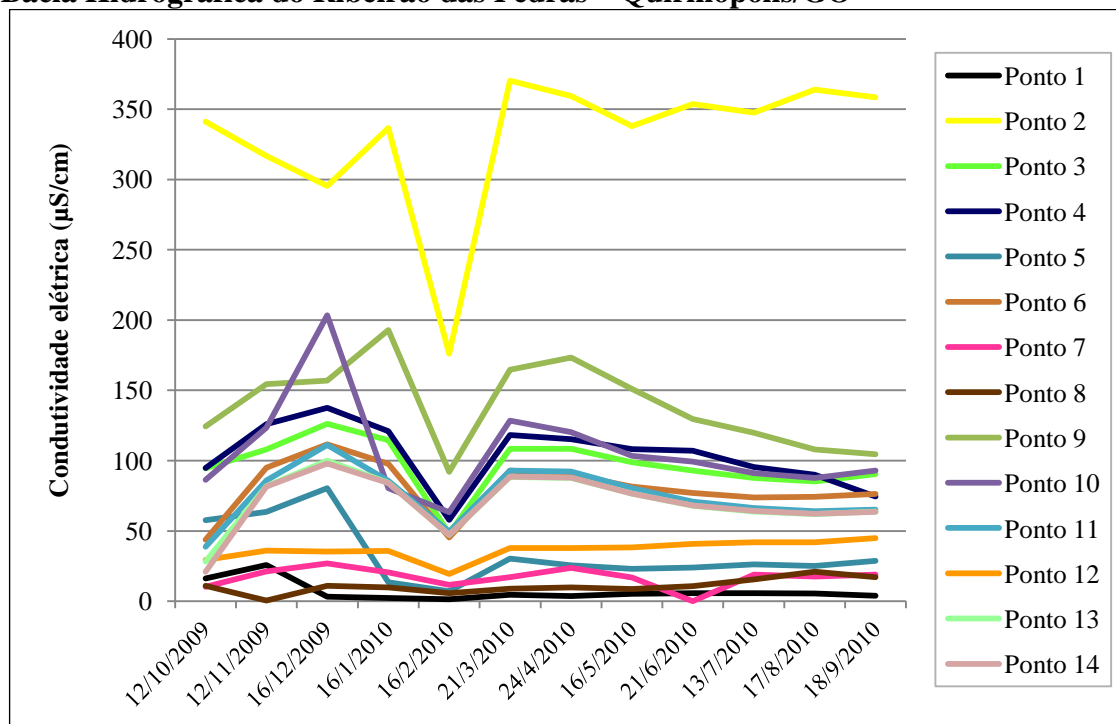
TABELA 6 - Dados estatísticos de CE verificados nas amostras de água

Pontos de Coleta	Condutividade Elétrica da Água – CE ($\mu\text{S/cm}$)			
	Dados Estatísticos (outubro de 2009 a setembro de 2010)			
	Mínimo	Máximo	Média	Nº de dados
Ponto 1	1,29	25,80	3,78	12
Ponto 2	176,10	370,40	358,40	12
Ponto 3	48,12	126,20	90,41	12
Ponto 4	57,96	137,50	74,54	12
Ponto 5	7,11	80,41	28,62	12
Ponto 6	43,78	111,60	76,30	12
Ponto 7	0,06	26,92	18,82	12
Ponto 8	0,41	20,97	17,12	12
Ponto 9	91,99	193,00	104,60	12
Ponto 10	63,31	203,40	92,83	12
Ponto 11	38,79	111,10	65,16	12
Ponto 12	19,31	44,84	44,84	12
Ponto 13	28,14	99,97	63,84	12
Ponto 14	20,95	97,89	63,60	12

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Organização - PAULA, M. M. de (2010)

FIGURA 36 - Valores da Condutividade Elétrica da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



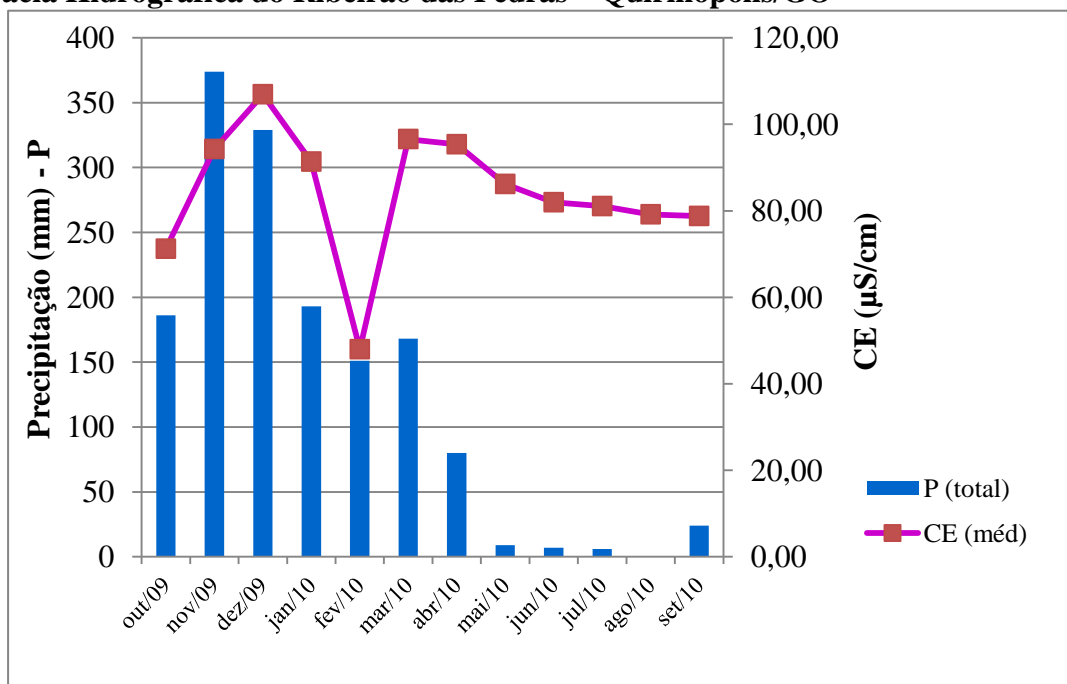
FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Além da temperatura, o pH da amostra pode ter grande influência sobre os valores de CE (ESTEVES, 1998). Tal afirmativa pode ser observada na Figura 36, onde os pontos de amostragem 1 e 8 apresentaram o menor valor de CE, e apresentaram também baixos valores no pH.

A condutividade das águas expressa um grande número de fenômenos complexos: depende da concentração de iônica; há uma correlação entre a condutividade e os nutrientes de fitoplâncton e macrófitas; em certos lagos e represas, a condutividade depende também da alcalinidade das águas (TUNDISI et al., 2008, p. 107).

Os maiores valores da CE foram observados no ponto de amostragem 2, onde foi também observado a maior variação nos valores mínimo e máximo, respectivamente 176,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no mês de fevereiro e 370,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no mês de março de 2010, o que não possibilitou observar distinção entre períodos de seca e cheia (Figura 37). Os valores elevados de CE neste ponto podem estar relacionados com a presença de processo erosivo na área, onde o pisoteio do gado é intenso e também há grande presença dos dejetos desses animais. Carneiro (2002), em pesquisa realizada no Açude Atalho-CE, aponta que áreas mais impactadas recebem maior aporte de material e sais vindos de esgotos, o que interfere positivamente para o aumento da CE.

FIGURA 37 - Condutividade Elétrica da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Vale ressaltar que, segundo Esteves (1998), a CE da água pode variar de acordo com a temperatura da água, o que pode também justificar o maior valor apresentado no ponto de amostragem 2 (Figura 36), onde a temperatura da água neste mesmo ponto e período apresentou-se valor de 28,80°C (Tabela 4).

Observando ainda a Figura 36, verifica-se uma variação significativa da CE para os pontos de amostragem 2 e 1, sendo este último situado à montante e, entre o Ponto de amostragem 2 e os pontos de amostragem 5, 7, 8 e 12, sendo estes situados à jusante do ponto P2. As variáveis apresentadas no Ponto de amostragem 2 podem estar relacionadas com a declividade do relevo e também a ausência de vegetação no entorno. Segundo Esteves (1998) e Kramer et al. (2009), os valores elevados de CE evidenciam uma maior concentração de íons. A geologia e as águas minerais, além da ocupação e uso da terra sem um planejamento adequado próximo ao ambiente hídrico condicionam a alteração da referida variável.

Pereira Filho (2000, citado por PASSOS, 2009) afirma que a condutividade elétrica é uma das mais importantes entre as variáveis limnológicas, pois muitas vezes ela, representa integração do ambiente terrestre com o aquático.

Estudos de Kramer, Reis e Pereira Filho (2009) mostram também que a variação dos valores das variáveis da CE estão relacionadas não somente com o entorno do reservatório,

pela pouca vegetação existente, mas também com a entrada de água de outras bacias de captação.

Esteves (1988) afirma ainda que alguns fatores possam influenciar na composição iônica dos corpos d'água, como a geologia da bacia e o regime das chuvas. A condutividade detecta, ainda, as fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos e as diferenças geoquímicas do rio principal e seus afluentes. Tais aspectos são confirmados por Lima (2001) em estudos no Rio Cuiabá, que mostra que quando no período das secas há uma redução das cargas orgânicas no período seco, evidencia-se a contribuição da geologia da bacia na alteração da condutividade elétrica.

5.2.4 Resistividade da Água (RE)

As variáveis espaço-temporal dos valores da Resistividade da água nos quatorze pontos estudados são apresentadas na Tabela 7 e Figura 38.

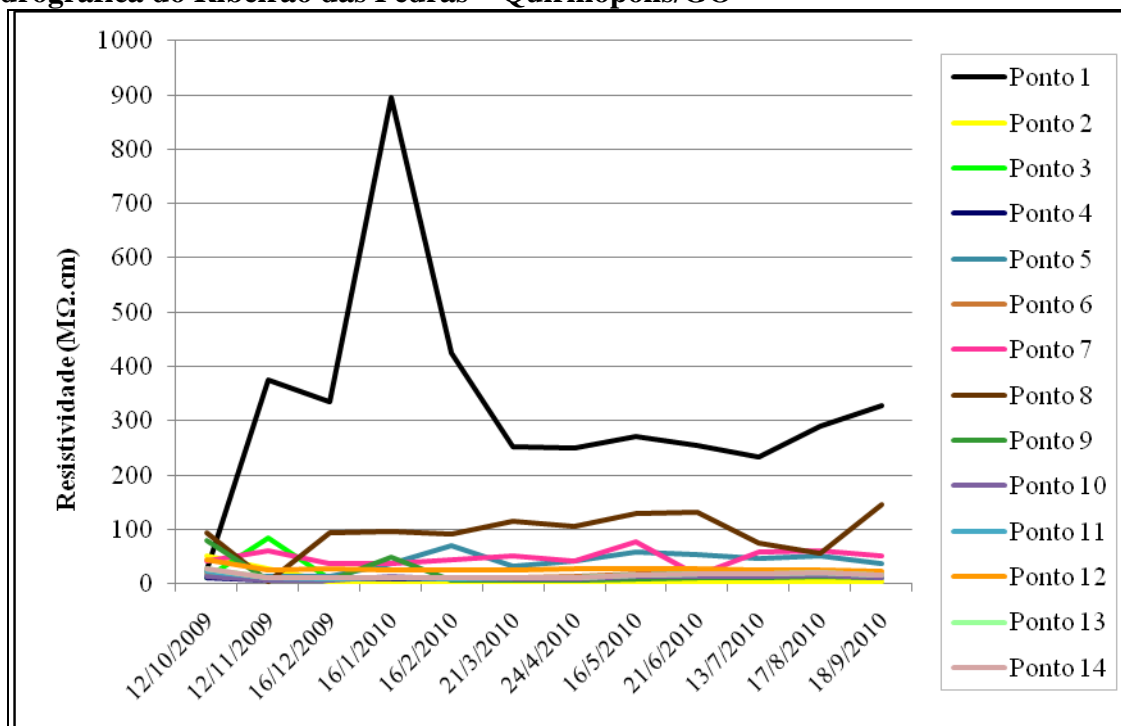
TABELA 7 - Dados estatísticos de RE verificados nas amostras de água

Pontos de Coleta	Resistividade da Água – RE (MΩ.cm)			
	Dados Estatísticos (outubro de 2009 a setembro de 2010)			
	Mínimo	Máximo	Média	Nº de dados
Ponto 1	24,99	895,00	328,04	12
Ponto 2	2,98	52,15	9,52	12
Ponto 3	8,39	84,09	18,80	12
Ponto 4	6,90	17,32	11,66	12
Ponto 5	12,47	70,37	38,90	12
Ponto 6	8,81	20,48	14,41	12
Ponto 7	14,94	77,34	48,19	12
Ponto 8	4,42	146,80	94,88	12
Ponto 9	5,46	79,05	17,72	12
Ponto 10	5,05	15,91	10,75	12
Ponto 11	9,31	22,22	14,57	12
Ponto 12	22,26	44,70	27,47	12
Ponto 13	10,03	27,71	15,30	12
Ponto 14	10,05	27,42	15,29	12

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Organização - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 38 - Valores da resistividade da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Os maiores valores de RE ocorreram no ponto de amostragem 1, localidade em que há a ocorrência de uma grande voçoroca, provocada pela degradação do solo e da ausência de prática de conservação. Nesta área observa-se que a prática da pecuária data de longo período, o que provocou a erosão no local.

A erosão do solo causada pela chuva, segundo Caruso (1998, p. 53-55) pode manifestar-se de duas formas:

(1) “geológica ou natural”, que se manifesta como um processo muito lento, atuando sobre a superfície em seu estado natural, sendo que seus efeitos aparecem ao longo de extensos períodos de tempo, mostrando um equilíbrio entre a remoção (intemperismo) e a formação de solos; (2) “acelerada ou antrópica”, que se caracteriza por um rompimento do equilíbrio natural, principalmente como efeito das atividades do homem, que retira a vegetação protetora para cultivar a terra. A ação degradadora se torna sensivelmente mais rápida, podendo remover, em poucos anos, camadas de solo fértil que a natureza levou milênios para formar.

O movimento de escoamento superficial da água, quando além dos limites toleráveis, leva ao arraste de solo e os prejuízos podem tornar-se incalculáveis. Trata-se da erosão em sulcos, que em sua expressão máxima, leva à formação de voçorocas. Diante disso Caruso (1998) salienta que a voçoroca é a forma mais espetacular de erosão acelerada, como resultado de uma combinação de processos erosivos causados por águas superficiais e

subterrâneas. As voçorocas se formam em locais de concentração de escoamento superficial (terraços mal construídos que se rompem), sendo que os sulcos que se formam ganham logo grandes proporções, tanto em profundidade como em largura. Ao encontrarem o lençol freático entra a contribuição das águas subterrâneas, provocando solapamentos, formação de cavidades, desmoronamentos, entre outros.

A RE apresenta-se bastante relacionada à temperatura da água e, segundo a Resolução N° 357 do CONAMA, a resistividade da água tipo I deve ser maior do que 10 MΩ.cm a 25 °C. Diante disso, analisando a Tabela 7, observa-se que apenas no ponto de amostragem 2 os valores médios de RE são de 9,52 MΩ.cm, portanto menor do que o considerado pelo CONAMA. Nos outros 13 pontos analisados a RE apresenta-se com valores acima do mínimo permitido, o que mostra que a água da Bacia do Ribeirão das Pedras insere-se dentro dos padrões de classificação do tipo I, no que diz respeito à RE.

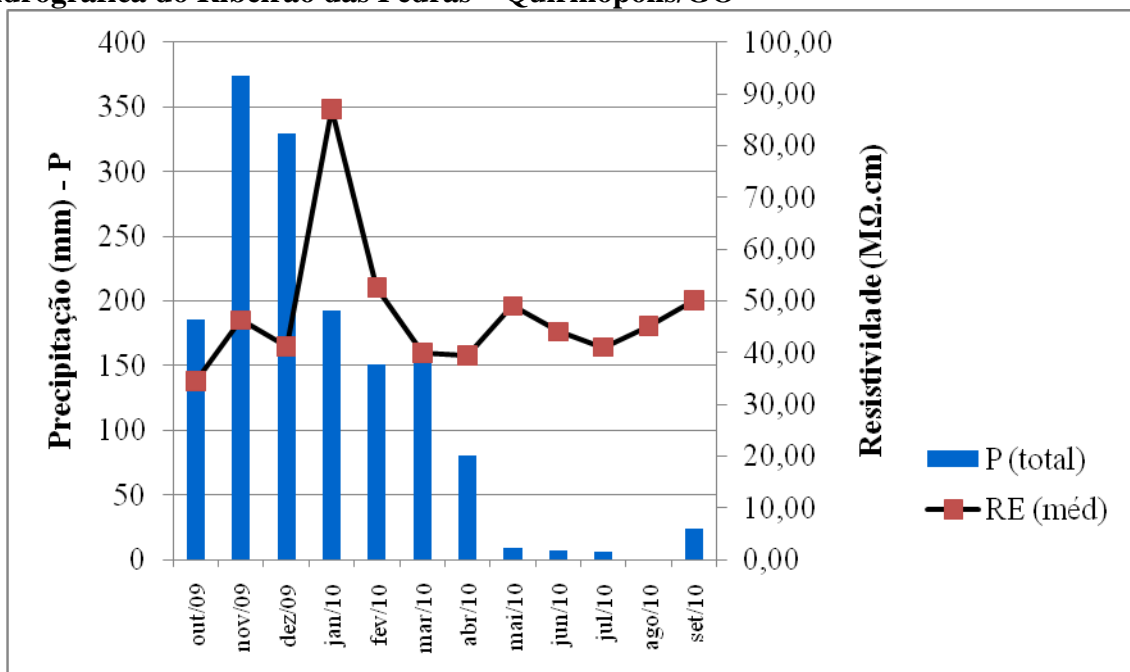
A água do tipo I pode ser considerada como a água de qualidade ideal, isto é, a água com a melhor qualidade possível de ser obtida com a tecnologia disponível atualmente para tratamento e purificação de água. Para Breda (2011), ela deve ser usada no momento em que é produzida; não deve ser estocada, pois sua resistividade diminui, podendo ocorrer lixiviação de metais e/ou compostos orgânicos e também contaminação bacteriana.

Como já referenciado, as análises demonstram resultados satisfatórios com relação à RE da água no local de estudo, visto que as variáveis se apresentaram dentro dos níveis permitidos.

A análise da RE demonstrou menor similaridade do ponto de amostragem 1 (Figura 39) em relação aos demais pontos de amostragem dos dados. A partir do mês de novembro de 2009 até o mês de setembro de 2010, último período de análise, o ponto de amostragem 1 apresentou maiores valores médios de RE que os demais, 328,04 MΩ.cm. No mês de janeiro de 2010, no ponto de amostragem 1, foi registrado o maior valor de RE, 895,00 MΩ.cm. Esse elevado valor detectado pode ser associado à maior pureza da água verificada no local.

Observando a Figura 39, verifica-se que os valores de precipitação não demonstram interferência nos resultados da RE.

FIGURA 39 - Resistividade da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Araujo (2006), em estudos da avaliação dos parâmetros físicos, químicos e índice de qualidade da água do Rio Saúde, Maceió/AL, relata que em água pura a resistividade da água é maior do que a condutividade elétrica, visto a menor presença de sólidos dissolvidos presentes na água. Esse fato pode explicar a maior RE da água no ponto de amostragem 1.

5.2.5 Salinidade da água (SAL)

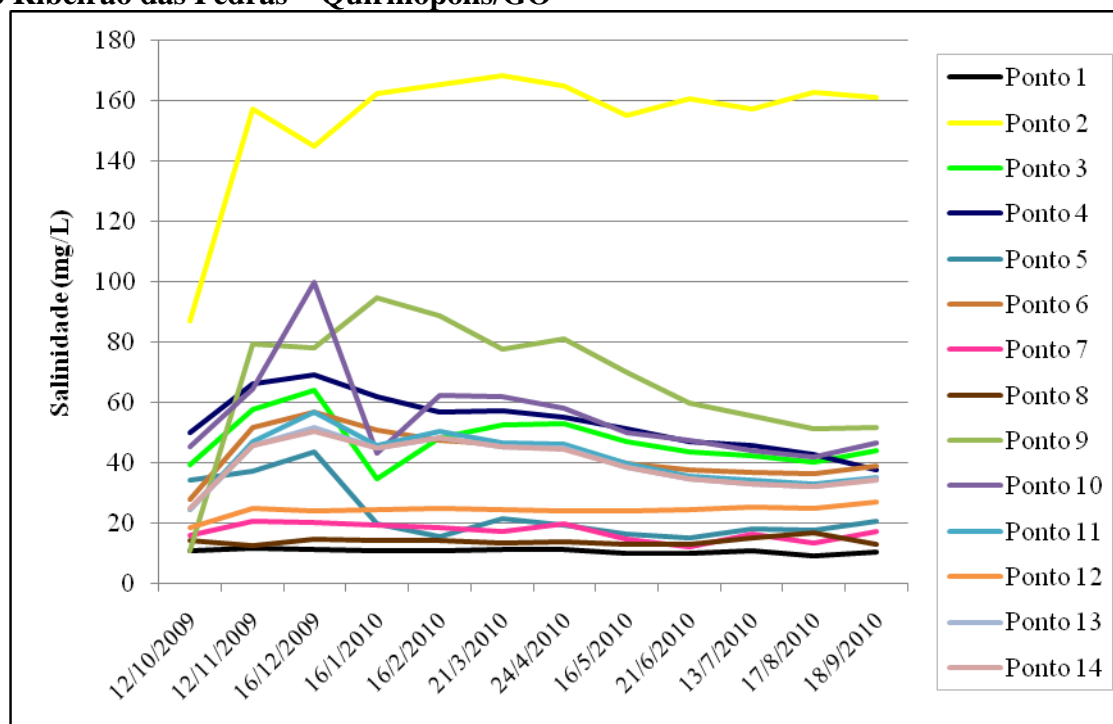
As variáveis espaço-temporal dos valores da Salinidade da água nos quatorze pontos estudados, são apresentados na Tabela 8 e Figura 40.

TABELA 8 - Dados estatísticos de SAL verificados nas amostras de água

Pontos de Coleta	Salinidade da Água – SAL			
	Dados Estatísticos (outubro de 2009 a setembro de 2010)			
	Mínimo	Máximo	Média	Nº de dados
Ponto 1	9,19	11,70	10,75	12
Ponto 2	87,20	168,60	154,15	12
Ponto 3	34,91	64,06	47,33	12
Ponto 4	37,78	69,09	53,47	12
Ponto 5	15,35	43,58	23,37	12
Ponto 6	28,08	56,86	43,03	12
Ponto 7	12,09	20,52	17,21	12
Ponto 8	12,68	16,82	14,07	12
Ponto 9	10,86	94,79	66,62	12
Ponto 10	42,20	99,86	55,50	12
Ponto 11	24,69	56,76	41,31	12
Ponto 12	18,65	27,04	24,32	12
Ponto 13	24,66	51,61	39,95	12
Ponto 14	24,78	50,71	39,86	12

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Organização - PAULA, M. M. de (2009)

FIGURA 40 - Valores da Salinidade da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO

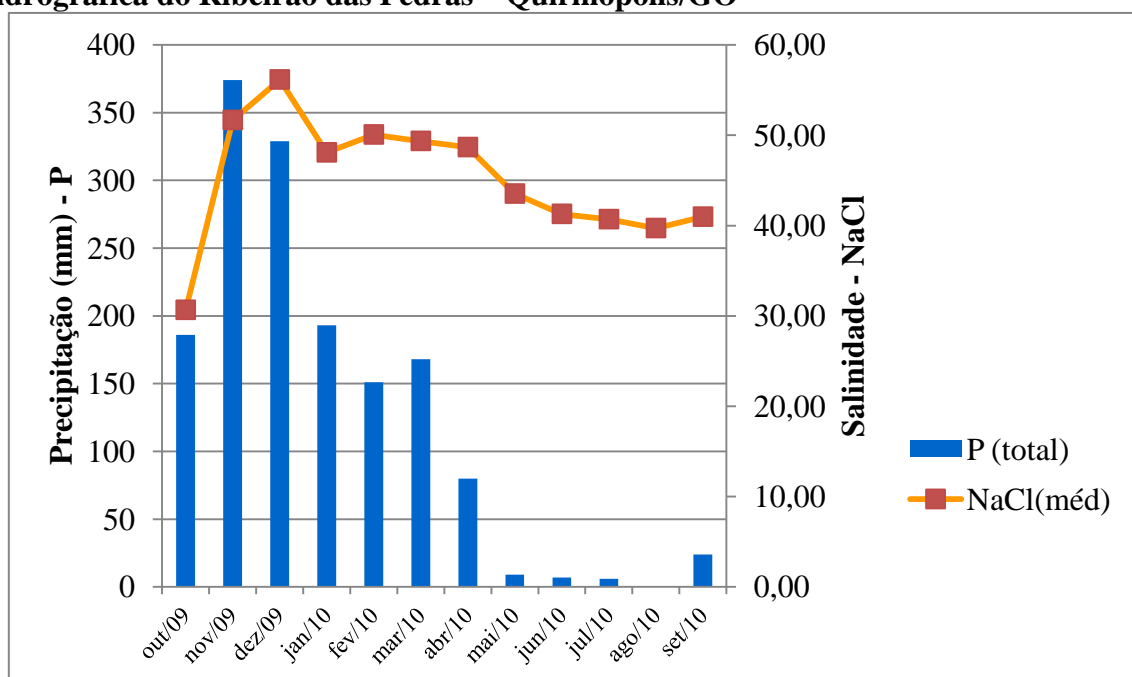
FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

A SAL dos cursos de água estudados variou bem abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que é de 500 mg/L, para corpos de águas doces entre os nove pontos de coleta, ao longo dos doze meses de pesquisa.

De acordo com os dados, o Ponto de amostragem 2, situado à jusante do ponto de amostragem 1, e à montante de doze demais cursos de água analisados, apresentou a maior SAL em relação a todos os outros pontos em termos médios. Caso seja desconsiderado esse ponto, a salinidade em todos os demais pontos analisados ficaria com concentração de sais abaixo de 100 mg/L. Porém, apesar do ponto de amostragem 2 ter uma elevada concentração de sais nas suas águas, apresentando um caráter mais salino que os outros, ele não ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, para as classes de águas doces. Em análise geral, as águas coletadas nos 14 pontos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, apresentaram SAL média entre 15 e 98 mg/L, estando a média geral das águas dentro do limite da Resolução CONAMA 357/2005.

Os valores médios de SAL da água na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras não apresentaram alterações visíveis entre os períodos seco e chuvoso (Figura 41).

FIGURA 41 - Salinidade da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Apesar da análise dos dados de SAL mostrar que o ponto de amostragem 2, tem um comportamento diferenciado dos outros pontos, ressalta-se que não ocorreu distinção entre os períodos seco e chuvoso. De acordo com Porto, Branco e Luca (1991), a condutividade das águas superficiais é bastante variada, podendo ser baixa, em valores como 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em

locais onde a precipitação é pobre em solutos iônicos e a litologia local é formada por rochas resistentes ao intemperismo, até valores de 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que é a condutividade da água do mar. Os valores de salinidade encontrados neste estudo ficaram na faixa de 9,19 a 168,6 mg/L nos pontos de amostragem.

5.2.6 Total de Sólidos Dissolvidos da Água (TDS)

As variáveis espaço-temporal dos valores de TDS da água nos quatorze pontos estudados, são apresentados na Tabela 9 e Figura 42.

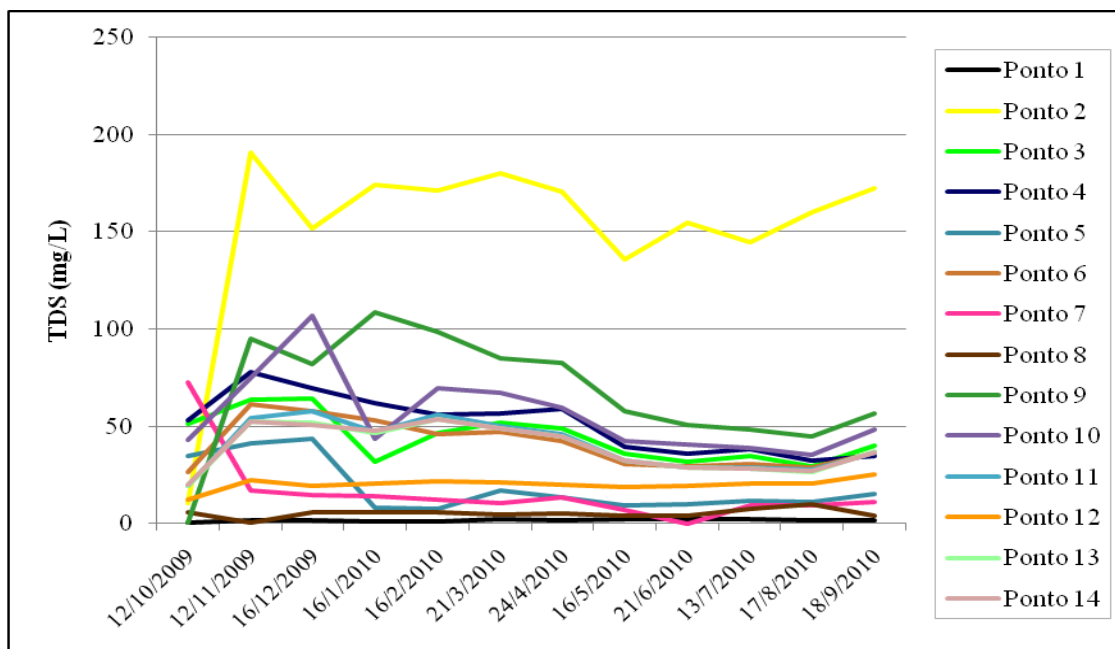
TABELA 9 - Dados estatísticos do TDS verificados nas amostras de água

Pontos de Coleta	Total de Sólidos Dissolvidos – TDS (mg/L)			
	Dados Estatísticos (outubro de 2009 a setembro de 2010)			
	Mínimo	Máximo	Média	Nº de dados
Ponto 1	0,56	2,32	1,58	12
Ponto 2	10,35	190,60	151,40	12
Ponto 3	29,56	64,15	44,18	12
Ponto 4	32,28	77,86	51,14	12
Ponto 5	7,60	43,30	18,53	12
Ponto 6	26,25	61,29	40,81	12
Ponto 7	0,03	72,80	15,79	12
Ponto 8	0,31	10,01	5,21	12
Ponto 9	0,17	108,70	67,53	12
Ponto 10	35,21	106,80	55,84	12
Ponto 11	19,09	57,88	40,34	12
Ponto 12	12,08	25,11	20,05	12
Ponto 13	19,45	53,69	39,16	12
Ponto 14	19,65	53,57	39,19	12

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Organização - PAULA, M. M. de (2010)

FIGURA 42 - Valores do TDS da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO.

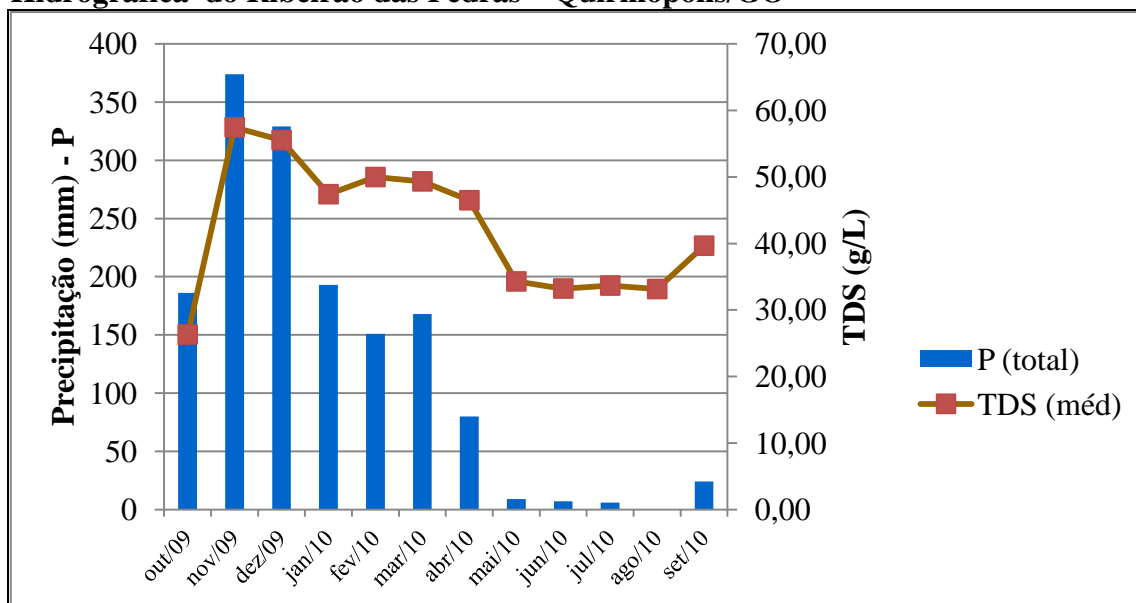


FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

A Resolução nº 357/2005 do CONAMA (CONAMA, 2005), que orienta sobre as classes de uso e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, determina uma concentração até 500 mg/L de sólidos totais dissolvidos, em componentes que afetam a qualidade organoléptica. Nota-se que mesmo considerando o limite máximo, as águas dos pontos de amostragem do Ribeirão das Pedras apresentaram valores inferiores ao estipulado pelo Ministério do Meio Ambiente (Figura 42).

Dentre as coletas realizadas - mês de outubro de 2009 a setembro de 2010 - onze delas apresentaram a maior concentração de sólidos dissolvidos no ponto de amostragem 2 (Figura 42), apresentando também a maior concentração de TDS, 190,60 mg/L, no mês de novembro de 2009, período que ocorreu também o maior volume de precipitação (Figura 43).

FIGURA 43 - TDS da água em relação à Precipitação total (P) na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

No período de maior volume de chuva (Figura 43) ocorreram as maiores concentrações de TDS. Esse fato deve-se pela forma de uso da terra da bacia, que tem como atividade prioritária a pastagem de gado bovino que usa as águas da bacia para a dessedentação, pisoteando as margens dos cursos d'água e provocando processos erosivos e lixiviação (Figura 44).

FIGURA 44 – Ponto 2, mostrando a ausência de vegetação e o pisoteio do gado que usa a água para a dessedentação.



FONTE - PAULA, M. M. de (2009)

Embora não tenha sido determinada a cor, sabe-se que elevados valores de TDS podem elevar a cor e, em menor proporção a turbidez das águas. Barreto (2009), em seus estudos de monitoramento da qualidade da água realizado na microbacia hidrográfica do Rio Catolé, em Itapetinga/BA, observou que os maiores valores de cor e turbidez trazem implicações tanto para o ecossistema aquático, onde dificulta a penetração dos raios solares desfavorecendo a fotossíntese e diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido nas águas e outros agravantes, quanto para o tratamento e abastecimento público.

Segundo Barreto (2009) os sólidos totais dissolvidos nas águas dos rios Catolé, Duas Barras e Catolézinho, no sudoeste da Bahia, variaram entre 08 a 555 mg/L, o que remete a concluir que apesar do ponto de amostragem 2 se distinguir claramente dos demais pontos, o mesmo encontra-se dentro do permitido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, onde o valor é de 500 mg/L.

Richter (2005) descreve também que águas com elevadas concentrações na cor, turbidez e sólidos dissolvidos, aumentam os custos de tratamento, diminui a vida útil dos filtros nas estações de tratamento, fazendo subir os valores pagos pelos consumidores em geral.

Observa-se simetria gráfica entre as Figuras 36 e 40, que representam as variações médias da CE e salinidade, respectivamente com os valores de TDS, representados pela Figura 43. Provavelmente estas três variáveis correlacionem entre si, a análise de Correlação de Pearson mostrará matematicamente se existem correlações entre elas.

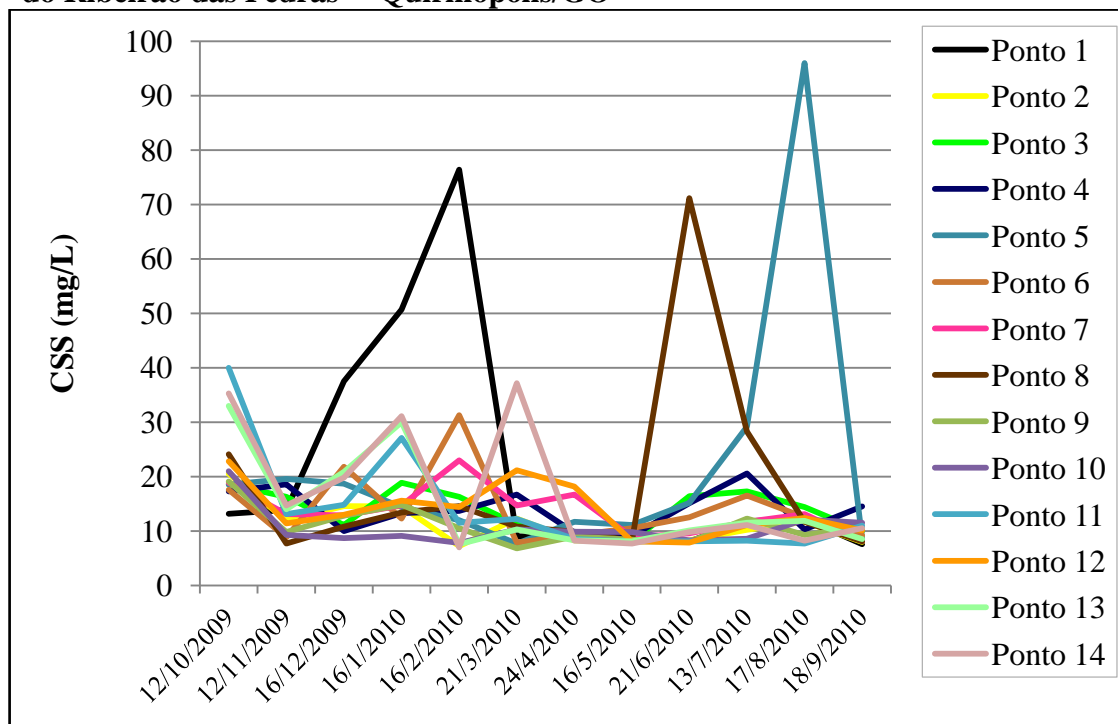
A Resolução nº 357/2005 do CONAMA, estabelece 500 mg/L para TDS como padrão para corpos de água nas classe 1, 2 e 3. Apenas o ponto de amostragem 2 apresenta como média geral de 131,40 mg/L, o que o coloca dentro do padrão de potabilidade da água para o consumo humano. Esses valores provavelmente justificam-se pela influência das margens desmatadas e consequente ausência da vegetação ciliar nesse ponto de amostragem.

5.3 Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS)

A concentração de sedimentos em suspensão (CSS) é o material particulado não dissolvido, encontrado suspenso no corpo d'água, composto por substâncias inorgânicas e orgânicas (CARVALHO, 2008).

As análises demonstraram que os pontos de maior concentração de sedimentos em suspensão foram os pontos de amostragem 1, 5 e 8 (Figura 45).

FIGURA 45 – Valores de CSS da água nos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras – Quirinópolis/GO



FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

No ponto de amostragem 1 há ocorrência de um processo erosão linear que se caracteriza como voçoroca que por este fato ocorre um maior carregamento de partículas do solo. Nos Pontos 5 e 8, observou-se nos dias da pesquisa em campo (mês de junho e agosto), a presença de animais dentro dos cursos d'água, sendo este o único manancial usado para a dessedentação dos animais no período da estiagem, o que acarretou essa variação, pois o pisoteio do gado faz com partículas de solo se desagreguem do leito e sejam carregadas pela água.

De acordo com Mantovanelli (1999), em seu deslocamento pela bacia de drenagem a água carrega diversos componentes dissolvidos e particulados. A quantidade de carga transportada em um rio está condicionada a diversas características de sua bacia de drenagem, tais como: a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, o uso da terra e o clima. Dessa forma, a autora julga de grande importância a mensuração do aporte de material particulado em suspensão para a determinação da análise da qualidade da água detecção de possíveis desequilíbrios ambientais.

Os maiores de valores da CSS (50,70 e 76,40 mg/L) detectados no ponto de amostragem 1 foram verificados nos meses de janeiro e fevereiro de 2009, respectivamente, período que na região em estudo, ocorrem os maiores volumes de precipitação. No estudo

realizado por Lima (2001), para a bacia do Rio Cuiabá/MT, verificou que a variação da CSS ocorreu em função do período sazonal, com maiores valores na época de chuva e menores na época seca.

A partir dos dados verificados na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, os menores índices da CSS ocorreram no mês de maio de 2010 em todos os Pontos de amostragem, com valores médios entre 7,70 e 11,10 mg/L, justificando assim os menores valores no período de estiagem.

A variação da CSS pode ser associada ao uso da terra na área de estudo que é predominantemente de atividade da pecuária extensiva de gado bovino, podendo influenciar na produção de sedimentos, que são transportados por escoamento superficial, a partir do pisoteio do gado. Apesar dos pontos de amostragem 1, 5 e 8 apresentarem maiores valores de aporte da CSS, os mesmos não se aproximaram do máximo permitido pela Resolução N° 357 do CONAMA, que fixa como limite, para as águas destinadas para consumo humano, valores máximos de 500 mg/L.

5.4 Análise de Correlações de Pearson das variáveis limnológicas

Os resultados das correlações de Pearson entre as variáveis T, pH, CE, TDS, SAL e RE, analisadas nos períodos e pontos monitorados são apresentados nas Tabelas 10 e 11. Para a realização destas análises foram utilizados os dados primários, referentes ao período de coleta de água, de outubro de 2009 a setembro de 2010. A sistematização metodológica para análise da Correlação de Pearson das variáveis foi realizada com bases nos estudos de Carneiro (2002), sobre impacto ambiental e qualidade da água no Açude Atalho em Brejo Santo, Ceará. Vale ressaltar que são discutidos os resultados que apresentaram correlações significativas, com valores de $r \geq 0,800$.

As variáveis analisadas foram sequenciadas por períodos e pontos de monitoramento, ou seja, a Tabela 10 representa todas as variáveis limnológicas apresentadas nos P1, P2, sucessivamente até o P14 durante todo o período de coleta de dados, outubro de 2009 a setembro de 2010 e, a Tabela 11 representa a correlação das variáveis analisadas, apenas do ponto monitorado.

Analisando a correlação entre T e pH, T e CE, T e TDS, T e SAL e T e RE da água, durante o período de coleta de dados, observa-se que não houve correlação significativa entre essas variáveis (Tabela 10). Porém, ao analisar a correlação entre as variáveis nos pontos de amostragem (Tabela 11 e Figuras 46 e 47), observa-se que houve correlação significativa e

positiva entre T e TDS no ponto de amostragem 4 ($r = 0,816$) e T e SAL no Ponto de amostragem 1 ($r = 0,917$).

Conforme foi verificado no ponto de amostragem 4, no período entre novembro de 2009 e agosto de 2010, observa-se que o TDS representa valores superiores a 100% dos valores obtidos da T. O que justifica uma maior quantidade de íons dissolvidos na água em consequência de maiores valores da temperatura. A temperatura da água exerce influência na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade dos gases dissolvidos. Carvalho et al. (2000, In SILVA et al. 2008), verificaram a existência de uma significativa relação entre o aumento da temperatura da água e dos sólidos suspensos com a condutividade elétrica na água, que pode ocorrer a partir de reações desencadeadas na fauna aquática frente ao aumento da temperatura.

TABELA 10 - Correlação de Pearson entre as variáveis analisadas no período de outubro de 2009 a setembro de 2010, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO

Correl. Variáveis	12 out/09	12 nov/09	16 dez/09	16 jan/10	16 fev/10	21 mar/10	24 abr/10	16 mai/10	21 jun/10	13 jul/10	17 ago/10	18 set/10
T x pH	0,035	0,145	-0,069	0,006	-0,421	-0,376	-0,048	-0,240	-0,024	-0,456	0,287	-0,051
T x CE	0,203	-0,256	-0,489	-0,365	-0,133	-0,400	-0,326	-0,337	-0,184	-0,350	-0,041	-0,192
T x TDS	0,606	-0,191	-0,478	-0,296	-0,061	-0,368	-0,310	-0,286	-0,110	-0,322	0,018	-0,131
T x SAL	0,313	-0,212	-0,485	-0,311	-0,143	-0,392	-0,316	-0,309	-0,130	-0,336	-0,023	-0,185
T x RE	-0,044	-0,385	-0,179	-0,398	-0,408	-0,246	-0,225	0,104	-0,068	-0,088	-0,375	-0,460
pH x CE	0,643	0,766	0,663	0,678	0,315	0,432	0,731	0,689	0,817	0,797	0,579	0,896
pH x TDS	0,049	0,807	0,671	0,711	0,308	0,448	0,743	0,695	0,822	0,797	0,584	0,910
pH x SAL	0,481	0,776	0,635	0,667	0,311	0,418	0,715	0,667	0,816	0,794	0,572	0,901
pH x RE	-0,108	-0,575	-0,857	-0,606	0,222	-0,187	-0,720	-0,814	-0,711	-0,220	-0,420	-0,453
CE x TDS	-0,126	0,995	0,9997	0,984	0,996	0,999	0,999	0,998	0,995	0,999	0,997	0,996
CE x SAL	0,851	0,997	0,999	0,984	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998	0,999	0,999	0,9995
CE x RE	0,123	-0,247	-0,524	-0,331	-0,433	-0,483	-0,485	-0,510	-0,419	-0,448	-0,379	-0,392
TDS x SAL	0,190	0,998	0,999	0,996	0,994	0,997	0,998	0,999	0,998	0,999	0,999	0,997
TDS x RE	-0,530	-0,333	-0,528	-0,327	-0,456	-0,504	-0,498	-0,507	-0,396	-0,444	-0,365	-0,421
SAL x RE	-0,261	-0,305	-0,499	-0,306	-0,415	-0,466	-0,461	-0,486	-0,401	-0,415	-0,367	-0,383

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Organização - PAULA, M. M. de (2010)

LEGENDA: T – Temperatura da Água; pH – Potencial Hidrogeniônico; CE – Condutividade Elétrica; TDS – Total de Sólidos Dissolvidos; SAL – Salinidade; RE – Resistividade.


 Valores de *r* significativos


TABELA 11 - Correlação de Pearson entre os parâmetros analisados nos pontos monitorados, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO

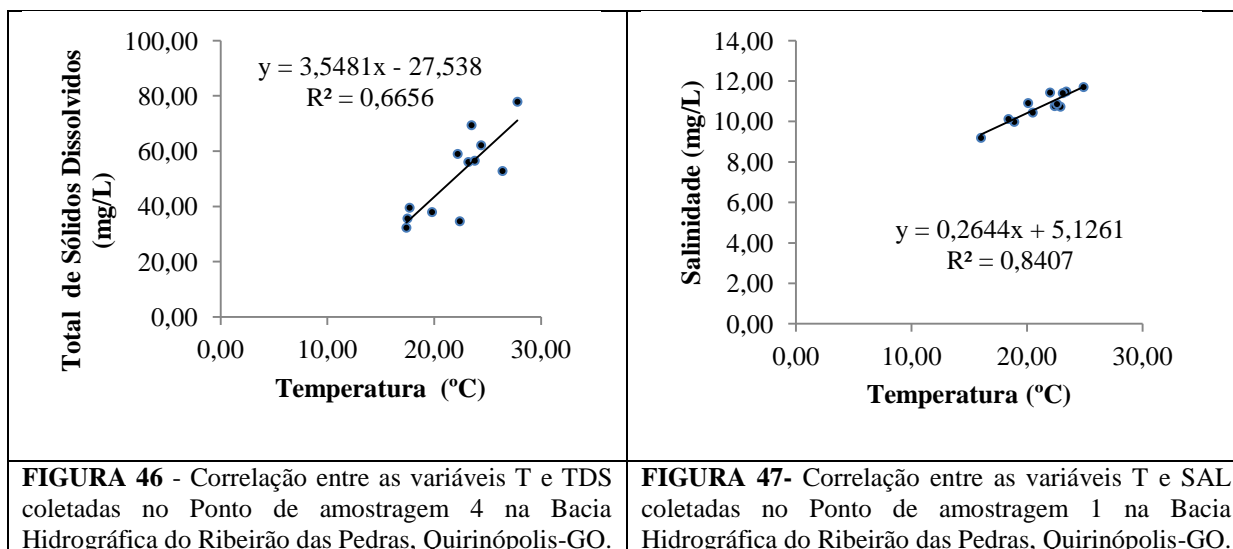
Correl. Variáveis	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8	Ponto 9	Ponto 10	Ponto 11	Ponto 12	Ponto 13	Ponto 14
T x pH	0,050	-0,108	-0,240	0,441	0,056	0,372	-0,074	0,071	0,425	0,268	0,095	-0,179	0,212	0,263
T x CE	0,348	-0,095	0,258	0,222	0,377	0,062	0,130	-0,670	0,195	0,115	0,153	-0,241	0,120	0,126
T x TDS	-0,471	-0,401	0,756	0,816	0,539	0,620	0,521	-0,693	0,586	0,548	0,718	0,368	0,694	0,734
T x SAL	0,917	-0,617	0,322	0,592	0,551	0,339	0,497	-0,514	0,381	0,354	0,508	0,234	0,474	0,525
T x RE	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239	0,239
pH x CE	-0,263	0,397	-0,278	-0,069	0,072	0,167	0,012	0,146	0,407	0,400	0,655	0,353	0,502	0,370
pH x TDS	0,277	0,077	-0,113	0,376	0,078	0,571	-0,090	-0,004	0,184	0,634	0,384	-0,015	0,334	0,211
pH x SAL	0,080	0,089	0,002	0,322	0,127	0,535	-0,246	0,081	0,063	0,640	0,431	0,042	0,348	0,166
pH x RE	-0,131	-0,044	-0,240	-0,325	0,101	-0,504	-0,017	-0,077	0,701	-0,487	-0,325	-0,147	-0,357	-0,211
CE x TDS	-0,236	-0,092	0,347	0,559	0,976	0,622	-0,112	0,751	0,477	0,781	0,612	0,341	0,604	0,609
CE x SAL	0,286	-0,039	0,358	0,656	0,965	0,705	0,730	0,624	0,493	0,858	0,725	0,411	0,717	0,718
CE x RE	-0,276	0,028	0,110	-0,501	-0,876	-0,608	0,418	0,299	0,110	-0,635	-0,634	-0,358	-0,715	-0,732
TDS x SAL	-0,199	0,954	0,823	0,932	0,982	0,943	0,097	0,929	0,971	0,974	0,962	0,974	0,960	0,961
TDS x RE	-0,310	-0,754	0,406	-0,971	-0,889	-0,980	-0,081	0,051	-0,466	-0,945	-0,989	-0,950	-0,964	-0,966
SAL x RE	0,048	-0,870	0,326	-0,928	-0,886	-0,952	0,015	-0,298	-0,542	-0,870	-0,949	-0,978	-0,956	-0,960

FONTE - Pesquisa de campo (2009/2010)

Organização - PAULA, M. M. de (2011)

LEGENDA: T – Temperatura da Água; pH – Potencial Hidrogeniônico; CE – Condutividade Elétrica; TDS – Total de Sólidos Dissolvidos; SAL – Salinidade; RE – Resistividade.

 Valores de r significativos



Relativo à correlação verificada entre T e SAL no ponto de amostragem 1, verificou-se que a pequena profundidade e volume da água em análise é mais aquecida, ocorrendo o aumento das reações químicas e consequente dissolução dos minerais que estão sendo carregados para o corpo d'água.

A análise do conjunto das variáveis pH e CE, pH e TDS e pH e SAL demonstraram correlação significativa e positiva nos meses de junho (pH e CE, $r = 0,817$; pH e TDS, $r = 0,822$; pH e SAL, $r = 0,816$) e setembro de 2010 (pH e CE, $r = 0,896$; pH e TDS, $r = 0,910$; pH e SAL, $r = 0,901$) (Tabela 10 e Figuras 48, 49, 50, 51, 52 e 53). Fato que pode ser explicado pelo pH ácido detectado na análise, que fez com que ocorresse uma maior dissolução de íons e consequente aumento da CE, do TDS e da SAL da água.

A relação entre o aumento da CE e os valores de SAL foram ocasionados possivelmente pela maior decomposição de matéria orgânica que ocorre neste terreno, uma vez que o local é intensamente utilizado para a dessedentação do gado, que deposita ali suas fezes e urina. Para Tundisi e Matsumura Tundisi (2008, p. 107) “a condutividade elétrica é um indicador da salinidade resultante da concentração de sais, ácidos e bases nas águas naturais”. Ainda, relativo a essas variáveis, não foi possível verificar correlação significativa nos pontos isoladamente, pois em água com baixa possibilidade de transmitir corrente elétrica, a quantidade de íons dissolvidos não é representativa.

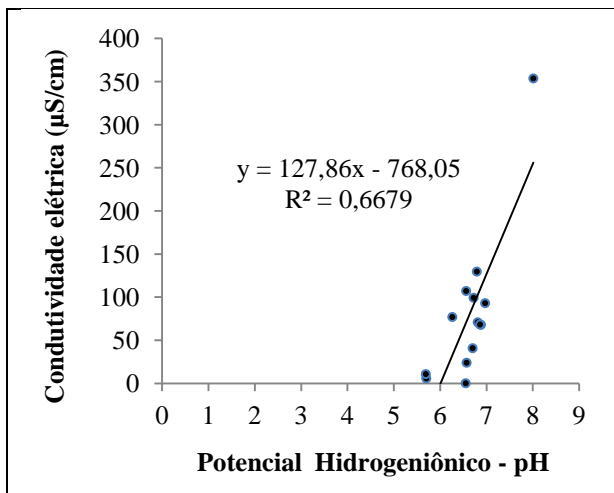


FIGURA 48 - Correlação entre as variáveis pH e CE coletadas no mês de junho/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.

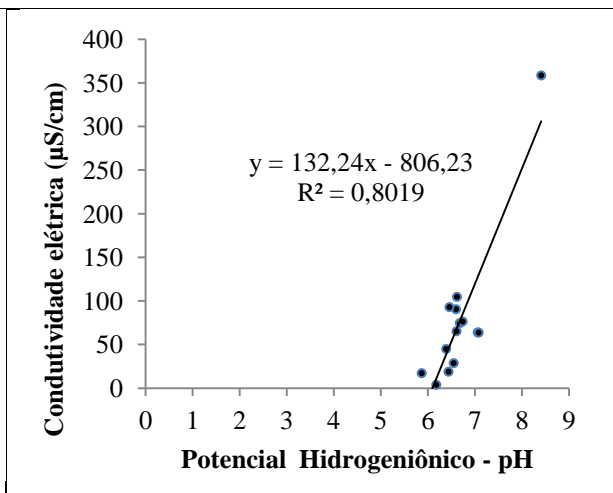


FIGURA 49 - Correlação entre as variáveis pH e CE coletadas no mês de setembro/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.

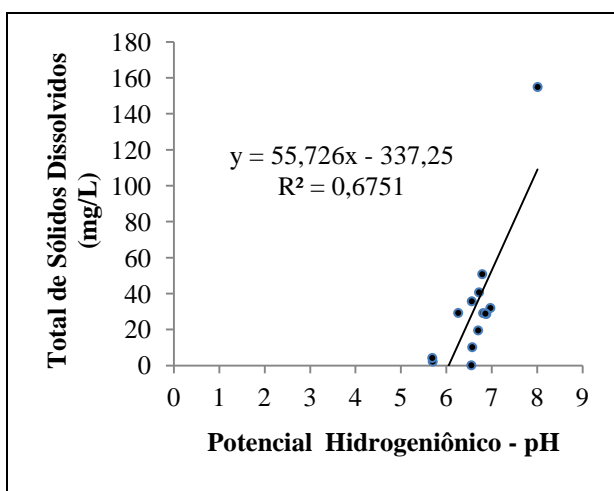


FIGURA 50 - Correlação entre as variáveis pH e TDS coletadas no mês de junho/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.

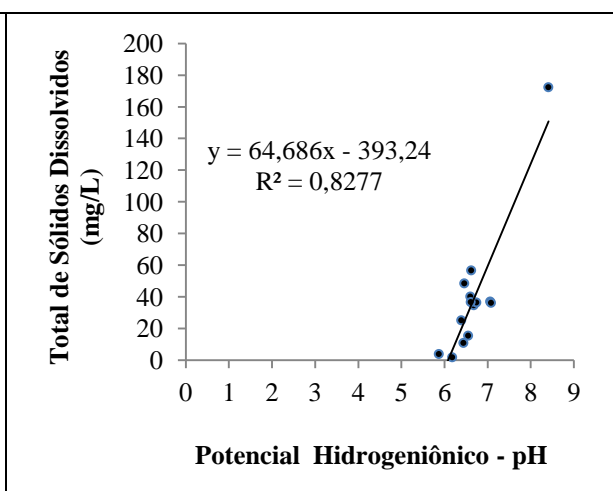


FIGURA 51 - Correlação entre as variáveis pH e TDS coletadas no mês de setembro/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.

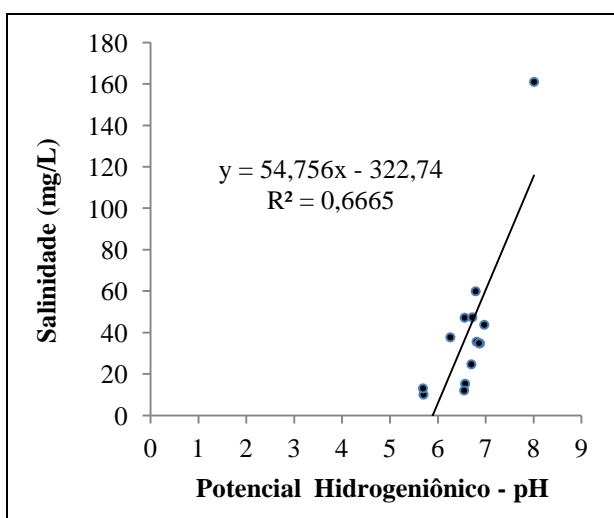


FIGURA 52 - Correlação entre as variáveis pH e SAL coletadas no mês de junho/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.

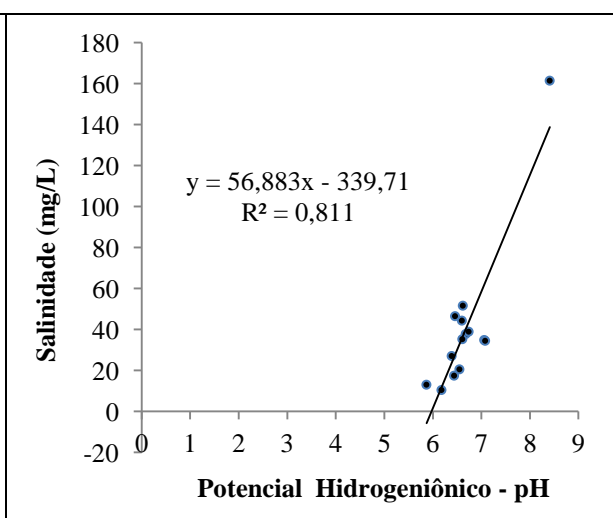
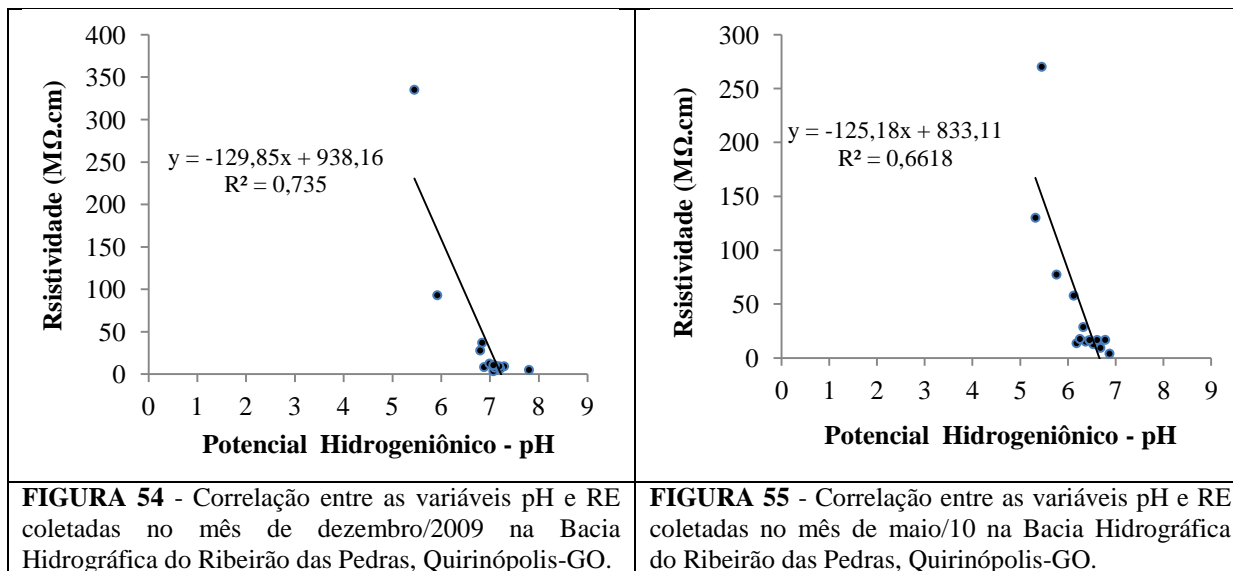
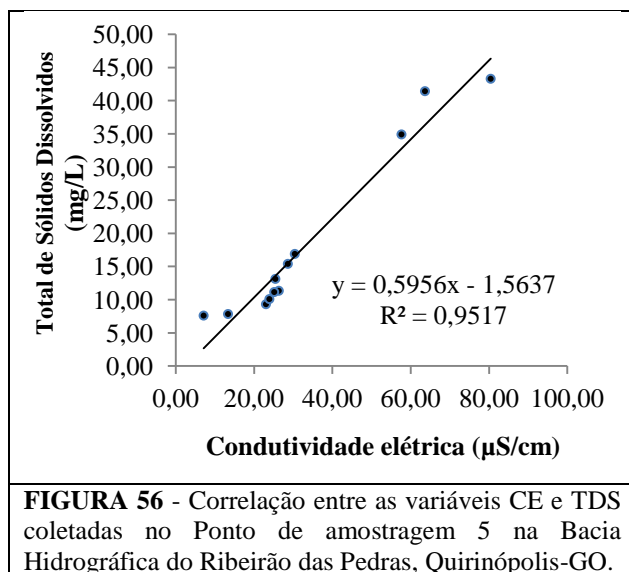


FIGURA 53 - Correlação entre as variáveis pH e SAL coletadas no mês de setembro/10 na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis-GO.

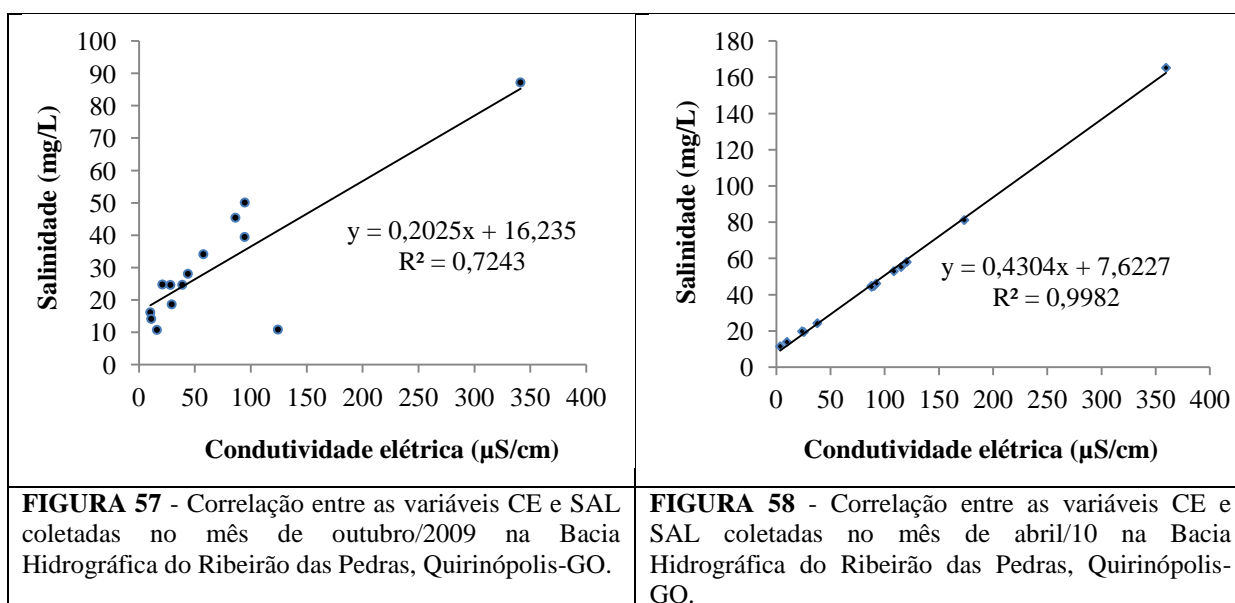
As variáveis pH e RES apresentaram correlação significativa nos meses de dezembro de 2009 ($r = 0,857$) e maio de 2010 ($r = 0,814$). Essa correlação pode estar associada à dissolução de rochas basálticas, compostas por ferro, magnésio e piroxênios, elementos que deixam mais alcalino o pH da água (Tabela 10 e Figuras 54 e 55).



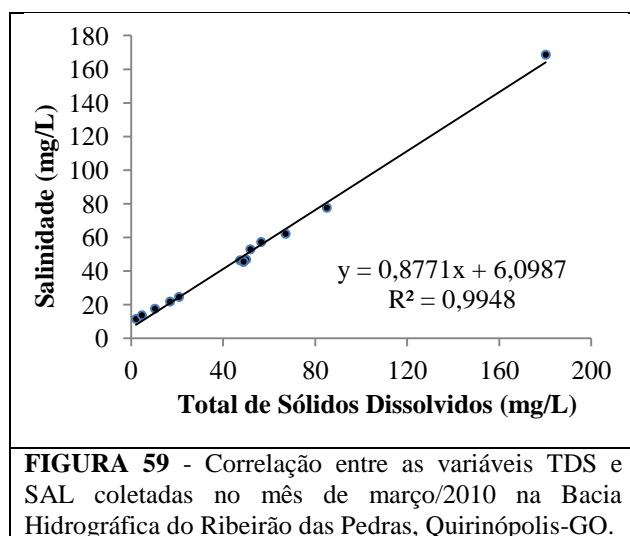
Houve correlação significativa e positiva entre a CE e o TDS em onze dos doze meses de coleta de dados (novembro/2009, $r = 0,995$; dezembro/2009, $r = 0,999$; janeiro/2010, $r = 0,984$; fevereiro, $r = 0,996$; março e abril, $r = 0,999$; maio, $r = 0,998$; junho, $r = 0,995$; julho, $r = 0,999$; agosto, $r = 0,997$ e setembro/2010, $r = 0,996$). Apenas no mês de outubro/2009 não foi verificada correlação significativa. A quantidade de sólidos e de cloretos na água é sazonal, variando muito do período seco para o período chuvoso e dependendo principalmente do tipo de solo, intensidade da chuva e da forma de uso e ocupação da bacia. A correlação detectada entre a CE e o TDS da água nos pontos monitorados da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, deve-se ao nível de solubilidade de sais e outros compostos no ambiente aquático, tais como decomposição de matéria orgânica e processos erosivos através da lixiviação do solo no período chuvoso. Essas correlações podem estar associadas ao aumento da concentração de sais e compostos inorgânicos ocasionados pela antropização da terra e consequente modificação dos cursos d'água. Observando a correlação no ponto de amostragem, observa-se que o maior coeficiente de correlação foi detectado no ponto de amostragem 5, $r = 0,976$ (Tabela 11 e Figura 56).



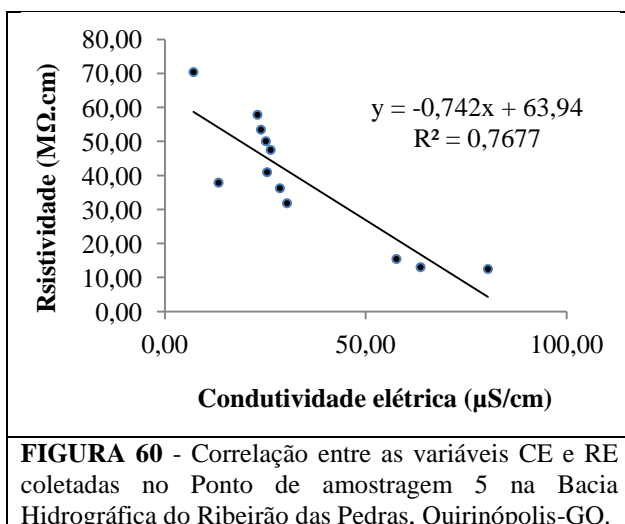
A mesma explicação se dá à correlação significativa e positiva entre CE e SAL e entre TDS e SAL. Porém, a CE se correlacionou com a SAL em todo o período que envolveu a pesquisa (outubro /2009, $r = 0,851$; novembro/2009, $r = 0,997$; dezembro/2009, $r = 0,999$; janeiro/2010, $r = 0,984$; fevereiro, março, abril e maio, $r = 0,999$; junho, $r = 0,998$; julho, agosto e setembro, $r = 0,999$). Estudos de Sartor (2008) revelam que valores da CE no Reservatório Rodolfo Costa e Silva, no Rio Grande do Sul, tenham sofrido variância devido à influência dos sedimentos depositados no fundo do reservatório nos locais onde os compartimentos aquáticos apresentavam baixa profundidade, ou poderiam ter sido oriundos de alguma ação antrópica realizada nas sub-bacias. Pelo fato da correlação entre CE e SAL apresentarem valores similares em seus coeficientes (Tabela 10), serão apresentados os resultados dos meses de outubro/2009 e abril/2010 nas Figuras 57 e 58.



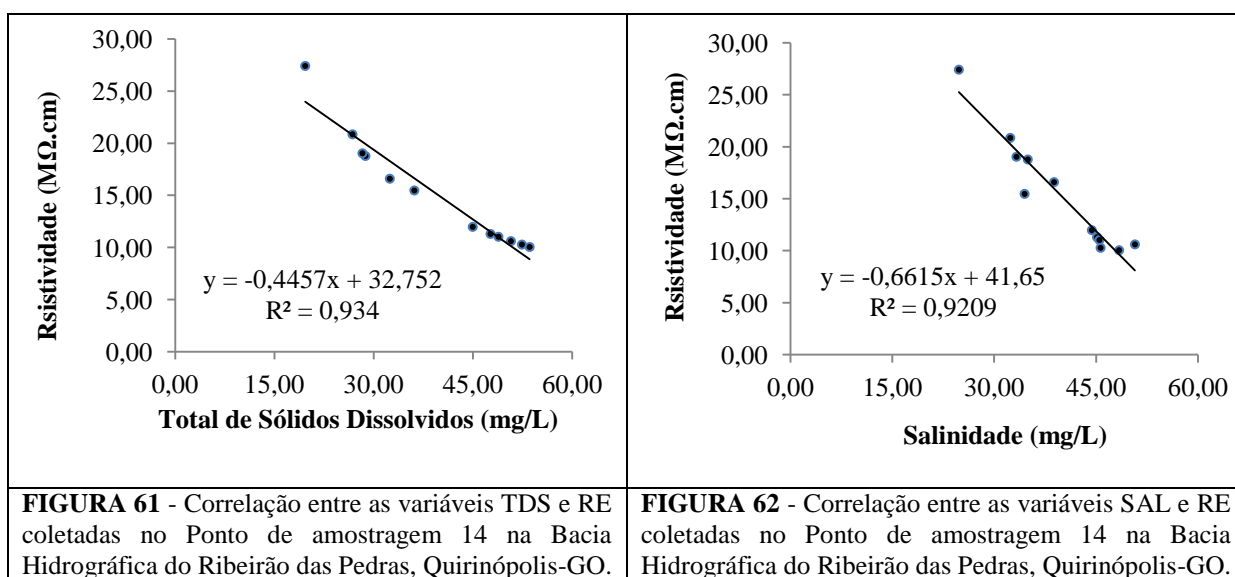
A SAL também se correlacionou com o TDS (Tabela 10) em onze meses de coleta dos dados amostrais da água (novembro/2009, $r = 0,998$; dezembro/2009, $r = 0,999$; janeiro/2010, $r = 0,996$; fevereiro, $r = 0,994$; março, $r = 0,997$; abril, $r = 0,998$; maio, $r = 0,999$; junho, $r = 0,998$; julho e agosto, $r = 0,999$ e setembro/2010, $r = 0,997$). Apenas no mês de outubro/2009 não houve correlação significativa entre SAL e SAL. Pelo fato de todos os coeficientes apresentarem valores similares ($r = 0,99-$), será mostrado o resultado da correlação entre TDS e SAL do mês de março/2010, escolhido como período intermediário (Figura 59).



Houve correlação significativa e negativa entre a CE e RE (Tabela 11 e Figura 60) no Ponto de amostragem 5 ($r = -0,876$). Na análise dos dados verificou-se uma menor condutividade elétrica em relação à resistividade nesse ponto durante os doze meses de coleta. Fato que pode ser explicado por esse curso d'água encontrar-se com menores índices de impurezas em suas águas, pois tem suas margens bem protegidas por mata ciliar e o local é cercado para evitar a entrada do gado.



A RE também se correlacionou significativa e negativamente com o TDS e a SAL (Tabela 11) nos Pontos de amostragem 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13 e 14 (TDS e RE: P4, $r = -0,971$; P5, $r = -0,889$; P6, $r = -0,980$; P10, $r = -0,945$; P11, $r = -0,989$; P12, $r = -0,949$; P13, $r = -0,964$; P14, $r = -0,966$ e SAL e RE: P4, $r = -0,928$; P5, $r = -0,886$; P6, $r = -0,952$; P10, $r = -0,870$; P11, $r = -0,949$; P12, $r = -0,980$; P13, $r = -0,956$; P14, $r = -0,960$). No Ponto de amostragem 2 a SAL e a RE também demonstram coeficiente significativo e negativo de correlação ($r = -0,870$). Esses coeficientes podem estar associados aos menores valores tanto do total de sólidos dissolvidos quanto da salinidade com relação aos maiores de resistividade encontrados nos dados desses pontos de amostragem, demonstrando que os íons dissolvidos não são bons condutores de eletricidade. Para demonstração desses coeficientes, as Figuras 61 e 62 apresentam as correlações entre TDS e RE e SAL e RE, ambas no ponto de amostragem 14, por ser esse o local de captação de água, no Ribeirão das Pedras, para o abastecimento da população urbana de Quirinópolis-GO.



Os gráficos exibidos foram elaborados segundo o grau de correlação entre as variáveis, sendo que em alguns casos por possuir pouca correlação não foram demonstrados, justamente pelo fato de serem pouco expressivo quanto ao grau de correlação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo mostrou que, apesar de apresentar condições adequadas para uso segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005), a água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO, deve ser preservada através de práticas conservacionistas do solo, o que trará segurança de abastecimento para a população.

Através das informações obtidas nos 14 pontos de coletas de campo, no levantamento físico-ambiental da área através da elaboração de mapas temáticos, na análise dos parâmetros de qualidade da água, tanto *in loco* quanto em laboratório foi possível avaliar as condições ambientais, as formas de uso da terra e confirmar suas interferências na qualidade da água, além de verificar os problemas ambientais que se processam na bacia hidrográfica.

Pode-se perceber, em relação à cobertura vegetal, que a bacia vem sofrendo alterações no que diz respeito à supressão da vegetação nativa. As áreas com cobertura de Cerrado, tanto nas classes Mata/Cerrado e Pasto/Cerrado apresentaram visível diminuição, observado nos mapas temáticos de uso da terra de 1985 e 2009. Na área do Ribeirão das Pedras, verificou-se o descumprimento da legislação vigente, Código Florestal Brasileiro, principalmente no que diz respeito às áreas de preservação permanente, pois as mesmas apresentam um déficit muito grande da vegetação. As supressões de vegetação nos dois períodos avaliados se deram pelo fato de que nas áreas foram introduzidas pastagens cultivadas com espécies de gramíneas selecionadas de acordo com a vocação da região, para a criação de gado de corte e leite. Nota-se que a presença de vegetação arbórea remanescente encontra-se esparsa pelas referidas áreas de pastagens, bem como nas encostas dos morros e também nas margens dos cursos d'água.

As variáveis limnológicas analisadas, além de detalhar a qualidade das águas, também sofrem influências das estações do ano frente a fatores externos como, por exemplo, a precipitação pluviométrica. Isso fica evidenciado ao observar o comportamento das variáveis físico-químicas: temperatura, condutividade elétrica e total de sólidos dissolvidos,

que apresentaram comportamentos parecidos, ou seja, quando ocorre maior volume de precipitação pluviométrica, as mesmas têm um aumento em seus valores.

Verificou-se que o uso da terra é outro fator que atua no comportamento dessas variáveis, ou seja, o ponto 02 que possui a sua nascente sem cobertura vegetal e é utilizada para a dessedentação do gado apresenta as maiores concentrações de condutividade elétrica e de total de sólidos dissolvidos nas análises que ocorreram de outubro de 2009 a setembro de 2010.

No pH da água, as amostras coletadas nos meses de agosto e setembro, nos pontos de amostragem 1 e 8, as concentrações de íons de hidrogênio encontraram-se entre 5,44 e 5,02, o que levou a concluir que estes valores podem estar relacionados ao excesso de dejetos de animais que utilizam regularmente estas áreas, que são nascentes de cursos d'água. Porém, na maioria dos pontos, os valores de pH não demonstram muito afastados da neutralidade, mantendo uma média geral de 6,73, o que representa um aspecto positivo deste parâmetro com relação a qualidade da água na bacia estudada, pois os valores do pH, permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/ 2005, deve estar entre 6,0 a 9,0.

Dados da resistividade da água demonstraram menor similaridade do ponto de amostragem 1 em relação aos demais pontos de coleta de dados. Este ponto de amostragem apresentou os maiores valores de resistividade, o que pode ser explicado pela ocorrência de uma grande voçoroca na localidade, provocada pela degradação do solo e ausência de prática de conservação.

Relativo à salinidade, apenas o ponto de amostragem 2 apresentou uma elevada concentração de sais nas suas águas, apresentando-se com um caráter mais salino que os outros corpos de água desse estudo. Porém, os valores encontrados não ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, para as classes de águas doces. Em análise geral, as águas coletadas nos 14 pontos de amostragem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, apresentaram a salinidade média entre 9 e 15 mg/L.

Os maiores valores de aporte da concentração de sedimentos em suspensão foram encontrados nos pontos de amostragem 1, 5 e 8, respectivamente, valores observados tanto no período seco quanto no período chuvoso. O uso da terra na área de estudo é predominantemente ligado à atividade da pecuária extensiva de gado bovino, podendo influenciar na produção de sedimentos, que são transportados por escoamento superficial, a partir do pisoteio do gado.

Diante das análises dos parâmetros de qualidade da água e a relação feita com a precipitação no período da coleta de dados, verificou-se que a precipitação não é o principal

fator de grande interferência nas variáveis limnológicas dessa área de estudo, mas sim as formas de uso da terra, que antropizam os ambientes e trazem alterações no meio natural do local, principalmente no que diz respeito aos recursos hídricos.

Desta forma, recomenda-se que as políticas públicas locais se voltem para o cumprimento da legislação ambiental vigente, principalmente no ponto que apresentou as maiores variações nas análises limnológicas avaliadas (Ponto 2). Considerando que as formas de uso e ocupação da terra se apresentaram como principais fatores de alteração da qualidade água, sugere-se a utilização de ferramentas de gestão integrada de bacias hidrográficas, partindo de ações de educação ambiental e até fiscalização efetiva, como forma de mitigar os impactos da ocupação desordenada e do uso inadequado da terra na área da bacia, a qual é a principal fonte de abastecimento da população urbana de Quirinópolis/GO.

Em ambientes onde a ação antrópica é marcante, a qualidade da água é afetada não só por fatores naturais, mas também por impactos das atividades humanas. Assegurar a quantidade de água necessária não basta. É preciso manter a qualidade da água.

REFERÊNCIAS

ADÂMOLI, J. et al. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel; Brasília: CPAC, 1987. p. 33-74.

ALLAN, V. **Algumas definições relacionadas à água**. Curitiba/PR. 2008. Disponível em: <<http://www.aquaflux.com.br/forum/viewtopic.php?f=45&t=202>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A ANA na gestão das águas**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/PlanejHidrologico/default.asp>>. Acesso em: 4 set. 2009.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: APHA, 1995. 1085 p.

ARAUJO, A. E. de M. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e índice de qualidade da água no Rio Saúde, em razão da precipitação** (maio a dezembro de 2004): estudo de caso. 107 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto de Ciências Atmosféricas. Universidade Federal de Alagoas. Maceió-AL. 2006. Disponível em: <http://bdtd.ufal.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=357>. Acesso em: 10 dez. 2010.

ASSAD, E. D. et al. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 119-137.

ASSAD, M. L. L.; HAMADA, E.; CAVALIERI, A. Sistema de informações geográficas na avaliação de terras para agricultura. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 191-232.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**. Informação e documentação: referências - elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 2002. 24 p.

_____. **NBR 10520**. Informação e documentação: apresentação de citações em documentos. Rio de Janeiro ABNT, ago. 2002. 7 p.

_____. **NBR 14724**. Informação e documentação: trabalhos acadêmicos - apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, mar. 2011. 11 p.

ATLAS do **Meio Ambiente do Brasil**. Brasília: EMBRAPA-SPI: Terra Viva, 1994. 97 p.

BARRETO, L. V.; ROCHA, F. A.; OLIVEIRA, M. S. **Monitoramento da qualidade da água na microbacia Hidrográfica do Rio Catolé, em Itapetinga-BA**. Centro Científico Conhecer - Enciclopédia Biosfera. V. 5, n. 8. Goiânia, 2009.

BOLETIM de Aplicação. **A saúde da água**. Disponível em: <http://www.micronal.com.br/artigostecnicos/saude_agua.htm>. Acesso em: 23 set. 2010.

BORGES, V. M. S.; CASTRO, S. S. de. **Impactos ambientais do sistema sucro-alcooleiro na microrregião de Quirinópolis-GO**. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area06/6159_Maria_Santos_Borges_Vonedirce.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2010.

BOTELHO, C. G. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: Água**. V. 1. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 187 p.

BRASIL. Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em: 15 mar. 2009.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 08 janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei19979433.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009.

BREDA, E. de M. **Filtração para obtenção de água para análises laboratoriais**. 2011. Disponível em: <http://www.tratamentodeagua.com.br/R10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=1213>. Acesso em: 14 fev. 2011.

CABRAL, J. B. P. et al. Concentração de sedimentos em suspensão: Reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG, Brasil. In: **Mercator** - Revista de Geografia da UFC. DOI: 10.4215/RM2009.0816.0018. N 16. p. 233-253. 2009. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/_article/view/25/222>. Acesso em: 10 nov. 2010.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 3-11.

_____. Mapas e suas representações computacionais. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 13-29.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.

CARNEIRO, F. M. **Análise do Estudo de impacto ambiental e da qualidade da água** – o caso Açude Atalho – Brejo Santo, Ceará. 198 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE: UFC, 2002.

CARUSO, R. **Água vida**. Campinas, São Paulo: Fundação Cargill, 1998. 112 p.

CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, 23(5): 618-622. In: SILVA, A. E. P. et al. 2008. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672008000400017&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 02 jul. 2010.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1999. 236 p.

COGO, N. P.; LEVIEN, R. Perspectivas do manejo e da conservação do solo e da água no Brasil. In: ARAUJO, Q. R. de. (Org.). **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus, BA: Editus, 2002. p. 51-164.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n° 357**, de 17 de março de 2005. **Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

CONTE, M. L.; LEOPOLDO, P. R. **Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: UNESP, 2001. 141 p.

CORREIA, J. R. et al. Influência dos fatores edáficos na distribuição de espécies arbóreas em Matas de Galeria na região do Cerrado: uma revisão. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. cap. 2, p. 49-76.

COSTA, L. M. et al. Manejo dos solos da região dos Cerrados. In: ARAUJO, Q. R. de. (Org.). **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus, BA: Editus, 2002. p. 201-218.

De BIE, C. A. et al. Em direção a operacionalização das informações dos solos para um manejo sustentável de terras. In: ALVAREZ, V. et al. **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o domínio sustentável**. Viçosa: SBCS e UFV, 1996. p. 336-352.

DOLLFUS, O. **O espaço geográfico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991. 121 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Biodiversidade do Bioma Cerrado**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_14_911200585231.html>. Acesso em: 23 abr. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do arroz de Terras Altas no Estado do Mato Grosso**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/solos.htm#lva>>. Acesso em: 18 dez. 2010.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FERREIRA, P. D. **A utilização do sensoriamento remoto e do geoprocessamento como ferramentas aplicadas às ciências da terra e do mar**. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Disciplina de Informática para Ciências Agrárias. Julho de 2001. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~barreto/trabaluno/Pinto00.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Caracterização climática do Estado de Goiás**. Por SILVA, Silvando Carlos da; SANTANA, Neiva Maria Pio de; PELEGRINI, José Cardoso. Goiânia, 2006. 133 p.

GOMES, M. A. F. **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 417 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 472 p.

HOTSPOTS. **As regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta**. Conservation International do Brasil. Belo Horizonte: Tamóios, [200-].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Quirinópolis-GO**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 28 nov. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. **Dados do Censo 2010 publicados no Diário Oficial da União do dia 04/11/2010**. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=52>. Acesso em: 10 nov. 2010.

KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais...** INPE, 2005. p. 2203-2210. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2010.

KORTING, T. S. **Classificação de imagens por regiões**. São José dos Campos: INPE, 2006. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/~tkorting/projects/isoceg/material.pdf>>. Acesso em 02 fev. 2011.

KRAMER, G.; REIS, J.; PEREIRA FILHO, W. Uso da terra do entorno do reservatório Passo Real – RS e análise de dados limnológicos para compreender os compartimentos do ecossistema aquático. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 3967-3973.

LANNA, E. A. Elementos de estatísticos e probabilidade. In: Tucci, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. p. 79-176.

LIMA, D. A. L. L.; MORAES, C. L. de. O uso da terra da mesorregião Sul Goiano e seus impactos ambientais. **Anais IV Encontro Nacional da Anppas**. Brasília-DF: 2008. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT1-498-534-20080508093032.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2010.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá**. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, 2001.

LUZ, G. A. da. **A relação da declividade com variáveis limnológicas em microbacias hidrográficas**. Estudo de caso: município de Restinga Sêca – RS. 89 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Rurais. Programa de Pós-Graduação em Geomática. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2006.

MACEDO, J. Os solos da região dos Cerrados. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o domínio sustentável**. Viçosa: SBCS/UFV, 1996. p. 336-352.

MACÊDO, J. A. B. de. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Juiz de Fora-MG: CRQ-MG, 2006. 1028 p.

MANUAL Técnico de Uso da Terra. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 7).

MARTINS, A. P. **Bacia o Ribeirão Cachoeira e Cima, Itapagipe (MG): Avaliação ambiental integrada e alternativas de uso**. 227 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2009.

MARTINS, E. de S.; REATTO, A.; CORREIA, J. R. Fatores ambientais que controlam as paisagens das Matas de Galeria no bioma Cerrado: exemplos e hipóteses. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. cap. 3, p.77-111.

MAIER, M. H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55' – 48°55'W; 22°30' – 21°55'S – Brasil): qualidade da água do rio principal. *Ciência e Cultura*, vol. 39; 2.ed: p. 164-185. 1987. In: SILVA, A. E. P. et al. 2008. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672008000400017&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 02 jul. 2010.

MANTOVANELLI, A. **Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua Bacia de Drenagem**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Departamento de Geologia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 1999.

MERCANTE, C. T. J., et al. **Limnologia na aquicultura**: estudo de caso em pesqueiros. Data da publicação: maio 2008, site: [www.pesca.sp.gov.br/Textos Técnicos](http://www.pesca.sp.gov.br/Textos_Técnicos). Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/limnologia.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2010.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1995.

PASSOS, V. F. dos. **Influência das diferentes formas de uso da terra em variáveis limnológicas no Arroio Tumurupará nos municípios de Cândido Godói, Ubiretama e Campina das Missões/RS**. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Centro de Ciências Rurais. Departamento de Engenharia Rural. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS. 2009.

PAULA, M. M. de.; CABRAL, J. B. P.; OLIVEIRA, S. M. de. **Interferência da precipitação nos parâmetros indicadores de qualidade da água na Bacia do Ribeirão das Pedras em Quirinópolis/GO (Brasil)**. 2010. Disponível em: <http://www.ixsbcg.com.br/trabalhos_completos/comunicacoes/Eixo%2006%20-%20Comunicacoes%20Orais.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2010.

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. de. Caracterização da qualidade de água. In: BRANCO, S. M. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo/ABRH, 1991. p. 27-66.

PRADO, Helio do. **Solos do Brasil**: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo. 3. ed. ver. e ampl. Piracicaba: Editora Hélio do Prado, 2003. 220 p.

REATTO, A. et al. Solos de ocorrência em duas áreas sob Matas de Galeria no Distrito Federal: aspectos pedológicos, uma abordagem química e físico-hídrica. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado**: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Plaltina: Embrapa Cerrados, 2001. cap. 4, p. 115-140.

RESENDE, M. 500 anos de uso do solo no Brasil. In: ARAUJO, Quintino Reis de. (Org.). **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus, BA: Editus-UESC, 2002. P. 1-49

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Matas de Galeria no contexto do bioma Cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. cap. 1, p. 29-47.

RICHTER, C. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 332 p.

ROCHA, A. L. A.; PARRON, L. M.; CRUZ, C. J. D. da. Monitoramento da qualidade de água de nascente da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, Sub Bacia do médio Rio São Francisco. **Anais IX Simpósio Nacional do Cerrado**. Brasília-DF, 2008.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica**. Uberlândia: UFU, 1996. 104 p.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 4. ed. Uberlândia: UFU, 2001. 210 p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH-USP, São Paulo, n. 8, p. 63-73, 1994.

SPORL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP - Espaço e Tempo**. São Paulo, n. 15. p. 39-49, 2004.

SANTOS, F. S. M. dos. **Fatores geomorfológicos e antrópicos na avaliação da fragilidade a processos erosivos no município de Quirinópolis**. 154 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Estudos Sócio-Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2002.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SARTOR, S. C. de B. **Avaliação temporal de variáveis limnológicas do Reservatório Rodolfo Costa e Silva – RS, e o uso da terra na área de captação**. 94 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Naturais e Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2008.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DE GOIÁS. Sepin - Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação. Estatísticas Municipais (Séries Históricas). 2002. In: Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás. **Estatísticas Municipais (séries históricas)**. Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/perfilweb/Estatistica_bde.asp>. Acesso em: 15 set. 2009.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DE GOIÁS. **Solos**. Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/pub/godados/2010/00-aspecto_fisico/00-3-solos.htm>. Acesso em: 18 dez. 2010.

SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS. **Clima**. Disponível em: <<http://www.simego.sectec.go.gov.br/>>. Acesso em: 20 mai. 2010.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: Rima, 2004. 138 p.

SISTEMA DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS. **Rede meteorológica da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás**. Disponível em: <<http://www.simego.sectec.go.gov.br/>>. Acesso em: 23 nov. 2010.

STRASSBURGER, L. **Uso da terra nas bacias hidrográficas do Rio do Peixe (SC) e do Rio Pelotas (RG/SC) e sua influência na limnologia do Reservatório da UEH-ITÁ (RG/SC)**. 138 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Naturais e Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2005.

TÁPIA, B. T. **As condições ambientais da microbacia hidrográfica do Lajeado da Represa, do município de Marcelino Rosa – RS**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Naturais e Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2006.

TOLEDO, L. G.; NICOLLELA, G. Índice da qualidade de água de microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**. Piracicaba-SP, v. 59. n. 1, p. 181-186, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 1998. 652 p.

TUCCI, C. E. M. (Org). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed; 2.reimpr. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. 943 p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. dos. Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 351-371.

VIEIRA, J. S., et al. **Aspectos gerais da piscicultura**. [200-]. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_04.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2010.

VIEIRA, S. **Bioestatística: tópicos avançados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 225 p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996. 243 p.

WETZEL. R. G; LIKENS, G. E. **Limnological analysis**. 2. ed. New York: Springer Verlag, 1991. 391 p.