

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

JOSEANO CARVALHO DOURADO

**ANÁLISE DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, TOCANTINS: uma
contribuição metodológica ao planejamento e gestão ambiental.**

RIO DE JANEIRO
2008

JOSEANO CARVALHO DOURADO

**ANÁLISE DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, TOCANTINS:
uma contribuição metodológica ao planejamento e gestão ambiental.**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental).

Orientador: Professor-Doutor Antônio José Teixeira Guerra.

RIO DE JANEIRO
2008

DOURADO, Joseano Carvalho.

Análise da bacia do Ribeirão São João, Tocantins: uma contribuição metodológica ao planejamento e gestão ambiental / Joseano Carvalho Dourado - 2008.

210 f.: il.

Tese (Doutorado em Geografia- Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociência. Rio de Janeiro – RJ, 2008.

Orientador: Antônio José Teixeira Guerra

1. Análise ambiental. 2. Sustentabilidade. 3. Qualidade ambiental. 4. Bacia hidrográfica.

I. GUERRA, Antonio José Teixeira (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Análise da Bacia do Ribeirão São João, Tocantins: uma contribuição metodológica ao planejamento e gestão ambiental.

JOSEANO CARVALHO DOURADO

**ANÁLISE DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, TOCANTINS:
uma contribuição metodológica ao planejamento e gestão ambiental.**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental).

Aprovada em 28 de fevereiro de 2.008.

Orientador

Professor-Doutor Antônio José Teixeira Guerra
Departamento de Geografia, UFRJ

Prof^a Dr^a Mônica dos Santos Marçal
Dept^o Geografia, UFRJ

Prof. Dr. Antonio Paulo de Faria
Dept^o Geografia, UFRJ

Prof^a. Dr^a. Rosangela Garrido M. Botelho
Pesquisadora Associada do LAGESOLOS/UFRJ

Prof. Dr. Alan Kardec Elias Martins
Coord. Núcleo Estadual de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins -
NEMET/TO – UNITINS.

RESUMO

DOURADO, Joseano Carvalho. **ANÁLISE DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, TOCANTINS**: uma contribuição metodológica ao planejamento e gestão ambiental. Tese Doutorado em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental),- Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

O presente estudo teve como objetivo realizar análise ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão São João, localizada no Estado do Tocantins, a 3 km da área urbanizada de Palmas, aproximadamente, 27 km da cidade de Porto Nacional e 33 km da cidade de Monte do Carmo. Para a realização deste estudo utilizou-se dos procedimentos técnicos apontados nos trabalhos de Scheibe (1998), que compõem de quatro grandes etapas: 1) O levantamento de documentação e informação básicas pertinentes à área de estudo e à temática em foco; 2) as análises tópicas nos diferentes setores e esferas do âmbito da bacia, de modo que possa facilitar a compreensão da relação natural-social; 3) o esforço de integração das variáveis básicas, procurando-se os elos de solidariedade na hierarquia organizacional da bacia; 4) até, finalmente, atingir-se a síntese da qualidade ambiental. A coleta de dados, no campo, foi feita conforme especificidades metodológicas das áreas estudadas, quais sejam: biótica, física e sócio-econômica da bacia do Ribeirão São João. Os principais resultados revelam um comprometimento da qualidade ambiental e apontam para a necessidade de implantação de medidas e ações de incentivo à sustentabilidade da exploração dos recursos naturais, visando à melhoria da qualidade de vida de seus moradores.

Palavras-chave: análise ambiental, sustentabilidade, qualidade ambiental, bacia hidrográfica.

ABSTRACT

DOURADO, Joseano Carvalho. **ANÁLISE DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, TOCANTINS**: uma contribuição metodológica ao planejamento e gestão ambiental. Tese (Doutorado em Geografia - Planejamento e Gestão Ambiental), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

The present study aims to achieve environment analysis of the São João river basin, located 3 kilometers from the urbanized area of Palmas in the State of Tocantins, approximately 27 kilometers from Porto Nacional city, and 33 kilometers from Monte do Carmo city. To the accomplishment of this study it was used technical procedures showed in the works in Scheibe's (1998) studies, which are composed by four great stages: 1) The survey of basic documents and information relevant to the area of study, and the thematic in focus; 2) The topical analyses in different sectors and spheres of the basin's scope, so that it could facilitate the understanding of the natural-social relation; 3) The basic variations effort of integration, searching for links of solidarity in the basin organizational hierarchy; 4) Finally, reaching the synthesis of the environmental quality. The data collection according to studies areas methodological specificities of the biotic, physics and social-economical ares of the São João river basin. The main results disclose an environmental quality commitment and point out the necessity of measures and incentive actions implantation to the sustainable development of the exploration of the natural resources, aiming for the inhabitants quality of life improvement.

Key-words: environmental analysis. sustainability. environmental quality. river basin.

*À memória de minha vó, Alderina
Pereira de Carvalho, por ter me ensinado a
ver o mundo através da leitura;
e de meu pai, José de Souza Dourado,
pelo exemplo de força e determinação.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me permitido galgar mais este degrau na caminhada do conhecimento.

Aos meus filhos, Luciano, Taína, Rodrigo e Lucas, pelo apoio e amor incondicionais, a quem dedico esta obra.

À minha esposa, Thania, companheira incansável na luta diária por um “lugar ao sol”, com amor, perseverança e dignidade.

À minha mãe Ana Dourado e meus familiares, pela compreensão das ausências na busca do refúgio necessário para a realização deste estudo.

Ao mestre e amigo, Professor-doutor Antonio José Teixeira Guerra, pela seriedade e respeito com que conduziu a orientação desta pesquisa, o que muito contribuiu para o meu crescimento intelectual.

Aos amigos, Guido Ranzani, Thereza Martins, Gilberto Kobler, Geraldo Silva Gomes, Paula Benevides e Ricardo Peixoto, pelo consistente aprendizado que me fora proporcionado, meu muito obrigado.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia: Desenvolvimento e Gestão Ambiental da UFRJ, pelo aprendizado, em especial, aos professores Antonio Paulo, Mônica Marçal, Ana Luiza Coelho Netto e Carla Madureira.

Ao pessoal do Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia da UFRJ, em especial ao Prof. Leonardo F. Borghi de Almeida e ao técnico Roberto.

Aos colegas Alan Kardec Elias Martins, coordenador do NEMET-RH, Daniel Fragoso e Eduardo R. Santos, coordenadores do Projeto São João, UNITINS/PETROBRÁS.

À Professora Maria Luiza C. P. Nascimento, pelo empenho e dedicação.

Aos estagiários-bolsistas, Eduardo Alberto, Marina e Pollyana, pelo apoio.

Ao irmão Jonas Dourado e amigos André Paulo, Juarez, Cassius, Gean, Deusiano, Quim e Dinho; e aos sobrinhos Leonardo, André e Thiago, pela colaboração.

À Fundação Universidade do Tocantins - UNITINS, na pessoa do Reitor Humberto Luiz Falcão Coelho e da Pró-reitora de Pesquisa, Professora Antônia Custódia Pedreira Neta.

À CAPES, pelo apoio através da bolsa PICDT.

Ao CNPq, pelo apoio através do Projeto: Monitoramento da qualidade da água das sub-bacias da área de influência do Plano Diretor de Palmas – TO.

À PETROBRÁS, pela oportunidade de desenvolvimento do Projeto: Conservação e Preservação dos Recursos Naturais da Sub-bacia do Ribeirão São João, uma proposta de participação comunitária na gestão dos recursos hídricos.

À comunidade da Bacia do Ribeirão São João por ter me permitido conhecer “mais de perto”, sua realidade, suas dificuldades e desafios.

“Hoje, a transição para um futuro sustentável, já não é um problema técnico ou conceitual. É um problema de valores, vontade política e liderança.”

Fritjof Capra, 2002.

SUMÁRIO

	p.
1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÀREA DE ESTUDO	6
2.1 Localização da área de estudo	6
2.2 Aspectos socioeconômicos da área	9
2.2.1 Processo Histórico de Ocupação da Bacia do Ribeirão São João	9
2.2.2 Aspectos sócio-econômicos dos municípios inseridos na Bacia	12
2.2.2.1 Município de Palmas	12
2.2.2.2 Município de Porto Nacional	13
2.2.2.3 Município de Monte do Carmo	13
2.3 Aspectos físicos da área	14
2.3.1 Geologia	14
2.3.2 Geomorfologia	16
2.3.3 Clima	17
2.3.4 Hidrografia	24
2.3.5 Solos	25
3.4 Aspectos bióticos da área (vegetação)	25
3. REVISÃO DA LITERATURA	29
3.1 Análise ambiental	29
3.2 Bacia hidrográfica	30
3.3 Qualidade Ambiental	32
3.4 Sustentabilidade Ambiental	33

3.5	Degradação Ambiental	35
3.6	Indicadores Ambientais	57
4.	METODOLOGIA	61
4.1	Considerações teórico-metodológicas	61
4.2	Material	63
4.3	Procedimentos Metodológicos	65
4.3.1	Estudo sócio-econômico	65
4.3.2	Características morfométricas da bacia	67
4.3.3	Mapeamento temático	68
4.3.4	Caracterização climática	70
4.3.5	Levantamento dos solos	71
4.3.6	Descargas líquida e sólida	72
4.3.7	Monitoramento da qualidade das águas	76
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
5.1	Contexto sócio-econômico da Bacia do Ribeirão São João	81
5.2	Aspectos físicos	92
5.2.1	Geologia local	92
5.2.2	Degradação por atividade minerária	96
5.2.3	Geomorfologia local	104
5.2.4	Hidrografia local	106
5.2.5	Usos múltiplos dos recursos hídricos e degradação	121
5.2.6	Descargas líquidas e sólidas	124
5.2.7	Características pedológicas da Bacia do Ribeirão São João	136
5.2.7.1	Parâmetros físicos e químicos dos solos da Bacia	138
5.2.7.2	Textura, porosidade, densidade e infiltração da água no solo da bacia	140
5.2.8	Degradação pela instalação de processos erosivos na área da bacia	144
5.2.9	Aptidão Agrícola das terras, cobertura vegetal e uso do solo	153
5.2.9.1	Aptidão agrícola das terras	153
5.2.10	Cobertura vegetal e uso do solo	155
5.2.11	Degradação ambiental decorrente da retirada da cobertura vegetal natural e do uso inadequado do solo	165
5.12	Degradação pela prática de queimadas	171
5.13	Qualidade da água: parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.	175

5.13.1	Análise espaço-temporal dos resultados dos valores médios mensais sazonais no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente até o reservatório da UHE - Lajeado, durante o período seco: jun/06 a jul/06 e chuvoso: fev a abr/06 e dez/06, das variáveis estudadas ¹ .	175
5.13	Qualidade das águas subterrâneas: parâmetro físicos, químicos e microbiológicos	187
5.13.1	Análise espaço-temporal dos resultados dos valores mensais sazonais de águas sub-superficiais e subterrâneas na Ribeirão São João, durante o período seco: jun/06 a jul/06 e chuvoso: fev a abr/06 e dez/06, das variáveis estudadas.	187
6.	CONCLUSÃO	194
7.	RECOMENDAÇÕES	198
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	201
	ANEXOS	

Lista de figuras

		p.
Figura 01	Mapa de Localização e Situação da Bacia do Ribeirão São João.	08
Figura 02	Gráfico Balanço hídrico para a região de Porto Nacional – TO.	21
Figura 03	Gráfico Famílias que apresentam maior riqueza de espécies vegetais na área da Bacia do Ribeirão São João, catalogadas no Herbário da Universidade do Tocantins (HUTO), Palmas – TO.	26
Figura 04	Teste de infiltração do solo com o uso de infiltrômetro de anéis concêntricos, realizado em Plintossolo sob cultura de feijão irrigado, Fazenda Vargem Grande, município de Palmas (TO).	72
Figura 05	Estação hidrossedimentométrica 06, instalada no Ribeirão São João, Fazenda Brejinho, município de Palmas – TO.	73
Figura 06	Medição da velocidade da água na seção de controle (ponte da TO-050), Ribeirão São João, municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.	74
Figura 07	Mapa de Localização dos pontos de medição de vazão e amostragem de água e sedimentos da Bacia do Ribeirão São João	78
Figura 08	Vista geral de uma casa padrão, construída pela INVESTCO para os reassentados do Projeto Mariana, Bacia do Ribeirão São João, Palmas – TO.	82
Figura 09	Degradação paisagística e sanitária relacionada à presença de lixo nas margens do leito da rodovia que dá acesso ao Aterro Sanitário de Palmas TO.	84
Figura 10	Vista parcial do “Aterro Sanitário” de Palmas, localizado na Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	84
Figura 11	Vista parcial do talude da parede do “Aterro Sanitário de Palmas”, detalhe para a instalação de processos erosivos.	85
Figura 12	Mapa de Infra-Estrutura Viária da Bacia do Ribeirão São João.	87
Figura 13	Visão panorâmica da zona de morro e o processo erosivo acelerado no leito da rodovia que dá acesso à fazenda Vale do “Vai-Quem-Quer”	88
Figura 14	Vista geral das instalações da feira Agrotecnológica do Tocantins – AGROTINS, localizada na Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	90
Figura 15	Mapa Microparcelamentos rurais.	91
Figura 16	Mapa de Geologia da Bacia do Ribeirão São João.	93
Figura 17	Cicatriz de movimento de massa, ocorrido em fevereiro de 2004, localizado na cuesta da Serra do Carmo, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	94
Figura 18	Vista parcial de uma diáclase com coluna de basalto observada na base da Serra do Carmo, Fazenda do Sr. Luciano Ayres, Bacia do Ribeirão São João, municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.	94

Figura 19	Bloco de rocha granítica do Complexo Goiano, detalhe para o intemperismo tipo esfoliação, Faz. Vale do “Vai-quem-quer”, município de Palmas (TO).	95
Figura 20	Afloramentos rochosos em forma de morrotes (graníticos), Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	95
Figura 21	Afloramento rochoso em forma de bancada laterítica (lajedo), Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.	95
Figura 22	Equipamento em atividade para a extração de blocos de granito - Projeto de Assentamento São João, município de Palmas – TO.	97
Figura 23	Vista parcial de área de exploração mineral da rocha granítica para produção de blocos, detalhe para acumulação de água. Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	97
Figura 24	Aspecto de degradação da paisagem após decapeamento do solo e a retirada de parte da rocha granítica, detalhe para as sobras de cabo metálico abandonado, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	97
Figura 25	Exploração mineral da rocha granítica para produção de brita, localizada na Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	98
Figura 26	Área de exploração de argila para abastecimento de uma cerâmica localizada na Bacia do Ribeirão São João e outras na circunvizinhança, destinadas à produção de telhas e tijolos, detalhe para a máquina escavadeira, Fazenda Vale do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.	99
Figura 27	Vista parcial do canal aberto de interligação do Ribeirão São João com uma área de cavas de exploração de argila, município de Palmas – TO.	99
Figura 28	Inundação de cavas em áreas marginais (zona ripária) do Ribeirão São João, detalhe para a, localizada nas proximidades da Cerâmica Betim, Porto Nacional – TO.	99
Figura 29	Área de extração de cascalho ativa. Pode ser observada a formação de “piscina” na cava, localizada nas proximidades do laticínio, Projeto de Assentamento São João, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	101
Figura 30	Área de extração de cascalho ativa, localizada nas proximidades da AGROTINS, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	101
Figura 31	Mapa de Concessões de Pesquisas, Lavras e Distribuição de Exploração Mineral da Bacia do Ribeirão São João.	103
Figura 32	Mapa de Geomorfologia da Bacia do Ribeirão São João	105
Figura 33	Vista geral da planície de inundação e dos terraços no primeiro plano, as encostas escarpadas da Serra do Carmo na porção mediana e a superfície cimeira (chapada) ao fundo.	106
Figura 34	Mapa de Altimetria da Bacia do Ribeirão São João	107

Figura 35	Carta Imagem da Bacia do Ribeirão São João – Ano 2003	108
Figura 36	Gráfico das classes de declividade e percentual da Bacia do Ribeirão São João	109
Figura 37	Mapa de Declividade da Bacia do Ribeirão São João	110
Figura 38	Vista geral da Serra do Carmo, Planalto Residual do Tocantins, detalhe para o entalhamento dos vales do “Vai-quem-quer” e vertente, município de Palmas – TO.	111
Figura 39	Vista geral de aspectos do relevo da Bacia do Ribeirão São João, ao fundo detalhe para o relevo tipo meia laranja	112
Figura 40	Vista geral da Cachoeira no Ribeirão São Joãozinho, fazenda do Sr. Luciano Ayres, registro de ressalto da drenagem fluvial.	112
Figura 41	Vista geral da cascalheira que cede material de recobrimento para o Aterro Sanitário de Palmas, Bacia do Ribeirão São João, em 2005	113
Figura 42	Vista geral da cascalheira que cede material de recobrimento para o aterro sanitário de Palmas, Bacia do Ribeirão São João, em 2006, detalhe para o rebaixamento da superfície do terreno.	113
Figura 43	Modelo Digital de Elevação da Bacia do Ribeirão São João.	115
Figura 44	Mapa de Hidrografia da Bacia do Ribeirão São João.	117
Figura 45	Aspecto do relevo e vegetação da área de nascente do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	119
Figura 46	Vista parcial Ribeirão São Joãozinho, detalhe para os afloramentos de blocos no leito, local de fluxo turbulento.	119
Figura 47	Vista parcial Ribeirão São Joãozinho, detalhe para o afloramento de rocha granítica no leito (nível de base).	120
Figura 48	Páleo-canal do Córrego Ouro, afluente do Ribeirão São João, Fazenda Quinhão 31, município de Porto Nacional – TO.	120
Figura 49	Páleo-canal do Ribeirão São João, divisa dos municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.	121
Figura 50	Barramento realizado no Ribeirão São João, Fazenda Bom Pastor, município de Palmas – TO.	121
Figura 51	1º Barramento/derivação no Ribeirão São Joãozinho, realizada a partir da Fazenda do Sr. Luciano Ayres e que atende aos produtores do Projeto de Reassentamento Mariana, municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.	122
Figura 52	2º Barramento no Ribeirão São Joãozinho, realizada numa parcela do Projeto de Reassentamento Mariana, municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.	122
Figura 53	3º Barramento no Ribeirão São Joãozinho, realizado para atender ao sistema de irrigação por pivô central, localizado na Fazenda “Vargem Bonita”, municípios de Palmas e Porto Nacional.	122

Figura 54	4º Barramento no Ribeirão São Joãozinho, realizado para atender ao sistema de irrigação convencional, detalhe para o estado precário de construção, municípios de Palmas e Porto Nacional.	123
Figura 55	Vista parcial do local de instalação e funcionamento do conjunto moto-bomba diesel para irrigação, detalhe para a retirada da cobertura vegetal natural (mata ciliar) em área de preservação permanente – APP do Ribeirão São Joãozinho, Projeto de Reassentamento Mariana, município de Palmas – TO.	123
Figura 56	Uso do recurso hídrico para irrigação convencional para produção de olerícolas, Bacia do Ribeirão São Joãozinho, Projeto de Reassentamento Mariana, município de Palmas – TO.	124
Figura 57	Gráfico de vazões nas estações 01, 02 e 03 (Ribeirão São Joãozinho), na Fazenda Bom Pastor e estações 04, 05 e 06 (Ribeirão São João), para o mês de fevereiro/2006.	125
Figura 58	Gráfico de vazões nas estações 01, 02 e 03 (Ribeirão São Joãozinho), na Fazenda Bom Pastor e estações 04, 05 e 06 (Ribeirão São João), para os meses de março e abril/2006.	125
Figura 59	Gráfico de vazões nas estações 01, 02 e 03 (Ribeirão São Joãozinho), na Fazenda Bom Pastor e estações 04, 05 e 06 (Ribeirão São João), para o mês de dezembro/2006.	126
Figura 60	Gráfico da identificação dos pontos de amostragem de material de fundo (sedimentos) dos ribeirões São João e São Joãozinho e a variação dos percentuais nas classes granulométricas, nos períodos de fev/2006 (estação chuvosa) e agosto/2006 (estação de estiagem).	128
Figura 61	Gráfico com a variação dos percentuais nas classes: grânulos, areia grossa a muito grossa, areia média, areia fina a muito fina, nos períodos de fevereiro/2006 (período chuvoso) e agosto/2006 (período de estiagem).	129
Figura 62	Gráfico com a variação dos percentuais nas classes: silte, argila e matéria orgânica, nos períodos de fevereiro/2006 (período chuvoso) e agosto/2006 (período de estiagem).	129
Figura 63	Gráfico da evolução da produção da descarga sólida total em t/dia no Ribeirão São Joãozinho juntos às EHS 01, EHS 02 e EHS 03 em fevereiro e março de 2006.	130
Figura 64	Gráfico da evolução da produção da descarga sólida total em t/dia no Ribeirão São Joãozinho juntos às EHS 01, EHS 02 e EHS 03 em dezembro de 2006.	130
Figura 65	Gráfico da evolução da produção da descarga sólida total em t/dia no Ribeirão São João na Fazenda Bom Pastor e junto às EHS 04, EHS 05 e EHS 06 em fevereiro e março de 2006.	131
Figura 66	Evolução da produção da descarga sólida total em t/dia no Ribeirão São João na Fazenda Bom Pastor e junto às EHS 04, EHS 05 e EHS 06 em dezembro de 2006.	131

Figura 67	Vista geral do assoreamento do Ribeirão São João; ao fundo, a estrutura da antiga ponte e a nova ponte (mais alta), “solução” dada pelos responsáveis pelo setor de transporte, que não consideraram a dinâmica fluvial.	133
Figura 68	Ponte nova no Ribeirão São João, nas proximidades da Cerâmica Betim, à esquerda da foto, a estrutura da antiga ponte.	133
Figura 69	Vista geral do canal de adução do reservatório da UHE – LAJEADO para o Projeto de Irrigação São João, município de Porto Nacional – TO.	135
Figura 70	Vista geral do canal secundário em construção, que levará água de irrigação aos lotes do Projeto de Reassentamento Córrego Prata, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.	135
Figura 71	Mapa de Solos da Bacia do Ribeirão São João	137
Figura 72	Vista geral da área de ocorrência de Latossolo Vermelho-Amarelo em área pastagem (brachiária) no imóvel quinhão 31, detalhe para o infiltrômetro de anéis concêntricos, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	142
Figura 73	Vista geral da área de ocorrência de Plintossolo Pétrico em área pastagem (Andropogon) na Fazenda Jatobá, detalhe para o infiltrômetro de anéis concêntricos, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional.	143
Figura 74	Latossolo Vermelho sob vegetação de Cerrado em regeneração na Fazenda Jatobá, detalhe para o processo de encrostamento do solo, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional - TO.	144
Figura 75	Erosão natural observada em área sob Cerrado no imóvel Quinhão 31, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.	145
Figura 76	Ravina em Plintossolo Hidromórfico, planície de inundação da Bacia do Ribeirão São João, área de cultivo de milho e feijão, Fazenda “Vargem Grande”, município de Palmas – TO.	145
Figura 77	Erosão laminar registrada em área de cultivo de arroz na Fazenda do Sr. Francisco Ayres, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	146
Figura 78	Erosão laminar registrada em área de cultivo de hortaliças na Fazenda Vista Alegre, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.	146
Figura 79	Ravina em área de cultivo agrícola localizada no Projeto de Reassentamento Mariana, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	146
Figura 80	Ravinas em área de cultivo de olerícolas localizada no Projeto de Reassentamento Prata, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.	147
Figura 81	Ravina na margem da principal via de acesso à Bacia do Ribeirão São	

	João, detalhe para o afloramento da rocha granítica e o contacto abrupto rocha-solo, favorecendo a instalação de processos erosivos. Palmas – TO	147
Figura 82	Ravina no leito de uma via de acesso à Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	147
Figura 83	Ravina no leito de estrada vicinal, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	148
Figura 84	Voçoroca na Fazenda Brejinho, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	148
Figura 85	Voçoroca na Fazenda Brejinho, detalhe para o avanço ré montante no sentido de uma torre da rede elétrica de alta tensão, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	148
Figura 86	Voçoroca localizada à margem esquerda da rodovia TO-050, sentido Palmas à Porto Nacional, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO	149
Figura 87	Voçoroca verificada à margem da TO-050, no detalhe o processo ré montante que pode comprometer o leito da rodovia asfaltada, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	149
Figura 88	Alcova de regressão em voçoroca da TO-050, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	149
Figura 89	Mapa Cadastral de Feições Erosivas da Bacia do Ribeirão São João	152
Figura 90	Mapa de Aptidão Agrícola das Terras da Bacia do Ribeirão São João	154
Figura 91	Vista geral de remanescente de vegetação natural típica de Cerrado, encontrada na superfície cimeira da Serra do Carmo, município de Palmas – TO.	155
Figura 92	Vista geral de área de desmatamento de Cerrado ocorrido em 2005, localizado na superfície cimeira da Serra do Carmo, Fazenda Cachoeirinha, município de Palmas – TO, considerada área de recarga de aquíferos.	156
Figura 93	Vista geral de área de várzea, localizado planície de inundação (zona ripária), Fazenda Quinhão 31, município de Porto Nacional – TO.	156
Figura 94	Vista geral de área de Mata Estacional Semi-Decidual, degradada em função de desastre ecológico (ventos), localizada na Fazenda São Pedro, município de Palmas – TO.	156
Figura 95	Gráfico de áreas de cobertura vegetal e uso do solo para os anos e 2003, 2004 e 2006.	159
Figura 96	Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo, 2003 Bacia do Ribeirão São João.	160
Figura 97	Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo, 2004 Bacia do Ribeirão São João.	161

Figura 98	Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo, 2006 Bacia do Ribeirão São João.	162
Figura 99	Gráfico da evolução multitemporal das classes de cobertura vegetal e uso do solo da Bacia do Ribeirão São João, em termos dos percentuais de cobertura vegetal natural e áreas antropizadas, para os anos de 1989, 1995, 1996, 2003, 2004 e 2006.	165
Figura 100	Vista geral de uma área agrícola comercial (milho irrigado) detalhe para o sistema de aragem do terreno, através do uso de tração animal, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas (TO).	166
Figura 101	Vista em primeiro plano de uma área de agricultura de subsistência (arroz de sequeiro) detalhe para o manejo através da capina manual, no segundo plano a Mata de Galeria do Ribeirão São João, município de Palmas - TO.	166
Figura 102	Área de cultivo de milho em Área de Preservação Permanente - APP do Ribeirão São João, detalhe para o assoreamento de seu leito, localizada no Projeto de Assentamento São João, Palmas – TO.	167
Figura 103	Mapa das Áreas de Usos Inadequados na Bacia do Ribeirão São João	168
Figura 104	Mapa da Zona Ripária Bacia do Ribeirão São João	170
Figura 105	Mapa de Ocorrência de Focos de Calor na Bacia do Ribeirão São João, para os anos de 2004, 2005 e 2006.	172
Figura 106	Vista geral da Serra do Carmo, após ocorrência de uma grande queimada. Bacia do Ribeirão São João, Palmas – TO.	173
Figura 107	Vista geral de área de Cerrado, detalhe para o aspecto de degradação pela eliminação total da cobertura vegetal após prática de queimada. Projeto de Assentamento São João, município de Palmas – TO.	173
Figura 108	Vista geral de área de Cerrado, após prática de queimada, sub-bacia do Córrego Ouro, município de Porto Nacional – TO.	174
Figura 109	Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de temperatura (°C), entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.	175
Figura 110	Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de turbidez (mg/l), entre as estações de amostragem no ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan/fev a abr/06 e dez/06.	177
Figura 111	Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de Condutividade Elétrica (yS/cm), entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.	179
Figura 112	Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de pH, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan a abr/06 e dez/06.	180

Figura 113	Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de pH, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan a abr/06 e dez/06.	181
Figura 114	Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de oxigênio dissolvido (mg/l), entre as estações de amostragem no ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.	182
Figura 115	Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de nitrogênio total (mg/l), entre as estações de amostragem no ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: fev a abr/06 e dez/06.	184
Figura 116	Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de fósforo total (mg/l), entre as estações de amostragem no ribeirão São João, no período de seca: mai/06 a out/06 e de chuva: dez/06 a abr/06.	185
Figura 117	Vista geral de uma “casinha” com fossa negra, localizada em área inadequada, ao fundo observa-se o Ribeirão São João, Vale do “Vai-quem-quer”, município de Palmas - TO.	190
Figura 118	Área degradada devido ao cultivo em Área de Preservação Permanente do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	191
Figura 119	Equipamento utilizado na aplicação manual de agrotóxicos, detalhe para o acondicionamento indevido do equipamento e da embalagem, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.	191

Lista de tabelas

	p.
Tabela 01	Balanço hídrico climático normal durante o período de 1961 - 1990, para a região de Porto Nacional – TO. 20
Tabela 02	Dados da Estação Meteorológica Automática de Palmas – TO, período jan/2004 a dez/2006. 22
Tabela 03	Classes de permeabilidade da água ao longo do perfil do solo. 40
Tabela 04	Pontos de amostragem de águas superficiais e coordenadas UTM. 76
Tabela 05	Pontos de amostragem de águas sub-superficiais e subterrâneas com coordenadas UTM. 77
Tabela 06	Relação de parâmetros hidrológicos analisados, metodologia e referência. 79
Tabela 07	Pontos de exploração de rocha granítica, localização, coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade. 98
Tabela 08	Pontos de exploração argila, localização, coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade. 100
Tabela 09	Pontos de exploração de rocha laterita (jazida), a localização, as coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade. 102
Tabela 10	Classes de declividade, área e percentual da Bacia do Ribeirão São João. 109
Tabela 11	Dados morfométricos da Bacia do Ribeirão São João. 118
Tabela 12	Descargas líquidas (vazão) obtidas na Fazenda Bom Pastor e nas seis estações hidrossedimentométricas instaladas na área de estudo, durante a 1 ^a , 2 ^a e 3 ^a campanhas, realizadas em 2006. 125
Tabela 13	Estações hidrossedimentométricas, os períodos de amostragem, teores de grânulos, areias, siltes e argilas em valores percentuais. 127
Tabela 14	Estimativa da descarga sólida total em t/dia nas estações hidrossedimentométricas da Bacia do Ribeirão São João em dezembro de 2006. 131
Tabela 15	Estimativa da descarga sólida total em t/dia nas estações hidrossedimentométricas da Bacia do Ribeirão São João em fevereiro/março de 2006. 132
Tabela 16	Parâmetros químicos das principais classes de solos da Bacia do Ribeirão São João. 139
Tabela 17	Perfil de solo, classificação, classe textural, densidades aparente e real, porosidade e teores de areia, silte e argila. 140
Tabela 18	Identificação do perfil, a localização, a velocidade de infiltração da água no solo (mm/h) e as coordenadas UTM. 142

Tabela 19	Feições erosivas e coordenadas.	150
Tabela 20	Classes de cobertura vegetal e uso do solo para os anos de 1989, 1995 e 1996.	157
Tabela 21	Classes de Cobertura Vegetal e Uso do Solo com respectiva área e porcentagem de representação na Bacia do Ribeirão São João, para os anos de 2003, 2004 e 2006.	158
Tabela 22	Evolução multitemporal dos percentuais das classes de cobertura vegetal e uso do solo da Bacia do Ribeirão São João, em termos dos percentuais de cobertura vegetal natural e áreas antropizadas, para os anos de 1989, 1995, 1996, 2003, 2004 e 2006.	165

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a qualidade ambiental, aliada à criação do Estado do Tocantins e à implantação da capital, Palmas, em região do Bioma Cerrado, tem mobilizado pesquisadores na busca da identificação das principais conseqüências da ocupação dessas áreas e o impacto ao meio ambiente, bem como estão sendo realizadas pesquisas voltadas à busca de alternativas para a solução dos possíveis problemas ambientais.

O Cerrado é o segundo mais importante bioma da América do Sul, formado por um complexo mosaico de fitofisionomias resultantes da combinação, em diferentes proporções, dos estratos gramíneo-lenhoso, arbustivo e arborescente (MYERS *et al.*, 2000). O Cerrado Brasileiro ocupa uma área de aproximadamente 2,0 milhões de Km² incluindo o Pantanal o que representa cerca de 22% do território brasileiro e estende-se principalmente pela região Centro-Oeste e atinge ainda parte da região Norte, Nordeste e Sudeste. O estado do Tocantins na sua quase totalidade, encontra-se sob este tipo de cobertura vegetal.

De acordo com Mantovani e Pereira (1998), Myers *et al.* (2000) e Sano *et al.*, (2001), o Cerrado tem sido objeto de rápidas transformações, sendo hoje considerado um dos 25 *hotspots*² mundiais. Estima-se que aproximadamente 40% da sua cobertura original já tenham sido convertidos, principalmente para pastagens cultivadas.

² Hotspots – área de risco da biodiversidade

A principal atividade desenvolvida no Estado do Tocantins é a agropecuária. Recentemente as áreas de Cerrado, incluindo pastagens e áreas agrícolas, têm sido objeto de interesse público e privado para a implantação de políticas voltadas para a produção de biocombustível como fonte energética renovável no País, o que pode transformar o cenário dos cerrados brasileiros, principalmente o tocantinense. O governo do estado possui política de incentivo à implantação de usinas de biocombustível.

Com a implantação da capital do Estado do Tocantins – Palmas, a região sofreu forte impacto ambiental causado pelo rápido crescimento populacional cujo salto, no período de 1991 a 1996, foi de 24.335 habitantes para 85.901 habitantes, o que corresponde a uma taxa de crescimento de 28,78 % ao ano (IBGE, 2000). Este índice não tem se mantido, mas os registros indicam números considerados elevados.

A partir de 1998, Palmas passa por um novo arranjo espacial, quando do início da construção da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães (UHE - LAJEADO), no rio Tocantins o que representou uma nova fase no processo de ocupação da região. Estudos realizados pela Fundação Universidade do Tocantins - UNITINS (1999) relatam que a implantação de Palmas e o contingente crescente fizeram surgir demandas locais e regionais e como parte destas demandas surgiu a necessidade de expansão da ocupação do seu entorno. Numa primeira fase desse processo de ocupação (1989 e 1990), foi feito o micro parcelamento das áreas circunvizinhas, onde o enfoque era a implantação de loteamentos suburbanos, com chácaras. Numa segunda etapa (1991 – 1995), o enfoque foi direcionado à implantação de infra-estrutura para estas chácaras, como exemplo de políticas públicas para Palmas, foi criado o Programa Governamental “Cinturão Verde” de Palmas, que visava garantir a produção de hortifrutigrangeiros.

Quando do enchimento do reservatório da UHE - LAJEADO, em 2002, a população que vivia em centenas de chácaras na zona oeste da cidade de Palmas e nas fazendas localizadas no perímetro de inundação do reservatório, foi reassentada em outras localidades.

O avanço na ocupação do entorno de Palmas, numa região com características físicas, bióticas e sócio-econômicas que não foram devidamente estudadas, vem desencadeando processos de degradação ambiental, pois não existe controle efetivo de

ações impactantes como os desmatamentos para implantação de novas áreas destinadas à agricultura e pastagem, abertura de estradas e vias de acesso, aumento de áreas de solos expostos, como cascalheiras, áreas de queimadas, etc.

Para Lima-e-Silva *et al* (2002), a degradação ambiental representa a alteração das características de um determinado ecossistema por meio da ação de agentes externos a ele. É um processo conceitualmente caracterizado pela perda ou diminuição de matéria, forma, composição, energia e funções de um sistema natural, por meio de ações antrópicas. Assim, a alteração dos elementos que compõem o ecossistema como vegetação, fauna, solo e água, independentemente de sua origem, resulta na degradação ambiental.

A degradação ambiental pode ter diversas causas. No entanto, é comum colocar-se a responsabilidade no crescimento populacional e, na conseqüente pressão que esse crescimento proporciona sobre o meio físico. Essa é, talvez, uma posição simplista de que áreas com forte concentração populacional estejam, necessariamente, sujeitas à degradação. É claro que essa pode ser uma causa, mas não a única, nem a principal. (GUERRA e CUNHA, 2000).

A crescente demanda da população de Palmas pelos recursos naturais, trouxe a necessidade de incorporar novas áreas para produção de alimentos e aumentar o uso de insumos com vistas ao aumento da produção. Solos considerados inaptos para a prática agrícola e pecuária passaram a ser explorados, mesmo acarretando grandes prejuízos ao meio ambiente.

A escolha da bacia do ribeirão São João, como objeto desta pesquisa, deveu-se: (1) à necessidade de realização de análise ambiental nas bacias que contribuem diretamente para o reservatório da UHE – LAJEADO, tendo em vista a detecção de problemas erosivos, sedimentológicos e de qualidade da água; (2) proximidade desta bacia de Palmas, bem como a possibilidade desta bacia vir a ser usada pela Companhia de Saneamento do Estado do Tocantins – SANEATINS, como manancial de abastecimento de água para a população de Palmas; (3) devido à execução de projetos de pesquisa, como: Conservação de Microbacias da Área do Plano Diretor de Palmas, e do projeto: Conservação e Preservação de Recursos Naturais na bacia do ribeirão São

João: uma proposta de participação comunitária no processo de gestão ambiental, através do Programa PETROBRÁS AMBIENTAL, firmado entre a UNITINS/PETROBRÁS, ambos projetos contam com a parceria do LAGESOLOS/UFRJ.

Vale ressaltar que existem 43 bacias, com características análogas, que contribuem diretamente para este reservatório (INVESTCO, 2003), o que torna o aprofundamento deste estudo, uma importante base para possível extrapolação dos resultados obtidos, facilitando o entendimento da dinâmica destas áreas e sua repercussão para o reservatório da UHE - Lajeado.

O entendimento da bacia do ribeirão São João, como unidade fisiográfica, semelhante às demais que contribuem para o reservatório da usina, se baseia em alguns aspectos do meio físico, biótico e sócio-econômico da região. Como exemplo, tem-se os divisores topográficos das bacias, tanto as localizadas na margem esquerda, quanto na margem direita do Rio Tocantins, possuem cotas de altitudes entre 500 e 700 metros, e estão situadas nas Serras do Carmo, Lajeado e do Estrondo. Estas elevações representam o Planalto Residual do Tocantins, é nestas áreas que surgem as principais nascentes, com os tributários drenando no sentido da Depressão do Tocantins, onde se encontra o rio de mesmo nome, com cotas de altitude variando entre 200 e 300 metros.

Assim, o objetivo deste estudo foi realizar análise ambiental na bacia do ribeirão São João, tendo como objetivos específicos:

- Sistematizar conhecimento sobre a bacia do Ribeirão São João;
- Realizar estudos e levantamentos complementares;
- Realizar análise ambiental com vistas a disponibilização de dados que subsidiem o planejamento e gestão de uso dos recursos naturais;
- Apontar áreas prioritárias para ações de recuperação/recomposição ambiental;
- Sinalizar as áreas carentes de novas pesquisas;
- Contribuir para a formação de pesquisadores para o planejamento integrado de bacias hidrográficas;
- Contribuir para o maior envolvimento da comunidade científica na análise e equacionamento dos problemas ambientais da bacia, sob enfoque interdisciplinar.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, pela escassez de informações no Estado do Tocantins, são ainda relevantes para adoção de medidas de gestão das áreas do entorno do reservatório de UHE's, como UHE – Lajeado e de outros reservatórios já formados como os das UHE's - Serra da Mesa; Cana Brava; Peixe-Angical e outros em formação e/ou planejados como os da UHE's – São Salvador; Estreito, Tupiratins e Ipueiras, além de subsidiar o manejo de bacias hidrográficas da região dos Cerrados.

Na perspectiva do que foi proposto, a presente tese encontra-se estruturada em sete seções, da seguinte forma:

Uma seção refere-se a introdução através da qual se tem uma visão geral do estudo, bem como sua importância e o indicativo das partes que o compõe.

Em seguida buscou-se construir um referencial teórico capaz de fornecer a fundamentação necessária para a análise ambiental da bacia do Ribeirão São João, objetivo central do estudo. Assim, são apresentadas as contribuições teóricas acerca de qualidade ambiental, bacia hidrográfica, degradação ambiental, indicadores ambientais e algumas considerações teóricas necessárias ao estudo, enfocando as áreas física, biótica e sócio-econômica de um sistema natural.

A terceira parte descreve os procedimentos metodológicos, detalhados em considerações teórico-metodológicas, materiais e os procedimentos metodológicos propriamente ditos.

Na quarta parte estão apresentados os resultados e as discussões sobre os aspectos pesquisados na Bacia do Ribeirão São João.

Na quinta e sexta partes estão disponibilizadas as conclusões, remetendo para o próximo capítulo onde são feitas as recomendações, a partir da análise ambiental da Bacia do Ribeirão São João.

Na última parte deste estudo encontram-se as referências bibliográficas.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÀREA DE ESTUDO

2.1 Localização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João situa-se na margem direita do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, Rio Tocantins, nos municípios de Palmas, Porto Nacional e Monte do Carmo, sendo esta localizada na Região Administrativa Central do Estado do Tocantins, situada no retângulo envolvente com as seguintes coordenadas UTM 8.841.334 – 8.857.337 Sul e 787.129 – 819.251 Oeste. A bacia possui uma área de 291,4 km² e dista 3 km da área urbanizada de Palmas, 27 km da cidade de Porto Nacional e 33 km de Monte do Carmo.

O Ribeirão São João nasce na Serra do Carmo, numa altitude aproximada de 700 m, suas águas percorrem no sentido Leste-Oeste, após escoar longitudinalmente por 36,97 km e desaguar no reservatório, numa altitude de 212 m acima do nível do mar.

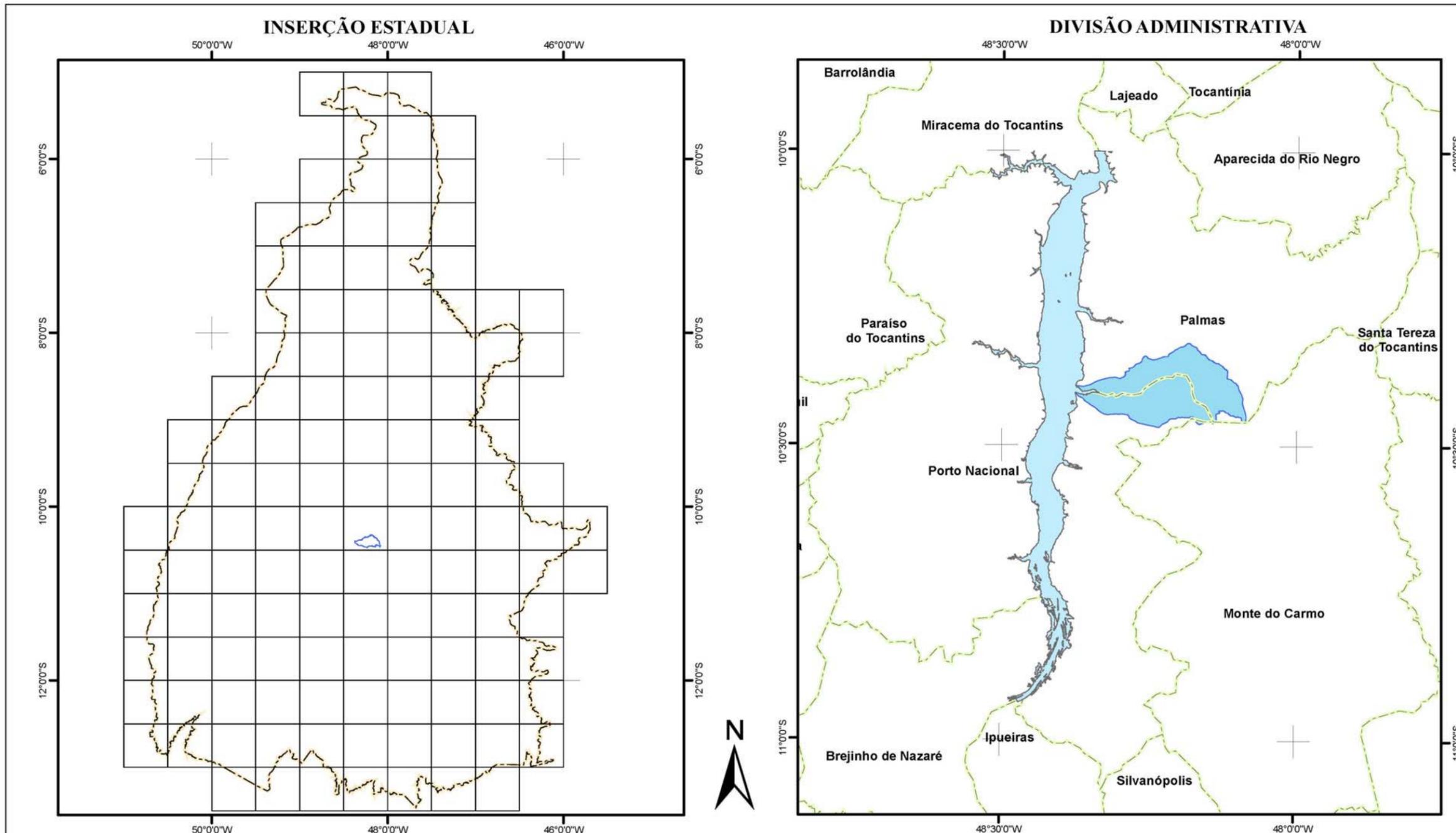
O principal acesso se dá por meio da rodovia pavimentada, TO-050, que liga a cidade de Palmas a Porto Nacional.

A bacia hidrográfica do Ribeirão São João tem como limite ao Norte, o Ribeirão Taquaruçu Grande; ao Sul, Ribeirão Chupé; a Leste, o reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães (UHE Lajeado); e a Oeste, a Bacia do Ribeirão Pedra.

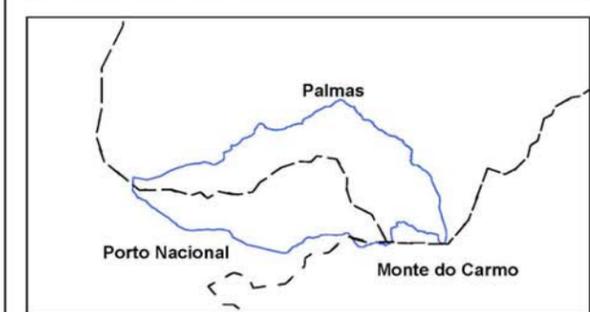
Diante da complexidade da temática ambiental e tendo em vista o alcance do objetivo deste estudo, faz-se necessário aprofundar discussão acerca dos pressupostos teóricos das áreas física, biótica e sócio-econômica, de modo a permitir uma compreensão mais globalizante da bacia, a partir do conhecimento sobre a inter-relação existente nestas áreas.

A figura 01 mostra o mapa de localização e situação da Bacia do Ribeirão São João e sua inserção nos municípios de Palmas, Porto Nacional e Monte do Carmo, Estado do Tocantins.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:750.000

DADOS DO PROJETO
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS - NATURATINS,
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE
 Temas Utilizados: Limite Municipal, Estadual, Nacional,
 Limite da Bacia.

Convenções

- Limite da Bacia do Ribeirão São
- Reservatório UHE Lajeado

LIMITES

- Internacional
- Interestadual
- Intermunicipal

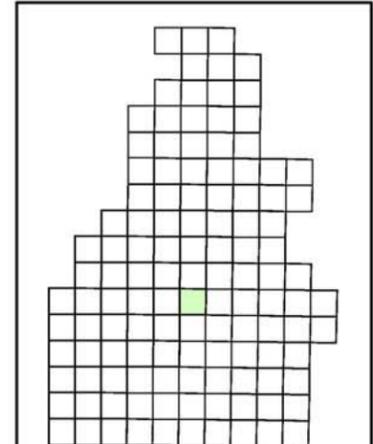
DIVISÃO ADMINISTRATIVA
 ESCALA: 1:850.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-89
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
 "Equador e meridiano 51° oeste",
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 10.000km e 500km RESPECTIVAMENTE.

INSERÇÃO NACIONAL



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-Z-B-II MI 1643 PARAISO DO NORTE	SC-22-Z-B-III MI 1644 VILA CANELA	SC-23-Y-A-I MI 1645 SANTA TERESA
SC-22-Z-B-V MI 1709 FATÍMA	SC-22-Z-B-VI MI 1710 PORTO NACIONAL	SC-23-Y-A-IV MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
 GEOGRAFIA - PPGG

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO DOURADO

2.2 Aspectos socioeconômicos da área

2.2.1 Processo Histórico de Ocupação da Bacia do Ribeirão São João

Os primeiros registros de ocupação da região na qual está inserida a Bacia do Ribeirão São João datam de 1840, quando do registro de terras em nome de Anna Ayres da Silva. Após seu falecimento, ocorrido nos idos de 1870, o imóvel, não foi ocupado pelos herdeiros, ficando em completo abandono. Mas devido à alta fertilidade de suas terras e à ótima localização, o imóvel passa a ser ocupado por posseiros. Com o desenvolvimento da região do São João, são abertas, manualmente, as primeiras estradas pelos posseiros, em 1958; e, em 1959 foi fundada a primeira escola com 150 alunos (DOURADO, 1992).

O processo de ocupação desta região deu-se através de lutas, que iniciadas em 1971, quando o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, assume a ação discriminatória do imóvel, mas acirrou-se a partir de 1979 com a expulsão de quatro famílias de posseiros e o incêndio de duas casas. Em 21 de agosto de 1979 aconteceu luta armada pela posse da terra, o que resultou em mortes. O fim da luta ocorreu com a desapropriação da área, através do Decreto Presidencial de 28 de agosto de 1984. Sendo, em 1985, criado o Projeto de Assentamento São João – INCRA, com uma área total de 4.251,97.70 ha⁴, para o qual foram cadastradas e selecionadas as famílias que moravam na fazenda São João, encontrando-se 43 famílias aptas a ocuparem as parcelas. Após estudos, o imóvel foi dividido em 54 parcelas, com tamanho entre 25 e 100 ha, deste total apenas 52 lotes foram efetivamente ocupados (DOURADO, 1992).

Com a criação do Estado do Tocantins, em 1988, e a instalação da cidade de Palmas em 1990, cidade planejada para ser a capital definitiva do Estado, desencadeia-se um acelerado processo de ocupação em seu entorno. Neste contexto, e considerando-se que a Bacia do Ribeirão São João dista 5 km do Distrito de Taquaralto, cidade satélite da capital e a 20 km de Palmas, a região da bacia sofre também conseqüências desta implantação.

Assim, em 1988, tem início o processo de modernização da agricultura na área do Projeto de Assentamento São João, através do INCRA, com a mecanização agrícola. Neste ano foram liberados 49 projetos de investimentos para os parceleiros, destes, 40 foram

⁴ ha – hectare, unidade de medida que equivale a 10.000 m²

beneficiados diretamente com desmatamentos e cerca de 70% já não cultivavam lavouras manuais, e os 30% restantes haviam reduzido a área de “roça de toco” (DOURADO, 1992). Em 1991, registra-se o novo ciclo de desmatamentos de áreas para os proprietários de imóveis da região do São João, desta vez incentivados pelo Governo Estadual, através da Companhia de Desenvolvimento do Estado do Tocantins – CODETINS, sob o ideal de implantação do cinturão verde de Palmas.

Em 1998, a Bacia do Ribeirão São João passa por grandes transformações quando tem início a construção da UHE – LAJEADO, através do barramento no rio Tocantins, cujo processo de enchimento do reservatório teve início em 2001; e, em 2002, o consórcio INVESTCO⁵, implanta nas margens direita e esquerda do Ribeirão São Joãzinho, principal afluente do Ribeirão São João, o Projeto de Reassentamento Mariana (PR – Mariana) com uma área total de 361,85.39 ha. Foram reassentadas 14 famílias que perderam suas terras durante o enchimento do referido reservatório, em parcelas com áreas que variam entre 4 e 28 ha, sendo a olericultura a principal atividade a ser desenvolvida.

De acordo com relatório da INVESTCO (2001), o meio social do PR – Mariana caracteriza-se por apresentar uma comunidade pequena, abrangendo 14 famílias, com características pouco diversificadas, composta basicamente de dois grupos distintos: um que planta hortaliças para comercializar nas feiras (geralmente com área menor) e o outro grupo que realiza atividades agrícolas de subsistência, com a venda do excedente e de criação de gado. A figura 04 mostra a placa de identificação do Projeto de Reassentamento Mariana – INVESTCO.

Dois outros projetos de Reassentamento foram implantados na área da Bacia do Ribeirão São João, 1) Reassentamento Prata, implantado pela INVESTCO e o Projeto de Agricultura Irrigada São João, da Secretaria Estadual de Recursos Hídricos em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA. Atualmente estes projetos

⁵ INVESTCO - consórcio responsável pela construção da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães – UHE LAJEADO.

encontram-se em processo de licenciamento ambiental e de obtenção da outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

Na implantação do Projeto de Reassentamento Prata foram realizadas algumas negociações que envolveram o Ministério Público, o Governo do Estado, uma parcela das pessoas diretamente afetadas pela formação do reservatório e o consórcio INVESTCO S/A. Segundo o Sr. Joel Parizi, gerente de Meio Ambiente do referido consórcio, que adquiriu uma área para implantação de uma Área de Preservação Permanente – APP do reservatório, porém o Governo Estadual mostrou-se disposto a implantar no local um projeto de irrigação, sendo doado parte desta área ao poder público estadual, que elaborou o referido projeto e o apresentou aos reassentados, cabendo a estes a decisão de integrarem o projeto governamental ou optarem por receberem o título de suas terras. Esta negociação resultou em três situações fundiárias distintas na área adquirida pela INVESTCO, uma formada por reassentados que receberam seus títulos; outra de permutantes que aceitaram integrar o projeto de irrigação e uma área doada ao governo estadual.

Com relação à adesão ao projeto de irrigação, cerca de 50% não optaram pelo projeto e receberam os títulos de seus imóveis, os demais decidiram pela adesão, sendo então realizada uma concessão real de uso, onde se estipulou um prazo de 72 meses para implantação do projeto de irrigação. Transcorrido este período o Governo Estadual não conseguiu resolver a situação, esgotando assim o prazo e o projeto de fato não entra em funcionamento.

Segundo informações obtidas junto à Secretaria Estadual de Recursos Hídricos - SRH, o Governo Estadual irá pressurizar a 1ª etapa do empreendimento ao final de 2008, com cerca de 4 ha para cada participante do projeto de irrigação. Foi informado ainda, que a SRH tentará envolver todos os donos de imóveis do local, mesmo aqueles que inicialmente não fizeram opção pelo projeto de irrigação. A questão que preocupa tanto futuros irrigantes, quanto o consórcio INVESTCO e órgãos institucionais, refere-se aos custos operacionais do projeto, como o da implantação, custo da água de irrigação, à assistência técnica, ao mesmo tempo, procuram saber qual a contra-partida do Estado.

Vale ressaltar que em função da implantação do Projeto de Reassentamento Prata, a INVESTCO teve que adquirir, na margem esquerda do reservatório, 1.000 ha para atender à Legislação Ambiental no que se refere à Área de Reserva Legal – ARL.

Os conflitos continuaram entre os reassentados e a INVESTCO, necessitando da interveniência do Ministério Público Estadual e Federal, neste caso os reassentados tiveram a colaboração do Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB. Esta nova negociação resultou numa grande reviravolta com relação à área para cada reassentado, tendo em vista que o módulo de 4,0 ha que serviu de base para os Projetos de Reassentamento já implantados, foi considerada inviável e, um novo módulo foi definido, passando a ter a área total de 10,5 ha. Neste contexto, o consórcio construtor da hidrelétrica, visando atender esta nova demanda adquiriu novas áreas complementares, algumas destas distantes dos projetos de reassentamento.

2.2.2 Aspectos sócio-econômicos dos municípios inseridos na Bacia

2.2.2.1 Município de Palmas

O município de Palmas foi criado em 1º de janeiro de 1990, com o intuito de sediar a administração do recém criado Estado do Tocantins. Sua instalação definitiva deu-se por meio da transferência da sede do município de Taquaruçu (recém emancipado do município de Porto Nacional), com seu prefeito e vereadores (eleitos em 1988), para Palmas (AIRES-DOURADO, 2004).

O município de Palmas está situado na região central do estado, a uma altitude média de 260 metros (SEPLAN, 1988), à margem direita do rio Tocantins, cercada pelas serras do Carmo e do Lajeado. De acordo com o censo realizado em 2000, o município de Palmas apresentava população de 137.045 habitantes, distribuídos numa área de 2.474,9 km² e densidade demográfica de 55,6 hab/km² (SENAI, 2001) e ocupa 0,89% da área total do estado. Atualmente sua população é de 163.143 habitantes, conforme contagem populacional do levantamento censitário feito em 2007. Assim, a densidade demográfica de Palmas sobe para 65,9 hab/km².

2.2.2.2 Município de Porto Nacional

O município de Porto Nacional localiza-se na região central do Estado do Tocantins, a uma altitude média de 212 m (SEPLAN, 2004), à margem direita do atual lago da UHE Luiz Eduardo Magalhães e surgiu no final do século XVIII, sob o influxo da descoberta de ouro em Carmo e Pontal, atraindo inúmeras famílias para o local.

Limita-se ao Norte, com o município de Palmas e Miracema do Tocantins; ao Sul, Brejinho de Nazaré, Ipueiras e Silvanópolis; a leste, Palmas e Monte do Carmo e a Oeste, com Paraíso do Tocantins, Pugmil, Nova Rosalândia e Oliveira de Fátima (SEPLAN, 2004). Dista 60 km da capital do Estado (IBGE, 2004).

Porto Nacional ocupa área de 4.464,11 Km² (IBGE, 2004), o que corresponde a 1,61% da área total do Estado do Tocantins. Nos últimos quinze anos, a população local cresceu consideravelmente, em consequência da criação do Estado do Tocantins e das políticas de desenvolvimento levadas a cabo na região. Atualmente, a população do município é de 43.682 habitantes, de acordo com a contagem populacional do IBGE, feita em 2007. Assim, a densidade demográfica é de 9,78 hab/km². A população urbana representa 86%, enquanto que a população rural está em torno de 14%. (SEPLAN, 2004)

De acordo com o PNUD/SEPLAN (2000), o município de Porto Nacional apresenta estrutura etária em que prevalecem pessoas com idade entre 15 e 64 anos, cerca de 61% da população.

O município de Porto Nacional apresenta uma hidrografia rica formada pelos rios Tocantins, Matança e Água Suja; ribeirões do Carmo, Santa Luzia, dos Mangues, Manguinho, Conceição, Chupé e São João. (SEPLAN, 2004)

2.2.2.3 Município de Monte do Carmo

Monte do Carmo localiza-se na região central do Estado, a uma altitude média de 295 m, no vale do Tocantins e teve sua origem em 1741, quando o desbravador Manoel de Souza Ferreira, fundou o arraial de Nossa Senhora do Carmo, situado na confluência dos

rios Água Suja e Sucuri. A denominação deve-se ao fato deste ser limitado pela Serra Nossa Senhora do Carmo. (SEPLAN, 2004)

O município de Monte do Carmo limita-se ao Norte com os municípios de Palmas, Santa Tereza do Tocantins e Porto Nacional; ao Sul, com Silvanópolis; a Leste, Ponte Alta do Tocantins e, a Oeste, com Porto Nacional. Dista 97 km da capital, Palmas.

A hidrografia do município é formada pelos rios Água Suja, Arraias, Cabeça de Boi, Novo e rio Balsas; ribeirão Azul, Conceição; córrego Moleque. (SEPLAN, 2004)

2.3 Aspectos físicos da área

2.3.1 Geologia

A geologia da área onde se insere a Bacia do Ribeirão São João, segundo o ZEE (2003) constitui-se de unidades litológicas datadas do Pré-cambriano, Siluriano, Devoniano e do Quaternário. O embasamento cristalino pertencente ao Pré-Cambriano Indiferenciado ou Complexo Goiano que representa um conjunto de rochas formadas em diversos ciclos tectono-orogênicos. É este embasamento que sustenta litoestatigraficamente formações superficiais, compostas das Formações Pimenteiras (Dp) e Serra Grande (SDsg). Na porção restante, da área em estudo, ocorrem coberturas sedimentares cenozóicas que são formadas por depósitos transportados e de alteração “in situ” que sobrepõem às demais unidades estratigráficas, e são representadas pelos Depósitos Aluvionares (Qa).

As formações superficiais diferenciam-se por um vasto sítio de acumulação de sedimentos de natureza siliciclástica, originados em um ciclo transgressivo completo. Os depósitos continentais estão representados pela Formação Serra Grande do Siluriano-Devoniano com \pm 440 milhões de anos e transicionaram para os depósitos marinhos da Formação Pimenteiras. Nesta região predomina topografia suave ondulada a ondulada. A Formação Serra Grande é de origem marinha sendo composta por arenitos parcialmente arcozeanos predominantemente grosseiros, mal selecionados, com níveis subordinados de conglomerados, siltitos e argilitos. Trata-se, segundo Brasil (1981a), de um embasamento geológico formado por rochas friáveis. O contato Serra Grande – Pimenteiras é concordante

e predominantemente, transicional, havendo uma gradação de clásticos grosseiros da Formação Serra Grande para clásticos finos da Formação Pimenteiras.

A Formação Pimenteiras datada do período Devoniano com ± 400 milhões de anos, situa-se na região onde a topografia é plana ou suave ondulada. Nesta formação há a ocorrência de arenitos finos a grosseiros (comumente friáveis), siltitos foliáceos ferruginosos ou não, argilitos, níveis conglomeráticos e microconglomeráticos, sendo os siltitos a rocha de maior expressividade areal (BRASIL, 1981a).

O Cinturão Araguaia é a designação da faixa de dobramentos proterozóicos, e são representados por um conjunto de unidades litoestratigráficas de evolução policíclica e de organização complexa. A composição do Cinturão Araguaia, na região de estudo, observando a ordem da mais antiga para a mais jovem, é composta pelas seguintes unidades geológicas, Complexo Granulítico Porto Nacional, compreendendo uma Associação Ortogranulítica (Ppno) e uma Associação de Rochas Supracrustais (Ppnp); Suíte Intursiva granítica (Psy) e Suíte Granítica Ipueiras (Pi). A ocorrência desta faixa de cisalhamento e dobramentos forma uma porção de crosta continental significativamente, que expõe um conjunto de unidades estratigráficas com uma grande diversidade de tipos litológicos intercalados, imbricados, com intrusões graníticas que se associam em sistemas complexos.

O Complexo Granulítico Porto Nacional (Ppn) constituído por um conjunto litológico altamente deformado e metamorfozido em alto grau; a Associação Ortogranulítica (Ppno) que ocorre em faixas com orientação de direção sudoeste-nordeste, com formações alternadas de corpos irregulares concordantes ou corpos homogêneos que se alternam com a Associação de Rochas Supracrustais apresentando variação estrutural de proto a ultramilonitos com as alterações hidrotermais correspondentes a alguns termos são milonitos típicos. A Associação de Rochas Supracrustais (Ppnp) assemelha-se as características de distribuição e geometria da Associação Ortogranulítica (Ppno), pois apresentam contatos ora tectônicos, ora transacionais, formando complexos imbricamentos ao longo de extensas faixas de cisalhamento no sentido sudoeste-nordeste (ZEE, 2003).

Os terrenos cristalinos da parte central do Estado do Tocantins, que estiveram submetidos a reativações tectônicas durante o Ciclo Transbrasiliano, apresentam quadro

deformacional intraplaca, de grande interesse para o estudo da evolução morfológica dessa região.

Os movimentos tectônicos resultaram na formação de falhas geológicas na região, tanto do lado direito quanto esquerdo do rio Tocantins, no primeiro as Falhas do Lajeado 1, 2, 3, 4, Falha Manoel do Carmo, entre outras; e, do lado esquerdo a Falha Kennedy-Miranorte e os Graben de Santo Antonio e Graben de Monte Santo, formaram a Depressão Tocantins (BRASIL, 1981a).

2.3.2 Geomorfologia

A geomorfologia regional é constituída por duas unidades distintas: o Planalto Residual do Tocantins e a Depressão do Tocantins. O Planalto Residual do Tocantins caracteriza-se por uma região de terras altas, de topos serras convexas e altimetria variando de 500 a 750 metros, representada pela Serra do Carmo, dispõe-se na direção Norte-Sul, voltada para o rio Tocantins, apresentando frente de cuesta com escarpas abruptas. A segunda apresenta altimetria variando de 200 a 300 metros; todavia, no contato entre as duas unidades há uma zona de transição com elevada densidade de drenagem e vales profundos, em que a diferença de nível promove uma condição energética favorável para a formação de processos erosivos, inclusive com movimentos de massa e o transporte de sedimentos para os canais de drenagem.

De acordo com ZEE (2003), o Planalto Residual do Tocantins apresenta os seguintes compartimentos geomorfológicos: 1) Escarpas e Espigões Digitados - apresentam as frentes escarpadas das cuestas da Serra do Carmo, com amplitudes de 300 a 400 m, e as partes altas e íngremes das escarpas são sustentadas por arenitos das formações Serra Grande e Pimenteiras, com base aflorando granitos e granitóides pré-cambrianos; 2) Morros Muito Dissecados e Colinas - ocorrem no reverso da Serra do Carmo relevo de morros muito dissecados e níveis altimétricos variando de 500 a 700 m. Os vales encontram-se muito encaixados, com formas tabulares sustentadas por arenitos e siltitos das formações Pimenteiras e Serra Grande; 3) Morrotes de Cimeira - com topos de serras predominantemente compostas por arenitos e siltitos de formação Pimenteiras apresentam

as formas tabulares, mais ou menos extensas de acordo com a densidade de drenagem. Os vales são abruptos e encaixados, nas os topos são planos, e criam junto às áreas de menor extensão e na borda das escarpas, zonas muito dissecadas.

A Depressão do Tocantins em função da dinâmica fluvial e aos fatores morfogênicos, apresentam basicamente cinco compartimentos geomorfológicos: 1) Baixo Terraço e Planície de Inundação, constituído por áreas de acumulação, muito baixas, sujeitas a inundações periódicas; 2) Terraços - constituem as áreas planas ou levemente onduladas inclinadas em direção ao rio e sustentadas pelos sedimentos aluvionares antigos, com ocorrência de lagoas esparsas de forma geralmente circulares. 3) Colinas amplas e rampas - ocorrem relevos planos sub-horizontais ou convexos com leve declive em direção ao rio Tocantins, e junto as drenagens apresentam rupturas que formam ressaltos devido à característica do perfil das vertentes serem longas e retilíneas. Estão situadas nos níveis altimétricos entre 220 e 280 m e possuem vales abertos e pouco encaixados no relevo. 4) Colinas e morrotes - apresentam dissecção mais pronunciada que as anteriores com formas convexas, aguçadas ou tabulares, dependendo das litologias que sustentam os relevos. Ocorrem nas áreas de afloramento de rochas cristalinas no sopé. 5) Morros e Morrotes – relevos bastante dissecados apresentam formas tabulares, convexas ou aguçadas, dependendo das litologias que os sustentam (ZEE, 2003).

2.3.3 Clima

A regionalização climatológica da área de estudo foi estabelecida pelo ZEE (2003), que adotou tipologias considerando os índices representativos de umidade, aridez e eficiência térmica (evapotranspiração potencial), derivados diretamente da precipitação e da temperatura, conforme Thornthwaite. Neste contexto, predomina na área de estudo o clima do tipo $C_{2wA'a'}$ - clima úmido subúmido com pequena deficiência hídrica, evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, distribuindo-se no verão em torno de 420 mm, ao longo de três meses consecutivos com temperaturas mais elevadas. Na classificação de Koppen a região enquadra-se no clima Aw – clima tropical úmido de savana com inverno seco, com três ou quatro meses de duração.

A precipitação concentra-se durante a estação chuvosa que ocorre nos meses de novembro a abril. A temperatura apresenta-se, tanto espacial quanto temporalmente, com menores alterações. A média anual é de 26,0 °C. Observa-se a ocorrência de menores valores de umidade relativa do ar no inverno, coincidindo com o período em que as precipitações são menos frequentes, comprovando que a variabilidade do elemento umidade apresenta uma correlação importante com a das precipitações.

O parâmetro evaporação tem um comportamento sazonal bem marcado, caracterizado por um padrão inverso ao do elemento precipitação, sendo que de julho a setembro tem-se os valores maiores, enquanto que os menores ocorrem em fevereiro. Já o padrão temporal do elemento insolação é exatamente o inverso ao das precipitações, ou seja, nos meses em que as precipitações são menores, têm-se médias mensais de insolação maiores, normalmente associadas a menor nebulosidade. As situações excepcionais de grandes tempestades, períodos extensos de seca fora de época, ventanias de grande velocidade, são extremamente raras e quase desconhecidas.

Para Pereira *et al.* (1997), o balanço hídrico consiste num sistema contábil de monitoramento da água do solo e resulta da aplicação do princípio de conservação de massa para a água num volume de solo vegetado. Segundo esses autores a variação do armazenamento, num intervalo de tempo, representa o balanço entre entradas e saídas de água do volume de controle. São basicamente seis os elementos de entrada: chuva, orvalho, escoamento superficial, drenagem lateral, ascensão capilar e irrigação, e quatro para as saídas: evapo(transpi)ração, escoamento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda.

O balanço hídrico constitui-se numa ferramenta em que na meteorologia delimita áreas de mesma disponibilidade hídrica e na hidrologia, estuda as Bacias hidrográficas, dimensionando reservatórios (AMORIM, 1989). De acordo com a aplicabilidade, o balanço hídrico pode vir a ser calculado para várias escalas de tempo: diária, decenal e mensal. O balanço hídrico adotado refere-se ao modelo de Thornthwaite & Mather (1955), considerando-se que a disponibilidade de água no solo é proporcional ao seu armazenamento, levando-se em conta a evapotranspiração real. No caso do zoneamento climatológico do Estado do Tocantins, adotou-se uma lâmina máxima de armazenamento

de 100 mm, utilizada para caracterizar a disponibilidade hídrica e a distribuição das chuvas durante o ano, indicando as épocas de deficiência e excedentes hídricos.

A tabela 01 mostra os valores das variáveis climatológicas e o Balanço Hídrico Climático Normal durante o período de 1961 – 1990, para a região de estudo, sendo que a figura 02 mostra o gráfico do balanço hídrico para a região de Porto Nacional (TO). O armazenamento máximo considerado é de 100 mm; e **T**: Temperatura normal climatológica; **ETP**: Evapotranspiração Potencial; **P**: Precipitação; **ETR**: Evapotranspiração Real; **EXC**: Excedente Hídrico e **DEF**: Deficiência Hídrica.

Tabela 01 - Balanço hídrico climático normal durante o período de 1961 – 1990, para a região de Porto Nacional – TO, latitude 10,72; longitude 48,42; altitude 239 m.

Meses	T	P	ETP	P-ETP	NEG-AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	oC	Mm	Thorntwaite 1948	mm		mm	mm	mm	mm	mm
Jan	25,5	240,0	123,39	116,6	0,0	100,00	0,00	123,4	0,0	116,6
Fev	25,5	267,0	113,79	153,2	0,0	100,00	0,00	113,8	0,0	153,2
Mar	25,6	272,0	125,27	146,7	0,0	100,00	0,00	125,3	0,0	146,7
Abr	26,0	148,0	124,93	23,1	0,0	100,00	0,00	124,9	0,0	23,1
Mai	26,2	37,0	129,53	-92,5	-92,5	39,64	-60,36	97,4	32,2	0,0
Jun	25,5	7,0	111,68	-104,7	-197,2	13,92	-25,72	32,7	79,0	0,0
Jul	25,4	5,0	113,40	-108,4	-305,6	4,71	-9,21	14,2	99,2	0,0
Ago	27,0	7,0	143,15	-136,1	-441,8	1,21	-3,50	10,5	132,6	0,0
Set	28,0	52,0	161,62	-109,6	-551,4	0,40	-0,80	52,8	108,8	0,0
Out	26,8	183,0	146,27	36,7	-99,1	37,13	36,73	146,3	0,0	0,0
Nov	26,2	219,0	133,61	85,4	0,0	100,00	62,87	133,6	0,0	22,5
Dez	25,8	230,0	132,67	97,3	0,0	100,00	0,00	132,7	0,0	97,3
TOTAIS	313,5	1667,0	1559,31	107,7		697	0,00	1107,5	451,8	559,5
MÉDIAS	26,1	138,9	129,94	9,0		58,1		92,3	37,6	46,6

Fonte: INMET. Departamento de Física e Meteorologia ESALQ-USP

Através desses dados, pode-se observar que no cômputo geral a área de estudo apresenta balanço hídrico negativo, embora nesta análise a consideração seja apenas em termos climáticos, conforme figura 02. O período do ano entre os meses de dezembro e março apresenta excedente hídrico, totalizando 559,5 mm. Por outro lado, entre os meses de abril e outubro se verificam as deficiências hídricas (total médio de 451,8 mm). O que evidenciam uma forte irregularidade na distribuição das chuvas, além de se tratar de um volume anual que não permite uma caracterização bem definida, ou seja, se o ano pode ser considerado normal, chuvoso e/ou seco. Observou-se também que o déficit hídrico de 451,8 mm/ano representa aproximadamente 27,1% da média total de chuva precipitada, coincidindo com o período de estiagem, que ocorre nos meses em que há maior temperatura, velocidade do vento, associadas à baixa umidade relativa do ar e, provavelmente uma maior insolação.

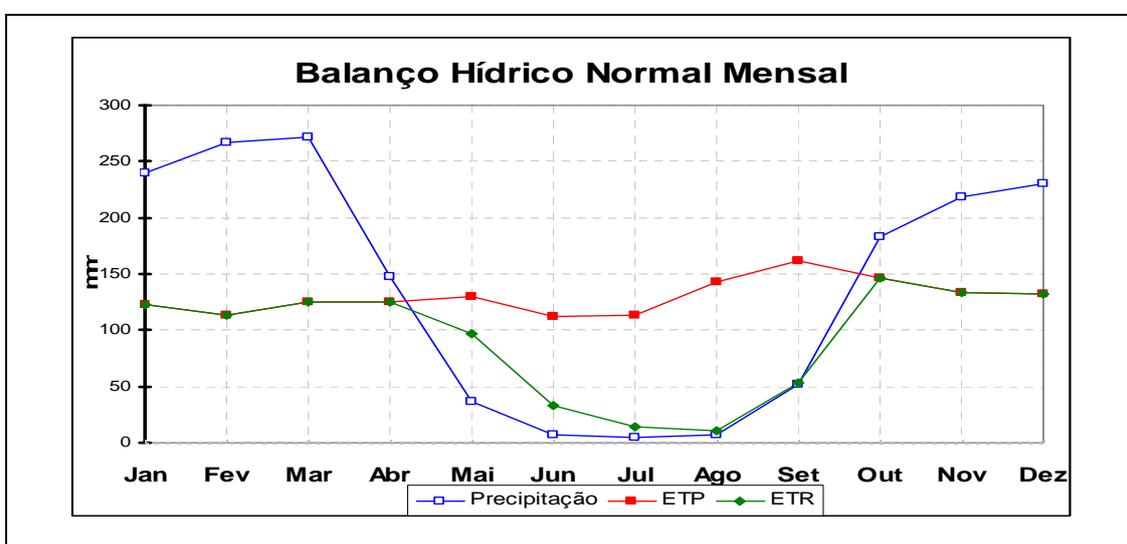


Figura 02 – Gráfico balanço hídrico para a região de Porto Nacional - TO.
Fonte: INMET. Departamento de Física e Meteorologia ESALQ-USP.

A tabela 02 traz os valores mensais de temperatura média, pluviometria, umidade relativa do ar, radiação global, velocidade e direção do vento, no período de período jan/2004 a maio/2006.

Tabela 02 – Dados da Estação Meteorológica Automática de Palmas – TO, período jan/2004 a dez/2006.

Mês	Temperatura (°C)			Pluviometria mensal (mm)			Umidade relativa (%)			Radiação global mensal (cal/cm ² .min)			Velocidade do vento (m/s)			Direção do vento (°)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Janeiro	26,5	27,3	26,1	368,7	190,7	89,8	82,2	78,8	81,9	176,5	205,3	184,1	1,2	1,2	1,0	161,8	172,6	
Fevereiro	26,3	27,6	26,7	375,9	255,8	272,5	82,3	79,0	81,0	182,2	219,8	217,7	1,0	1,2	1,4	175,7	168,0	
Março	26,7	26,9	26,9	230,5	269,5	377,9	81,7	81,9	82,0	182,4	187,7	203,5	1,2	1,1	1,1	167,1	168,9	
Abril	27,5	27,6	27,1	185,0	238,8	203,6	78,1	78,2	80,0	194,4	201,0	256,4	1,2	1,0	1,8	172,6	161,7	
Maio	27,9	26,7	25,9	6,1	99,0	163,5	70,4	74,2	83,0	208,3	184,9	292,9	1,1	1,1	1,5	150,9	147,7	
Junho	26,3	26,6	25,9	0,1	0,0	0,0	64,1	67,2	82,5	210,3	210,3	234,4	1,2	1,4	1,3	142,0	146,0	
Julho	26,1	25,4	26,0	0,0	0,0	0,0	60,2	62,9	79,4	229,6	235,7	238,3	1,4	1,4	1,4	155,8	149,0	
Agosto	27,3	27,2	25,2	22,0	0,0	8,4	55,7	55,0	65,0	245,5	265,8	262,1	1,4	1,8	1,9	165,6	149,9	
Setembro	28,8	28,8	24,9	0,5	40,7	182,6	53,9	57,3	63,6	260,9	255,1	241,7	1,4	1,6	1,7	156,2	151,2	
Outubro	27,6	28,3	27,1	190,9	80,2	93,2	73,7	69,9	52,7	208,3	238,9	223,5	1,1	1,3	2,2	167,1	165,5	
Novembro	27,7	27,6	27,4	176,1	155,9	161,8	75,1	76,5	64,6	221,7	213,0	221,8	1,2	1,2	1,9	172,6	167,5	
Dezembro	27,1	26,4	27,5	179,4	249,3	91,4	77,2	80,8	74,4	197,9	195,8	199,1	1,2	1,4	1,7	172,5	169,6	
ANO				1735,2	1579,9	1644,7												

Fonte: Laboratório de Meteorologia e Climatologia / UFT – Campus Universitário de Palmas (2007).

A tabela 02 mostra uma sucessão de mudanças na configuração da contabilidade hídrica da localidade em estudo. Pode-se ainda observar ao longo do ano a ocorrência de processos como: 1) o período de deficiência hídrica, área na qual a ETR é menor que a ETP; 2) o período de reposição de água no solo, área entre as curvas da ETP/ETR e a Precipitação, que se prolonga da primeira quinzena de outubro a segunda quinzena de dezembro; 3) Período de excesso hídrico, faixa ou área na qual a precipitação é maior que as curvas de ETP/ETR (período entre os meses de dezembro e abril); 4) Retirada de água do solo, área entre as curvas da precipitação e da ETR.

Os dados disponíveis mostram a alternância das fases seca e chuvosa, sendo evidenciada, notadamente entre os meses de maio a setembro, constata-se também que mesmo com a chegada do período chuvoso, só a partir de novembro é que o armazenamento de água no solo será positivo.

Visando maior detalhamento dos aspectos climatológicos da área da Bacia do Ribeirão São João, buscou-se junto ao Laboratório de Meteorologia e Climatologia / Universidade Federal do Tocantins - Campus Universitário de Palmas, dados da Estação Meteorológica Automática de Palmas - TO, localizada nas coordenadas: 10°10' S e 48°25' W Gr e altitude de 214 m.

Conforme dados obtidos na Estação Meteorológica da UFT, referente às temperaturas médias mensais do município de Palmas, para os anos de 2004 e 2006, foram apresentados valores maiores no mês de setembro; e os menores valores, no mês de julho.

Relativo às precipitações médias mensais, registra-se a não ocorrência de chuva no mês de julho de 2004 e nos meses de junho, julho e agosto de 2005; as máximas de chuva ocorreram nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, com maior média mensal em março de 2006, com 377 mm.

A média mensal da umidade relativa do ar variou entre a mínima de 53,9%, em setembro, e a máxima de 82,3%, ambas em 2004. Já, a radiação global mensal ficou em 176,5 cal/cm².min, em janeiro de 2004, e a máxima de 265,8 cal/cm².min, em agosto de 2005.

A direção dos ventos variou entre os azimutes de 142,0° e 175,7°, sendo a velocidade média mensal com valores menores com 1,0 m/s, registrado nos meses de janeiro 2004 e fevereiro de 2006 e maiores valores de 1,8mm/s registrados nos meses de agosto/2005 e abril/2006.

2.3.4 Hidrografia

De acordo com o Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Tocantins (ZEE, 2003), hidrologicamente o Ribeirão São João pertence a sub-bacia 1 (Rio Tocantins), sendo afluente direto deste rio e enquadrado na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia, a partir da Resolução nº 32/2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

A Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia localiza-se quase que integralmente entre os paralelos 2° e 18° S e os meridianos 46° e 56° W Gr. Sua configuração alongada no sentido longitudinal, seguindo as diretrizes dos dois principais eixos fluviais, o Tocantins e o Araguaia, que se unem no extremo setentrional da bacia, formam o baixo Tocantins, que desemboca no estuário do Rio Amazonas. A região possui uma área de 967.059 Km² (11% do território nacional) e abrange os estados de Goiás (26,8%), Tocantins (34%), Pará (20,8%), Maranhão (3,8%), Mato Grosso (14,3%) e o Distrito Federal (0,1%) (<http://www.ana.gov.br>).

Essa região hidrográfica possui uma vazão média anual de longo período de 11.800 m³/s, volume médio anual de 344 km³. Limita-se com as bacias de alguns dos maiores rios do Brasil: ao Sul com a do Paraná, a Oeste, com a do Xingu e a Leste, com a do São Francisco (ANELL, 1999).

Na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia estão presentes os biomas Floresta Amazônica, ao Norte e Nordeste, e Cerrado nas demais áreas. O desmatamento da região intensificou a partir da década de 70, com a construção da rodovia Belém-Brasília, da hidrelétrica de Tucuruí e da expansão das atividades agropecuárias e de mineração (<http://www.ana.gov.br>).

2.3.5 Solos

Em relação aos aspectos pedológicos, a região onde está inserida a Bacia do Ribeirão São João apresenta relativa variedade de solos, conforme se pode verificar através de estudos realizados por Ranzani (1996 e 2002), nos municípios de Porto Nacional e Palmas, sendo que no primeiro, destacam-se os com horizonte B Latossólico (Latosolos Vermelho Amarelo com 38,3% e Vermelho Escuro e 11,2 % da área), Concrecionários Lateríticos (23,1 %), Cambissolos (6,2 %), Areias Quartzosas (0,6%), Hidromórficos (Glei – 4,3 % e Aluviais – 9,7 %), Litólicos (5,1 %); já para o município de Palmas foram registrados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), os Latossolos (37,81 %), Plintossolos (24,56 %), Cambissolos (19,50 %), Neossolos (11,72 %) e Gleissolos (6,43 %).

3.4 Aspectos bióticos da área (vegetação)

O Cerrado é considerado uma savana com fisionomias que incluem um gradiente desde formações abertas de campos, com ausência de elementos lenhosos, até formações florestais como Cerradão (GOODLAND, 1971), matas de galeria e matas secas (RIBEIRO & WALTER, 1998). Entre essas fisionomias, ainda ocorrem, em um gradiente de aumento dos elementos lenhosos, Campo Sujo, Campo Cerrado e Cerrado *sensu stricto*.

Com o objetivo de identificar as espécies vegetais que ocorrem na Bacia do Ribeirão São João, está sendo realizado pelo pesquisador Eduardo R. Santos da UNITINS, o levantamento florístico em diferentes fitofisionomias, através do Projeto São João, convênio UNITINS/PETROBRÁS. Os resultados desses levantamentos visam fornecer subsídios quanto à indicação (qualitativa e quantitativa, respectivamente) das espécies que estão sendo utilizadas na recuperação das áreas degradadas da Bacia do Ribeirão São João e seus contribuintes.

De acordo com Santos *et al.* (2006), na área da Bacia do Ribeirão São João foram coletadas e catalogadas 576 espécimes vegetais, destas 384 espécies estão identificadas e pertencem a 88 famílias de plantas vasculares. As matas de galeria foram os ambientes que contribuíram com maior número de espécies, mostrando a importância destas na manutenção da biodiversidade. Entre as famílias que mais se destacaram em

número de espécies estão: Fabaceae (28), Caesalpiniaceae (25), Rubiaceae (24), Asteraceae (19), Euphorbiaceae (14) e Mimosaceae (13), como mostra a Figura 03.

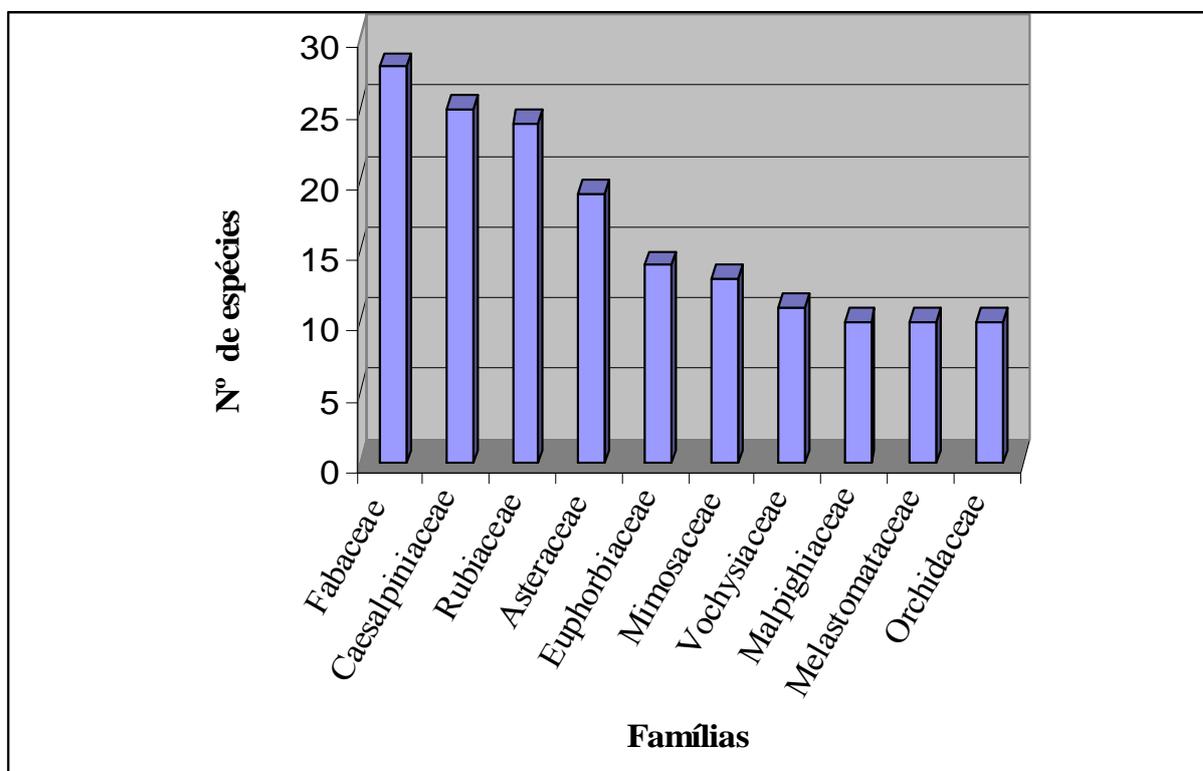


Figura 03 - Famílias que apresentaram maior riqueza de espécies vegetais na área da Bacia do Ribeirão São João catalogadas no Herbário da Universidade do Tocantins (HUTO), Palmas – TO.

Fonte: SANTOS *et al.*, (2006).

Dentre as espécies do Cerrado encontradas por SANTOS *et al.*, (2006), as mais comuns são: Folha larga (*Salvertia convalariaeodora* St.Hill), Pau terra (*Qualea parviflora* Mart), Capitão (*Calisthere fasciculata* Mart), Escorrega macaco (*Vochysia haenkeana* Mart), Canela d'ema (*Vellozia* sp), Caju (*Anacardium* sp), Cajuí (*Anacardium humile* A. St. Hil), Aroeira (*Myracruoduon urundeuva* Fr. Allem), Gonçalves-Alves (*Astronium fraxinifolium* Schott.), Pindaíba (*Xylopia aromatica* (Lam.) Mart), Assa peixe (*Vernonia ferruginea* Less.), Imbiruçu (*Pseudobombax tomentosum* (Mart.& Zucc.) A Robyns), Miroró (*Bauhinia* sp), Algodoeiro (*Cochlospermum regium* (Mart.ex Schrank.) Pilger), Mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichl.), Pau brinco (*Connarus suberosus* Planch), Sambaíba ou Lixeira (*Curatela americana* L.), Sambaibinha (*Davilla elliptica* St. Hil.), Paratudo (*Acosmium dasycarpum* (Vog.) Yakovl. Ssp.), Angelim (*Andira* sp), Sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K),

Sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vog.), Louro (*Ocotea* sp), Mangabeira (*Lafoensia pacari* St. Hil.), Cega machado (*Physocalymma scaberrimum* Pohl.), Murici (*Byrsonima crassa* Nied), Quaresmeira (*Tibouchina* sp), Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cor), Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.ssp.brasiliense), entre outras.

Já na área de Cerradão são o Miroró ou Pata de vaca (*Bauhinia* sp); Pau d'óleo (*Copaifera langsdorffii* Desf); Mata pasto (*Senna* sp), Vaqueta (*Combretum leprosum* Mart.), Barú (*Dipteryx alata* Vogel), *Heliconia* sp, Pau d'anta (*Emmotum nitens* (Benth.) Miers), Jequitibá (*Cariniana rubra* Gardner ex. Miers), Murici (*Byrsonima* sp), Anjico branco (*Anadenanthera* sp), Negramina (*Siparuna guianensis* Aubl.), Gameleira (*Ficus* sp), grudento (*Myrcia* cf. *selowiana* Berg), Maracujá do mato (*Passiflora* sp), Marmelada (*Alibertia* sp), Mamoinha (*Cupania vernalis* Camb), Tinguí (*Serjania* sp), Pau terra (*Qualea grandiflora* Mart), Pau pereira (*Aspidosperma nobile* M. Arg), Ipê (*Tabebuia* sp), entre outras (SANTOS *et al.*, 2006).

As espécies mais comuns observadas na Mata de Encosta são: a Begônia (*Begonia* sp), Folha-de-carne (*Casearia* sp), Mucuíba (*Virola sebifera* Aubl.), Pimenta de macaco (*Piper* sp), Erva (*Psychotria* sp), Erva (*Psychotria carthagenensis* Jacq), entre outras (SANTOS *et al.*, 2006).

As espécies da Mata de Galeria que se destacam são: Pau-da-água (*Tapirira guianensis* Aubl), Tiborna (*Himatanthus obovatus* (M. Arg.) R. E. Woodson), Assa peixe (*Vernonia* sp), Begônia (*Begonia* sp), Paineira (*Ceiba* sp), Miroró (*Bauhinia* sp), Jatobá da mata (*Hymenaea courbaril* L), Mata pasto (*Senna* sp), Cana de Macaco (*Costus spiralis*(Jacq.) Roscoe), Olho de boi (*Diospyros hispida* A. DC), Sangra d'água (*Croton urucurana* Baill, Morcegueiro (*Vatairea macrocarpa* (Benth) Ducke), Folha-de-carne (*Casearia sylvestris* SW.), Laranjeira (*Antonia ovata* Pohl.), Cedro (Guarea guidonea (L.)Sleumer), Tamboriu (*Enterolobium contortisiliquum*(Vell.)Morong), Ingá (*Inga* sp), Gameleira (*Ficus* sp), orquídeas (*Habenaria* sp; *Lokartia* sp e *Stenorrhinchus* sp), Trevo (*Oxalis* sp), Maracujá-do-mato (*Passiflora* sp), Pimenta de macaco (*Piper tuberculatum* Jacq.), Marmelada (*Alibertia* cf.*sessilis* (Vell.) K. Schum.), Genipapo (*Tocoyena formosa* (Cham.& Schlecht.)K.), Tinguí (*Serjania* sp), Mata cachorro (*Simarouba versicolor* St.Hil.), Mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), entre outras (SANTOS *et al.*,

2006).

O trabalho de Santos (2006), levantou ainda as áreas da Bacia do Ribeirão São João que necessitam de ações de recomposição da cobertura vegetal, destacando que a participação ativa da comunidade local, desde a etapa inicial, ou seja, da indicação das áreas consideradas prioritárias para recuperação da degradação, até as etapas de plantio e condução das mudas, está sendo imprescindível para o êxito das ações, salientando que houve um maior envolvimento dos agricultores e familiares com o projeto, do que por parte dos grandes produtores.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura procurou-se trazer à luz, para discussão, os conceitos que do ponto de vista teórico e metodológico cobrem o tema em estudo. Assim, serão apresentados os conceitos de análise ambiental, qualidade ambiental, sustentabilidade, degradação ambiental, indicadores ambientais e bacia hidrográfica.

3.1 Análise ambiental

Análise ambiental é o exame detalhado de um sistema ambiental, por meio do estudo da qualidade de seus fatores, componentes ou elementos, assim como dos processos e interações que neles possam ocorrer, com a finalidade de entender sua natureza e determinar suas características essenciais (FEEMA, 1997).

Sabe-se que a questão da análise ambiental, do ponto de vista jurídico, tem seu fundamento no artigo 255, parágrafo 1º, inciso IV da Constituição Federal, que determina a exigência, na forma da Lei, do Estudo de Impacto Ambiental para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do ambiente.

Fowler e Aguiar (1995) relatam a existência de um grande número de “técnicas” utilizáveis para análise ambiental, mas que atualmente prevalecem uma ênfase nos aspectos legais e institucionais, principalmente porque o Brasil tem uma história curta nesse campo de atividade, acrescentando que essa falta de integração entre os aspectos

já relacionados e o contexto técnico, científico e teórico da análise ambiental ocorre em todo o mundo.

Maglio (1995) constatou que na maioria dos estudos ambientais verifica-se a setorização da análise, limitada à aplicação dos parâmetros de controle ambiental já sedimentados, porém sem o caráter de uma avaliação integrada, refletindo-se em ausência de metodologias consistentes de previsão dos efeitos no sistema ambiental analisado. O autor ressalta que o objetivo da análise ambiental é tratar de problemas relacionados com impactos ou com conservação de unidades vivas, que variam em níveis de organização, desde populações até ecossistemas e que a análise ambiental tem que responder as questões formuladas pelos órgãos de decisão e as inquietudes dos cidadãos. O autor acrescenta ainda, que se a análise ambiental tem um papel no planejamento efetivo, os órgãos responsáveis precisam definir os objetivos da análise, mas eles são confusos, ou se as dúvidas das pessoas a cargo do planejamento não são tratadas diretamente, ou, ainda, se não se realiza uma análise ecológica rigorosa, a análise ambiental resultante será inadequada.

Guerra e Marçal (2006), falam da importância da evolução da abordagem sistêmica na compreensão, organização e inter-relação dos sistemas naturais, sociais e econômicos na análise ambiental. Acrescentando que a busca da compreensão das várias formas de relacionamento entre os diversos componentes e fenômenos da natureza, frente às grandes variações a ela impostas, levou as ciências nos últimos três séculos a conhecerem importantes progressos no esforço de descrever o universo físico e ambiental em que vivemos e, o surgimento de novas técnicas de análises científicas, a partir do século XX, ajudou a entender que os elementos da natureza, além de relacionarem entre si, formam também um todo unitário complexo.

3.2 Bacia hidrográfica

Vários são os conceitos de Bacia hidrográfica, para Coelho Neto (1995),

“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 hidrográfica é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas. A Bacia de drenagem pode desenvolver-se em diferentes tamanhos, que variam desde a Bacia do

Amazonas, até com poucos metros quadrados que drenam para a cabeça de um pequeno canal erosivo ou, simplesmente, para o eixo de um fundo de vale não canalizado. Bacias de diferentes tamanhos articulam-se a partir de divisores de drenagens principais e drenam em direção a um canal, tronco ou coletor principal, constituindo um sistema de drenagem hierarquicamente, organizado”.

Assim, as Bacias hidrográficas podem ser desmembradas em um número qualquer de Bacias, contribuidoras menores, dependendo do ponto de deflúvio.

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 (SILVEIRA, 2001).

“As Bacias de drenagem recebem energia fornecida pela atuação do clima e da tectônica local, eliminando fluxos energéticos pela saída da água, sedimentos e solúveis. Internamente, verificam-se constantes ajustes nos elementos das formas e nos processos associados, em função das mudanças de entrada e saída de energia. Sob o ponto de vista do auto-ajuste pode-se deduzir que as Bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga, cargas sólidas e dissolvida). Por outro lado, em função da escala e da intensidade de mudança, os tipos de leitos e de canais podem ser alterados. Pelo caráter integrador das dinâmicas ocorridas nas unidades ambientais, e entre elas, as Bacias de drenagem revelam-se excelentes áreas de estudos para o planejamento. As mudanças ocorridas no interior das Bacias de drenagem podem ter causas naturais, entretanto, nos últimos anos, o homem tem participado como um agente acelerador dos processos modificadores e de desequilíbrios da paisagem” (CUNHA e GUERRA, 2000).

O uso das terras em Bacias hidrográficas consiste em importante forma de interferência das atividades humanas em sistemas hidrológicos. Para Christofolletti (1999), as atividades antropogênicas que afetam a superfície das terras, incluindo a urbanização, atividades agrícolas como, irrigação, drenagem, saneamento das terras e aplicações de fertilizantes químicos, desmatamentos, silvicultura e atividades pastoris, podem causar, em nível local ou regional, mudanças significativas na evaporação, balanço hídrico, frequência das cheias e das secas, quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas e no reabastecimento das águas subterrâneas.

A degradação das Bacias hidrográficas pela ação do homem, através de queimadas, uso inadequado das terras, manejo incorreto das pastagens, construção de rodovias, expansão da agropecuária em áreas de risco, têm colaborado para a implantação de processos erosivos, resultando não só na perda da camada fértil do solo,

mas de adubos e sementes, comprometendo o rendimento das culturas, pastagens, infra-estruturas rurais, assim como o “equilíbrio dinâmico” dos ecossistemas.

3.3 Qualidade ambiental

Existem na literatura diferentes conceitos sobre o termo qualidade ambiental. Para Diaz (1985), qualidade ambiental...

“é o conjunto de atributos e propriedades que determinado meio reúne em consequência da interação Sociedade-Natureza de modo a atender as necessidades somáticas e psíquicas do homem e da sociedade. A complexidade intrínseca do tema, ou seja, a diversidade tempo-espacial das dimensões da vida como bem-estar, nível e condições de vida, amenidades ambientais etc, amplia o número e os tipos de variáveis que identificam a qualidade ambiental.”

De acordo com o Glossário Ambiental (2007), qualidade ambiental é o “estado do meio ambiente, como objetivamente percebido, em termos de medição de seus componentes, ou subjetivamente, em termos de atributos tais como beleza e valor” (...) “É o estado do ar, da água, do solo e dos ecossistemas, em relação aos efeitos da ação humana”. Ainda de acordo com Glossário Ambiental, qualidade ambiental é o

“Estado das principais variáveis do ambiente que afetam o bem-estar dos organismos, particularmente dos humanos. Termo empregado para caracterizar as condições do ambiente segundo um conjunto de normas e padrões ambientais pré-estabelecidos. A qualidade ambiental é utilizada como valor referencial para o processo de controle ambiental.” (...) “Resultado dos processos dinâmicos e interativos dos elementos do sistema ambiental, define-se como o estado do meio ambiente, numa determinada área ou região, conforme é percebido objetivamente, em função da medição da qualidade de alguns de seus componentes, ou mesmo subjetivamente, em relação a determinados atributos, como a beleza, o conforto, o bem-estar” (GLOSSÁRIO AMBIENTAL, 2007).

Buscando contribuir com a discussão acerca deste termo, Gomes e Soares (2004) afirmam que a qualidade ambiental de um ecossistema expressa as condições e os requisitos básicos que ele detém, do ponto de vista físico, químico, biológico, social, econômico, tecnológico e político, (...). Em síntese, resulta da dinâmica dos mecanismos de adaptação e de auto-superação dos ecossistemas, de forma interdependente. Assim, a qualidade ambiental de um ecossistema deve ser analisada com base na teoria sistêmica da evolução.

Para Bertalanffy (1968), a teoria sistêmica é um importante campo metodológico que se propõe, entre outras coisas, suplantando a fragmentação e perceber os fenômenos a partir de sua interconectividade holística; o problema metodológico desta teoria não se ocupa da compreensão das partes, e sim de buscar compreender a amplitude das questões, a partir do entendimento do todo. Torna-se, assim necessário o estudo não apenas das partes e dos processos de forma isolada, mas encontrar a solução dos problemas na organização e na unificação das partes, que antes eram analisadas de forma fragmentada, sem verificar a dinâmica de suas interações.

Uma das mais importantes propriedades da Teoria Geral dos Sistemas é sua busca constante do equilíbrio. Segundo Camargo (2005), esta teoria encontra-se estreitamente associada tanto a Teoria do Equilíbrio Dinâmico, quanto às teorias do campo da auto-organização.

Para Christofletti (1980), a Teoria do Equilíbrio Dinâmico em relação ao modelado terrestre, sendo este um sistema aberto, possui constante permuta entre a matéria e a energia que circulam em seu meio ambiente interno e externo. O autor distingue equilíbrio dinâmico e estado de estabilidade - observando que este último é um subconjunto do primeiro - afirmando que em estado de equilíbrio, as atividades dos sistemas cessam.

Em síntese e com base nas contribuições de Capra (1996), o pensamento sistêmico caracteriza-se pela busca do entendimento da totalidade integrada por meio da conexão das relações e do contexto, ou seja, busca a compreensão de um todo mais amplo, a partir das inter-relações entre as partes.

3.4 Sustentabilidade

Segundo Sachs (1993), o relatório de Fournex – documento preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano em 1972 – estabeleceu um caminho intermediário entre o pessimismo a respeito do esgotamento dos recursos naturais e a capacidade do progresso técnico-científico de resolver a questão, e o otimismo das soluções propostas pelas inovações tecnológicas. Já a Declaração de

Estocolmo de 1972, enfatizou a necessidade de se projetar e implementar estratégias ambientalmente adequadas para promover um desenvolvimento socioeconômico equitativo, surgindo daí o termo ecodesenvolvimento, mais tarde modificado para desenvolvimento sustentável.

Existe na literatura uma gama variada de definições e conceitos sobre sustentabilidade, no entanto, a essência desse conceito está contida na definição dada pela *World Commission on Environment and Development – WCED* (1987) e consagrada no Relatório Brundtland (1988), que concebe como o desenvolvimento sustentável como aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem às suas”.

Autores como De Caminno e Muller (1993), Marques *et al.* (2003), trabalham a sustentabilidade em três dimensões: a sustentabilidade ecológica, econômica e social. O ecológico se referindo a estabilidade do ambiente e dos recursos naturais, o econômico à rentabilidade, e o social à equidade entre os membros da sociedade. O desenvolvimento sustentável nos planos econômico, social e ecológico pode ser atingido pela incorporação de tecnologias adequadas às diferentes condições locais, pela agregação de bens e serviços mais duráveis e equanimente distribuídos e, principalmente, por meio de uma nova visão de uso dos recursos, do aporte de energia ao sistema e da valorização do conhecimento local. Esses autores definem sustentabilidade como...

“A sustentabilidade ecológica implica na manutenção no tempo das características fundamentais do ecossistema sob uso quanto aos seus componentes e suas interações; a sustentabilidade se traduz por uma rentabilidade estável no tempo; a sustentabilidade social está associada a idéia de que o manejo e a organização do sistema são compatíveis com os valores culturais e éticos do grupo envolvido e da sociedade, o que o torna aceitável por essas comunidades ou organizações dando continuidade ao sistema ao longo do tempo. (DE CAMINNO e MULLER, 1993). Para Marques *et al.* (2003), poderia também ser nessa definição a distribuição equânime dos benefícios por todo o grupo social envolvido”.

Sachs (2002) acrescenta a concepção de sustentabilidade cultural definindo-a como “a necessidade da manutenção da diversidade de culturas, valores e práticas existentes no local e que integram, ao longo do tempo, as múltiplas identidades⁵ de seu povo.

⁵ Identidade – Implica o sentimento de pertença a uma comunidade imaginada, cujos membros não se conhecem, mas partilham importantes referências comuns: uma mesma história, uma mesma tradição (BARRETO, 2002).

Para Ortega *et. al.* (1997), a sustentabilidade somente será possível se os marcos de referência para a atividade humana, os paradigmas culturais, forem mudados. Para tanto, torna-se necessário gerar novas propostas para a ciência e a tecnologia, a administração, e para a organização social e ideológica. Segundo Marques *et al.* (2003), o desenvolvimento sustentável no seu sentido mais amplo não será alcançado enquanto prevalecer a lógica de mercado ao invés da lógica das necessidades, pois os padrões de consumo e acumulação da sociedade contrastam com a finitude dos recursos naturais não-renováveis, e com os limites de assimilação e suporte, impostos pela natureza.

3.5 Degradação ambiental

As modificações que ocorrem no ambiente natural, decorrem da necessidade do homem de moldar a natureza para seu uso e benefício imediato, gerando modificações no meio ambiente, trazendo como consequência processos de degradação ambiental.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 237/97 que dispõe sobre Licenciamento Ambiental de atividades potencialmente poluidoras ou que possam causar degradação ambiental, define degradação ambiental como "alteração adversa das características do meio ambiente" ou como poluição, que é:

"a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades humanas que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões estabelecidos" (BRASIL, 1997).

Estudos realizados por Araújo *et. al.* (2005), dão conta de que “a degradação das terras envolve a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra”. Essa redução, segundo eles, leva ao abandono ou “desertificação” da terra, podendo ocorrer por processos naturais, como o ressecamento do clima, processos naturais de erosão, processos relacionados à formação do solo ou uma invasão natural de plantas ou animais nocivos. A degradação ambiental pode se dar também por ações antrópicas diretamente sobre o terreno ou indiretamente decorrente das mudanças climáticas induzidas pelo homem; e, apresenta as seguintes formas: degradação física decorrente das práticas agrícolas (mecanização): compactação e selagem; esgotamento do solo: cultivos sucessivos sem pousio suficiente para reposição

de nutrientes; uso exagerado de agrotóxicos para controlar pragas e doenças; redução da biodiversidade local; e manejo hídrico inadequado: drenagem inadequada – encharcamento do solo e salinização.

Estudos sobre degradação ambiental não devem ser realizados apenas sob o ponto de vista físico, entendido de forma global, integrada, holística, deve levar em conta as relações existentes entre a degradação ambiental e a sociedade causadora da degradação que ao mesmo tempo, sofre os efeitos e procura resolver, recuperar, reconstituir as áreas degradadas (GUERRA e CUNHA, 2000).

Visando um maior detalhamento na análise ambiental da área estudada, no que se refere aos processos decorrentes das diversas formas de degradação ambiental, buscou-se aprofundar um pouco mais as discussões sobre o assunto, destacando-se a degradação por fenômenos naturais, degradação por atividades minerárias, degradação dos solos por atividades de agricultura e pecuária, degradação dos recursos hídricos e qualidade dos fatores sócio-econômicos, dispensando atenção especial à degradação dos recursos hídricos, eixo norteador deste estudo.

a) Contribuição dos fenômenos naturais ao processo de degradação

Sabe-se que processos naturais, como formação do solo, lixiviação, erosão, movimentos de massa, modificação do regime hidrológico e da cobertura vegetal, entre outros, ocorrem nos ambientes naturais, mesmo sem a intervenção humana.

Os recursos da água, da biodiversidade, do solo, das matas constituem o capital necessário para garantir meios de vida às populações. Mas, esses mesmos recursos podem impor graves restrições ao desenvolvimento das comunidades que, de acordo com Guerra e Cunha (2000), as próprias condições naturais podem, junto com o manejo inadequado, acelerar a degradação. Chuvas concentradas, encostas desprotegidas de vegetação, contato solo-rocha abrupto, descontinuidades litológicas e pedológicas, encostas íngremes são algumas condições naturais que podem acelerar os processos de degradação.

Outra condição natural que pode desencadear processos de degradação diz respeito aos movimentos de massa compreendidos como desprendimento e transporte

pela ação da gravidade, incluindo deslizamento, queda de rochas, avalanches, queda de barreiras e movimento gradual do solo (“*soil creep*”, rastejamento). Os deslizamentos podem ser rotacional, movimento lento onde o topo se conserva intacto, e translacionais que são rápidos e caóticos e geralmente são deslizamentos de barro. Os deslizamentos juntamente com os processos de intemperismo e erosão, modelam a paisagem da superfície terrestre e destacam-se pelos grandes danos e prejuízos que podem causar ao homem (FERNANDES, 1996).

Guerra (2003) estabelece a diferença entre o movimento gravitacional de massa e erosão do solo, afirmando que para o primeiro, o fator declividade do terreno tem elevada importância, podendo ou não haver água no processo, além do que esta não é o principal elemento. Em relação à erosão do solo, trata-se de um processo gradativo e lento, passível de interferência e que evolui para a formação de ravinas e voçorocas.

b) Atividades minerárias e degradação ambiental

Conforme a Associação Brasileira de Cerâmica (2004), no Brasil existem cerca de 11.000 unidades produtoras de cerâmica estrutural concentradas, principalmente, nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Paraná, Minas Gerais, Espírito Santo, Piauí, Maranhão. Além de intensivas em mão de obra, a indústria de cerâmica é constituída por microempresas familiares com atividades essencialmente artesanais, conhecidas como olarias. Outra parte considerável é constituída por empresas de pequeno e médio porte, utilizando, em sua grande maioria, tecnologia ultrapassada, tanto em equipamento, quanto em processo, o que as torna tecnologicamente defasadas se comparadas a outros segmentos industriais, inclusive em relação às indústrias de cerâmicas de pisos e revestimentos. A localização geográfica das cerâmicas é determinada basicamente por dois fatores: a localização da jazida (devido ao grande número de matéria-prima processada) e a proximidade dos grandes centros consumidores em função do peso e do volume dos produtos produzidos

Para Fonseca (1989) as atividades de mineração constituem um dos principais fatores antrópicos de degradação ambiental, devido às grandes modificações físicas e bióticas que provocam. Silva (1993) acrescenta que esses impactos exibem maior

intensidade na mineração a céu aberto, onde a paisagem é fortemente modificada, o solo é erodido e lixiviado e as águas poluídas.

A intensidade da degradação inerente ao processo de mineração está relacionado ao volume, ao tipo de mineração e aos rejeitos produzidos. A recuperação destes estéreis e rejeitos deve ser considerada como parte do processo de mineração. Esta recuperação resulta numa paisagem estável, em que: a poluição do ar e da água é minimizada, a terra volta a ser auto-suficiente e produtiva, o habitat da fauna é restabelecido, e uma paisagem esteticamente agradável é estabelecida. A ação de recuperação, cuja intensidade depende do grau de interferência havida na área, pode ser realizada através de medidas edáficas e vegetativas. Em essência, é imprescindível que o processo de revegetação receba o mesmo nível de importância dado à obtenção do bem mineral.

c) Atividades de agricultura e pecuária e degradação dos solos

Conhecer as principais características e propriedades físicas e químicas do solo permite inferir, de uma maneira geral, quais as principais limitações quanto ao uso para fins agrícolas, bem como conhecer a natureza das rochas formadoras do solo e a conformação das encostas pode contribuir para o manejo adequado desses solos, minimizando-se os impactos ou reduzindo-se a possibilidade de instalação de processos erosivos decorrentes de atividade humana.

Segundo a EMBRAPA (1999), a susceptibilidade à erosão hídrica pluvial e à drenagem superficial e interna de cada solo dependem das propriedades físico-hídricas de cada perfil, destacando: a capacidade de infiltração da água, a permeabilidade, a percolação lateral e profunda, a lixiviação, o grau de agregação das partículas e a profundidade do perfil que se correlacionam com uma série de atributos analíticos e morfológicos como: a seqüência e tipos de horizontes, a presença de camadas adensadas e/ou com impedimentos físicos, a classe textural, a variação textural ao longo do perfil; a estrutura, o conteúdo de matéria orgânica, a macro e microporosidade, a rochosidade e a pedregosidade.

Para Oliveira (1999), a identificação dos mecanismos que determinam o processo erosivo é fundamental para a elaboração de projetos de controle da erosão e

deve ser cuidadosamente definida durante a etapa de cadastramento desses processos, em campo. Neste sentido, destacam-se o papel das condições físico-químicas dos solos na formação de processos erosivos como sulcos, ravinas e voçorocas.

De acordo com Silva (1999b), a porosidade de um solo, principalmente a macroporosidade de origem estrutural, corresponde àquela de circulação rápida da água (chuva ou irrigação), após as chuvas os poros ficam “vazios”, uma vez que, em função do diâmetro dos poros, a água não fica retida, enquanto que a microporosidade corresponde ao espaço de circulação da água de capilaridade.

A infiltração da água no solo ou permeabilidade é a capacidade que tem o solo de deixar passar água e ar através do seu perfil, consiste numa das etapas mais importantes do ciclo hidrológico, uma vez que é responsável pela recarga de aquíferos e influencia diretamente o escoamento superficial, responsável por processos indesejáveis, como a erosão e as inundações. Está diretamente relacionada com o tamanho das partículas, volume e distribuição dos poros e varia nos horizontes de cada solo. Para Brandão *et al.* (2004), o conhecimento deste processo e suas relações com as propriedades do solo são de fundamental importância para o eficiente manejo do solo e água.

Para Vieira *et al.* (1988), a permeabilidade do solo ou de um horizonte está relacionada com a transmissão dos gases e líquidos em dada direção. Ela pode ser determinada através da taxa de infiltração de água, que por sua vez é regulada pela Lei de Darcy, segundo a qual “a velocidade de infiltração da água através de uma coluna de material poroso é diretamente proporcional à diferença de carga entre as duas seções dessa coluna e inversamente proporcional à distância entre elas”. Portanto, permeabilidade do solo pode ser definida como a característica que um determinado tipo de solo tem que o capacita a se deixar atravessar pela água. Lima *et al.* (1990), fazem referência às classes de permeabilidade do solo, proposta pela *Soil Survey Staff* (1951), conforme a tabela 01.

Tabela 03 – Classes de permeabilidade da água ao longo do perfil do solo.

Classes	Limites (mm/h)
Muito rápida	> 254
Rápida	127 - 254
Moderadamente rápida	63,5 - 127
Moderada	20 – 63,5
Moderadamente lenta	5 - 20
Lenta	1,27 -5
Muito lenta	< 1,27

Fonte: *Soil Survey Staff* (1951).

Para Prusk *et al.* (1997), os métodos para determinação da infiltração da água no solo devem ser simples e capazes de representar, adequadamente, as condições em que se encontra o solo. Uma vez que a taxa de infiltração é muito influenciada pelas condições de superfície e conteúdo de umidade do solo. O conhecimento dessas condições é de fundamental importância para a interpretação dos resultados.

Sabe-se do alto grau de infiltração dos solos sob Cerrado, porém as atividades agropecuárias têm contribuído para sua impermeabilização e ao mesmo tempo, para a diminuição da recarga dos aquíferos, favorecendo o *runoff*, que por sua vez, está diretamente ligado a instalação de processos erosivos (BACCARO, 1999).

Costa e Matos (1997) recomendam que além das características texturais, sejam consideradas as características estruturais do solo, devido à possibilidade de ocorrência de erosão, mesmo em solos que apresentam forte estabilidade de agregados. Ressalta ainda, que grande parte dos latossolos pode ser tão susceptível à erosão quanto um material siltoso ou arenoso não estruturado. Isto ocorre especialmente quando apresentam camadas sub-superficiais compactadas ou adensadas em função do uso de mecanização associado à adição de fertilizantes e corretivos. Embora profundos esses solos passem a funcionar como solos rasos a partir do momento em que a infiltração de água passa a se restringir na camada que normalmente estende-se entre 10 e 25 cm abaixo da superfície.

Para os referidos autores, dependendo da textura dos solos presentes na bacia e suas susceptibilidades à erosão, o tempo necessário para o assoreamento irá variar. Quando os solos são de textura média a arenosa, espera-se menor tempo de assoreamento porque o material mais grosseiro em suspensão vai sedimentar assim que

o agente transportador tiver menos energia. A deposição pode iniciar antes de atingir os canais de drenagem natural, formadores da Bacia. Isso pode ocorrer também em solos argilosos com agregados de alta estabilidade, como acontece em significativa parte dos latossolos. Assim, parte dos sedimentos não chega às represas, principalmente aqueles mais pesados e, em contraposição os sedimentos argilosos podem passar pela represa sem ser depositados.

Relativo aos teores de matéria orgânica do solo é reconhecido sua importância no controle da erosão, pois de acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), a matéria orgânica retém duas a três vezes o seu peso em água, aumentando assim a infiltração, do que resulta uma diminuição nas perdas por erosão. Estudos da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária – ENGOPA (1988), comprovaram ser a fração orgânica da maioria dos solos sob Cerrado a mais ativa, sendo ela responsável pela maior parte da Capacidade de Troca Catiônica - CTC efetiva e potencial desses solos, além de contribuir para o suprimento de nutrientes, complexação do alumínio, retenção d'água e equilíbrio físico-químico-biológico do solo.

As atividades agrícolas responsáveis, principalmente, para obtenção do alimento, sempre exerceram uma das maiores pressões ambientais, pelo uso inadequado de recursos naturais promovendo intensa degradação ambiental a partir da destruição de habitats e de espécies potencialmente úteis.

A agricultura responde, hoje, por mais de 20% da produção primária líquida do planeta e ocupa cerca de 3/5 da área terrestre utilizável (TEIXEIRA, s.d.).

A história recente da ocupação do Estado do Tocantins é baseada na exploração agrícola e da pecuária, para fins de comercialização em grande escala.

A busca de novas áreas agricultáveis, muitas vezes sem o devido cuidado com a adequabilidade de uso das terras, mas as facilidades de manejo, como topografia, aparente fertilidade dos solos ribeirinhos, com desmatamento desordenado e conseqüente supressão da mata ciliar, fundamental para a permanência dos mananciais, demonstram total desrespeito à legislação vigente (SILVA e MARTINS, s.d.).

Paralelamente, evoluíram significativamente no Brasil, as áreas de pastagens com a introdução dos capins do gênero *Brachiaria* e seus cultivares, que se adaptaram as condições edafoclimáticas dos trópicos, sendo predominante nas pastagens existentes

e em formação, prática esta que tem provocado grandes alterações no Cerrado tocantinense.

Conforme Macedo e Zimmer (1993), as áreas de pastagens cultivadas ou nativas, mal-formadas ou mal-manejadas, normalmente apresentam algum grau de degradação. Independente dos cultivares utilizados, a pastagem quando não sofre nenhuma prática de manejo relevante (adubação, vedação da pastagem etc.) tem um ciclo de produção naturalmente decadente, apresentando produções de matéria seca substancialmente maiores nos primeiros anos, sendo caracterizada pela produção estacional e cíclica no período das águas. Com o passar do tempo, a produção sofre queda relacionada às práticas de manejo: carga animal, modalidade de pastejo, queima, roçagem, adubação etc.).

Segundo Nascimento Júnior *et al* (1994), o manejo da pastagem visa obter equilíbrio entre o rendimento/qualidade da forragem produzida, com a manutenção da composição botânica desejada. Ao mesmo tempo procura-se obter bons resultados da produção animal por área. Assim,

“para evitar a degradação da pastagem, é necessário o conhecimento das interações entre solo – clima – planta - animal. Sabe-se que os componentes clima-solo-planta-animal estão intrinsecamente ligados, sujeitos aos erros de manejo. A degradação ocorre quando há quebra do equilíbrio nas inter-relações. O maior fator que provoca o insucesso na produção de proteína animal a pasto é a degradação das pastagens, principalmente, com os erros de manejo” (NASCIMENTO JÚNIOR *et al.* 1994).

d) Processos erosivos e degradação dos solos

Alguns autores como Stocking (1977), Lal (1990), Daniels e Hammer (1992), Morgan (1996), demonstraram que a interferência antrópica no solo, através de procedimentos e estratégias inadequadas de manejo, provoca o desenvolvimento e/ou a aceleração dos processos erosivos e o comprometimento dos recursos hídricos.

Autores como Cooke e Doornkamp (1990) e Guerra e Marçal (2006), destacam que a necessidade de compreender os processos geomorfológicos tem sido amplamente demonstrada em situações que envolvem enchentes, deslizamentos, erosão dos solos pela água e pelo vento, erosão costeira e deposição, bem como o intemperismo das rochas. Para os mesmos autores nas áreas rurais, a expansão das atividades agrícolas e

pastoris, precedidas, muitas vezes, de desmatamento, sem a adoção de práticas conservacionistas⁶, também tem levado a uma série de danos ambientais.

As atividades praticadas no meio rural (tanto agricultura quanto pecuária) podem ser as responsáveis diretas por transformações no relevo de uma determinada área, causando não só danos às encostas e planícies, mas também, a partir do transporte dos sedimentos, mudanças na qualidade e quantidade de água dos rios e reservatórios, tornando-os mais rasos, podendo chegar, inclusive, ao assoreamento total desses corpos líquidos (GUERRA e MARÇAL, 2006).

A erosão hídrica do solo é um processo físico de desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, provocados pela ação da água das chuvas e do escoamento superficial e afetada pela ação antrópica (CASSOL e LIMA, 2003), sendo esta uma das principais formas de degradação ambiental e, por conseguinte, gera desequilíbrio ao ecossistema.

A susceptibilidade à erosão hídrica e a drenagem superficial e interna dos solos dependem das propriedades físico-hídricas de cada perfil, destacando: a capacidade de infiltração da água, a permeabilidade, a percolação lateral e profunda, a lixiviação, o grau de agregação das partículas e a profundidade do perfil que se correlaciona com a seqüência e tipos de horizontes, a presença de camadas adensadas e/ou com impedimentos físicos, a classe textural, a variação textural ao longo do perfil; a estrutura, o conteúdo de matéria orgânica, a macro e microporosidade, a rochosidade e a pedregosidade (EMBRAPA,1999).

Quanto ao início do processo erosivo hídrico, há divergência entre alguns autores, como Pruski (1998), que afirma se constituir a erosão laminar ou em lençol, da fase inicial do processo e caracteriza-se pela remoção de delgadas camadas da superfície do solo. A princípio, a erosão hídrica é quase imperceptível, apenas com o decorrer do tempo é possível ser notada através do aumento da quantidade de solo revolvido. Esse tipo de erosão está associado ao escoamento superficial de uma pequena lâmina d'água sobre toda a superfície do terreno; para Guerra e Guerra (1997), a erosão por salpicamento ou “*splash*” é o estágio inicial do processo erosivo, pois prepara as partículas que compõem o solo, para serem transportadas por meio do escoamento

⁶ Práticas conservacionistas – São as várias técnicas de conservação do solo adotadas na agricultura, podendo ser agrupadas em vegetativas, edáficas e mecânicas (SALOMÃO, 1999).

superficial. Ainda de acordo com os autores, o “*splash*” varia não só com a resistência do solo ao impacto das gotas de água, mas também com a própria energia cinética das gotas de chuva.

Em relação à erosão linear é facilmente perceptível por causa da formação de valas e sulcos irregulares, formados em virtude da concentração de fluxo. Segundo Horton (1945), os processos de escoamento superficial e formação de ravinas estão relacionados aos conceitos de infiltração e geração de *runoff*, atribuindo-lhe a força de cisalhamento e remoção inicial de partículas do solo, na medida em que o fluxo superficial aumenta sua profundidade, encosta abaixo.

“A água acumula-se em depressões (microtopografia) na superfície do solo, até que começa a descer a encosta, através de um lençol (*sheetflow*), que pode evoluir para ravina. Neste processo, esse fluxo passa a ser linear (*flowline*), depois evolui para microrravinas (*micro-rills*), e depois para microrravinas com cabeceiras (*headcuts*). Ao mesmo tempo em que essa evolução vai se estabelecendo na superfície do terreno, pode ocorrer também o desenvolvimento de bifurcações, através de pontos de ruptura (*knickpoints*) das ravinas.” (GUERRA, SILVA e BOTELHO, 1999).

As erosões em voçorocas são feições lineares permanentes e que geralmente estão associadas à ação do homem. Para Guerra (1998), o desmatamento e o manejo do solo, combinados aos tipos de chuvas e às propriedades do solo são responsáveis diretos pelo surgimento de voçorocas. Estas feições têm origem em um desequilíbrio hidrológico causado principalmente pela ocupação das terras com remoção generalizada da floresta protetora. Morgan (1986) afirma que nem todas as voçorocas têm origem na erosão superficial, e que grande parte da água que esco das encostas ocorre pelo fluxo subsuperficial através de dutos, quando de chuvas fortes em que o fluxo seja suficiente para transportar o solo em seu interior, ocorre a subsidência do terreno, expondo, então, a rede de dutos na forma de voçorocas.

A erodibilidade representa a suscetibilidade do solo em resistir aos processos erosivos. Segundo Morgan (1986), os fatores que afetam a erodibilidade são: textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e pH do solo. A erodibilidade não é uma propriedade estática ao longo do tempo. As práticas agrícolas, por exemplo, produzem modificações importantes nas características dos solos, alterando a sua erodibilidade.

Para Guerra (1999), a cobertura vegetal é o fator mais relevante na proteção dos solos, pois afeta a sua erosão de várias maneiras, a saber: através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal, dos efeitos de energia cinética da chuva e do papel da vegetação na estabilidade dos agregados de solos.

A cobertura vegetal reduz as taxas de erosão do solo através de: proteção ao impacto da chuva, diminuição da água disponível ao escoamento superficial, decréscimo da velocidade de escoamento superficial e aumento da capacidade de infiltração de água no solo (COOKE e DOORNKAMP, 1990).

e) Recursos hídricos e degradação ambiental

Segundo Magalef (1983), um sistema fluvial consiste de seguimentos que convergem e se organizam em um sistema de transporte com cada vez menos canais, com efeito de estabilização química, biológica e hidrológica, águas abaixo. O efeito químico ocorre pela mistura dos afluentes cujas águas podem ser diferentes; o biológico, pela seleção contínua exercida sobre o aporte de representantes de populações não idênticas; e o hidrológico, por reunião, em um canal, de fluxos procedentes de bacias distintas, cuja contribuição em água não varia de maneira sincronizada.

Os rios constituem um ambiente ecológico caracterizado pela presença de correnteza e são bastante susceptíveis às influências do ambiente. Por esta razão, apresentam características muito variáveis. A natureza do leito do rio depende da geologia regional e da velocidade de sua correnteza, que varia de acordo com seu tamanho e declividade (BRANCO, 1991).

Sabe-se que um rio funciona como um integrador entre as paisagens, e os processos ocorridos a jusante de um ponto, geralmente é o resultado dos fenômenos ocorridos a montante. Este foi o primeiro passo para a elaboração da Teoria de Contínuo Fluvial de Vannote *et al* (1980).

Odum (1971) divide a extensão de um rio em duas zonas aparentes que são: 1) a zona de corredeira, que possui uma correnteza com força suficiente para manter o fundo livre de silte (velocidade superior a 1,2 m/s), com o leito formado por seixos, que fornecem um substrato firme, no qual alguns organismos ficam aderidos, e 2) a zona de

remanso, que têm águas mais profundas, onde a velocidade da corrente é reduzida permitindo a sedimentação de material mais grosseiro como areia.

Dentre as teorias ecológicas desenvolvidas com ênfase na estrutura e funcionamento de sistemas lóticos, duas destacam-se pelo impacto na comunidade científica: a Teoria do Rio Contínuo (*River Continuum Concept – RCC*) de Vannote *et al* (1980) e o conceito de pulsos de inundação de Junk *et al* (1981) in Barbosa e Espíndola (2003). Ambas têm a característica da unidimensionalidade, ou seja, destaca um único fator (longitudinal ou lateral) como a principal função de força nos sistemas lóticos, apesar de considerarem a relevância de outros componentes na dinâmica do sistema. Já para Ward (1989) e Boon (1992) in Barbosa e Espíndola (2003), para o primeiro autor, os sistemas lóticos são tetradimensionais, ou seja, possuem componentes laterais, verticais e longitudinais que se modificam ao longo do tempo, sendo este um quarto componente inserido em todas as dimensões e inclui a necessidade de considerar a relação entre escala espacial e tempo de transformação do sistema. Já o segundo autor incorporou uma quinta dimensão, a conceitual humana, como variável de controle no sistema rio.

Quanto à dimensão longitudinal tem por referencial físico a extensão da nascente à foz ou confluência e muitos processos ecológicos são explicados a partir dos fenômenos de transporte (de matéria e energia) e da interação entre as paisagens que compõem a bacia hidrográfica (continuidade).

A lateralidade diz respeito à relação entre o canal fluvial e sua área de entorno terrestre, que nos rios possui relação mais íntima com o sistema aquático quando comparado aos lagos. A formação da área de inundação e as matas ciliares são os dois principais componentes funcionais da dimensão lateral dos rios, enquanto que a continuidade é um aspecto derivado dos gradientes desenvolvidos pelos rios em seu percurso Vannote *et al* (1980).

Segundo Gordon *et al.* (1992), a dimensão vertical é associada à dinâmica do lençol freático, que funciona como uma espécie de reservatório de água para os rios. O tipo de interação entre o rio e as águas subterrâneas depende de um conjunto de condições geológicas e geomorfológicas que determinará o grau de exportação e de importação de água do rio para o lençol freático

A dimensão conceitual é a concepção humana a respeito do meio ambiente e está embasada em aspectos culturais que definirão todas as ações de pesquisa e manejo (BARBOSA e ESPÍNDOLA, 2003).

O estudo da rede hidrográfica, suas nascentes, padrão, densidade, tipos de canais fluviais e seus perfis longitudinais, velocidade, turbidez e qualidade da água, entre outros parâmetros, permite avaliar desde a disponibilidade de recursos hídricos para irrigação até o estado de degradação das terras adjacentes, em função da constatação da alta carga de sedimentos transportados e/ou assoreamento do leito do rio (BOTELHO, 1999). Para tanto faz-se necessário a realização de medidas hidrológicas, como vazão média dos cursos d'água, granulometria dos sedimentos transportados e qualidade da água, que exigem pesquisa de campo, coleta de amostras e análises laboratoriais específicas.

A quantidade e a qualidade dos recursos hídricos que escoam pelo canal principal de uma bacia hidrográfica em condições naturais, dependem do clima e das características físicas dos ecossistemas que a compõem, associados às formas de uso.

A poluição das águas pode ser conceituada como a ocorrência de fenômenos (adição de substâncias ou formas de energia modificando o meio) que direta ou indiretamente alteram a natureza de um corpo d'água de forma a prejudicar seu uso. É importante destacar que o prejuízo refere-se não apenas ao ser humano, mas também à biota aquática, às atividades sociais e econômicas em geral, aos recursos naturais, aos acervos históricos, culturais e paisagísticos (SPERLING, 1997).

As alterações hidrológicas podem ocorrer pela retirada de água de rios, em geral para fins de irrigação, provocando prejuízos à utilização da água na região de jusante. Segundo Sperling (1997), existem rios que sofrem uma redução tão grande na vazão que chegam praticamente a secar durante a maior parte do ano. Além de afetar gravemente o aspecto da quantidade de água, estas alterações hidrológicas também influenciam negativamente a qualidade, em decorrência do aumento das concentrações devido à diminuição da capacidade diluidora.

A irrigação, portanto, é uma forma de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Para Bernardo (1997), o excesso de água aplicada à área irrigada, que não é evapotranspirada pelas culturas, retorna aos rios e córregos por meio do escoamento

tanto superficial quanto subsuperficial ou vai para os depósitos subterrâneos, por percolação profunda, arrastando consigo sais solúveis, fertilizantes (N, P e nitratos), resíduos de defensivos e herbicidas, elementos tóxicos, sedimentos, etc. O mesmo autor adverte ainda, que a degradação ambiental decorrente da agricultura irrigada está ligada principalmente ao aproveitamento das várzeas inundadas para o uso de sistemas de irrigação por superfície, notadamente por inundação ou sulco. O autor acrescenta ainda que sistemas de irrigação mal dimensionados, mal implementados e mal manejados ou incompletos, provocam os maiores e mais graves impactos ambientais.

Outra forma de degradação dos recursos hídricos se dá através da eutrofização⁷ devida à presença de nutrientes em excesso na água, assim, os organismos vegetais encontram condições favoráveis ao seu crescimento, caracterizando o estabelecimento da eutrofização. O crescimento de plantas e a decomposição do material orgânico demandam maior consumo de oxigênio da água provocando a mortandade de peixes.

Além do eutrofização, há também, o assoreamento dos corpos d'água, que consiste no aporte de material mineral (areia, silte e argila) a um corpo d'água diminuindo a profundidade e volume útil e prejudicando diversos usos da água. Segundo Costa e Matos (1997), o assoreamento de várzeas, vales, calhas de rios e represas, diminui sua vida útil, prejudica a disponibilidade de água para consumo e irrigação. Além disso, o assoreamento da calha dos rios proporciona condições favoráveis à ocorrência de grandes enchentes.

A contaminação pode-se dar por meio da produção de sedimentos decorrentes de processos erosivos, que segundo Adams (1992), constituem-se numa coleção de partículas minerais e orgânicas encontradas no fundo do rio, formando importante componente desse ecossistema aquático, pois além de fornecerem substrato para uma grande variedade de organismos, eles funcionam como um reservatório dos inúmeros contaminantes de baixa solubilidade, desempenhando importante papel nos processos de assimilação, transporte e deposição de contaminantes.

Os estudos sedimentológicos tornam-se imprescindíveis para o conhecimento das diversas fases que envolvem a exploração de um recurso hídrico, sendo tanto mais

⁷ Eutrofização – é um fenômeno que transforma um corpo d'água em um ambiente bastante fertilizado ou bastante alimentado, o que implica em um crescimento excessivo de plantas aquáticas.

detalhado quanto maiores forem os problemas de erosão, de transporte de sedimentos e assoreamento que se apresenta na bacia.

Botelho (1999) enfatiza ainda, a importância de estudos sobre a rede de drenagem, suas nascentes, padrão, densidade, tipos de canais fluviais e seus perfis longitudinais, velocidade, turbidez e qualidade da água, entre outros parâmetros, por permitir avaliar desde a disponibilidade de recursos hídricos para irrigação, até o estado de degradação das terras adjacentes, em função da constatação da alta carga de sedimentos transportados e/ou assoreamento do leito do rio.

A produção de sedimentos derivada da área de drenagem é dependente da erosão, do escoamento das águas de chuva e das características de transporte nos cursos d'água. Para ICOLD (1989), os principais fatores que afetam a produção de sedimentos são: precipitação – quantidade, intensidade e frequência; formação geológica e tipo de solo; cobertura do solo (vegetação, rochas aparentes e outros); uso do solo (práticas de cultivo, pastagens, exploração de florestas, atividades de construção e medidas de conservação); topografia (geomorfologia); natureza da rede de drenagem – densidade, declividade, forma, tamanho e conformação dos canais; escoamento superficial; características dos sedimentos (granulométricas, mineralógicas, etc.) e, hidráulica dos canais.

Segundo Christofolletti (1980) e Guerra *et al* (1999), a intensidade das chuvas é um fator que contribui para a instalação de processos erosivos e para o transporte de sedimentos e nutrientes até os corpos d'água mais do que a própria precipitação total anual, porque favorece o escoamento e a infiltração da água no solo. Neste sentido, Bacarro (1999), realizando estudos em áreas do Cerrado do Triângulo Mineiro, demonstrou que a dinâmica do escoamento pluvial e do material em suspensão gerado está relacionada com a distribuição e comportamento das chuvas, principalmente no início da estação chuvosa. As intensidades das chuvas foram determinantes no volume do escoamento pluvial e na quantidade de material em suspensão.

Os pequenos lagos estão sujeitos a um assoreamento rápido, o que pode acontecer até mesmo numa única enchente (CARVALHO *et al*, 2000). Já os grandes reservatórios demandam um maior tempo para ficarem assoreados. Este autor cita ainda, que os reservatórios de Itaipú, Ita, Sobradinho e Tucuruí cujo tempo de assoreamento

total avaliado para cada reservatório pode ultrapassar 1000 anos. No entanto, num tempo muito menor, de 20 a 30 anos, os depósitos na região do remanso, área do delta, já poderão estar prejudicando atividades como a de navegação. Além disso, depósitos finos nas margens podem criar condições de crescimento de plantas macrófitas que irão, certamente, se deslocar para perto da barragem e mergulhar pelos condutos, prejudicando a geração de energia.

Para Carvalho *et al.* (2000), o conhecimento da descarga sólida é necessária para análise de degradação de uma bacia, verificação da qualidade da água para abastecimento, estudos de assoreamento de rios e reservatórios, estudos de assoreamento na posição de obras fluviais, bem como para diversas outras pesquisas ambientais e de engenharia. A construção de barragens tem influência na estabilidade do canal natural. Essa influência se dá principalmente de duas maneiras: 1) retendo o sedimento afluente; e, 2) modificando o fluxo natural e o carreamento dos sedimentos para jusante.

Ainda segundo este autor, em pequenos reservatórios, por exemplo, há velocidade de corrente suficiente para que o sedimento em suspensão seja escoado com facilidade, não se depositando. No entanto, o sedimento grosso, como areias e também pedregulhos, não sendo escoado, contribuem diretamente para sua deposição. É então, fundamental que seja também conhecida a descarga do leito e granulometria do material. Na realidade, para se conhecer suficientemente o regime da carga sólida de um rio é necessário medir a descarga em suspensão bem como a do leito.

O aumento da turbidez nos corpos hídricos em decorrência do acréscimo da quantidade de sedimentos em suspensão na água concorre para elevar os custos com tratamento de água para o consumo e prejudica a vida de organismos aquáticos pelo aumento da interceptação da luz solar pelos sedimentos em suspensão.

Por outro lado, um corpo hídrico saudável apresenta determinadas características com forte interação de organismos, cadeia alimentar extensa, ciclagem completa dos elementos (o que é eliminado é imediatamente assimilado) e um equilíbrio nas atividades de produção e respiração. A poluição de um ambiente aquático manifesta-se através de um prejuízo ou limitação destas características ecológicas (SPERLING, 1997).

D'Agostini (2004) chama a atenção para a importância da conservação da qualidade da água para atender às necessidades humanas e de outros seres vivos, ressaltando que já não é surpresa as previsões de conflitos decorrentes da finitude dos estoques de água e da crescente demanda por ela. Destaca ainda que a questão de uma qualidade de água eventualmente insatisfatória, quanto de uma insuficiente quantidade de água prontamente disponível com características adequadas, na maioria das vezes são questões que emergem em decorrência da qualidade de usos anteriores. Mas que o reconhecimento de uma relação entre uma efetiva disponibilidade de água para determinado processo e a qualidade de usos de água em processos anteriores nunca surpreendeu o leigo, não surpreendendo também o especialista em gestão de águas. Surpreende, contudo, a persistência e mesmo a hegemonia de uma visão de mundo que levam muitos a reconhecerem água com problemas.

Ainda, segundo D'Agostini (2004), perceber água com problemas a partir de suas características bio-físico-químicas ao invés de perceber usuários com problemas em usar a água de que dispõem reflete uma visão de mundo que separou o humano do restante da natureza. Também não é surpresa que gestores de água para as mais diversas demandas restrinjam-se a características e quantidades de água, ao invés do desempenho humano no uso da água; desempenho esse que segundo o autor, pode ser caracterizado na qualidade do uso, verificada através dos parâmetros que caracterizam quantidade e qualidade das águas usadas e de águas indiretamente afetadas.

f) Queimadas e degradação ambiental

O uso do fogo para limpeza de terrenos é uma prática que foi repassada de geração em geração e tem persistido por muitos anos. É comum agricultores utilizarem a queimada como parte do sistema de produção; também é uma prática utilizada pelos pecuaristas, principalmente da região do Cerrado, para renovação de pastagens e controle de plantas invasoras⁸.

⁸ Plantas invasoras – Na visão agrônômica, são plantas indesejáveis que surgem entre as plantas cultivadas.

De acordo com Hammes (2004), com a queima da vegetação, o solo recebe fertilizantes⁹, que através das cinzas, são disponibilizados para as plantas. Mas, esse tipo de sistema só é sustentável quando se permite deixar a área em pousio¹⁰ por pelo menos 10 anos.

Com a queimada, o solo recebe quantidade de potássio, nitrogênio e fósforo, que fortalecem a terra provisoriamente para o cultivo. Porém, com o tempo, o solo começa a sofrer redução da matéria orgânica e dos nutrientes, e como resultado, perde sua força produtiva; a terra fica empobrecida e o agricultor também (HAMMES, 2004).

De acordo com pesquisas realizadas na Amazônia por Kanashiro e Denich (1998) in Hammes (2004), durante a queima da vegetação, as perdas de nutrientes foram estimadas em 96% de nitrogênio, 47% de fósforo, 48% de potássio, 35% de cálcio, 40% de magnésio, e 76 % de enxofre, além de 97% de carbono. Já o estudo de Maluf (1991) estimou que a queima dos resíduos de uma área de Cerrado resultou na perda de 88 % do nitrogênio, 34 % do fósforo, 31 % do potássio, 47 % do cálcio, 43 % do magnésio e 75 % do enxofre, essa queima leva também a perdas de nutrientes para a atmosfera por volatilização e por convecção.

Para estes autores, essas perdas, associadas à redução do período de pousio, têm comprometido a sustentabilidade do sistema. Salientando ainda que a queima das capoeiras ou matas destrói os microorganismos e insetos benéficos que realizam a defesa da vegetação contra as pragas. As minhocas, produtoras de húmus¹¹, também são eliminadas.

De acordo com o IBGE (2002), as queimadas ainda são as maiores causas de poluição do ar em quase todas as regiões brasileiras, a exceção é a região Sul. A maior poluição por queimadas é registrada nas regiões Centro-Oeste e Norte.

⁹ Fertilizantes – Qualquer substância que acrescenta nutrientes ao solo, melhorando sua capacidade de produzir colheitas e outra vegetação.

¹⁰ Pousio – Período de descanso entre dois períodos de plantio.

¹¹ Húmus – produto da decomposição parcial dos restos vegetais que se acumulam nos solos de florestas e a que se juntam restos animais.

g) Supressão da cobertura vegetal e degradação ambiental

Sabe-se da importância da cobertura vegetal na interceptação de parte da precipitação, e segundo Coelho Netto (1995), também pelo armazenamento de água nas copas arbóreas e/ou arbustivas, de onde é perdida para a atmosfera por evapotranspiração durante e após as chuvas; além disso, quando a chuva excede a demanda da vegetação, a água atinge o solo por meio das copas e do escoamento pelos troncos. Uma outra parte da chuva é armazenada na porção extrema superior do solo que comporta os detritos orgânicos que caem da vegetação e é denominada de serrapilheira.

Carter *et al.* (1994) acrescentam que o acúmulo de matéria orgânica na camada superficial do solo leva à redução do pH, favorecendo a predominância de fungos sobre bactérias, com conseqüente redução na taxa de decomposição (BLEVINS e FRYE, 1993). O maior acúmulo de matéria orgânica concorre para elevar a CTC do solo, fato de grande relevância em solos mais intemperizados, como é caso dos solos sob Cerrado.

Tricart (1977) ressalta que a erosão pluvial é impedida, ou pelo menos muito retardada, por uma cobertura vegetal herbácea densa e por uma camada de detritos vegetais, principalmente folhas mortas. A cobertura vegetal intervém, portanto, de duas maneiras principais no que concerne à erosão pluvial e, por conseqüência, no regime hídrico do ecossistema. Pela interceptação das precipitações, com os seus dois aspectos: hidrológico e energético; pelo fornecimento à superfície do solo de detritos vegetais, que desempenham papel amortecedor. Neste sentido, o escoamento torrencial provocado pela erosão pluvial e o desaparecimento da interceptação pela vegetação fazem com que a água deixe de ser um recurso, capaz de alimentar as plantas, os animais e os homens, por meio das fontes e poços, entre os períodos de chuvas, para se tornar destrutiva, causando danos pelas inundações, à devastação de terras, colheitas, obras públicas, prédios e até de vidas humanas.

Segundo Farias (1994), em canais efêmeros, situados nas cabeceiras de drenagens, o efeito do desmate é amplificado. Este autor afirma ainda, que quando estes canais estão cobertos por floresta, têm volume de sedimento muito baixo, só ocorrendo vazões durante tempestades de alta intensidade. Em áreas agrícolas/desmatadas, estes canais se comportam como se estivessem em regiões semi-áridas, devido à exposição

dos solos às chuvas, que erodem e transportam em suspensão, grande quantidade de sedimento derivado do escoamento superficial das encostas.

A cobertura vegetal está ligada, ainda, a três importantes aspectos que interferem diretamente em sua eficiência e que dizem respeito à densidade, distribuição espacial e o tipo. A densidade da cobertura vegetal é um importante fator de controle na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda do solo (GUERRA e BOTELHO, 1998).

Botelho (1999) alerta para a necessidade de ter cuidado na utilização da cobertura vegetal para verificação das diferenças ambientais em microbacias, contudo a identificação de diferentes tipos de cobertura vegetal atual pode informar, principalmente, sobre o nível de proteção do solo, já que a vegetação é responsável pela proteção contra a ação do impacto das gotas da chuva (*splash*), pela diminuição da velocidade do escoamento superficial (*runoff*), através do aumento da rugosidade do terreno, e pela maior estruturação do solo, que passa a oferecer maior resistência à ação dos processos erosivos.

Dentre as fisionomias vegetais encontradas na região de Cerrado, destacam-se as matas de galeria que compreendem a faixa de vegetação que circunda os corpos d'água e suas características estão relacionadas ao tipo de solo, ao relevo e à disponibilidade hídrica, além de atividades antrópicas.

Em geral, as matas de galeria são ambientes que apresentam maior diversidade de espécies. Muitos autores têm chamado estas áreas de zona ripária. Segundo Lima e Zakia (2006) a zona ripária está intimamente ligada ao curso d'água, mas os seus limites não são facilmente demarcados. Em tese, os limites laterais se estenderiam até o alcance da planície de inundação. Todavia, os processos físicos que moldam continuamente os leitos dos cursos d'água, que vão desde intervalos curtos de recorrência das cheias anuais, até fenômenos mais intensos das enchentes decenais e seculares, impõem, também, a necessidade de se considerar um padrão temporal de variação da zona ripária. O limite a montante, por exemplo, seria a nascente, mas durante parte do ano a zona saturada da microbacia se expande consideravelmente, o que implica na necessidade de se considerar também as áreas côncavas das cabeceiras ("*stream-head hollows*") como parte integrante da zona ripária.

Devido a esta elevada frequência de alterações que ocorrem na zona ripária, a vegetação que ocupa normalmente esta zona (mata ciliar) deve, em geral, apresentar uma alta variação em termos de estrutura, composição e distribuição espacial. Esta variação deve ocorrer tanto ao longo do curso d'água, refletindo variações de micro-sítios resultantes da dinâmica dos processos fluviomórficos, que resultam em trechos característicos de deposição de sedimentos, assim como trechos característicos de erosão fluvial. Lateralmente, as condições de saturação do solo diminuem à medida que se distancia do canal, o que deve, também, influenciar a composição das espécies (LIMA e ZAKIA, 2006).

Ainda segundo estes autores, do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Esta função ecológica já é, sem dúvida, razão suficiente para justificar a necessidade da conservação das zonas ripárias. A isto, deve-se somar a função hidrológica das zonas ripárias na manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, representada por sua ação direta numa série de processos importantes para a estabilidade da microbacia, para a manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático.

A destruição das florestas é causada, na maioria das vezes, pela abertura de clareira para fins agrícolas, ocorrendo principalmente devido à pressão sobre os recursos naturais para atender à demanda cada vez mais crescente, de uma sociedade marcada pelo produtivismo e pelo consumismo que é característica básica da moderna sociedade capitalista.

Conforme Dias (1993), estudos recentes em vários países demonstraram que a taxa de desmatamento está maior que o estimado. Cerca de quatorze a vinte milhões de hectares de florestas são destruídos anualmente no planeta. Embora as florestas tropicais cubram apenas 7% do solo da Terra, elas contêm mais da metade de todas as espécies vivas.

Sabe-se que o desmatamento é uma das principais causas da erosão e da perda da diversidade biológica.

A destruição das florestas tropicais é um dos mais significativos impactos da humanidade sobre a natureza. Conforme Hammes (2004), do total de espécies de animais estimadas no país, 90% são terrestres, e destas, 80% ocorrem nos trópicos, sendo que dois terços delas vivem nas florestas tropicais, ou seja, em torno de 50% das espécies são próprias desse bioma.

Segundo Guerra e Cunha (2000), o desmatamento deve ser levado em conta mas, se for seguido de um manejo adequado do solo, a degradação ambiental pode não acontecer, os autores recomendam que não se deve simplificar a questão, superestimando o desmatamento, como causador de degradação, esquecendo-se ou omitindo-se outras causas.

e) Sócio-economia, aptidão agrícola e degradação ambiental

Os estudos sócio-econômicos deverão promover a caracterização social e econômica das comunidades inseridas na bacia a partir dos municípios que as constituem, buscando abranger aspectos da economia local e da infra-estrutura urbana e rural (SILVA e PRUSKI, 1997).

Dentro de uma visão sistêmica voltada para o desenvolvimento sustentável, supõe a integração de interesses de todos os segmentos da sociedade no que se refere à população, educação, saúde, habitação, saneamento básico, transporte, indústrias, mineração, preservação e conservação dos recursos naturais e uso e ocupação do solo, compreendendo este, o conhecimento de toda ocupação das terras por ação antrópica ou, quando não utilizadas pelo homem, a caracterização dos tipos e categorias de vegetação natural, bem como suas respectivas concentrações. As formas de ocupação e suas relações com os recursos edáficos, em área onde a presença do homem já é secular são conseqüências diretas de sua trajetória na busca de um equilíbrio com a natureza. A racionalização do uso e manejo dos recursos naturais condicionará esse equilíbrio de forma harmônica e duradoura; o mau uso poderá levá-los à completa degradação, constituindo num triste legado do homem aos seus descendentes IPT (1986).

Segundo Costa e Matos (1997), os solos devem ser explorados de acordo com sua capacidade de suporte ou aptidão agrícola. Áreas inaptas à agropecuária devem ser destinadas ao refúgio da flora e fauna ou serem reflorestadas. Regiões de afloramento de

rochas muito íngremes ou escarpadas devem ser preservadas, tendo em vista a forte predisposição erosiva.

A avaliação de aptidão agrícola tem como finalidade a indicação do potencial agrícola das terras para diferentes tipos de uso. Para Ranzani, (2002), a avaliação da aptidão agrícola é feita através do emprego de critérios suficientemente válidos para os propósitos de uso da terra, os quais como são evidentes, estão na dependência do nível de conhecimentos técnicos disponíveis. À vista deste fato, a avaliação da Aptidão Agrícola deve ser revista, sempre que novos conhecimentos são adquiridos.

3.6 Indicadores ambientais

Segundo Juchem (1996), indicadores são “observações ou medições, quantitativas, que permitem que um componente ou ação de um sistema ambiental seja descrito dentro dos limites dos conhecimentos atuais”. Indicador ambiental significa um organismo¹², comunidade biológica ou parâmetro, que serve como medida das condições ambientais de uma determinada área ou de ecossistema (FEEMA, 1997).

Para Herculano (1998), indicadores ambientais são modelos que descrevem as formas de interação das atividades humanas com o meio ambiente, entendido este como: fonte de recursos: minerais, energia, alimentos, matérias – primas em geral; - depósito de rejeitos: lixo industrial e doméstico e efluentes líquidos e gasosos; - suporte da vida humana e da biodiversidade.

Indicadores ambientais podem se referir: ao estado físico ou biológico do mundo natural (indicadores de estado); às pressões das atividades humanas que causam modificações destes estados (indicadores de pressão); indicadores das medidas da política adotada como resposta a estas pressões, na busca da melhoria do meio ambiente ou da mitigação da degradação (indicadores de resposta). Indicadores podem ser reações entre conjuntos de componentes, inclusive componentes artificiais que podem ser observados e utilizados para revelar informações sobre a situação de um sistema (ou partes do mesmo), bem como sobre alterações ocorridas no sistema (JUCHEM, 1996).

¹² Organismos, ou tipos de organismos, tão estritamente associados a condições ambientais específicas, que sua presença é indicativa da existência dessas condições naquele ambiente (Glossário Ambiental).

Dadas às características deste trabalho de investigação, cujo enfoque está centrado na análise ambiental da Bacia hidrográfica do Ribeirão São João, estabeleceu-se os seguintes indicadores ambientais:

Indicadores de natureza físico-ambientais - descrevem a situação geomorfológica e as condições climatológicas, como alguns dos resultados de interações entre componentes físico-geológicos, morfológicos e humanos dos sistemas. Dentre os indicadores geológicos interessa a este estudo, o tipo e estratificação de rochas, além dos minerais aproveitáveis. Entre os indicadores geomorfológicos, destacou-se a altitude, a declividade, os processos erosivos e sedimentológicos na bacia hidrográfica. Relativo aos indicadores climatológicos, mudanças de temperaturas mensais, precipitação, evaporação e umidade do ar, além do balanço hídrico regional (JUCHEM, 1996). Dentre os indicadores pedológicos considerou-se as classes de solos, a infiltração e algumas características físicas e químicas dos principais tipos de solos observados na área da Bacia do Ribeirão São João.

Indicadores hidrológicos - referem-se à quantidade de água, bem como o caráter físico da água e dos cursos. Neste contexto às condições de escoamento e a configuração do leito do rio principal, são as principais características abordadas, com ênfase para o escoamento superficial abordando a rede de drenagem, a descarga sólida e líquida, condições de fluxo (velocidade), características morfométricas da drenagem, características dos sedimentos suspensos e do leito do rio, inclusive a composição granulométrica, perfil longitudinal do rio principal, além de informações sobre planícies de inundação e represas existentes (JUCHEM, 1996).

Indicadores físicos, químicos e biológicos da água - fornecem informações sobre os aspectos qualitativos ou o seu potencial para mudar as características físicas e químicas da água através de reações entre os componentes físicos, químicos e biológicos e, até certo ponto os componentes humanos (JUCHEM, 1996).

Sabe-se que organismos patogênicos, ou seja, transmissores de enfermidades constituem-se em agentes contaminantes de significativa importância, cujo principal indicador da sua presença, são as bactérias coliformes que habitam o intestino dos seres humanos. Neste contexto um dos principais indicadores biológicos de qualidade da água é a *Escherichia coli*, bactéria pertencente ao grupo dos coliformes termotolerantes,

sendo atualmente utilizada nas estações de tratamento de água como indicador de maior representabilidade da contaminação fecal. Segundo Cerqueira e Horta (1999), *E. coli* representa percentuais em torno de 96 a 99% nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, podendo ser encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente.

Indicadores sócio-econômicos – os componentes humanos resultam do uso do potencial ecológico e fornecem informações referentes à pressão do homem sobre a natureza, o grau de êxito na transformação de recursos naturais em elementos bem aproveitados pelo homem e em valores necessários para o funcionamento dos subsistemas econômicos e sociais, o grau de êxito obtido pela sociedade e pelo indivíduo no que se refere à nutrição e à saúde; o grau de êxito na concretização de metas culturais, tanto para a sociedade quanto para o indivíduo (JUCHEM, 1996). No contexto deste estudo, para a área sócio-econômica, priorizou-se os indicadores de população, educação, saúde, habitação, saneamento básico, transporte, indústrias, mineração e uso e ocupação do solo, por entender serem estes capazes de representar o contexto social e econômico dos moradores da área da bacia.

Hammes (2004) afirma que desde os primórdios, os processos erosivos são indicadores de impacto ambiental; e, que a ocupação dos espaços geográficos sempre se deram na proximidade de fontes de água; em regiões de relevo íngreme, desmatavam-se os topos dos morros, nas proximidades de nascentes, para o cultivo de alimentos e criação de animais domésticos. De um modo geral, os espaços foram sendo ocupados sem a intenção de degradar, mas de melhorar a qualidade de vida¹³ das pessoas.

Hoje, muitos problemas ambientais ainda são desencadeados pelos processos de ocupação. Destaque se dá a processos de expansão da fronteira agrícola que ainda é praticamente o mesmo, nos quais são empregadas técnicas de aumento da produtividade

¹³ Qualidade de vida - Implica em que seja disponibilizado para todos, saneamento básico e boas condições materiais de vida, incluindo distribuição de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário com tratamento”. Implica ainda no “direito a usufruir ar puro, águas limpas, silêncio, espaços verdes e a relacionar-se com a diversidade de espécies da flora e da fauna”, nos “direitos sociais e trabalhistas, serviços de saúde, previdência e transportes, segurança, descanso remunerado e possibilidade de crescimento profissional”. Busca o “respeito aos direitos de segurança e integridade física, incluindo o direito dos cidadãos e grupos sociais não sofrerem ou serem ameaçados de violências e constrangimentos físicos”. Requer a “garantia dos direitos de informação, educação e auto-realização, bem como dos direitos de participação democrática e cidadania política” (RIBEIRO, 2002).

dissociadas das práticas conservacionistas. O desmatamento expõe o solo às intempéries¹⁴, causando seu empobrecimento, pela retirada de nutrientes e perda de solo pela erosão.

Outro fator indicativo de impacto ambiental refere-se ao uso de queimada para a limpeza de terrenos, pois não dão aos animais, a chance de fuga e de recuperação da biodiversidade existente anteriormente. Lançam na atmosfera o nitrogênio e o enxofre e destroem a matéria orgânica, os microorganismos do solo, fauna e flora. A queimada empobrece o solo ao destruir os seus microorganismos, as bactérias que fixam nutrientes para as plantas. Destroi o húmus que atua na retenção dos elementos nutritivos e da água. Segundo Hammes (2004), a matéria orgânica mantém o solo estruturado e retém a umidade do solo, dificultando o processo erosivo e diminuindo os efeitos da seca.

Os indicadores de cobertura vegetal são importantes na elaboração de diagnósticos e no monitoramento da distribuição e composição da cobertura vegetal ao longo do tempo, auxiliando os processos decisórios de intervenção, principalmente os relacionados à cobertura vegetal total, presença da vegetação nativa em áreas de preservação permanentes (matas de galeria, matas de encosta e bordas de serras) e, diversidade florística.

A substituição da cobertura vegetal para dar lugar a áreas de produção de alimentos, fibras ou outros produtos promove impactos sobre os componentes físicos e bióticos, causando diminuição da diversidade biológica¹⁵. Para Mueller (1996) e Lima (1998) *in* Marques *et al.* (2003), a importância da cobertura vegetal como elemento físico do ecossistema se relaciona, basicamente, à proteção do solo e dos recursos hídricos, e à proteção das áreas cultivadas como barreiras de proteção; adicionalmente contribuem para o bem-estar das comunidades, amenizando as condições climáticas e proporcionando condições ao lazer.

¹⁴ Intempéries – Fenômenos climáticos, como insolação, chuva, vento, variação de temperatura, etc. (HAMMES, 2004).

¹⁵ Diversidade biológica – Significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda, a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (MMA, 2000).

4. METODOLOGIA

4.1 Considerações teórico-metodológicas

A Bacia Hidrográfica é hoje considerada a unidade ideal para estudos ambientais por permitir um maior entendimento das atividades humanas e suas relações com o ambiente. Na área da Bacia do Ribeirão São João vem sendo desenvolvidas atividades diversificadas, necessitando, para sua compreensão, ser analisada em termos de sua complexidade.

Assim, para a realização deste estudo utilizou-se dos procedimentos técnicos apontados nos trabalhos de Scheibe (1998), que compõem de quatro grandes etapas, quais sejam: 1) O levantamento de documentação e informação básicas pertinentes à área de estudo e à temática em foco; 2) as análises tópicas nos diferentes setores ou esferas do âmbito geográfico, de tal modo variável que possa facilitar ao máximo a sintonia entre natural-social; 3) o esforço de integração das variáveis básicas, procurando-se os elos de solidariedade na hierarquia organizacional; 4) até, finalmente, atingir-se a síntese da qualidade ambiental, elaborando um corpo de conclusões capaz de fornecer indicativos necessários à intervenção corretiva, assim como perceber novos problemas que, pela importância ou limitações da análise efetuada, necessitem de investigação sob novos enfoques ou em diferentes ordens escalares.

Desta forma, a metodologia utilizada neste estudo compreendeu, de um lado, a soma dos procedimentos metodológicos referentes aos trabalhos de caráter acadêmico que já vêm sendo realizados – tese de doutoramento, dissertação de mestrado,

monografias de conclusão de curso de graduação e iniciação científica – PIBIC e, de outro, a preocupação com os aspectos de integração interdisciplinar dessas informações, visando uma síntese da Análise Ambiental da Bacia.

No âmbito desta pesquisa, analisar significa isolar alguma coisa a fim de tentar entendê-la. E, buscando contemplar a preocupação em relação à necessidade de abordagem integrada e interdisciplinar na análise ambiental da bacia do Ribeirão São João, adotou-se o conceito de pensamento sistêmico que significa “buscar a sua compreensão no contexto de um todo mais amplo” (CAPRA, 1996).

Adotou-se ainda a definição de Geossistema que, para Bertrand (1998), teria como eixo principal as variáveis consideradas como naturais o que dá “abertura” para se priorizar as características bióticas e físicas, como geologia, geomorfologia, climatologia, solos, vegetação e recurso hídrico, destacando-se este, como eixo norteador, pela sua importância nos ecossistemas. O cruzamento destes aspectos deverá resultar na compreensão da estrutura geoambiental da área.

As variáveis socioeconômicas e as relações de poder no espaço da bacia do Ribeirão São João, constituem-se em outra vertente imprescindível na análise ambiental. Nesta abordagem são enfatizados aspectos relacionados à população, educação, saúde, habitação, saneamento básico, transporte, indústrias, mineração e uso e ocupação do solo. A articulação destas variáveis fornece o entendimento da produção do espaço do homem sobre a terra, considerado como o verdadeiro meio ambiente (SCHEIBE, 1998).

Outra importante abordagem teve como suporte teórico a definição de paisagem fornecida por Sauer (1983). Segundo ele, paisagem possui um conceito maior que o todo visível de seus constituintes. Suas qualidades físicas seriam determinadas a partir das características do habitat presente ou potencial. Deste modo, a cultura seria o agente, a área natural o meio, a paisagem o resultado.

Para complementar este estudo, optou-se por trabalhar ainda, com indicadores e índices, na análise dos relacionamentos e das interações entre as diversas abordagens, para a qual foram escolhidos os indicadores mais significativos no contexto da bacia.

A análise do uso do solo em conjunto com a percepção ambiental sintetiza a estrutura e dinâmica das paisagens da bacia, constituindo-se, na análise ambiental da bacia, de forma a gerar os necessários subsídios para a sua gestão.

Na análise ambiental utilizou-se também da tecnologia de geoprocessamento, pois conforme Silva e Zaidan (2004), trata-se de ferramenta eficaz no que se refere à precisão, confiabilidade e velocidade na geração de dados relativos à avaliação ambiental, permitindo a modelagem da realidade ambiental, tornando viável a manipulação de grande volume de dados, o seu tratamento e a disponibilização rápida de um universo de informações. Os mesmos autores salientam que “o pesquisador não deverá ser colocado como um espectador, mas sim como um agente de transformações dirigidas dos dados, visando à obtenção da informação”.

4.2 Material

A análise ambiental da Bacia do Ribeirão São João foi realizada a partir de mapas, cartas e publicações referentes à região onde se insere a área de estudo. Assim utilizou-se como base cartográfica a Carta Topográfica digitalizada da primeira impressão, denominada de “Vila Canela” – Folha SC.22-Z-B-III, na escala 1:100.000 do Departamento de Serviços Geográficos do Ministério do Exército – DSG/ME (BRASIL, 1979). Esta carta possui curvas de nível com equidistância vertical de 40 metros e origem de quilometragem UTM no Equador e no Meridiano 51° W Gr, acrescidas respectivamente as constantes: 10.000 Km e 500 km e Datum horizontal: Córrego Alegre – MG. Definiram-se como base para os mapeamentos, a projeção UTM (*Universal Transverse Mercator*) e o Datum SAD 69 (*South American Datum* de 1969). Este material básico foi utilizado na elaboração do esboço geral da rede de drenagem, na localização e análise morfométrica da bacia. Essa carta representa a planialtimetria e altimetria da área de estudo.

Para o mapeamento temático da área física foram utilizados outros mapas de Geologia e Geomorfologia do Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Tocantins - ZEE (2003) e do Consórcio responsável pela construção da Usina Hidrelétrica do Lajeado - INVESTCO (2003), todos na escala 1:100.000. Foram confeccionado os mapas de Pedologia e de Aptidão Agrícola da Bacia do Ribeirão São João na escala 1:100.000, a partir de levantamentos de campo, para tanto realizou-se a abertura de perfis de solos das principais classes, sendo coletadas amostras para realização das principais análises físicas e químicas. Para este mapeamento, consultou-

se ainda, as Cartas de Solos e de Aptidão Agrícola dos municípios de Porto Nacional e Ipueiras (RANZANI, 1996) e de Palmas (RANZANI, 2002). Na classificação dos solos dessa bacia, adotou-se a nomenclatura descrita pelo sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA, (1999). Ainda referente aos solos, foram estimadas as Velocidade de Infiltração Básica – VIB, das principais classes encontradas na bacia, utilizando-se o infiltrômetro de anéis concêntricos.

Do mapeamento realizado pelos pesquisadores do Projeto São João, convênio UNITINS / PETROBRÁS, foram utilizados os mapas de Altimetria e da Infra-Estrutura Viária da bacia, além do mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo para o ano de 2004.

Para o recorte da imagem da área de estudo, utilizou-se os as imagens de satélite SPOT 5, bandas CCD-2, CCD-3 e CCD-4, referentes às faixas do verde, vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético, respectivamente, e uma composição colorida falsa-cor (4R/3G/2B), datada de junho/2003, fornecida pela Prefeitura Municipal de Palmas.

Na geração dos mapas de Cobertura Vegetal e Uso do Solo, utilizou-se também dois pares de cenas do satélite CBERS-2, referentes à passagem nos anos de 2004 e 2006, obtidas pelo sensor CCD (charge-coupled device). As imagens do satélite CBERS-2 foram obtidas gratuitamente do site <http://www.cbears.inpe.br>, com nível 2 de correção.

Na confecção do Mapa de Localização dos Parcelamentos Rurais da Bacia do Ribeirão São João, foram utilizados o Mapa Fundiário do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, o Mapa Fundiário do Instituto de Terras do Estado do Tocantins – ITERTINS, o Mapa do Projeto de Irrigação São João da Secretaria Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins e os Mapas dos Projetos de Reassentamentos Mariana e Córrego Prata do Consórcio INVESTCO, responsável pela construção da UHE – LAJEADO.

Para determinação de parâmetros hidrométricos, como o cálculo da vazão, utilizou-se para medição da velocidade da água, o micro molinete hidrométrico, marca *Global Water*, modelo 201, com precisão de $\pm 0,1$ m/s. No levantamento da seção de controle utilizou-se nível óptico e a batimetria do leito com mira escalante. No monitoramento da flutuação do nível da água, foram instaladas estações

hidrossedimentométricas – EHS, utilizando-se estacas de madeira, devidamente impermeabilizadas e réguas limnimétricas em alumínio, padrão ANEEL, com marcação centimétrica em vermelho. Na determinação da transparência da água utilizou-se o *Disco de Secchi* e para obtenção do material de fundo usou-se como amostrador a *Draga Peterson* (busca fundo).

A amostragem da água, tanto para as análises do material em suspensão, quanto dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, utilizou-se respectivamente como amostradores, garrafas plásticas com capacidade de 2000 ml, frascos de boca larga com tampa em polipropileno, autoclavável de 500 ml e 250 ml.

Na determinação das características físicas, químicas e microbiológicas da água da água foram utilizados alguns equipamentos como o oxímetro, turbidímetro, pHgâmetro, condutivímetro e estufa do Laboratório de Geomorfologia e Hidrologia - GEOHIDRO da UNITINS e o espectrofotômetro do Laboratório de Análise Ambiental e Microbiologia -LAMBIO da UFT.

Para obtenção das coordenadas dos pontos de referência deste estudo e de feições da área da Bacia utilizou-se Rastreador de satélites – GPS marca *Garmin*, modelo *Legend*, de 12 canais e antena interna, com exatidão média aproximada de 10 metros.

Em diferentes etapas desta pesquisa foram utilizados alguns softwares, conforme a seguir: *AutoCad 2006* na obtenção dos dados morfométricos da bacia, *TrachMaker-GPS Garmin* versão 13.2 para obtenção de coordenadas e georreferenciamento de pontos, *Microsoft Office Excel* para elaboração das planilhas, cálculos e gráficos e, na estruturação da base e elaboração dos mapas temáticos usou-se o *ArcGis* da ERSI versão 9.1.

4.3 Procedimentos metodológicos

4.3.1 Estudo sócio-econômico

Para o estudo sócio-econômico da área da Bacia do Ribeirão São João, adotou-se a abordagem essencialmente qualitativa sem abrir mão de dados quantitativos, pois, segundo Minayo (2000), o conjunto de dados quantitativos e qualitativos não se opõem,

ao contrário, se complementam, “pois a realidade abrangida por eles interage dinamicamente, excluindo qualquer dicotomia” Ainda conforme a autora, este tipo de pesquisa trabalha com o universo dos significados, dos motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que vem ao encontro da pesquisa, no que se refere, especialmente, às populações de assentados e reassentados.

Na pesquisa qualitativa, a amostragem representativa “é aquela que possibilita abranger a totalidade do problema investigado em suas múltiplas dimensões. Neste sentido, é necessário que se identifiquem quais atores sociais têm vinculação mais significativa com o problema a ser investigado” (DESLANDES, 2000).

Assim, realizou-se entrevista despadronizada (LAKATOS e MARCONI, 1999) junto aos membros das Associações dos Assentamentos inseridos na Bacia do Ribeirão São João. Vale ressaltar que parte dos dados quantitativos resultou de pesquisa bibliográfica do material já produzido pela Universidade do Tocantins, Projeto São João, convênio UNITINS/Petrobrás Ambiental.

Na elaboração dos mapeamentos de cobertura vegetal e uso do solo, foi utilizada para o ano de 2003, a imagem satélite SPOT 5, e para os anos de 2004 e 2006, pares de imagens do satélite CBERS-2; para a identificação das classes de cobertura vegetal e uso do solo, considerou-se a classificação proposta em Tocantins (2004), obtendo-se as seguintes classes: 1) as coberturas vegetais naturais, tipo: cerrado, cerradão; mata de encosta e mata de galeria; 2) as áreas antropizadas, como: pastagens, agricultura, solo exposto e massa d'água (represas).

O Mapa de Parcelamentos Rurais foi confeccionado utilizando-se dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, do Instituto de Terras do Estado do Tocantins - ITERTINS, mapa do Projeto de Irrigação da Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e mapas dos Projetos de Reassentamentos Mariana e Córrego Prata do Consórcio INVESTCO, com o objetivo de proporcionar a visualização da dinâmica de ocupação desta bacia e, em especial, o avanço dos parcelamentos dos imóveis na área de estudo.

Para elaboração Mapa de Concessões de Pesquisas, Lavras e Distribuição de Exploração Mineral Bacia do Ribeirão São João foram utilizadas informações do site do DNPM (2007), já a obtenção da localização de cavas de argila, jazidas de granito e

“cascalheiras”, estes pontos foram capturados através do uso de rastreador de satélites – GPS, georreferenciados (coordenadas UTM e altitude) e armazenados numa base cartográfica utilizando-se o *software Trach Maker-GPS Garmin* versão 13.2.

Para elaboração do Mapa Cadastral de Feições Erosivas foram observados os estados de erosão: acelerada não evidente, moderada, intensa, muito intensa e voçoroca (POLITANO, 1994).

4.3.2 Características morfométricas da bacia

As características morfométricas da bacia hidrográfica foram obtidas a partir da delimitação do perímetro da bacia, da determinação da área da bacia (km²), do comprimento da rede de drenagem (km); da densidade de drenagem (km/km²) e do padrão de drenagem, adotando-se a metodologia proposta por Horton (1945); o perímetro da bacia (km) teve como referência Smith (1950); o comprimento da bacia (km), a diferença de altitudes (m) entre o ponto mais baixo (confluência) e o mais alto da bacia e a hierarquização dos elementos da rede de drenagem foram trabalhadas de acordo com *Strahler* (1964).

O perímetro da bacia do Ribeirão São João foi delimitado tendo como base a carta topográfica, usando-se a técnica de identificação de divisores de água, as nascentes, as cotas altimétricas confirmadas e estimadas, respeitando-se as curvas de nível com seus respectivos valores. O limite da bacia foi vetorizado diretamente na tela do computador com auxílio de ferramentas do software *ArcView*, após definido o sistema de coordenadas de referência - UTM, identificáveis na carta topográfica digital Vila Canela (DSG/ME, 1979). Nesta etapa foram estabelecidos os parâmetros cartográficos necessários à geração do projeto e ao georreferenciamento da base cartográfica como: as coordenadas da área do projeto, o *Datum* Geodésico e a longitude de origem.

O vetor limite da bacia foi definido como um polígono fechado com sua linha ajustada e posteriormente foi rasterizado e transformado em matriz, possibilitando identificar e calcular a área da bacia com auxílio de ferramentas do software *ArcView*.

Para determinação do coeficiente de compacidade, adotou-se o índice proposto por Gravelius (Kc), sendo a relação entre o perímetro (P) da bacia e a circunferência de um círculo de área (A) igual à da bacia (equação abaixo). Este coeficiente é um número

adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho; quando mais irregular for a bacia, tanto maior será o coeficiente de compacidade. Se os outros fatores forem iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor de K_c . A seguir a equação 01.

$$K_c = 0,38 P.A^{-2}$$

Onde:

K_c = coeficiente de compacidade;

P = perímetro da bacia;

A = área da bacia.

O fator forma é um índice indicativo da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. Um fator de forma baixo indica que a bacia está menos sujeita as enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma. O K_f é dado pela razão entre a área e o comprimento axial da bacia (VILLELA e MATOS, 1975), conforme a equação 02.

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Onde:

K_f = coeficiente de forma;

A = área da bacia.

P = largura média da bacia.

4.3.3 Mapeamento temático

As curvas de nível da carta topográfica utilizada como base cartográfica, apresentam-se com uma equidistância de 40 metros, com curvas mestras de 200 em 200 metros. Nesta etapa também foram identificados os pontos cotados, que representam os topos de morros e diferenças de altitude na planície. A representação digital do terreno foi possível a partir da vetorização de linhas e pontos, que constituirão as amostras e posteriormente geração e interpolações (grades), possibilitando ainda, obter o mapa de declividade e o mapa hipsométrico.

O Modelo de Elevação do Terreno – MDT da Bacia do Ribeirão São João foi gerados a partir de pontos cotados e curvas de nível com seus respectivos valores obtidos a partir da Carta Topográfica Digital, Folha Canela, na escala 1:100.000, acrescido de dados obtidos através do levantamento de pontos de controle pré-

selecionados na bacia, obtendo-se nestes os valores de coordenadas e cota de altitude. Após esta etapa utilizou-se o software *ESRI, ArcInfo 9.1* (SCOTTON, SANTO e OLIVEIRA, 2004). Na vetorização de linhas o cursor acompanha os contornos das curvas de nível, abertas ou fechadas, definidos na carta topográfica, associando-se a cada linha sua respectiva cota de altitude. Na vetorização de pontos de controle aplicou-se manualmente o cursor a cada ponto, e suas coordenadas UTM foram registradas, associando-se ao ponto sua cota da altitude.

O Mapa de Altimetria foi obtido a partir do banco de dados do projeto “Conservação e Preservação de Recursos Naturais na bacia do ribeirão São João: uma proposta de participação comunitária no processo de gestão ambiental”. (Projeto São João, convênio UNITINS/PETROBRÁS).

O Mapa da Infra-Estrutura Viária foi obtido a partir do levantamento realizado pelos pesquisadores do Projeto São João, convênio UNITINS/PETROBRAS, sob a coordenação do Prof. Alan Elias. A este plano de informação foram atribuídas classes rodovias pavimentadas e não pavimentadas, tendo por base as convenções cartográficas presentes nas cartas topográficas do IBGE.

Os mapas da rede de drenagem e de infra-estrutura viária provenientes do Projeto São João (UNITINS/PETROBRAS), sofreram algumas complementações, a partir da reinterpretação da imagem de satélite *SPOT* de 2003, o que possibilitou um maior detalhamento da drenagem na área da bacia do Ribeirão São João. Neste caso essas feições como rios e infra-estrutura viária foram registradas em camadas (*layers*), sendo atribuída uma cor para cada *layer*, digitalizados, através de processo manual, em tela de computador com auxílio de ferramentas do programa *ArcView*.

O Mapa de Declividade foi obtido a partir do MDT e traçando-se um plano tangente a esta superfície num determinado ponto (P), a declividade em P corresponde à inclinação deste plano em relação ao plano horizontal (SCOTTON *et al.*, 2004). Foram estabelecidas classes de valores de declividade (0-3%; 3-8%, 8-20%; 20-45% e > 45%). A declividade foi desenvolvida a partir de cálculos matemáticos utilizando-se grade retangular para sua geração, este processo se deu automaticamente no software *ArcView*.

O Mapa de Hipsometria foi gerado a partir do MDT, considerando-se as curvas de nível e seus respectivos valores (SCOTTON *et al.*, 2004), criando-se classes altimétricas na seguinte ordem, de 212 a 250 m, de 250 a 500 m, de 500 a 700 m e, > 700 m. O valor mínimo, 212 metros de altitude, refere-se ao nível de base da Bacia do Ribeirão São João, definido a partir do valor médio da cota de inundação do reservatório da UHE – LAJEADO.

O Mapa da Zona Ripária foi obtido a partir do Modelo de Elevação do Terreno – MDT e levantamentos de pontos de controle e, a partir da identificação e delimitação das áreas de inundação da bacia, considerando-se a vegetação característica de áreas saturadas e pela cor e tipo de solo (LIMA e ZAKIA, 2006). Os pontos foram georreferenciados (coordenadas UTM e altitude), capturados através do uso de rastreador de satélites – GPS e armazenados numa base cartográfica utilizando-se o *software* TrachMaker-GPS Garmin versão 13.2. O vetor limite da zona ripária foi definido como um polígono fechado com sua linha ajustada e posteriormente foi rasterizado e transformado em matriz, utilizando-se o *software* ArcView.

4.3.4 Caracterização climática

Na fase de caracterização climatológica da região, utilizou-se a base de dados meteorológicos da série histórica da Estação de Porto Nacional, com dados de alguns municípios do seu entorno, o que configurou uma série representativa para a região em estudo. Ressalta-se que as observações da Estação de Porto Nacional e de algumas localidades foram realizadas diariamente, durante o período de 1981 – 1997. Os dados observados foram os seguintes: temperaturas extremas (máximas e mínimas), umidade seca e úmida, velocidade do vento, evaporação e precipitação. Utilizou-se também, os valores obtidos pela Estação Meteorológica do Laboratório de Meteorologia e Climatologia da Universidade Federal do Tocantins – UFT, instalada em Palmas – TO, durante o período de 2004 a 2006.

4.3.5 Levantamento dos solos

O mapeamento das unidades de solos foi realizado através de levantamento de campo, para tanto, confeccionou-se um mapa básico com a rede hidrográfica e as curvas de nível, após a identificação das principais classes encontradas na área da bacia, fez-se a abertura de perfis com auxílio de trado tipo “holandês” ou em cortes de estradas e de terrenos, com a finalidade de descrição do perfil, registro fotográfico e coleta de material para realização de análises físicas e químicas. Com o uso do rastreador de satélites (GPS) foi possível o georreferenciamento dos perfis, assim como, dos pontos de medição da velocidade de infiltração básica da água.

As análises físicas e químicas dos solos da bacia de estudo seguiram as recomendações do Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA, 1997), cujos parâmetros, porosidade, granulometria, densidade aparente e real, cálcio, magnésio, pH, matéria orgânica, bases trocáveis, acidez extraível, potássio e fósforo disponível, foram determinados no Laboratório de Análises Zoofértil em Palmas - TO.

A determinação da velocidade de infiltração da água no solo foi realizada nos mesmos pontos de abertura de perfis de solo, adotando-se o método dos cilindros concêntricos, conforme metodologia descrita por Bernardo (2005), que consiste em se enterrar 10 cm dos cilindros no solo, colocando-se uma régua graduada em mm e enchendo os cilindros com 5 cm de lâmina d'água. As leituras foram efetuadas a cada 5 minutos até o momento que ocorre a estabilização destes valores, considerando-se o valor encontrado com a velocidade de infiltração do solo, observando-se um intervalo de teste de no mínimo 2 horas. A figura 04 mostra a realização do teste de infiltração do solo com o uso de infiltrômetro de anéis concêntricos.



Figura 04 – Teste de infiltração do solo com o uso de infiltrômetro de anéis concêntricos, realizado em Plintossolo sob cultura de feijão irrigado, Fazenda Vargem Grande, município de Palmas (TO).

4.3.6 Descargas líquida e sólida

Relativo aos dados hidrométricos, vale ressaltar que a escolha dos pontos de monitoramento deu-se a partir da construção da base de dados com a delimitação da área da Bacia do Ribeirão São João e da rede de drenagem. Para definição dos pontos de instalação das estações hidrossedimentométricas, adotou-se os critérios estabelecidos por Carvalho (2000), descritos a seguir:

- Facilidade de acesso ao local;
- Forma e aspecto do canal de drenagem;
- Representatividade do ponto em relação à sua área de drenagem e interesse; e,
- Disponibilidade do proprietário e/ou família em ceder o local para instalação das réguas limnimétricas e, principalmente, em colaborar nas leituras diárias das réguas.

Para o cálculo da descarga líquida e sólida dos ribeirões São João e São Joãozinho, utilizaram-se medições diretas e indiretas, através da velocidade de fluxo da água e da coleta de sedimento por amostragem, para análise de concentração e da granulométrica do material de leito, nas seis estações hidrossedimentométricas, sendo três pontos na microbacia do Ribeirão São Joãozinho e três no corpo do Ribeirão São João, com o último ponto localizado próximo à TO – 050, a montante da confluência com o reservatório da UHE – LAJEADO.

Para a determinação da estimativa de vazão adotou-se o método do molinete hidrométrico, de acordo com Villela & Matos (1975) com adaptações, obedecendo ao seguinte princípio: 1) divide-se a secção do ribeirão em certo número de posições, no mínimo dez, para levantamento do perfil; 2) levanta-se o perfil de velocidades; 3) acha-se a velocidade média para cada perfil; 4) a estimativa de vazão será a somatória do produto de cada velocidade média por sua área de influência. Adotou-se para os mananciais com até 1 metro de profundidade o ponto equivalente a 0,6 h e, para aqueles com profundidades superiores a 1,0 metros, foram realizadas três medições (0,2; 0,6 e 0,8 h) para a determinação da velocidade média a partir da equação 3, a seguir:

$$V_{\text{méd perfil}} = \frac{2 \times V_{0,2h} + 6 \times V_{0,6h} + 2 \times V_{0,8h}}{10}$$

$$Q_{\text{perfil}} = S_{\text{perfil}} \times V_{\text{méd perfil}}$$
 e,

$$Q_{\text{total}} = \text{somatória de } Q_{\text{perfil}}.$$

A seguir são apresentadas as figuras 03 e 04, respectivamente, do local de instalação de um conjunto de réguas limnimétricas e na seção de medição de vazão, ambos da EHS – 6 (Ribeirão São João).



Figura 05 – Estação hidrossedimentométrica 06, instalada no Ribeirão São João, Fazenda Brejinho, município de Palmas – TO.



Figura 06 – Medição da velocidade da água na seção de controle (ponte da TO-050), Ribeirão São João, municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.

A estimativa de produção de sólidos sedimentáveis foi realizada com base na metodologia preconizada por Eaton *et al* (1995), através da coleta de duas amostras de 2000 ml em cada ponto de amostragem. Posteriormente no Laboratório de Hidrologia da UNITINS, estas amostras foram homogeneizadas e colocadas 1000 ml num cone de Imhoff, sendo realizado um pequeno turbilhonamento após 20 minutos, com o auxílio de um bastão de vidro para facilitar a decantação e desprendimento das partículas das paredes do cone, ao final de uma hora foram realizadas as leituras do volume de sedimentos decantados no fundo do cone em ml por litro.

A estimativa da concentração de sedimentos (sólidos totais) foi realizada coletando-se duas amostras de água com 500 ml, obtidas em cada ponto de amostragem, usando-se o método da integração vertical, conforme descrito por Carvalho (1994). As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia Ambiental - LAMBIO/UFT, sendo as amostras homogeneizadas e separadas em 100 ml e colocadas em recipientes previamente pesados que foram levado a uma estufa de secagem para evaporação até a estabilização do peso. Por diferença de peso, obteve-se o valor dos sólidos totais contidos em cada amostra de água, conforme metodologia descrita por Eaton *et al* (1995).

Para determinação da composição granulométrica dos sedimentos de fundo foram realizadas doze amostragens, sendo duas em cada estação hidrossedimentométrica, uma no período de estiagem e outra no período chuvoso, sendo adotada a metodologia de Suguio (1973), modificada por Callisto e Esteves (1996). A determinação das proporções de cada tipo de sedimento nas amostras: seixo (maior que

16,00 mm); cascalho (4,00 mm); areia muito grossa (2,00 mm); areia grossa (1,00 mm); areia média (0,50); areia fina (0,250 mm); areia muito fina (0,063 mm) e silte + argila (menor que 0,063 mm), sendo realizada através de medição indireta, com coleta de amostras nos mesmos pontos de amostragem em suspensão, de tal forma que o material coletado em cada ponto não ultrapassasse a 2 kg. O teor de matéria orgânica nos sedimentos foi calculado através da diferença entre o peso inicial da amostra e o peso após o tratamento com peróxido de hidrogênio (CALLISTO *et al.*, 1998), a partir da equação 4, a seguir:

$$\%PPC = \frac{P1 - P3}{P2} \times 100$$

Onde:

%PPC = Porcentagem de perda por oxidação;

P1 = peso do cadinho + peso da amostra;

P2 = peso da amostra;

P3 = peso do cadinho + peso da amostra oxidada.

Na determinação da descarga total, adotou-se o cálculo de transporte da descarga total realizado a partir do método simplificado de Colby (1957), que consiste na utilização de algumas relações semi-empíricas, baseadas em medições de escoamento. A sua aplicação é extremamente simples, e não necessita de subdivisão da composição granulométrica. Requer somente uma determinação precisa da velocidade média, uma vez que a parcela não medida do transporte sólido é muito sensível às mudanças de velocidade. A descarga total medida é obtida pela seguinte relação, acrescida de 10% considerando-se como valor médio da descarga não medida, conforme equação 5, a seguir:

$$Q = 0,0864 \cdot q \cdot C$$

Onde:

Q – descarga em suspensão em t/dia;

q – descarga líquida em m³/s;

C – concentração média em mg/l ou ppm.

4.3.7 Monitoramento da qualidade das águas

Para o estudo da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, foram realizadas cinco campanhas, sendo duas no período chuvoso e três no período de estiagem.

O monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do Ribeirão São João, foi realizado nas 06 estações da rede hidrossedimentométrica, acrescidas de outros pontos, como o localizado na nascente do ribeirão principal, outro na fazenda Bom Pastor a montante do 1º barramento desse ribeirão, outro no vale do “Vai-quem-quer”, um no córrego Jererê e o último na confluência com o reservatório da UHE – Luis Eduardo Magalhães. Foram realizados num total de 11 pontos. A tabela 04 traz a relação dos pontos de amostragem de águas superficiais, com coordenadas em UTM. As amostras de água foram coletadas em recipientes plásticos de 250 ml e 2000 ml, sendo acondicionadas em caixas térmicas e transportadas até o laboratório para análises.

Tabela 04 – Pontos de amostragem de águas superficiais e coordenadas UTM.

Ponto	Águas superficiais - pontos amostrais	Coordenadas (UTM)	
P1	Estação hidrossedimentométrica 1 (Rib. São Joãozinho – Faz. Sr. Luciano Aires)	809.383	8.847.766
P2	Estação hidrossedimentométrica 2 (Rib. São Joãozinho – Faz. Vargem Bonita)	808.811	8.849.946
P3	Estação hidrossedimentométrica 3 (Rib. São Joãozinho – Faz. Vista Alegre)	808014	8.851.324
P4	Estação hidrossedimentométrica 4 (Rib. São João – Faz. São Pedro)	809.054	8.852.065
P5	Estação hidrossedimentométrica 5 (Rib. São João – Faz. Vista Alegre)	807.937	8.851.361
P6	Estação hidrossedimentométrica 6 (Rib. São João – Faz. Barra do Brejinho)	794478	8847909
P7	Nascente do Ribeirão São João – Faz. Bom Pastor	818.635	8.842.756
P8	Ribeirão São João - Faz. Bom Pastor	818.210	8.844.600
P9	Córrego Jererê	795.429	8.847.007
P10	Ribeirão São João - Vale do Vai-Quem-Quer	814.035	8.849.562
P11	Confluência do Ribeirão São João c/ Reservatório da UHE – LAJEADO	788.790	8.848.195

Para determinação da transparência da água, adotou-se a metodologia baseada em Eaton *et al* (1995), que consiste na leitura do desaparecimento visual do Disco de *Secchi*, de acordo com as seguintes etapas: 1 – os locais escolhidos para determinação da transparência das águas foram os pontos onde se localizam as estações

hidrossedimentométricas; 2 - no local selecionado o Disco de *Secchi* é afundado na parte sombreada preso a uma corda graduada; 3 – o disco é continuamente afundado até o seu completo desaparecimento; 4 – após a anotação da profundidade de desaparecimento do disco (profundidade 1) este foi afundado mais um pouco; 5 – posteriormente, o disco foi levantado até sua completa visualização (profundidade 2); 6 – a profundidade do desaparecimento visual do Disco de *Secchi* (transparência da água) é igual ao valor médio das profundidades 1 e 2.

Relativo ao monitoramento da qualidade das águas subterrâneas da bacia do Ribeirão São João, este foi realizado através de quatro campanhas, sendo que na primeira, apenas dois pontos foram amostrados, o poço artesiano da Cerâmica Betim e a cisterna da Fazenda Vargem Grande. Nas demais campanhas foram amostrados seis pontos, somando-se aos dois primeiros, os pontos localizados nas cisternas da Chácara do Meio, da Fazenda Vista Alegre, o poço artesiano da Escola Municipal Marcos Freire e no Centro de Ciência Agrárias da UNITINS. As amostragens foram realizadas no período compreendido entre fevereiro a dezembro de 2006 em recipientes plásticos de 250 ml e 2000 ml, sendo acondicionadas em caixas térmicas e transportadas até o laboratório para análises.

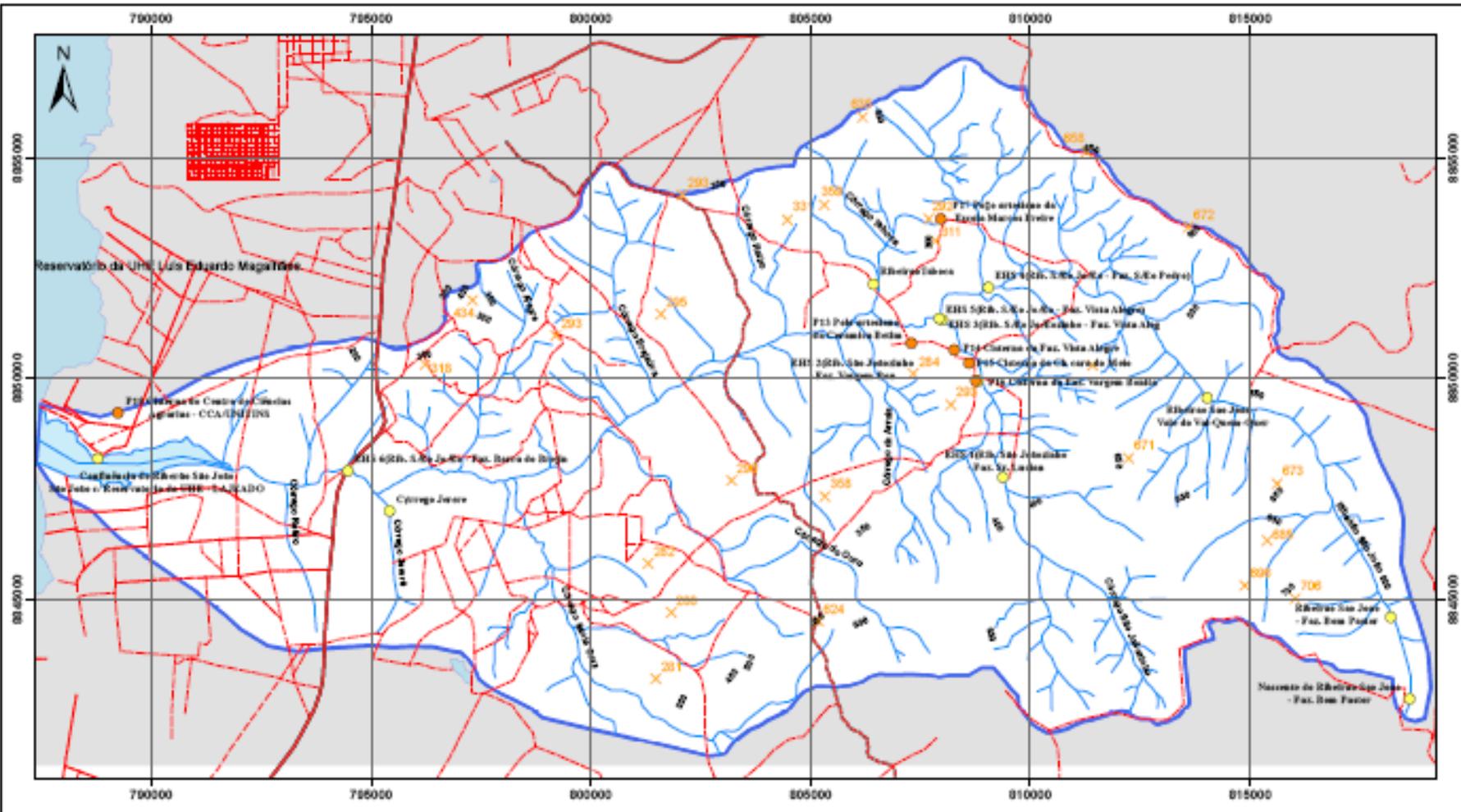
As tabelas 05 traz a relação dos pontos de amostragem de águas sub-superficiais e subterrâneas, com coordenadas em UTM.

Tabela 05 - Pontos de amostragem de águas sub-superficiais e subterrâneas com coordenadas UTM.

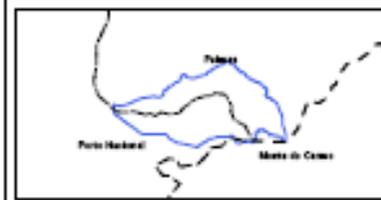
Águas sub-superficiais - pontos amostrais		Coordenadas (UTM)	
01	Poço artesiano da Cerâmica Betim	807.299	8.850.801
02	Cisterna da Faz. Vista Alegre	808.276	8.850.651
03	Cisterna da Chácara do Meio	808.615	8.850.351
04	Cisterna da Faz. Vargem Bonita	808.763	8.849.951
05	Poço artesiano da Escola Marcos Freire	807.972	8.853.611
06	Cisterna do Centro de Ciências Agrárias – CCA/UNITINS	789.240	8.849.223

A seguir apresenta-se a figura 07, que mostra o mapa de localização dos pontos de amostragem de águas superficiais, subterrâneas e medição de vazão.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO E AMOSTRAGEM DE ÁGUA E SEDIMENTOS
BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACINHA MUNICIPAL DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CAEMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
BASE CARTOGRAFICA DE REFERENCIA
INSTITUTO NAZARETE DO TOCANTINS
NATURATINS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA
IBGE

Temas Utilizados:
Relevo do Drenagem, Estreitas, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotejados na escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Caroba MI 1644 SC-23-E-III.



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IBERITUBA, SC
DATUM HORIZONTAL: SAD-49
ORDEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
"Egual e meridiano 57° oeste"
ACRESCIDAS AS CONSTANTES
1000000 e 500000 RESPECTIVAMENTE.

Legenda

- ÁGUAS SUPERFICIAIS**
- ERS 102h, São João - Pac. de Carimã
 - ERS 202h, São João - Pac. Vargem São
 - ERS 202h, São João - Pac. Vista Alegre
 - ERS 402h, São João - Pac. São Pedro
 - ERS 502h, São João - Pac. Vista Alegre
 - ERS 602h, São João - Pac. Serra do São João
 - Condutividade de ERS 102h/202h/402h/502h/602h - Lajedo
 - Córrego Jeová
 - Nascente do Ribeirão São João - Pac. São Pedro
 - Ribeirão São João - Pac. São Pedro
 - Ribeirão São João - Vár. do Val-Queimado
 - Ribeirão Taboas
- ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**
- P13 Pqo. artesianos da Cadeia de Carimã
 - P14 Córrego da Pac. Vista Alegre
 - P15 Córrego da Chacra do João
 - P16 Córrego da Pac. Vargem São
 - P17 Pqo. artesianos da Serra Maria Pedro
 - P18 Córrego de Córrego de Glória Agrícola - CCA/UNIFPA

LOCALIDADES

- ☒ Localidade
- LIMITES**
- Internacional
 - Estadual
 - Municipal
 - Área especial
 - Limite da Bacia
- Pontos de controle:
Horizontal: Δ Vertical: \times
Horizontal e vertical: \square
- Altimetria:
Comprimido: 573 Não comprimido: 573
Escala: Cartográfica: 1:200

ESTRADAS DE RODAGEM

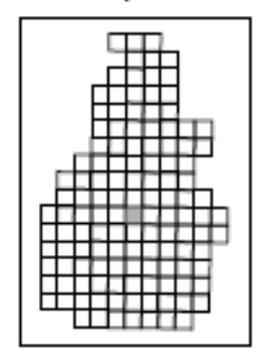
- Auto-estrada: 2 em 2 vias
- Perimetral: 1 em 2 vias
- Sem pavimentação: \square \square \square
- Castrolite Trilite
- Modificação de rodagem: Federal, Estadual, Municipal
- Castrolite asfalto (c/ris): \square \square
- Limite rodagem rodagem: \square \square
- Limite de energia elétrica: \square \square

HIDROGRAFIA

- Curso d'água intermitente
- Lago ou lagoa intermitente
- Torreão rajado e inundação
- Brço. de planície
- Pqo. água, Nascente
- Salto, cascata ou correto
- Cachoeira
- Condutividade, rjgida, transito
- Reservatório, obra, alameda
- Reservatório
- Artes
- Arquiteto, Campo de Pesca
- Igreja, Escola, Muro



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-23-E-III MI 1643 PARAÍSO DO NORTE	SC-23-E-III MI 1644 VILA CAROLINA	SC-23-E-III MI 1645 SANTA TERESA
SC-23-E-IV MI 1700 PATAMA	SC-23-E-IV MI 1710 PORTO NACIONAL	SC-23-E-IV MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGeo
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA - PPGG
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
JOSEANO CARVALHO DOURADO

Os parâmetros de qualidade da água foram analisados de acordo com a metodologia proposta no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - APHA (1998), conforme demonstrado na Tabela 03.

Tabela 06 – Relação de parâmetros hidrológicos analisados, metodologia e referência.

Parâmetros		Metodologia/Equipamento	Referência
Temperatura ambiente (°C)		Termômetro digital	APHA (1998)
Temperatura água (°C)		Termômetro digital	APHA (1998)
Condutividade (µS/cm)		Condutivímetro	APHA (1998)
Turbidez (NTU)		Turbidímetro	APHA (1998)
Oxigênio Dissolvido (mg/l)		Oxímetro	APHA (1998)
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)		Condutivímetro	APHA (1998)
pH		pHgâmetro	APHA (1998)
Nitrogênio	NH ₃ -H (mg/L)	Método espectofotométrico	APHA (1998)
	NO ₂ ⁻ (mg/L)	Método espectofotométrico	APHA (1998)
	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Método espectofotométrico	APHA (1998)
PO ₄ ⁻³ (mg/L)		Método espectofotométrico	APHA (1998)
Alumínio (mg/L)		Método espectofotométrico	APHA (1998)
Sólidos Suspensos	Sólidos Totais (meq/L)	Técnica gravimétrica	TUNDISI (1990)
	Sólidos Fixos (meq/L)	Técnica gravimétrica	WETZEL e LIKENS (1991)
	M. Orgânica (meq/L)	Técnica gravimétrica	WETZEL e LIKENS (1991)
Sólidos Totais (ml/L)		Técnica gravimétrica	
Coliformes Totais (NMP/100 mL)		Colilert	APHA (1998)
Coliformes Fecais (NMP/100 mL)		Colilert	APHA (1998)

Referente aos parâmetros bióticos analisados nesta pesquisa, basicamente trabalhou-se com a determinação da presença de *Escherichia coli*, para o qual usou-se a técnica de Colilert. Esta análise foi desenvolvida a partir da utilização de sachês sendo diluído no volume de 100 ml da água coletada nos pontos de amostragem, formando o meio substrato. A técnica de Colilert ou Tecnologia do Substrato Definido (TSD) tem a capacidade de detectar a produção de duas enzimas (- galactosidase e - glucoronidase) que são específicas para o grupo coliforme e *E. coli* respectivamente, para isto, em sua formulação estão presentes os substratos Ortofenil-D-galactopiranosídeo (ONPG) e 4-metilumbeliferil- D-glucoronida (MUG). Os Coliformes hidrolizam o ONPG para utilização do açúcar, liberando o ortonitrofenol que confere cor amarela ao meio após 24 h de incubação a temperatura de 35 ± 0,5 °C. Com a presença da *Escherichia coli*, o meio apresenta fluorescência em luz ultravioleta (365 nm), esta diferenciação ocorre

pela presença do MUG. A contagem dos tubos positivos e o resultado final foram expressos em NMP/100ml com auxílio de uma tabela com 95% de limite de confiança.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Contexto sócio-econômico da Bacia do Ribeirão São João

População

Conforme pesquisa de campo, realizada em 2007, estima-se que a população total residente na área compreendida pela Bacia do Ribeirão São João esteja em torno de 2000 habitantes, sendo aproximadamente 600 pessoas no Assentamento São João, 530 no Reassentamento Córrego Prata, 180 no São João II e 60 no Reassentamento Mariana e os demais, nas propriedades rurais não incluídas em assentamentos.

Educação

Na Bacia do Ribeirão São João existem duas escolas, sendo uma localizada no Assentamento São João que oferece a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio e Educação de Jovens e Adultos - EJA. A Escola Marcos Freire, pertence à rede municipal de ensino e conta com 11 professores, dentre os quais três estão concluindo curso superior e os demais já são formados em cursos na área de educação; já, o Reassentamento Córrego Prata conta com a Escola Municipal Arcina Monteiro, que oferece o Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos, além de ceder uma sala para o Ensino Médio da rede estadual de ensino; atualmente a escola funciona com oito professores, dos quais apenas dois não têm curso superior, os demais ou já concluíram ou estão concluindo através do sistema telepresencial.

Saúde

No âmbito da saúde, os moradores da Bacia do Ribeirão São João podem contar com um Posto de Saúde localizado no Assentamento São João I, que atende também aos moradores do Reassentamento Mariana, através de um médico, clínico geral, uma vez por semana; o Posto de Saúde atende primeiros socorros e urgência e emergência, casos mais complexos são encaminhados para Taquaralto e Palmas; no Reassentamento Córrego Prata também há um Posto de Saúde, inclusive com estrutura satisfatória, mas não está funcionando por falta de profissionais na área, levando os moradores do local a buscarem atendimento médico em Palmas.

Habitação

Na área do Projeto de Assentamento São João, São João II e reassentamentos Mariana e Córrego Prata, predominam construções residenciais no modelo padrão do INCRA e do consórcio INVESTCO – nestes últimos foram reassentadas famílias oriundas das áreas inundadas pela formação do reservatório; as paredes das construções são de tijolos, cobertura de telhas e piso de cimento queimado. Nas demais propriedades rurais da Bacia do Ribeirão São João, em geral as sedes são construídas de adobe e cobertura de telha, algumas com reboco nas paredes e piso de chão batido. A Figura 08 mostra a visão panorâmica de uma casa padrão, construída pela INVESTCO para os reassentados¹⁶ do Projeto Mariana, Bacia do Ribeirão São João - Palmas – TO.



Figura 08 – Vista geral de uma casa padrão, construída pela INVESTCO para os reassentados do Projeto Mariana, Bacia do Ribeirão São João, Palmas – TO.

¹⁶ Reassentados – famílias cujas propriedades ficaram submersas devido à formação do reservatório da UHE – Luiz Eduardo Magalhães e que foram instalados em outro local.

Saneamento básico

Parte dos moradores do Assentamento São João consome água captada em poços individuais, geralmente rasos, tipo cisterna; alguns domicílios são servidos com água captada nas serras do Carmo e São João (minas), para estes últimos, a água é conduzida por gravidade, através de mangueiras plásticas; em ambas as situações é servida *in natura*; quanto aos moradores do Reassentamento Córrego Prata, o abastecimento de água é feito por meio de poço artesiano, construído em cada domicílio, pelo consórcio INVESTCO, sendo servida, na maioria, após sistema de filtragem; no Reassentamento Mariana, o abastecimento de água se dá por meio de sistema de captação feita em uma nascente e distribuída nos 14 domicílios, através de encanamento.

Em toda região da Bacia do Ribeirão São João o sistema de esgoto se dá por meio de fossa séptica e fossa negra, não havendo serviço de coleta de lixo, geralmente o lixo seco é queimado, e o molhado, aproveitado para adubo. Nas proximidades do Assentamento São João encontra-se localizado o Aterro Sanitário de Palmas, do qual os moradores reclamam do mau cheiro, principalmente no período chuvoso.

A instalação do “Aterro Sanitário¹⁷” de Palmas na área da Bacia do Ribeirão São João por si já provocou grandes alterações na paisagem da região, verificando-se aí, que o nível de degradação atinge grandes proporções. A partir das observações *in locu* é possível questionar se a estrutura ali montada pode ser enquadrada realmente como aterro sanitário, pois o seu funcionamento está mais para um lixão a céu aberto¹⁸, visto não atender se quer às normas para um aterro controlado¹⁹. Situação essa comprovada a partir da falta de respeito às normas e critérios que orientam para a confinação segura do lixo, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente.

¹⁷ Aterro sanitário em valas – é uma técnica de disposição final dos resíduos sólidos no solo, que permite o controle da poluição e a proteção da saúde pública. O lixo é disposto em células compactadas por um trator e recoberto diariamente com terra, o fundo é impermeabilizado, são implantados sistemas de tratamento de chorume, drenagem das águas superficiais, coleta e queima do biogás (D. ALMEIDA, M. L. O. e VILHENA, A., 2000).

¹⁷ Lixão a céu aberto – é a forma mais inadequada de disposição dos resíduos sólidos, se resumindo a simples descarga sobre o solo, sem a preocupação dos impactos gerados por essa atividade tanto ao meio-ambiente quanto à saúde pública (D. ALMEIDA, M. L. O. e VILHENA, A., 2000).

¹⁸ Aterro controlado - é uma forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, na qual preocupações tecnológicas executivas adotadas durante o desenvolvimento do aterro, como recobrimento dos resíduos com argila, aumentam a segurança do local, minimizando os riscos de impacto ao meio ambiente e a saúde pública (BIDONE e POVINELLI, 2005).

Ao contrário do aterro sanitário, os lixões não atendem nenhuma norma de controle, enquanto que os aterros controlados atendem apenas aspectos ligados à acomodação do lixo. No lixão os resíduos são dispostos de qualquer maneira e sem nenhum tratamento, o que acaba causando inúmeros problemas ambientais. O que se observa no “Aterro Sanitário” de Palmas, é apenas a separação dos resíduos hospitalares e sua destinação em valas especiais, associada a um sistema de drenagem do chorume e um sistema de liberação dos gases produzidos.

A figura 09 a seguir, mostra aspectos da degradação paisagística e sanitária relacionada à presença de lixo nas margens do leito da rodovia rural que dá acesso ao Aterro Sanitário de Palmas.



Figura 09 – Degradação paisagística e sanitária relacionada à presença de lixo nas margens do leito da rodovia que dá acesso ao Aterro Sanitário de Palmas TO.

As figuras 10 e 11 mostram respectivamente, vista parcial do “Aterro Sanitário” de Palmas, uma vala para acondicionamento de resíduos sólidos e o talude da parede do Aterro, detalhe para a instalação de processos erosivos.



Figura 10 – Vista parcial do “Aterro Sanitário” de Palmas, localizado na Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 11 – Vista parcial do talude da parede do “Aterro Sanitário de Palmas”, detalhe para a instalação de processos erosivos.

A degradação e os prejuízos ao ambiente são evidentes em outras áreas da Bacia do Ribeirão São João, devido às atividades antrópicas, associadas em parte ao desconhecimento e/ou não reconhecimento da importância das características do meio físico, em especial a geomorfologia da área, como é o caso da implantação do Projeto de Reassentamento Mariana, no que se refere à construção de duas casas em lugar indevido (zona ripária).

Este fato nos remete a indagação do por quê os responsáveis pela implantação do reassentamento das famílias (INVESTCO), não consideraram as características geomorfológicas, climáticas e hidrológicas da região. Pois já no primeiro período chuvoso, as recém implantadas rodovias de acesso ao empreendimento ficaram intransitáveis, principalmente nas proximidades das pontes sobre o Ribeirão São Joãozinho.

Além disso, a enchente na planície inundou duas casas e seus respectivos sistemas de esgotamento sanitário (fossas). O que provocou denúncias e a necessidade de intervenção do Ministério Público Estadual²⁰, fazendo com que estas casas fossem realocadas visando reduzir os riscos de contaminação dos recursos hídricos.

²⁰ A intervenção do Ministério Público Estadual se deu através da elaboração e assinatura de um termo de ajuste de conduta com a participação do Consórcio INVESTCO e dos ocupantes dos imóveis a serem realocados. A situação atual é de que apenas uma casa foi realocada enquanto que a outra, encontra-se no mesmo local, o que pode contribuir para a contaminação do lençol freático durante o período de chuvas, quando o lençol freático aflora na planície de inundação, registra-se ainda a não desinfecção destas fossas sépticas e respectivos sumidouros.

Os problemas ambientais, os gastos financeiros e o desgaste judicial, resultaram de uma visão conceitual incompleta realizada pelos planejadores do Projeto de Reassentamento Mariana que expõe a dicotomia entre a natureza e a ação antrópica, resultado da não consideração do dinamismo da hidrografia local e de sua inter-relação com outros fatores como o clima e o relevo.

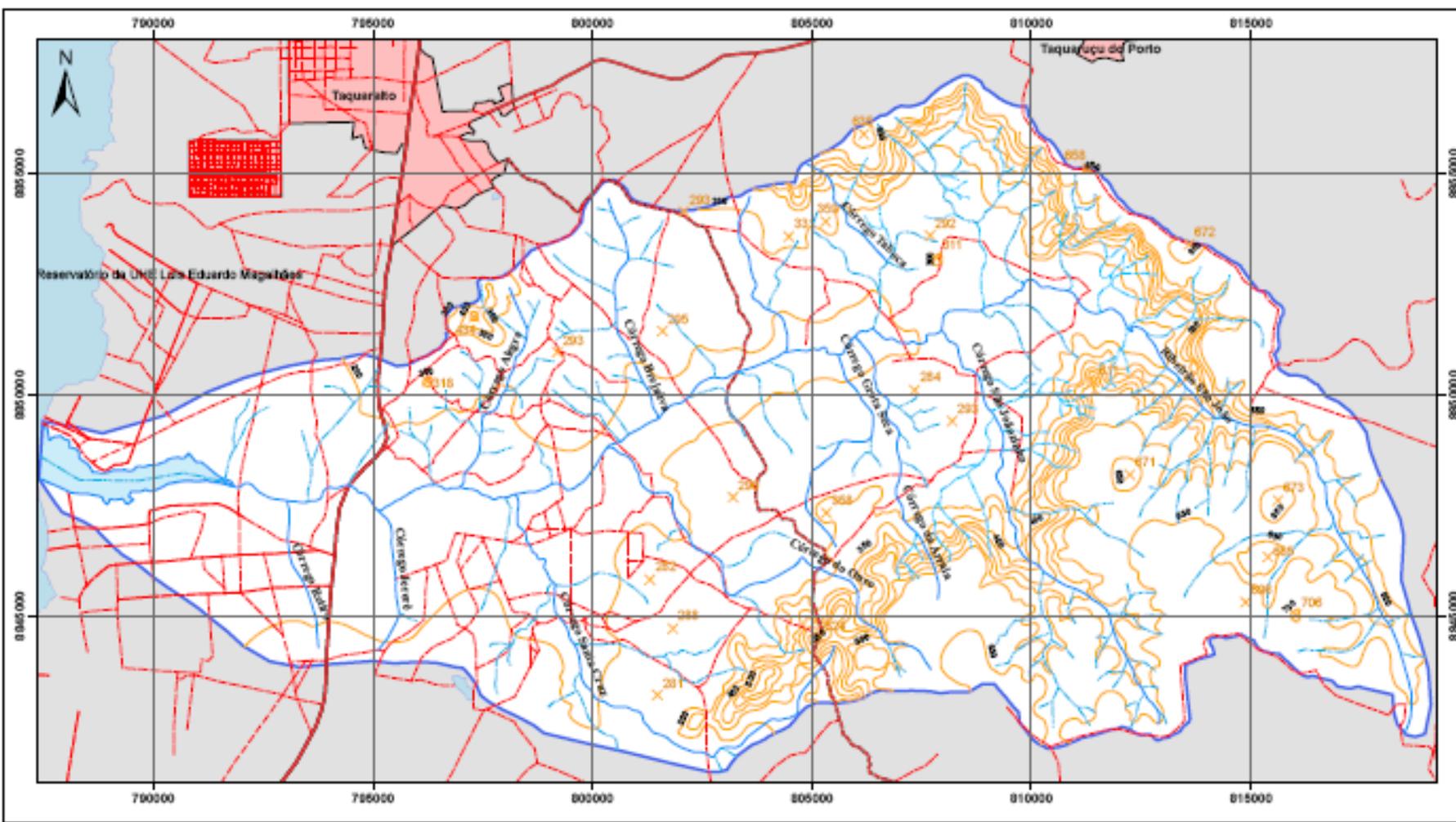
Transporte

Quanto ao atendimento na área de transporte, os moradores do P. A. São João contam com ônibus da Viação Miracema, três vezes ao dia, saindo de Taquaralto e indo até o Projeto de Reassentamento Mariana; os moradores no Projeto de Reassentamento Córrego Prata também contam com atendimento ao transporte, através de ônibus da Viação Miracema, que cobra taxa urbana, o mesmo valor praticado em Palmas.

Um grande problema evidenciado na área da Bacia do Ribeirão São João é a condição em que se encontra a extensa malha viária formada por rodovias de terra rurais aberta na região, podendo-se observar na figura 12, que traz o Mapa de Infra-Estrutura Viária da Bacia do Ribeirão São João. Muitas das quais cortam áreas de declividade alta, inclusive morros, conforme se pode observar na figura 13, a via de acesso à fazenda Vale do “Vai-Quem-Quer”, detalhe para a instalação de erosão no leito da rodovia. Verifica-se, que as erosões estão comprometendo as rodovias rurais e obstruindo os sistemas de drenagens, provocando em alguns pontos, a instabilização de taludes.

Ressalta-se ainda que a falta de implantação de um sistema de captação de água pluvial para as rodovias rurais como medidas controladoras de processos erosivos e a abertura de novas estradas em trechos impróprios, associada à falta de manutenção nas já existentes, está contribuindo ainda mais para a perda de solo por erosão e o carreamento de sedimentos para os corpos d’água durante o período chuvoso.

MAPA DE INFRA ESTRUTURA VIÁRIA DA BACIA DO RIBEIRO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRAFICA DE REFERENCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMATICA
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA IBGE
 Temas Utilizados:
 Redes de Drenagem, Relevo, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Coteados na escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Caxoeira MI 1644 SC-22-E-B-III.



ESCALA: 1:100.000
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
 "Equador + meridiano 17° oeste"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 10.000m e 500km RESPECTIVAMENTE.

Legenda

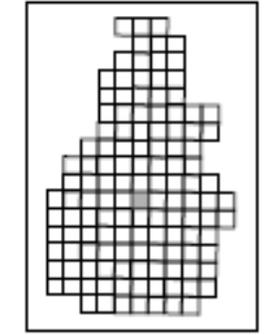
- Limite da Bacia
- Localidade

- LIMITES**
- Internacional
 - Estadual
 - Municipal
 - Áreas protegidas
- Pontos de controle**
- Horizontal
 - Vertical
 - Horizontal e vertical
- Altitudes**
- Comprimidas
 - Não comprimidas
 - Exaço Cartográfico

- ESTRADAS DE RODAGEM**
- Auto-estrada 2 ou mais vias
 - Paralelela 2 ou 2 vias
 - Sem pavimentação Pavimento permanente Pavimento provisório
 - Canteiro Tripla
 - Identificação de rodovias
 - Canteiro único (rua)
 - Linhas telefônicas subterráneas Tel. Tel.
 - Linhas de energia elétrica 60 60 60

- HIDROGRAFIA**
- Curso d'Água Intermitente
 - Lago ou lagoa Intermitente
 - Terras rasas e/ou inundáveis
 - Reservoires
 - Peça (Alag.) Navegável
 - Saiba, canoas ou cataventos
 - Cachoeira
 - Cachoeira, rápidos, transbordos
 - Barragem terra, alvenaria
 - Fundação
 - Artes
 - Aeroporto, Campo de Pousa
 - Igreja, Escola, Mito

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-E-B-II MI 1643 PARAÍSO DO NORTE	SC-22-E-B-III MI 1644 VELA CADELA	SC-22-E-A-I MI 1645 SANTA TERESA
SC-22-E-B-V MI 1705 PATÍMA	SC-22-E-B-VI MI 1710 PORTO NACIONAL	SC-22-E-A-IV MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGO
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO DOURADO



Figura 13 – Visão panorâmica da zona de morro e o processo erosivo acelerado no leito da rodovia que dá acesso à fazenda Vale do “Vai-Quem-Quer”

Indústria

Em toda a área da Bacia do Ribeirão São João constata-se um pequeno desenvolvimento industrial, registrando-se apenas duas unidades de beneficiamento de grãos (arroz), uma localizada no Assentamento São João II e outra no Reassentamento do Córrego Prata.

Ressalta-se como política governamental, a criação de uma Bacia Leiteira na área do Ribeirão São João, para isto foi estruturada uma cooperativa de produtores de leite, tendo como presidente um membro do assentamento do INCRA. Para seu funcionamento a cooperativa adquiriu um trator com implementos agrícolas e um caminhão, além da construção do laticínio, mas que se encontra desativado.

De acordo com o Presidente da Associação do Reassentamento Córrego Prata, a Universidade Federal do Tocantins – UFT conseguiu verba junto ao Governo Federal, através de projeto para a instalação de uma mini-usina de álcool, para a qual, quinze moradores locais, em regime comunitário, plantaram numa primeira etapa, 3 ha de batata, mas que até o momento não resultou em nada, ao contrário, tiveram prejuízo financeiro.

Mineração

Na Bacia do Ribeirão São João, verificou-se a existência de algumas pedreiras especializadas na produção de brita, seja para atender demanda da construção civil ou para fornecimento de material para recapeamento de vias públicas e rodovias, além de uma cerâmica localizada no município de Porto Nacional, onde os funcionários são contratados conforme demanda. Constatou-se ainda, a presença de pequenas olarias para a produção de tijolos, de forma artesanal. Este aspecto será abordado com maior detalhamento no item degradação por atividade minerária.

Ocupações institucionais e microparcelamentos rurais

Na bacia em estudo encontram-se implantados o Campus do Centro Universitário Luterano de Palmas – CEUP/ULBRA, o Complexo de Ciências Agrárias da Fundação Universidade do Tocantins – CCA/UNITINS, no qual estão instalados os laboratórios da UNITINS, a Feira Agrotecnológica do Estado do Tocantins – AGROTINS, além de unidades de experimentais de outras organizações não governamentais e governamentais como os da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Tocantins.

O Complexo de Ciências Agrárias ocupa uma área de 350 hectares, localizado nas proximidades do km 23 da Rodovia TO-050, às margens do Ribeirão São João e do reservatório da UHE - LAJEADO. A partir de 2001, vem sendo realizada no Complexo de Ciências Agrárias, a Feira Agrotecnológica do Estado do Tocantins – AGROTINS, criada estrategicamente para desenvolver o agronegócio.

A AGROTINS acontece, anualmente, ocupando 60 hectares da área total do Complexo, onde são instaladas unidades demonstrativas de campo, área para dinâmicas educativas, estandes, estacionamento, praça de alimentação, vias de circulação, auditório e demais edificações de apoio. A figura 14 mostra a vista geral da Feira Agrotecnológica do Estado do Tocantins – AGROTINS.

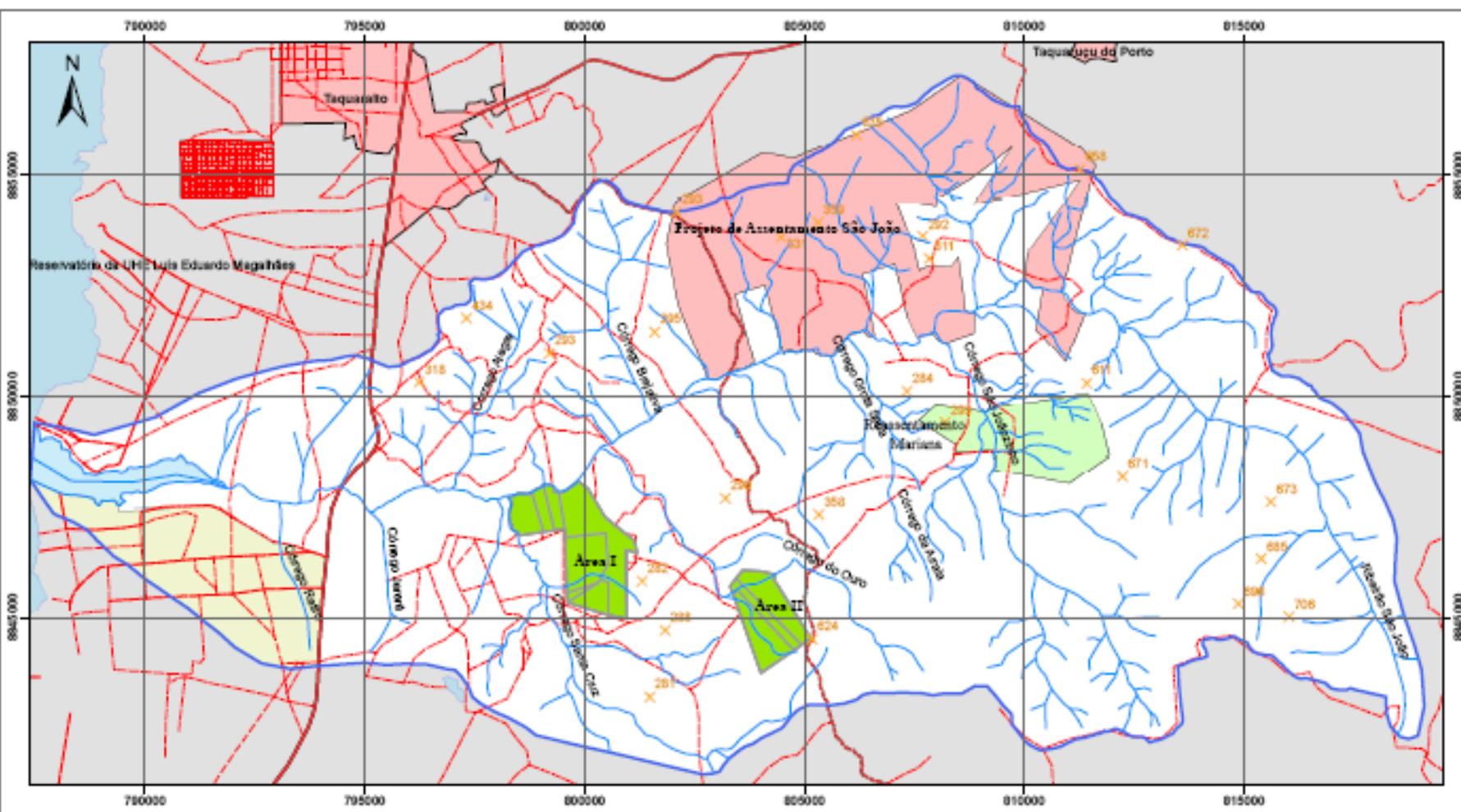


Figura 14 – Vista geral das instalações da feira Agrotecnológica do Tocantins – AGROTINS, localizada na Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.
Fonte: Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos, 2005.

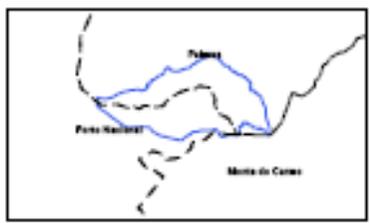
Relativo às questões fundiárias registra-se a existência de diversas situações, dentre as quais, os imóveis titulados pelo Estado e que hoje são propriedades privadas, imóveis com domínio do Governo Federal, como os do Projeto de Assentamento São João, onde os parceiros esperam desde 1988, por parte do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, a emissão do documento de suas propriedades. Verificam-se também alguns imóveis que não foram titulados, sendo considerados como terras devolutas (sem documentação), porém, observam-se moradores nestes locais.

Outra situação que provoca impacto sobre o ambiente são os microparcelamentos rurais observados no Projeto de Assentamento São João com um total de 85 famílias cadastradas e nos projetos de reassentamento Prata e Mariana, este último com 14 famílias e, outras duas áreas adquiridas pelo Consórcio INVESTCO, responsável pela construção da UHE – Luiz Eduardo Magalhães (UHE – LAJEADO) no Rio Tocantins. Com exceção do Projeto de Assentamento São João, os demais foram objetos de sub-divisão de imóveis rurais visando atender a demanda por áreas agrícolas em função da acomodação de famílias, vítimas de desapropriação, devido à formação do reservatório. A figura 15 mostra o Mapa de Microparcelamentos Rurais na Bacia do Ribeirão São João.

MAPA DE PARCELAMENTOS RURAIS DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO.



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS
 NATURALIS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE
 Temat. Utilizados:
 Redes de Drenagem, Rodovias, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotados em escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Caxado MI 1644 SC-22-B-8-83.



ESCALA: 1:100.000
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITURA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-69
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
 "Equador e meridianos 51° oeste"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 100000m e 5000m RESPECTIVAMENTE.

Legenda

- Limite da Bacia
- Divisa dos Municípios São João II
- Projeto de Assentamento São João
- Área de Permuta Projeto São João II
- Resassentamento Córrego Prata
- Resassentamento Mariana

LOCALIDADES

Localidade

LIMITES

- Internacional
- Estadual
- Municipal
- Área especial

Pontos de controle:
 Horizontal Vertical
 Horizontal e vertical 156
 Comprimento 513 Não comprimento 513
 Altitude Exceção Circulo J & C

ESTRADAS DE RODAGEM

- Auto-estrada 2 ou mais pistas
- Ferrovista 1 ou 2 trilhas
- Sua pavimentação Pavimento asfáltico Pavimento pedregoso
- Canteiro Trilhas
- Identificação de pontos

Canteiro aéreo (cabo)
 Linha telefônica telegráfica 794 2000
 Linha de energia elétrica 47 47

HIDROGRAFIA

- Curso d'água intermitente
- Lago ou lagoa intermitente
- Terreno sujeito a inundação
- Brejo ou pântano
- Fogo (água) floresta
- Selo, cascata ou cachoeira
- Córrego
- Córrego, riacho, torrente
- Barragem: terra, alvenaria
- Fiosd'água
- Arco
- Aeroporto, Campo de Pousa
- Igreja, Escola, Misa

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-B-8	SC-22-B-9	SC-22-B-1
MI 1642 PALMAS DO NORTE	MI 1644 VILA CANELA	MI 1645 SANTA TEREZA
SC-22-B-7	SC-22-B-6	SC-22-B-4
MI 1769 PÁTIMA	MI 1710 PORTO NACIONAL	MI 1701 PONTE ALTA DO NORTE

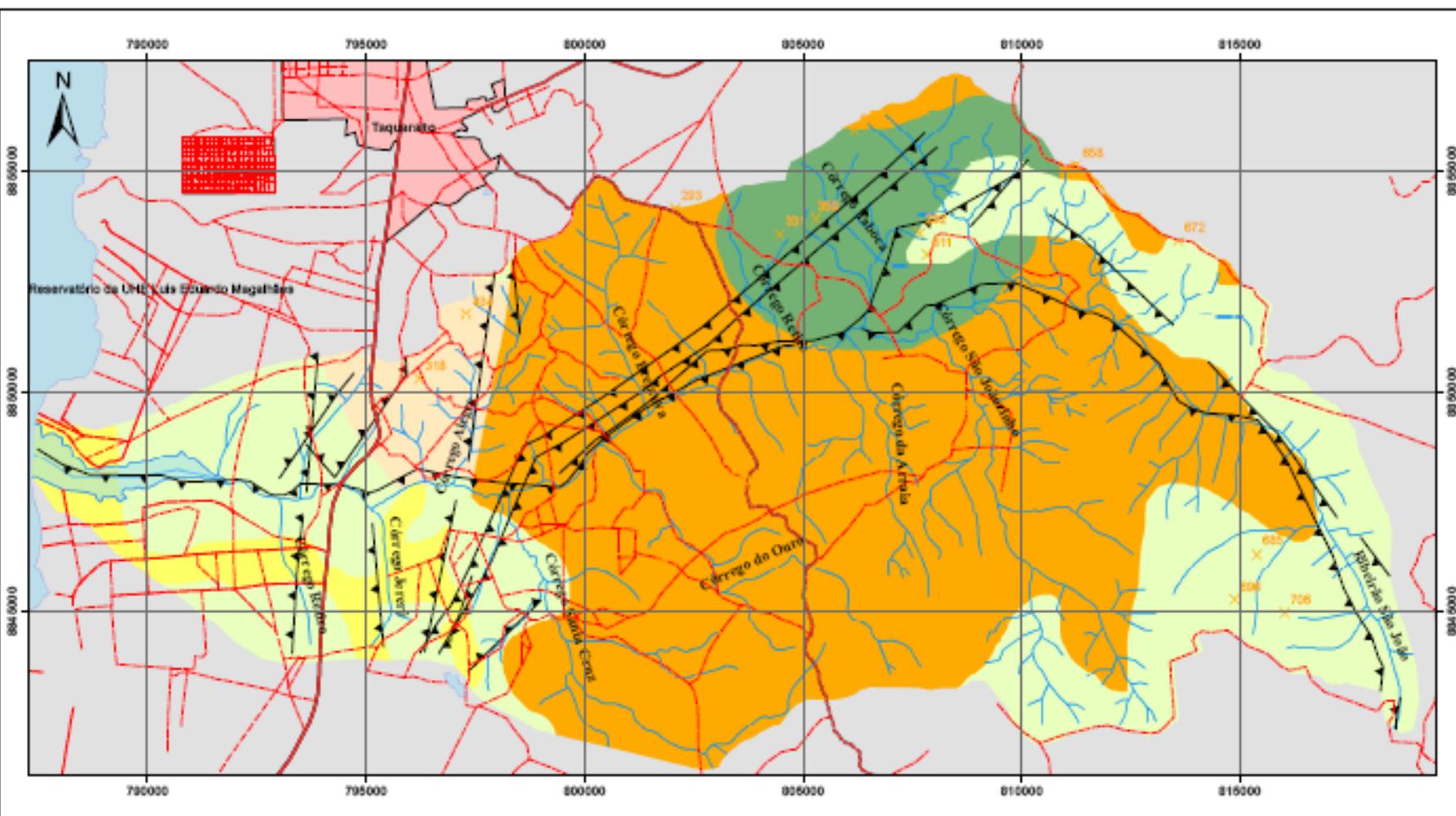
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS - IEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGO
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO DOURADO

5.2 Aspectos físicos

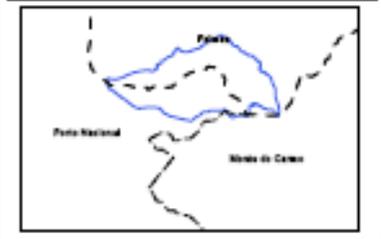
5.2.1 Geologia local

Os trabalhos de campo permitiram registrar que exposições do Complexo Granulítico Porto Nacional (Ppn) na área da Bacia do Ribeirão São João são encontradas junto às nascentes dos córregos São João e São Joãozinho e nas colinas e morrotes cristalinos; a associação de rochas supracrustais são encontradas na borda das serras do Carmo e São João e no vale do Ribeirão São João, apresentando contatos ora tectônicos, ora transacionais, formando complexos imbricamentos ao longo de extensas faixas de cisalhamento no sentido sudoeste-nordeste. A figura 16 mostra o Mapa de Geologia da Bacia do Ribeirão São João.

MAPA DE GEOLOGIA DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NATURAL DO TOCANTINS
 NATURALIS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE

Temas Utilizados: Redes de Drenagem, Rodovias, Linhas Faltadas, Administrativas, Localidades, Curvas de Nível, Pontos Cotados.

ESCALA: 1:100.000
 1 0,5 0 1 2 3 4 5 km

Legenda
 Classes de Geologia
 QUATERNÁRIO

Ha - Holoceno Aluvionar:
 arestas arenó-siltosas, laminitas, pedregalhos, pedregalhos, laminitas, arestas de areia, arestas de argila.

CARBONIFERO

C - Carbonífero indiferenciado
 arestas com ocasionais lentes de conglomerado, laminitas por siltes, de tons calcários, margas e arenitas silíceas de aren. Localmente conglomerado. No topo, arestas arenó-siltosas com arenilite cruzada e dissecadas poligênas (casca de tartaruga).

DEVONIANO

Dp - Formação Fimsteiniras:
 arestas finas e grossas, siltes, siltes fílicas frangíveis, argilas, siltes conglomeráticos e microconglomeráticos silicificados.

PRÉ-CAMBIANO MÉDIO

peyi - Suíte Intrusiva ipueiras:
 diágrafitos, tonalitos e granitos porfíricos, variolitos ácidos, p.

PRÉ-CAMBIANO INFERIOR

peg - Complexo Goiano
 rochas de composição granítica e tonalítica, tecton granulíticas porfiríticas com cristais de feldspato bem desenvolvidos. Os principais litotipos são: granitos, gnaiss granulíticos, metabasitos, diágrafitos, filis silicificados, ard e calcários, etc.

Falha Geológica

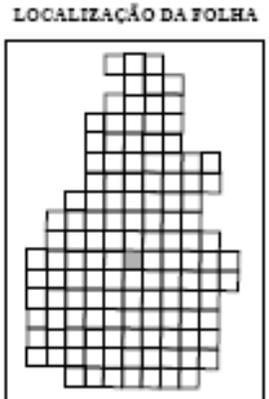
LOCALIDADE
 Localidade

LIMITES
 Internacional
 Estadual
 Municipal
 Área especial

Pontos de controle
 Horizontal
 Vertical
 Horizontal e vertical
 Comprimido
 Não comprimido
 Altimétrico

ESTRADAS DE RODAGEM
 Auto-estrada
 Ferrovista
 Sem pavimentação
 Caminho Trilho
 Identificação do rodoviar
 Caminho sem pavimentação
 Caminho trilho
 Caminho sem pavimentação
 Caminho trilho

HIDROGRAFIA
 Curso d'água intermitente
 Lago ou lagoa intermitente
 Vertice sujeito a inundação
 Brejo ou planície
 Poço (água), Nascente
 Salto, cascata ou corretoia
 Caldeira
 Curvatura, rápida, transverso
 Barragem terra, alvenaria
 Pousadouro
 Arde
 Antepasto, Campo de Pesca
 Igreja, Escola, Milão



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-Z-B-B MÉSSAO PARAÍSO DO NORTE	SC-22-Z-B-03 MÉSSAO VELA CANELA	SC-22-Y-A-1 MÉSSAO SANTA TERESA
SC-22-Z-B-V MÉSSAO PATYMA	SC-22-Z-B-VI MÉSSAO PORTO NACIONAL	SC-22-Y-A-IV MÉSSAO PONTE ALTA DO NORTE

Nota Explicativa:
 Mapa Geológico elaborado a partir da Integração dos dados ZEE - TO ano 2003 e da Base Cartográfica da Invenio S.A. Tema Geologia recortado pelo Limite da Bacia do Ribeirão São João.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
 GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CAVALHO DOTRADO

Constata-se que a influência de tectonismo na região ocorre em função da Falha do Lajeado, resultando de um deslocamento das partes com desnível que pode atingir até 350 metros, formado graças a um esforço tectônico, ao longo de um trecho que chega a mais de 150 km de extensão no sentido Norte-Sul. Ao longo desta linha de falha, observa-se a presença de frentes de cuestas nas Serras do Carmo e São João. Verificam-se também, a ocorrência de movimentos de massa do tipo quedas de blocos e rastejamento, sendo mais freqüentes os primeiros, conforme mostra a figura 17.

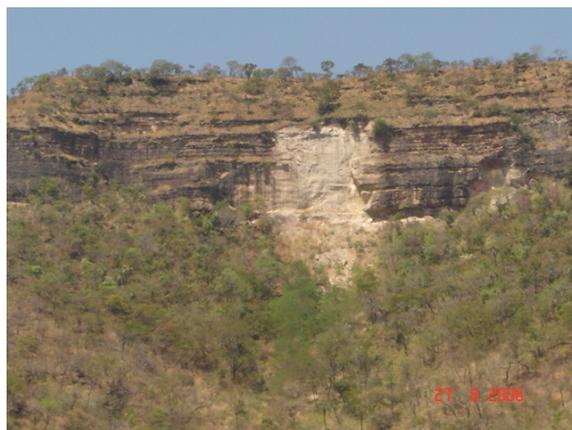


Figura 17 – Cicatriz de movimento de massa, ocorrido em fevereiro de 2004, localizado na cuesta da Serra do Carmo, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.

Ao longo da Falha do Lajeado, registram-se linhas de fraqueza, em forma de trincas ou diáclases, formando colunas, conforme se pode observar na figura 18 que mostra uma diáclase com coluna de basalto localizada na base da Serra do Carmo, Bacia do Ribeirão São João, divisa dos municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.



Figura 18 – Vista parcial de uma diáclase com coluna de basalto observada na base da Serra do Carmo, Fazenda do Sr. Luciano Ayres, Bacia do Ribeirão São João, municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.

Afloramentos rochosos são observados em diversas regiões da Bacia do Ribeirão São João, os mais comuns são as exposições tipo blocos lateríticos e graníticos, além de pequenas elevações sem vegetação e bancadas lateríticas, conforme se pode observar respectivamente nas figuras 19, 20 e 21.



Figura 19 – Bloco de rocha granítica do Complexo Goiano, detalhe para o intemperismo tipo esfoliação, Faz. Vale do “Vai-quem-quer”, município de Palmas (TO).



Figura 20 – Afloramentos rochosos em forma de morrotes (graníticos), Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 21 – Afloramento rochoso em forma de bancada laterítica (lajedo), Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.

5.2.2 Degradação por atividade minerária

As degradações originadas através do desenvolvimento de atividades minerárias estão espacialmente distribuídas em toda Bacia do Ribeirão São João, cujo estudo procurou trabalhar esta degradação a partir das explorações de rocha granítica, da argila e de cascalho. A exploração do granito destina-se ao abastecimento do mercado consumidor crescente de Palmas, capital do Tocantins; o que resulta numa demanda elevada de material para atender as construções, desde as simples moradias até os modernos prédios públicos e privados, assim como, atender a indústria de laminados de granito e o fornecimento de brita para pavimentação asfáltica da rede viária da cidade de Palmas e para as rodovias da região.

A demanda por argila acompanha o crescimento da cidade de Palmas, através do fornecimento de matéria prima a uma cerâmica instalada na área da Bacia do Ribeirão São João, assim como, de outras unidades ceramistas que funcionam nas adjacências desta bacia, mais especificamente, na zona urbana de Palmas. A exploração de cascalheiras na área da bacia destina-se basicamente ao atendimento das necessidades de encascalhamento da principal via de acesso à bacia e das rodovias vicinais de acesso às propriedades rurais e, para o manejo do Aterro Sanitário de Palmas, ou seja, no recobrimento das células de depósito de resíduos sólidos.

Exploração de granito

As pedreiras exploradas para o fim de desmonte de rocha para obtenção de material de construção na área da Bacia do Ribeirão São João, seja blocos ou brita, são usualmente vítimas de lavra predatória. A figura 22 mostra um equipamento em atividade minerária para a extração de blocos de granito, Projeto de Assentamento São João; a figura 23 mostra uma área de exploração mineral da rocha granítica onde foram retirados blocos para produção de lâminas, Bacia do Ribeirão São João, ambas no município de Palmas – TO.



Figura 22 – Equipamento em atividade para a extração de blocos de granito - Projeto de Assentamento São João, município de Palmas – TO.



Figura 23 – Vista parcial de área de exploração mineral da rocha granítica para produção de blocos, detalhe para acumulação de água. Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.

Nota-se que são aplicadas as mais rudimentares técnicas de mineração, nestes locais ocorrendo apenas a remoção do rejeito (cobertura) para a exploração, conforme se pode observar nas figuras 24 e 25 que mostram aspectos de degradação da paisagem após decapeamento do solo e a retirada de parte dos blocos de granito, ambas localizadas na Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 24 – Aspecto de degradação da paisagem após decapeamento do solo e a retirada de parte da rocha granítica, detalhe para as sobras de cabo metálico abandonado, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 25 – Exploração mineral da rocha granítica para produção de brita, localizada na Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.

Na tabela que se segue é apresentada são apresentados os pontos de exploração de rocha granítica (jazida), a localização, as coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade.

Tabela 07 - Pontos de exploração de rocha granítica, localização, coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade.

Ponto	Local	Coordenadas (UTM)		OBS
Jazida 1	P. A. São João - Blocos p/ tear	803.716	8.853.420	desativada
Jazida 2	P. A. São João – Blocos p/ tear	803.700	8.853.368	desativada
Jazida 3	Pedreira Palmas	802.435	8.851.644	ativa
Jazida 4	Pedreira Xangô	801.011	8.851.174	ativa
Jazida 5	Pedreira Tocantins	803.966	8.854.039	ativa

Exploração de argila

Foram identificadas vinte áreas de exploração mineral tipo cavas abertas na área da Bacia do Ribeirão São João, para exploração de argila. Localizam-se geralmente às margens deste ribeirão e do Ribeirão São Joãozinho, registrando-se o fato de que algumas se encontram interligadas ao dreno principal, com o agravante de possuírem nível de base mais rebaixado que seu leito. Fato este, que durante o período chuvoso provoca o enchimento das cavas transformando-as em “piscinas” modificando o aspecto da paisagem, conforme pode se observar nas figuras 26 a 28.



Figura 26 – Área de exploração de argila para abastecimento de uma cerâmica localizada na Bacia do Ribeirão São João e outras na circunvizinhança, destinadas à produção de telhas e tijolos, detalhe para a máquina escavadeira, Fazenda Vale do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.



Figura 27 – Vista parcial do canal aberto de interligação do Ribeirão São João com uma área de cavas de exploração de argila, município de Palmas – TO.



Figura 28 – Inundação de cavas em áreas marginais (zona ripária) do Ribeirão São João, detalhe para a, localizada nas proximidades da Cerâmica Betim, Porto Nacional – TO.

Importante salientar que mesmo as cavas que foram abertas a mais de quinze anos, nunca foram objetos de recuperação da paisagem, ficando a mercê da deposição de material de acordo com as enchentes ocorridas no Ribeirão São João. Na tabela 08

são apresentados os pontos de exploração de argila, a localização, as coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade.

Tabela 08 - Pontos de exploração argila, localização, coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade.

Ponto	Local	Coordenadas (UTM)		OBS
Cava 1	Faz. Vista Alegre	808.588	8.850.120	Ativa
Cava 2	Faz. Vista Alegre	809.025	8.850.362	Ativa
Cava 3	Faz. Vista Alegre	807.572	8.851.042	Desativada
Cava 4	Faz. São João Recanto	806.788	8.851.474	Ativa
Cava 5	Faz. São Pedro	809.473	8.852.446	Desativada
Cava 6	Propriedade não identificada	803.291	8.850.648	Desativada
Cava 7	Propriedade não identificada	803.127	8.850.350	Ativa
Cava 8	Faz. Vale do Ribeirão São João	803.060	8.850.288	Ativa
Cava 9	Faz. Barra do Brejinho	793.578	8.847.656	Ativa
Cava 10	Faz. Barra do Brejinho	794.651	8.847.966	Ativa
Cava 11	Propriedade não identificada	807.118	8.851.082	Ativa
Cava 12	Propriedade não identificada	797.436	8.847.896	Desativada
Cava 13	Propriedade não identificada	802.011	8.850.248	Ativa
Cava 14	Propriedade não identificada	803.090	8.850.542	Desativada
Cava 15	Fazenda Taboca	806.738	8.851.415	Ativa
Cava 16	Fazenda Taboca	806.890	8.851.520	Ativa
Cava 17	Faz. Padre Cícero	805.939	8.851.352	Ativa
Cava 18	Faz. Padre Cícero	805.742	8.851.334	Ativa
Cava 19	Sítio São João	804.767	8.851.072	Desativada
Cava 20	Faz. São João Recanto	806.716	8.851.474	Ativa

Exploração de cascalho

No topo das elevações das serras do Carmo e São João (Planalto Residual do Tocantins), além dos topos de colinas e de pequenas elevações localizadas na Depressão do Tocantins, encontram-se acumulações vulgarmente conhecidas como “cascalheiras”, referentes a solos bastante pedregosos, que segundo Blancaneaux (1998), sugere a remoção total ou parcial da zona superior laterizada por processos erosivos.

Essas áreas com ocorrência de lateritas são comuns em praticamente toda a área da Bacia do Ribeirão São João, estando sua distribuição associada principalmente ao aparecimento de solos da classe Plintossolos Pétricos e Neossolos Litólicos. Para sua retirada, costuma-se exigir o desmatamento e o horizonte superficial do solo de extensas áreas. Entre as dezenas de cascalheiras detectadas na área da bacia, registra-se que

apenas uma, localizada na área do Projeto de Reassentamento Mariana, possui PRAD²¹. Ressalta-se que nas demais cascalheiras não foram realizadas medidas visando sua recuperação, o que tornam estas áreas inaptas a qualquer uso.

Algumas escavações feitas para retirada de cascalho foram transformadas em reservatórios de água, tendo em vista não apresentarem sistema de drenagem. Além disso, a abertura das cavas para retirada do material laterítico provoca alteração na topografia do terreno, demonstrando assim a falta de preocupação com a recuperação das áreas degradadas e/ou em processo de degradação. As figuras 29 e 30 mostram locais de retirada de material (cavas)



Figura 29 – Área de extração de cascalho ativa. Pode ser observada a formação de “piscina” na cava, localizada nas proximidades do laticínio, Projeto de Assentamento São João, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 30 – Área de extração de cascalho ativa, localizada nas proximidades da AGROTINS, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.

²¹ Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD, esta ação ocorreu em função de um Termo de Ajuste de Conduta por exigência do Ministério Público Estadual junto à INVESTCO.

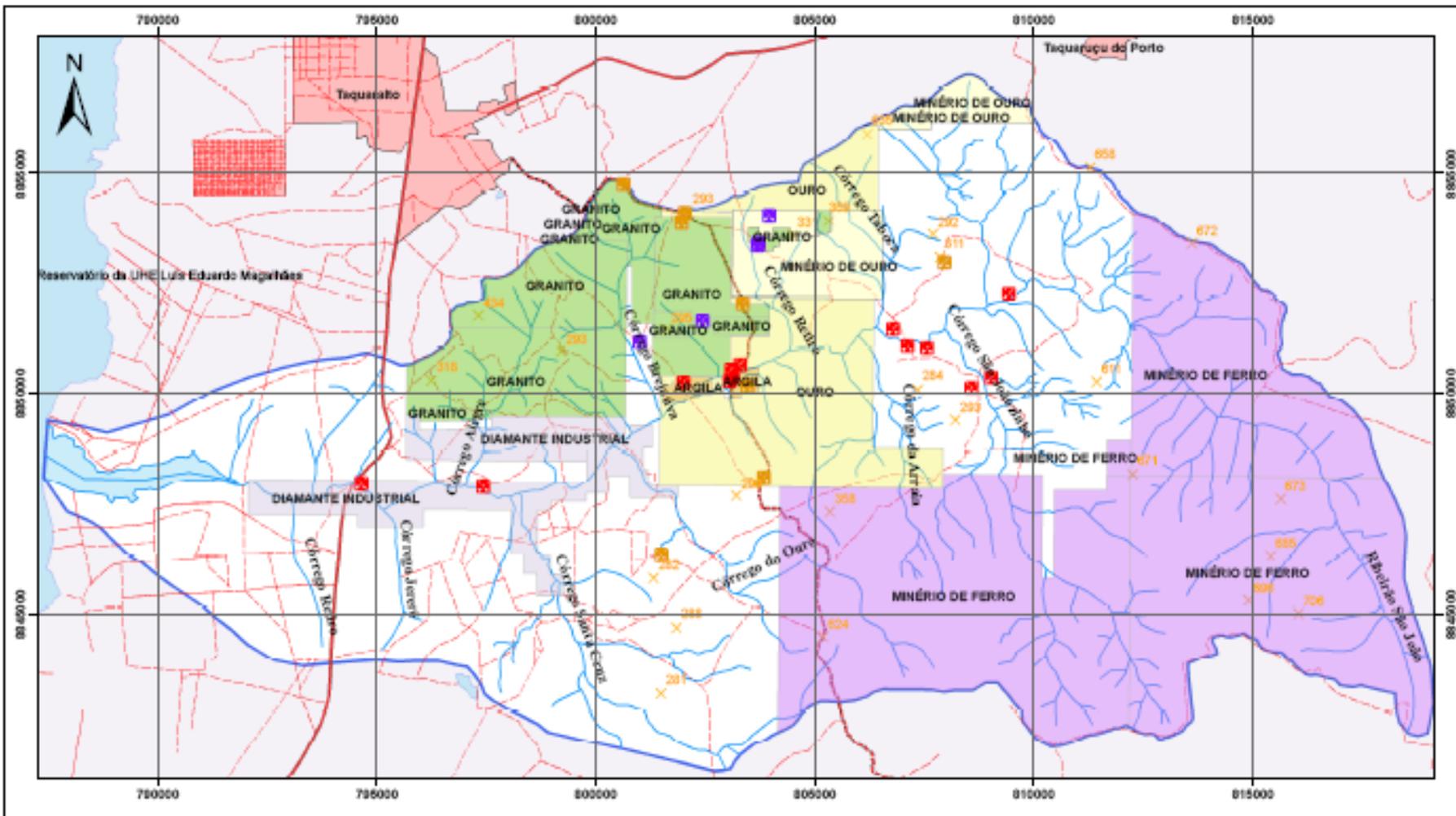
A partir dos dados analisados, pode-se afirmar que os níveis de siltitos foliáceos ferruginosos laterizados se constituem no material de jazida que é utilizado para o encascalhamento da malha viária da região. Registra-se que as rochas desta formação ocorrem em cerca de dois terços da área, concentrando-se no alto e médio da Bacia do Ribeirão São João. A tabela 09 apresenta os pontos de exploração de rocha laterita (jazida), localização, coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade.

Tabela 09 - Pontos de exploração de rocha laterita (jazida), a localização, as coordenadas UTM e a situação quanto ao desenvolvimento da atividade.

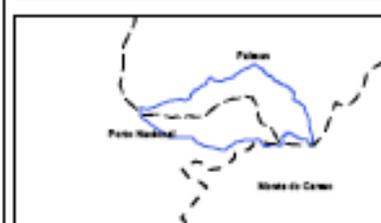
Ponto	Localização	Coordenadas (UTM)		OBS
Cascalheira 1	P. A. São João	807.964	8.852.982	Ativa
Cascalheira 2	Aterro sanitário de Palmas	802.032	8.854.096	Ativa
Cascalheira 3	Propriedade não identificada	801.964	8.853.880	Ativa
Cascalheira 4	Propriedade não identificada	800.638	8.854.744	desativada
Cascalheira 5	Faz. Imperador II	801.498	8.846.340	Ativa
Cascalheira 6	Margem de rodovia vicinal	803.838	8.848.090	Ativa
Cascalheira 7	Margem de rodovia vicinal	803.461	8.850.169	desativada
Cascalheira 8	Fazenda Taboca	803.362	8.852.030	ativa
Cascalheira 9	P. R. Mariana	808.709	8.849.264	em recuperação
Cascalheira 10	Próximo à AGROTINS	791.017	8.852.538	ativa

O cadastramento e georreferenciamento das jazidas e cavas minerárias na área em estudo, permitiu identificar cinco pedreiras, vinte áreas de cavas de argila e dez cascalheiras, porém, o Mapa de Concessões de Pesquisas, Lavras e Distribuição de Exploração Mineral na Bacia do Ribeirão São João, mas, de acordo com dados do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral – DNPM (2007) apenas onze áreas de pesquisa e exploração de rochas graníticas, foram identificadas, além de duas de exploração de argila, duas áreas de pesquisa para diamante industrial, cinco áreas para pesquisa de ouro e minério de ouro e quatro grandes áreas foram requeridas para pesquisa e exploração de ferro, conforme mostra a figura 31.

MAPA DE CONCESSÕES DE PESQUISAS, LAVRAS E DISTRIBUIÇÃO DE EXPLORAÇÃO MINERAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO

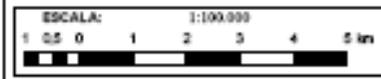


LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURAIS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA MINERAL
 DNPM
 Temas Utilizados: Rodas de Direção, Rodovias, Limite Político Administrativo, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotados na escala 1:100.000 da Carta Topográfica Via Costeira M1 1644 SC-22-Z-B-III.
 Dados do DNPM: Lavras e Concessões Mineral, Jazidas, Cascalheiras, Casas, Exploração de Argila.



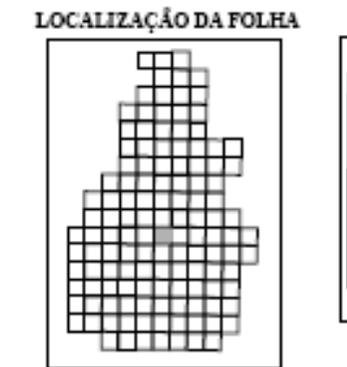
- Legenda**
- Jazidas
 - Cascalheiras
 - Casas Exploração de Argila

- Lavra Licenciada**
- Argila
 - Diamante Industrial
 - Granito
 - Minério de Ferro
 - Minério de Ouro
 - Ouro

- LOCALIDADES**
- Localidade
 - Limite da Bacia
- LIMITES**
- Internacional
 - Estadual
 - Intermunicipal
 - Área Especial
- Pontos de controle**
 Horizontal e vertical 104
 Comprimido 103 Não comprimido 102
- Alturas**
 Escala Cartográfica 100

- ESTRADAS DE RODAGEM**
- Avia-estrada 2 em 2 milímetros
 - Pavimentada 2 em 2 milímetros
 - Sem pavimentação 10/100 em 10/100
 - Canteiro 10/100 em 10/100
 - Iluminação de rodovias 10/100 em 10/100
 - Canteiro c/rua (rua)
 - União rodovias rodovias 10/100 em 10/100
 - União de energia elétrica 10/100 em 10/100

- HIDROGRAFIA**
- Curso d'água intermitente
 - Lago ou lagoa intermitente
 - Terreno sujeito a inundação
 - Brejo ou pântano
 - Poço (sigilo Nacional)
 - Salto, cascata ou corredeira
 - Córrego
 - Córrego, riacho, transecto
 - Barragem terra, alvenaria
 - Pedra sobre
 - Areia
 - Aeroporto, Campo de Pousa
 - Igreja, Escola, Mito



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-Z-B-III M1 1643 PARAÍSO DO NORTE	SC-22-Z-B-III M1 1644 VILA CLÁudia	SC-22-Z-A-I M1 1645 SANTA TERESA
SC-22-Z-B-V M1 1769 PALMA	SC-22-Z-B-VI M1 1710 PORTO NACIONAL	SC-22-Z-A-IV M1 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGO
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSIANO CAVALHO DOURADO

5.2.3 Geomorfologia local

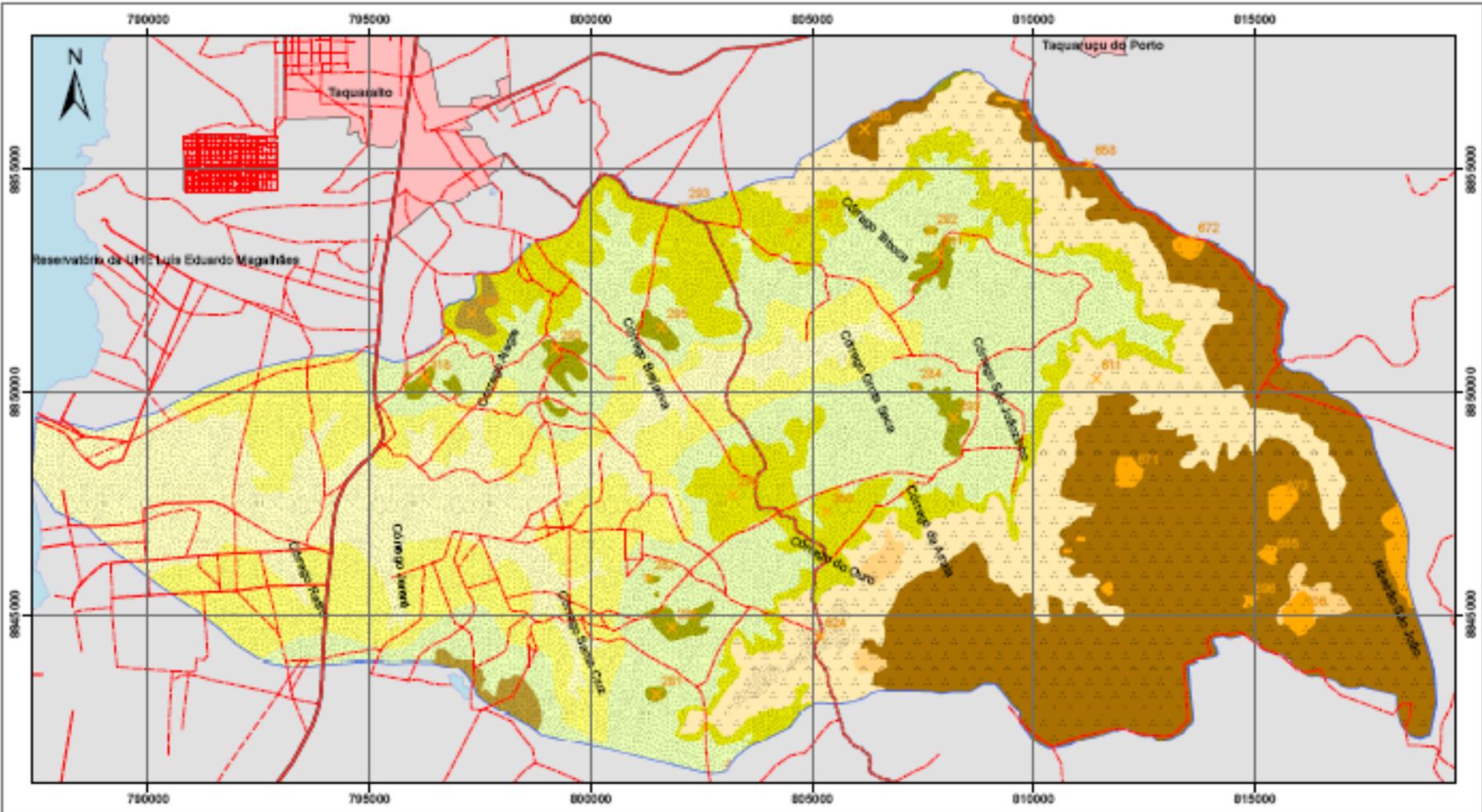
O mapeamento do relevo da Bacia do Ribeirão São João permitiu identificar duas unidades morfoestruturais, o Planalto Residual do Tocantins e a Depressão Tocantins.

A primeira unidade, o Planalto Residual do Tocantins configura-se como relevos de topos tabulares das serras do Carmo e São João, sustentados por folhelhos, siltitos e arenitos da Formação Pimenteiras, além de colinas e morrotes com amplitudes que variam entre 50 e 100 metros.

A segunda unidade, a Depressão Tocantins configura-se a superfície rebaixada, através do corredor deprimido onde se encontra o Rio Tocantins. Registram-se nesta região ocorrências de blocos de relevos residuais das serras do Carmo e São João, pertencentes ao Planalto Residual do Tocantins.

O modelado da área de estudo de um modo geral representa um sistema organizado pela transição de superfície de aplainamento, borda/encosta, terraços e planícies aluviais. As figuras 32 e 33 mostram, respectivamente, o Mapa de Geomorfologia da Bacia do Ribeirão São João e a vista geral da planície de inundação, os terraços, as encostas da Serra do Carmo e a superfície cimeira.

MAPA DE GEOMORFOLOGIA DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO

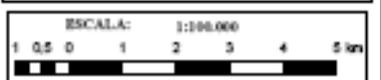


LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE
 Tomos Utilizados:
 Redes de Drenagem, Roteiros, Limites Político-Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotejados no escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Castelo MI 1444 SC-22-Z-B-31L.



ESCALA: 1:100.000
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRÁFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD 49
 ORIGEM: 0 a QUILÔMETROS UTM:
 "Easting e Northing a 517 mil"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 100000 e 100000 RESPECTIVAMENTE.

Legenda

Unidades Geomorfológicas

- Deposição do Tocantins
- Planície de Inundação
- Baixo Tempo
- Terraço
- Colinas Amplas e Rampas
- Colinas e Morrotes
- Montes e Morrotes
- Planície Residual do Tocantins
- Escarpas e Espigões Digitados
- Montes Dissecados e Colinas
- Montes de Clivagem
- Superfícies Tabulares

LOCALIDADES

Localidade

LIMITES

- Internacional
- Estadual
- Municipal
- Áreas especiais

Pontos de controle

Altitudes

ESTRADAS DE RODAGEM

- Auto-estrada
- Ferrovias
- Sua pavimentação
- Caminho Trilha
- Identificação de estradas
- Caminho aéreo (cabos)
- Linha telefônica telegráfica
- Linha de energia elétrica

HIDROGRAFIA

- Curso d'água intermitente
- Lago ou lagoa intermitente
- Terrasço sujeito a inundação
- Enxerto em platô
- Fleco (água), Nascente
- Sabão, cascata ou cataduto
- Cachoeira
- Corredor, riacho, travessa
- Estragão: terra, aluvial
- Fundadores
- Artes
- Aeroporto, Campo de Pousa
- Igreja, Escola, Misa

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-Z-B	SC-22-Z-B-III	SC-22-Z-A-I
MI 1643 PARAÍSO DO NORTE	MI 1644 VILA CANELA	MI 1645 SANTA TERESA
SC-22-Z-B-V	SC-22-Z-B-VI	SC-22-Z-A-IV
MI 1709 PALMA	MI 1710 PORTO NACIONAL	MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGO
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO DOURADO



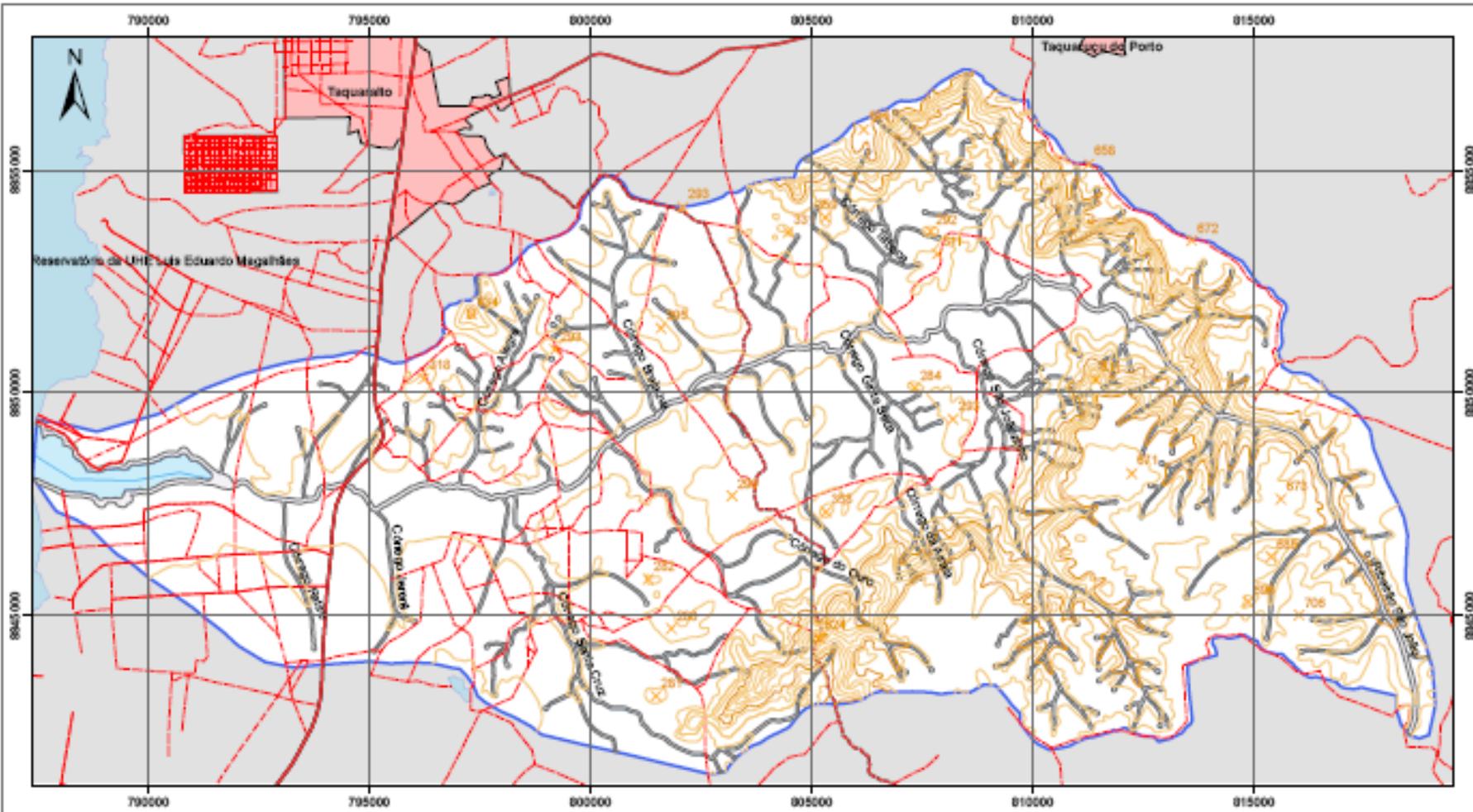
Figura 33 - Vista geral da planície de inundação e dos terraços no primeiro plano, as encostas escarpadas da Serra do Carmo na porção mediana e a superfície cimeira (chapada) ao fundo.

A ruptura de declive marca o desenvolvimento de paisagens caracterizadas principalmente pela borda da chapada. Na análise mais detalhada da evolução de fácies lateríticas em trechos de bordas, fica comprovada a resistência das couraças aos processos erosivos e, evidenciando, portanto, o papel deste material como controlador de feições de ruptura de declive entre chapadas e encostas.

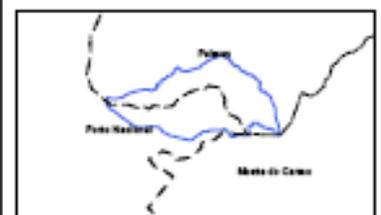
O estudo da altimetria da Bacia do Ribeirão São João (Figura 34), possibilitou a visualização da compartimentação geomorfológica na área, o que possibilitou sua associação aos controles litológicos, lineamentos, tectônica e presença de couraças lateríticas, estas últimas marcam também a transição entre as feições de topo de chapada e as encostas. Ressalta-se que a análise do desnivelamento altimétrico oportunizou o entendimento da dinâmica evolutiva e atual da paisagem, além de contribuir para a identificação dos limites dos domínios morfoestruturais.

A integração entre os mapeamentos de altimetria e de geologia da área da região onde se insere a bacia, revela um grande lineamento de direção geral N-S, que na área de estudo é marcado pelo degrau da encosta, e é interpretado como feição tectônica representada pela Falha do Lajeado, sendo esta festonada devido aos entalhes das drenagens, principalmente os ribeirões São João e São Joãozinho, que individualizam setores de prolongamento da chapada e de reentrâncias. A figura 35 mostra a Carta Imagem da Bacia do Ribeirão São João, satélite SPOT 5, datada de julho de 2003.

MAPA DE ALTIMETRIA DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS NATURATINS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE
 Temas Utilizados:
 Bases de Drenagem, Rodovias, Limites Político-Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotados ao nível 1:100.000 da Carta Topográfica Via Caçada MI 1644 SC-22-Z-B-01.

ESCALA: 1:100.000

 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49
 ORDEM DA QUILÔMETRAGEM UTM
 "Equador e meridianos 51° east"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10.000m e 500m RESPECTIVAMENTE.

Legenda

- Área de preservação Permanente
- Limite da Bacia
- Tipo de Hipsografia
- Curva Intermediária
- Curva Mestra

LOCALIDADES

Localidade

LIMITES

- Internacional
- Interestadual
- Intermunicipal
- Áreas especiais

Pontos de controle

Altitudes

ESTRADAS DE RODAGEM

- Auto-estrada
- Ferrovias
- Sua pavimentação
- Canteiros Trilhos
- Identificação de estradas
- Canchiões aéreos (cabos)
- Linhas telefônicas integradas
- Linhas de energia elétrica

HIDROGRAFIA

- Curso-d'água intermitente
- Lago em lago intermitente
- Terras altas e inundáveis
- Relevo em planície
- Fleco (alga), Nascente
- Solto, corrente de estradas
- Culminância
- Corredores, rípiois, transdutores
- Barragem terra, alvenaria
- Fachonete
- Arco
- Aeroporto, Campo de Pousa
- Igreja, Escola, Mito

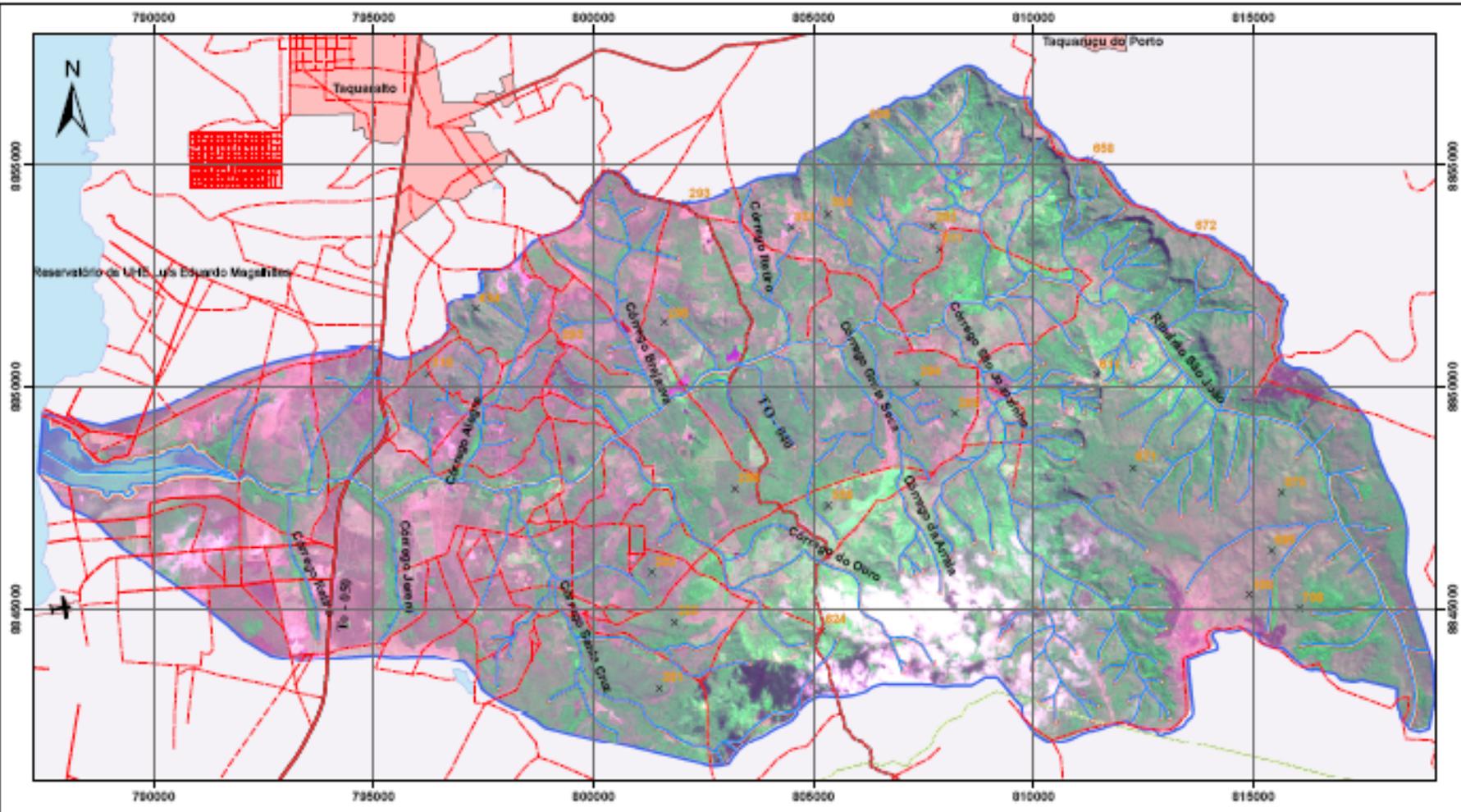


ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-Z-B-E	SC-22-Z-B-E-E	SC-22-Y-A-1
MI 1642 PALMAS DO NORTE	MI 1644 VILA CAMELA	MI 1645 SANTA TERESA
SC-22-Z-B-V	SC-22-Z-B-V-E	SC-22-Y-A-2-V
MI 1708 PALMAS	MI 1710 PORTO NACIONAL	MI 1711 PONTE AZUL DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGeo
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO DOURADO

CARTA IMAGEM DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO - ANO 2003

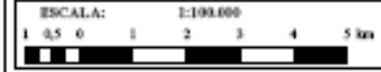


LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:999.151

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DO TOCANTINS
 NATURALS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE
 Temas Utilizados:
 Redes de Estradas, Rodovias, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotejados na escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vizinhança M1 1644 SC-22-Z-B-III.



DADOS DA IMAGEM
 Imagem do Satélite Spot 5, com 5 metros de resolução espacial Bandas 2R,1G, 2B de Junho de 2000
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCAUTOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITURÁ, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
 "Equador e meridiano 17° oeste"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 100000 e 500000 RESPECTIVAMENTE.

Legenda
 Limite da Bacia
 Área de Preservação Permanente

LOCALIDADE

Localidade

LIMITES

Internacional
 Estadual
 Intermunicipal
 Área especial

ESTRADAS DE RODAGEM

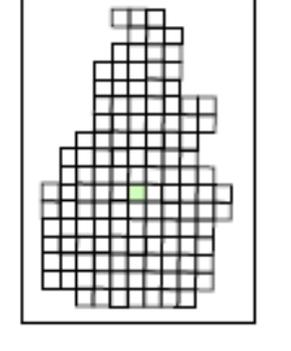
Auto-estrada 2 em 2 metros
 Rodovias 1 em 2 metros
 Sem pavimentação Pavimento asfáltico Pavimento pedregoso
 Canteiro Trilho
 Identificação de rodovias Federal Estadual
 Canteiro asfalto (onda)
 Linhas telefônicas subterráneas 2/0 2/10
 Linhas de energia elétrica 27 47
 Pontos de controle Horizontal Vertical
 Horizontal e vertical 90°
 Comprimento 973 Não comprimento 973
 Altitudes Estação Cartográfica X 0

HIDROGRAFIA

Curso d'água intermitente
 Lago ou lagoa intermitente
 Terras altas e inundáveis
 Brejo ou pântano
 Poço (sigilo), Nascença
 Salto, cascata ou corredeira
 Culebra
 Corredeira, rápida, transente
 Barragem seca, abastecida
 Residência
 Área
 Aeroporto, Campo de Povo
 Igreja, Escola, Misa



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-Z-B-II	SC-22-Z-B-III	SC-22-Z-A-I
NI 1643 PARAÍDO DO NORTE	NI 1644 VILA CAROLINA	NI 1645 SANTA TERESA
SC-22-Z-B-V	SC-22-Z-B-IV	SC-22-Y-A-IV
NI 1739 PALMA	NI 1710 PORTO NACIONAL	NI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGeo
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
 PLANEJAMENTO E CRIÇÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSUANO CARVALHO DOURADO

De acordo com a carta de declividade da bacia do Ribeirão São João, elaborada para esse estudo, a bacia apresenta grandes variações altimétricas, em torno de 500 m, cujas encostas caem bruscamente em direção ao vale do Rio Tocantins. Contata-se que 17.472,42 ha de sua área, o que corresponde a aproximadamente 60% do total, apresenta declividades menores que 3%, ou seja, terrenos planos a suave ondulados, representados por planícies de inundação, terraços e o topo da Serra do Carmo. Essas áreas preferencialmente estão sendo ocupadas por cultivos e pastagens.

As áreas de maior declividade (>20 %), representando aproximadamente 13%, são menos propícias à ocupação, pois se constituem nas áreas de encostas. Uma síntese com as classes de declividade e percentual da área pode ser observada na tabela 10 e na figura 36.

Tabela 10 – Classes de declividade, área e percentual da Bacia do Ribeirão São João.

Item	Classe de declividade (%)	Área (ha)	Área (%)
1	0 – 3	17472,42	59,95
2	3 – 8	4897,85	16,81
3	8 – 13	1369,072	4,70
4	13 – 20	1548,679	5,31
5	20 – 45	1467,568	5,04
6	>45	2387,894	8,19
Área Total		29143,483	100,00

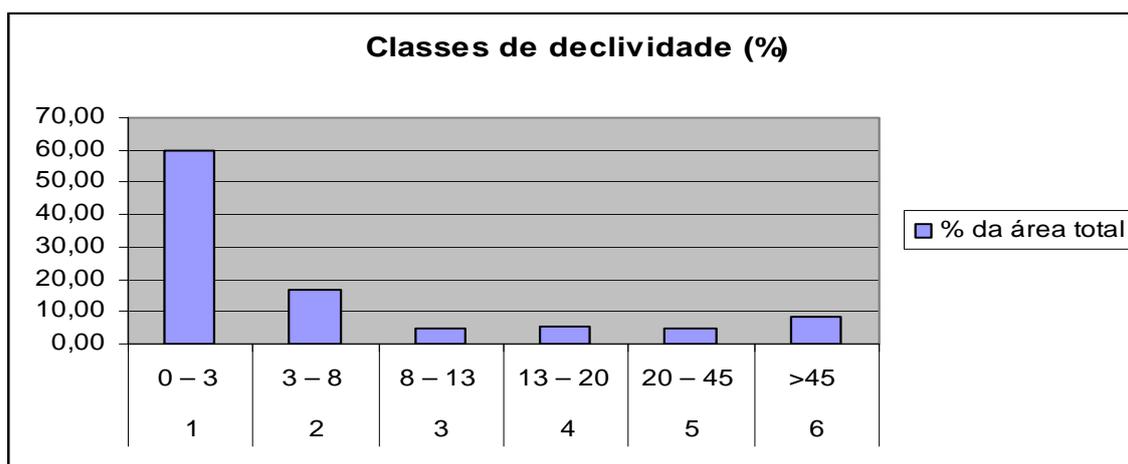
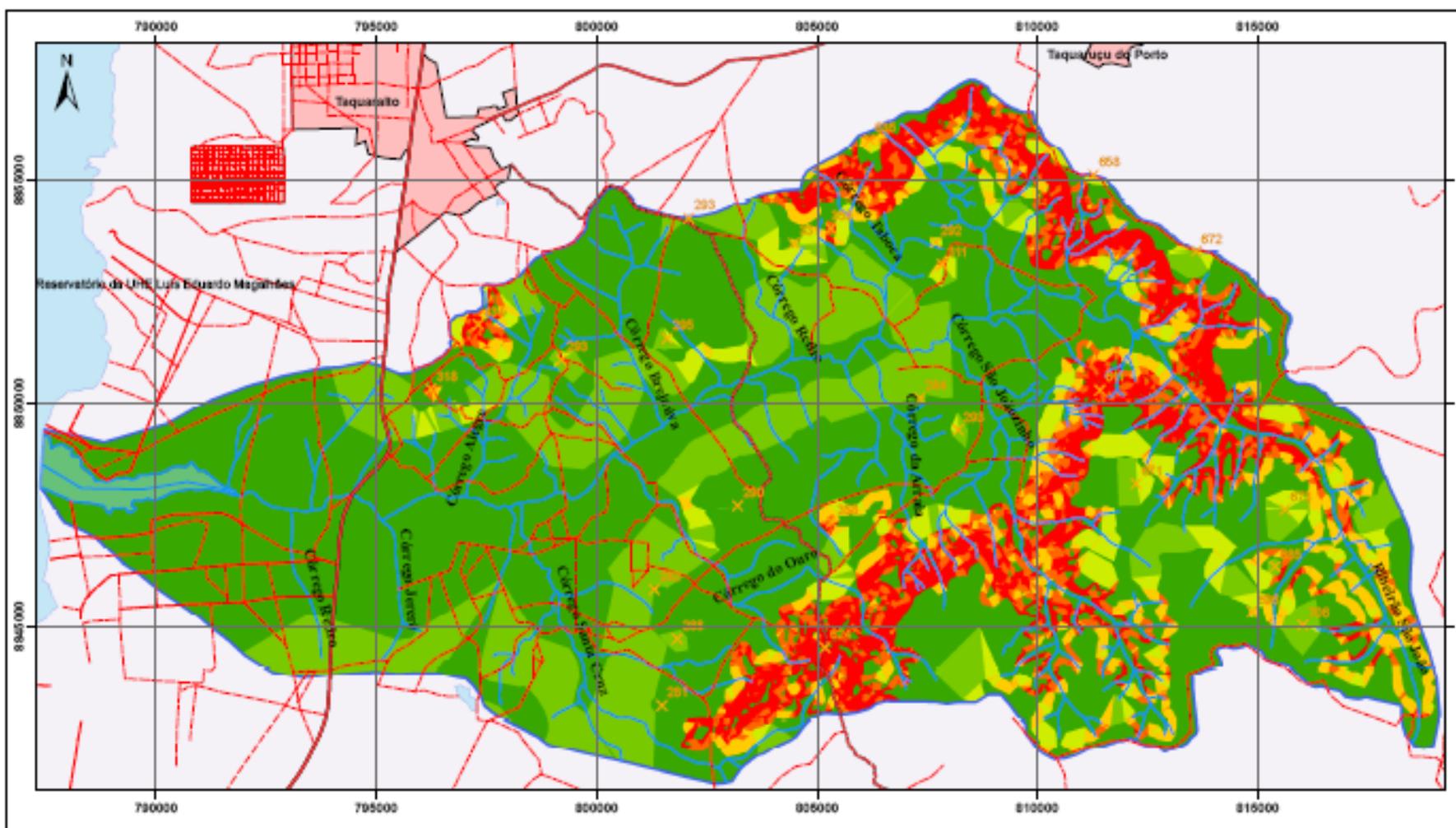


Figura 36 – Gráfico das classes de declividade e percentual da Bacia do Ribeirão São João.

A seguir, apresenta-se o Mapa de Declividade da Bacia do Ribeirão São João (figuras 37).

MAPA DE DECLIVIDADE DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:500.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS
 NATURATINS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE
 Trazes Utilizados: Roteiro de Drenagem, Rodovias,
 Limite Político, Administrativo, Localidades.

ESCALA: 1:100.000
 1 0,5 0 1 2 3 4 5 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
 "Equador e meridiano 51° oeste"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES 1000km + 500km
 RESPECTIVAMENTE.

Legenda

Classes de Declividade

- 0 - 3
- 3 - 8
- 8 - 13
- 13 - 20
- 20 - 45
- >45

Limite da Bacia

LOCALIDADE

Localidade

LIMITES

Internacional

Estadual

Municipal

Áreas especiais

Postos de controle Horizontal Vertical

Compreende: 573 Não compreende: 573

Altitudes: Estação Cartográfica: 8 0

ESTRADAS DE RODAGEM

Acesso estrada 2 ou mais lanes

Pavimentada 1 ou 2 lanes

Sem pavimentação 400m permanente 400m pontual

Canteiro Trilho

Identificação de rotas: Federal Estadual

ESTRADAS-DE-FERRO

Estado normal em largura 2 ou mais lanes

Estado estreito 2 ou mais lanes

Canteiro atrezo (novo)

Linhas de deflexão (atrasado) 204 204b

Linhas de energia elétrica 47 47

HIDROGRAFIA

Curso d'água intermitente

Lago em lago intermitente

Terras altas e baixadas

Enxerto em planície

Fleco (água) Normal

Sabão, cocada ou catapora

Cachoeira

Corredor, rápido, travesso

Barragem: terra, alvenaria

Pantaneiros

Artes

Aeroporto, Campo de Pousa

Igreja, Escola, Misa

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-E-B-II	SC-22-E-B-III	SC-22-E-A-I
ME 1643 PARAÍSO DO NORTE	ME 1644 VELA CANELA	ME 1645 SANTA TERESA
SC-22-E-B-IV	SC-22-E-B-VI	SC-22-E-A-IV
ME 1709 PATÍMA	ME 1710 POZO NACIONAL	ME 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGO
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
 PLANEJAMENTO E URBANISMO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEFANO CARVALHO ROCHA

A superfície de aplainamento insere-se no compartimento geomorfológico Planalto Residual do Tocantins, registrando declividade inferior a 8 % sendo mantida pelos terraços naturais, formados pelos afloramentos de “cangas lateríticas”; estes afloramentos funcionam como elementos de resistência aos processos erosivos e, portanto, adquirindo o papel de controlador das feições de ruptura de declive, ou seja, chapadas e encostas.

O compartimento geomorfológico encostas compõe-se da região dissecada dos vales dos ribeirões São João e São Joãozinho. São esculpidas em argilitos, siltitos e arenitos da Formação Pimenteiras e entalhadas por afluentes destes ribeirões. Esta unidade é caracterizada por apresentar alta densidade hidrográfica, devido à dinâmica erosiva sobre os granitos que afloram nos canais e representam material impermeável (nível de base local).

Na região das escarpas das Serras do Carmo e São João, os vales que entalham as encostas são profundos e em “V”. A figura 38 mostra uma vista geral da Serra do Carmo, Planalto Residual do Tocantins, com detalhe para o entalhamento dos vales do Ribeirão São João e vertente.



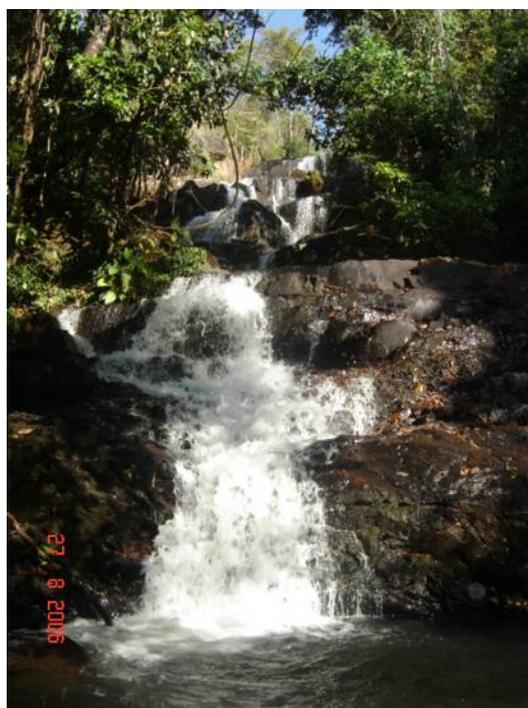
Figura 38 – Vista geral da Serra do Carmo, Planalto Residual do Tocantins, detalhe para o entalhamento dos vales do “Vai-quem-quer” e vertente, município de Palmas – TO.

Ainda relativo aos aspectos do relevo, observa-se que na parte norte da bacia em estudo registram-se três pequenas elevações, em forma de meia laranja, cujo desnível não deve ultrapassar 150 metros de altura, conforme se pode observar na figura 39.



Figura 39 - Vista geral de aspectos do relevo da Bacia do Ribeirão São João, ao fundo detalhe para o relevo tipo meia laranja.

As formas de relevo acompanham em geral a direção da Falha do Lajeado, conforme se pode verificar através do desnível altimétrico decrescente de leste para oeste, com um maior dissecamento ao longo das drenagens e ressaltos da Serra do Carmo, como exemplos, têm-se as cachoeiras do São Joãozinho e do vale do “Vai-quem-quer”. A figura 40 mostra a Cachoeira do Ribeirão São Joãozinho, localizada na fazenda do Sr. Luciano Ayres, na divisa dos municípios de Porto Nacional e Palmas (TO).



Figuras 40 – Vista geral da Cachoeira no Ribeirão São Joãozinho, fazenda do Sr. Luciano Ayres, registro de ressalto da drenagem fluvial.

Na Depressão do Tocantins, junto às áreas de terraços, são verificados cordões de blocos de rochas com ampla distribuição na área da Bacia do Ribeirão São João, que

funcionam como proteções naturais, ou seja, sustentando pacotes de material intemperizado (solo + regolito), contribuindo para o controle dos processos erosivos. Essas áreas geralmente encontram-se preservadas, devido principalmente ao impedimento da mecanização agrícola.

Abordando ainda a questão da dinâmica geomorfológica da bacia estudada, observa-se na área de domínio dos terraços e da planície de inundação, a ocorrência de abertura de cavas para retirada de argilas e de cascalhos. Estas por sua vez têm contribuído para alterações pontuais na topografia do terreno, principalmente as cascalheiras localizadas às margens das rodovias e, em maior escala a da área de empréstimo do Aterro Sanitário de Palmas. As figuras 41 e 42 mostram respectivamente, uma vista geral da cascalheira que cede material de recobrimento para esse aterro, em 2005 e 2006, no detalhe o rebaixamento da superfície do terreno.



Figura 41 – Vista geral da cascalheira que cede material de recobrimento para o Aterro Sanitário de Palmas, Bacia do Ribeirão São João, em 2005.

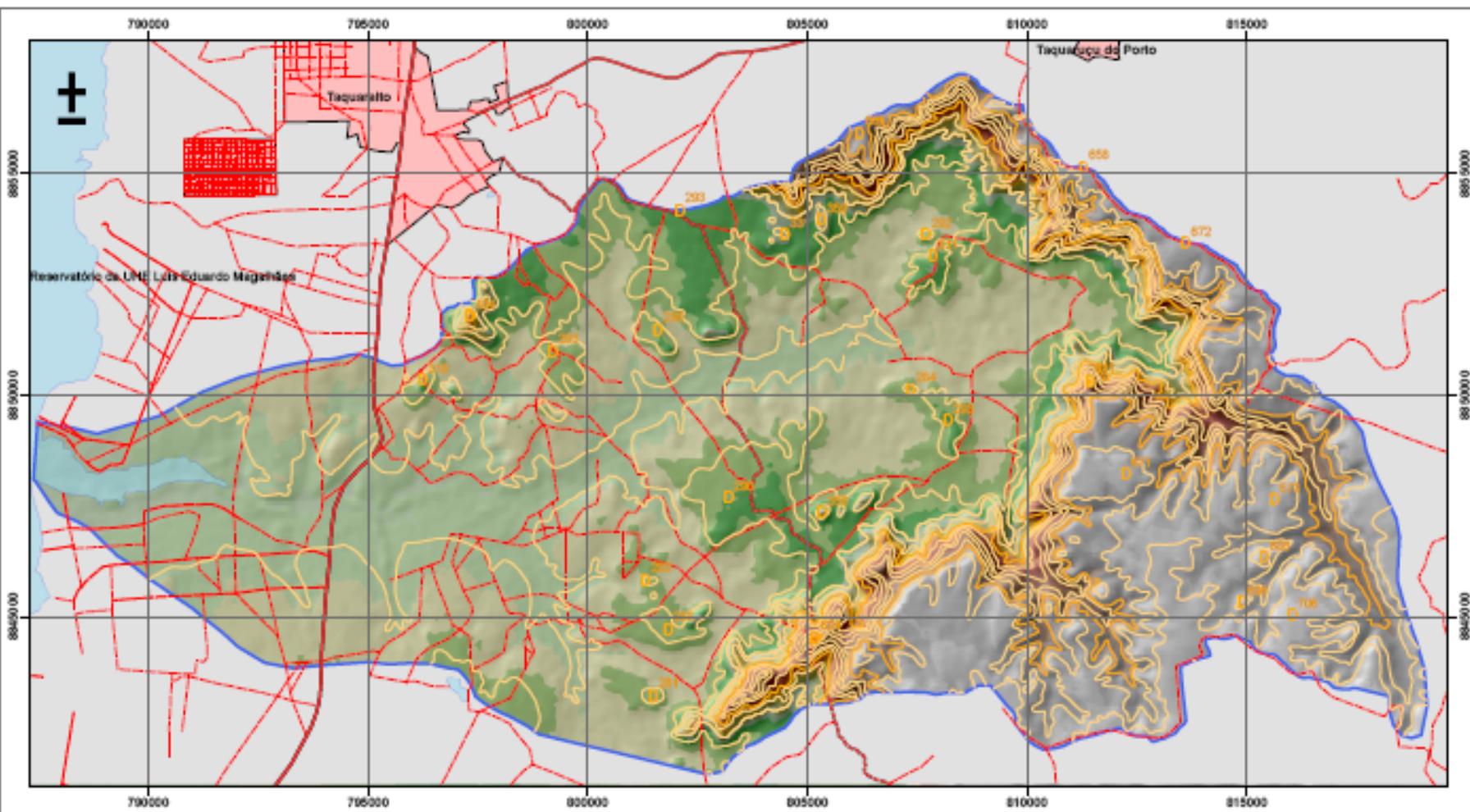


Figura 42 – Vista geral da cascalheira que cede material de recobrimento para o aterro sanitário de Palmas, Bacia do Ribeirão São João, em 2006, detalhe para o rebaixamento da superfície do terreno.

A partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) da Bacia do Ribeirão São João pode-se observar feições de relevo acidentado (encostas), além de áreas de planas do topo da Serra do Carmo e o vale do Ribeirão São João, assim como feições trabalhadas como os entalhes em função da formação de pequenos vales ligados às nascentes da rede de drenagem da bacia, conforme a Figura 43.

O MDE mostra ainda, que na parte média e baixa da bacia apresenta regularidade topográfica dos terrenos localizados às margens da rede de drenagem, é aí que se encontram a planície de inundação e os terraços. Verificou-se, correlação positiva dos dados do MDE com os dados altimétricos observados na Carta Topográfica Vila Canela, (BRASIL, 1979), situação que permitiu a confecção do mapa de declividade a partir do MDE.

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



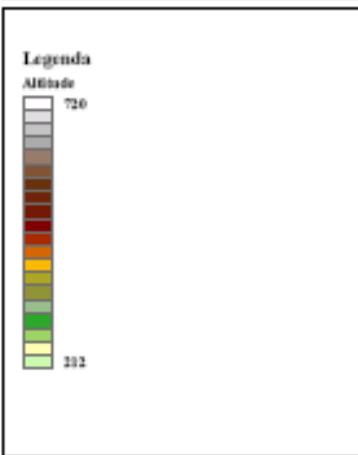
ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
INSTITUTO NAZUREZA DO TOCANTINS
NATURATINS

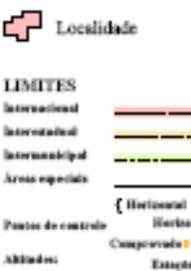
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IBGE
Temas Utilizados:
Rede de Drenagem, Rotas, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Coteados na escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Castelo MI 1644 SC-12-Z-B-III.

ESCALA: 1:100.000
0 0,5 1 2 3 4 5 km

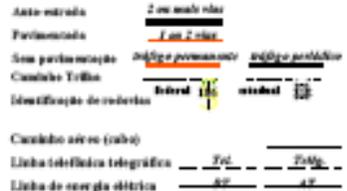
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM VERTICAL: MAREGRÁFO IBERITURA, SC
DATUM HORIZONTAL: SAD-69
ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
Equador + meridiano 10° oeste + ACRESCIDAS AS COORDENADAS 18.800m + 500m RESPECTIVAMENTE.



LOCALIDADES



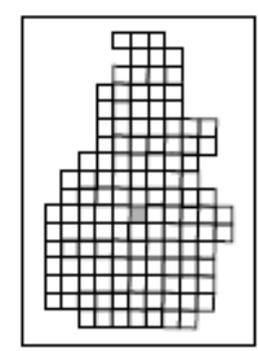
ESTRADAS DE RODAGEM



HIDROGRAFIA



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC 12-Z-B-II MI 1643 PRAADO DO NORTE	SC 12-Z-B-III MI 1644 VELA CANELA	SC 12-Y-A-I MI 1645 SANTA TERESA
SC 12-Z-B-V MI 1700 BATIMA	SC 12-Z-B-VI MI 1701 PORTO NACIONAL	SC 12-Y-A-IV MI 1701 POSTAGEIA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA - PPGO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
JOSEANO CARVALHO DOURADO

5.2.4 Hidrografia local

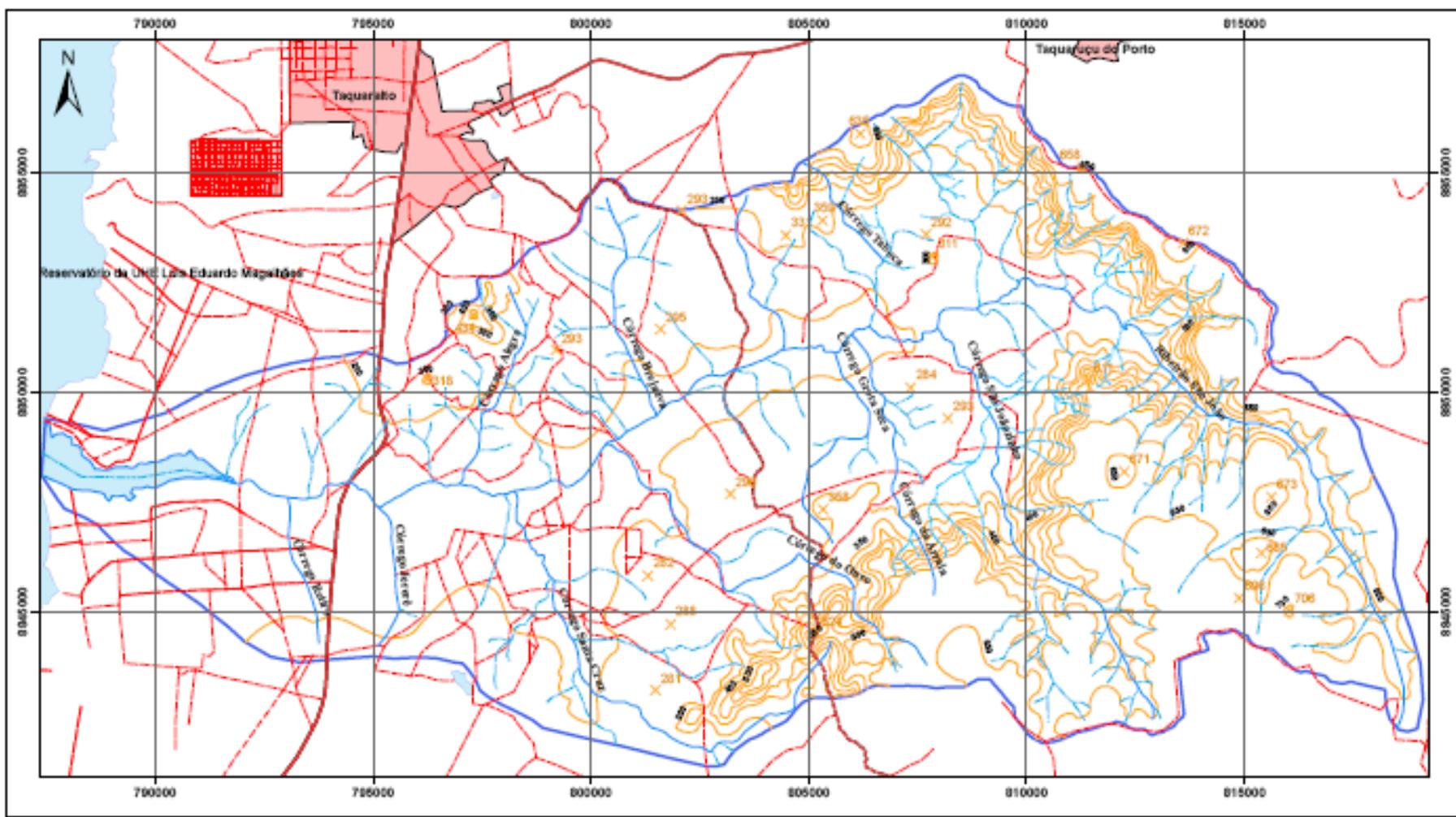
A Bacia do Ribeirão São João apresenta padrão de drenagem dendrítico sendo formada pelo ribeirão que dá nome a bacia, além do Ribeirão São Joãozinho e dos córregos do Ouro, Taboca, Jererê, Santa Cruz, Retiro, Brejaúva, Alegre, Retiro, Grota Seca, Arraias e Brejinho.

Com o enchimento do reservatório formado pela construção da UHE – Luis Eduardo Magalhães, registra-se que a área inundada da Bacia do Ribeirão São João é de 28,16 km², o que significou uma redução da área da de 342,38 km² para 291,43 km², o que representa a perda de aproximadamente 15%.

Pelo fato da bacia contribuir diretamente com o reservatório formado pelo barramento do Rio Tocantins devido à construção da Usina Hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães (UHE – LAJEADO), a deposição final dos nutrientes, sedimentos e poluentes provenientes da bacia podem afetar diretamente a qualidade da água do reservatório. A figura 44 mostra o Mapa de Hidrografia da Bacia do Ribeirão São João.

Quanto aos dados morfométricos da Bacia do Ribeirão São João obteve-se uma área de drenagem de 291,43 km², com perímetro de 85,634 km, apresentando o comprimento e largura média, respectivamente de 32,192 km e 9,166 km. A altitude da bacia varia entre a máxima de 706 m e a mínima de 212 metros, este nível mínimo refere-se ao valor determinado pela cota média de inundação do reservatório da UHE - LAJEADO. O sentido de orientação da bacia é 78°19'56" NW. O padrão de drenagem é dendrítico, a bacia apresenta-se como de 5ª ordem de grandeza, sendo que o ribeirão principal possui o comprimento de 36,97 km e a rede de drenagem soma 392,32 km, o que resulta numa densidade de drenagem de 0,743 km/km². A sinuosidade do Ribeirão São João é baixa registrando o valor de 1,11; a angularidade dos tributários também é baixa, apresentando pequeno grau de controle. Os tributários apresentam orientação, sendo que o Ribeirão São João apresenta em seu percurso a mesma direção de uma falha geológica, conforme pode-se verificar quando da associação entre os mapas de hidrografia e de geologia. A seguir é apresentada a tabela 11, com alguns dados morfométricos da Bacia do Ribeirão São João.

MAPA DE HIDROGRAFIA DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO

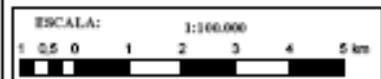


LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMÁTICA
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE
 Temas Utilizados:
 Redes de Drenagem, Rodovias, Limites Político-Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotejados na escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Candeia MI 1644 SC-23-E-B-III.



ESCALA: 1:100.000
 PROJEÇÃO VERTICAL: TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49
 ORDEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
 "Equador + meridiano 17° oeste"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 18.000m e 500m RESPECTIVAMENTE.

Legenda

Limite da Bacia

LOCALIDADE
 Localidade

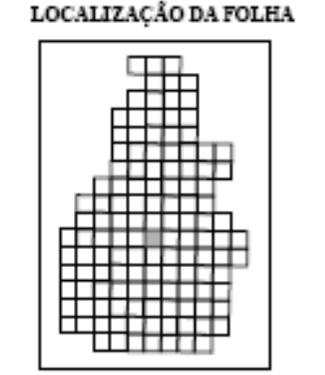
LIMITES
 Internacional:
 Interestadual:
 Intraestadual:
 Área especial:

Projeção de coordenadas:
 Horizontal: Vertical:
 Horizontal e vertical UTM
 Comprimento: 673 Não comprimeado: 673
 Altitude: Estação Cartográfica 2.0

ESTRADAS DE RODAGEM
 Auto-estrada: 2 ou mais vias
 Perimetral: 2 ou 2 vias
 Via perimetral: 400m perimetral
 Canteiro Tripla: 400m perimetral
 Identificação do rodovias: Federal Estadual

Canteiro simples (solo):
 Linhas telefônicas e elétricas: Tel. Elétr.
 Linhas de energia elétrica: 60 40

HIDROGRAFIA
 Curso d'água permanente:
 Lago ou lagoa permanente:
 Terreno sujeito a inundação:
 Riojão ou pântano:
 Poço (águas):
 Salto, cascata ou corredeira:
 Cadeado:
 Corredeira, rapido, transbordo:
 Barragem: curva, alvarado:
 Fundação:
 Areia:
 Aeroporto, Campo de Pousa:
 Igreja, Escola, Mito:



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-23-E-B-III MI 1643 PARAÍSO DO NORTE	SC-23-E-B-III MI 1644 VILA CARLA	SC-23-E-A-I MI 1645 SANTA TEREZA
SC-23-E-B-V MI 1705 PALMA	SC-23-E-B-VI MI 1710 PORTO NACIONAL	SC-23-E-A-IV MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONSERVAÇÃO E CRIAÇÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO DOS SANTOS

Tabela 11 – Dados morfométricos da Bacia do Ribeirão São João.

item	Parâmetros	Valor e unidade
01	Área da bacia	291,4349 km ²
02	Perímetro da bacia	85,634 km
03	Comprimento axial da bacia	32,192 km
04	Largura média da bacia	9,166 m
05	Altitude máxima	706 m
06	Altitude mínima	212 m
07	Sentido de orientação da bacia	78°19'56" NW
08	Padrão de drenagem	dendrítico
09	Ordem de grandeza	5ª ordem
10	Comprimento do Ribeirão São João	37,275 km
13	Comprimento da rede de drenagem	300,923 km
14	Densidade de drenagem	1,032 km/ km ²
15	Sinuosidade do Ribeirão São João	1,11
16	Angularidade	baixa
17	Grau de controle	pequeno nos tributários
18	Orientação dos tributários	não orientados
19	Orientação do Ribeirão São João	orientado
20	Coeficiente de forma da bacia (Kf)	3,46
21	Coeficiente de compacidade (Kc)	1,40

Analisando a dinâmica fluvial constatou-se a influência dos aspectos geológicos, sobretudo das falhas geológicas na organização da rede de drenagem desta região, registra-se que os ribeirões São João e São Joãozinho apresentam categorias de fluxo diferenciadas ao longo de seus cursos. Na região de nascentes o fluxo é moderado, tendo em vista a baixa declividade do terreno, sendo que nas concavidades para as quais convergem as linhas de fluxo, o solo apresenta-se raso e com alta capacidade de infiltração. Na unidade de encosta da Serra do Carmo o fluxo observado é muito rápido e turbulento, pois as vertentes apresentam alto grau de declive com inclinação acima de 20%, e por último, na unidade de declive aluvial, o fluxo é mais lento, com inclinação do terreno entre 0 e 3%, registrando-se inundação de algumas regiões da bacia. A figura 45 mostra a região onde se localiza a nascente do Ribeirão São João.



Figura 45 – Aspecto do relevo e da vegetação da área de nascente do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.
Foto: Ranzani (2002)

O fluxo de água nos ribeirões São João e São Joãozinho é turbulento, sendo que a velocidade crítica é afetada por fatores identificados nos levantamentos de campo, como exemplo, tem-se a profundidade da água, a existência de blocos de rocha no leito do canal, rugosidade da superfície do canal, além de troncos e galhos encontrados no leito dos ribeirões São João e São Joãozinho, principalmente nos trechos onde a mata de galeria, encontra-se preservada.

O fluxo turbulento de velocidades mais elevadas ocorre em trechos encachoeirados, destacando-se as cachoeiras e corredeiras das fazendas Vale do “Vai-quem-quer” e do Sr. Luciano Ayres. As figuras 46 e 47 mostram vistas parciais do Ribeirão São Joãozinho com ocorrência de afloramentos de rochas em seu leito.



Figura 46 – Vista parcial Ribeirão São Joãozinho, detalhe para os afloramentos de blocos no leito, local de fluxo turbulento.



Figura 47 – Vista parcial Ribeirão São Joãozinho, detalhe para o afloramento de rocha granítica no leito (nível de base).

Constatou-se que o Ribeirão São João na maior parte de sua extensão corre sobre rochas sedimentares da Formação Pimenteiras (alto e baixo da bacia), já no percurso de maior competência (declividade), corre sobre rochas do embasamento cristalino do Complexo Goiano, justamente neste trecho é alimentado por numerosas nascentes e afluentes, marcadas por profunda incisão.

Ainda relativo à dinâmica hidrológica na área de planície da Bacia do Ribeirão São João registrou-se a ocorrência de páleo-canais, tanto no Córrego Ouro, quanto no Ribeirão São João, conforme se observa nas figuras 48 e 49.



Figura 48 – Páleo-canal do Córrego Ouro, afluente do Ribeirão São João, Fazenda Quinhão 31, município de Porto Nacional – TO.



Figura 49 – Páleo-canal do Ribeirão São João, divisa dos municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.

5.2.5 Usos múltiplos dos recursos hídricos e degradação

Dentre os usos múltiplos dos recursos hídricos observados na área da Bacia do Ribeirão São João, destaca-se o abastecimento público (P. R. Mariana), as irrigações por inundação e aspersão, lazer (cachoeiras e corredeiras da Fazenda Vale do Vai-quem-quer), pesca artesanal, dessedentação de animais e conservação da vida silvestre. A seguir registram-se alguns barramentos nos ribeirões São João e São Joãozinho usos múltiplos dos recursos hídricos, conforme as figuras 50, 51, 52, 53 e 54.



Figura 50 – Barramento realizado no Ribeirão São João, Fazenda Bom Pastor, município de Palmas – TO.



Figura 51 – 1º Barramento/derivação no Ribeirão São Joãozinho, realizada a partir da Fazenda do Sr. Luciano Ayres e que atende aos produtores do Projeto de Reassentamento Mariana, municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.



Figura 52 – 2º Barramento no Ribeirão São Joãozinho, realizada numa parcela do Projeto de Reassentamento Mariana, municípios de Porto Nacional e Palmas – TO.



Figura 53 – 3º Barramento no Ribeirão São Joãozinho, realizado para atender ao sistema de irrigação por pivô central, localizado na Fazenda “Vargem Bonita”, municípios de Palmas e Porto Nacional.



Figura 54 – 4º Barramento no Ribeirão São Joãozinho, realizado para atender ao sistema de irrigação convencional, detalhe para o estado precário de construção, municípios de Palmas e Porto Nacional.

Foram registrados cinco barramentos na Bacia do Ribeirão São João, para uso na irrigação e estético/lazer e que podem estar contribuindo para a retenção de sedimentos, pois conforme Carvalho (2000), a construção de barragens influencia na retenção do sedimento afluente, modifica o fluxo natural e o carreamento dos sedimentos para jusante. A seguir registram-se alguns usos múltiplos dos recursos hídricos da bacia, conforme as figuras 55 e 56.



Figura 55 – Vista parcial do local de instalação e funcionamento do conjunto moto-bomba diesel para irrigação, detalhe para a retirada da cobertura vegetal natural (mata ciliar) em área de preservação permanente – APP do Ribeirão São Joãozinho, Projeto de Reassentamento Mariana, município de Palmas – TO.



Figura 56 – Uso do recurso hídrico para irrigação convencional para produção de olerícolas, Bacia do Ribeirão São Joãozinho, Projeto de Reassentamento Mariana, município de Palmas – TO.

5.2.6 Descargas líquida e sólida

Visando estimar quantitativamente os recursos hídricos da Bacia do Ribeirão São João, foram realizadas medições de vazão em sete pontos (um na Fazenda Bom Pastor e nas seis Estações Hidrossedimentométricas), em três campanhas realizadas nos meses de fevereiro, março/abril e dezembro de 2006. De acordo com os dados obtidos verificou-se que nas três campanhas não ocorreram grandes variações na medição dos volumes, ao longo das seções distribuídas nos ribeirões São João e São Joãozinho, a exceção ficou por conta da EHS 06, quando da medição de fevereiro de 2006, registrando a maior vazão com 5.936,92 l/s.

A análise da disponibilidade de água durante o ano de 2006 em diferentes pontos nos principais corpos d'água da bacia (Ribeirões São João e São Joãozinho), mostrou aumento da descarga líquida de montante para jusante. Vale ressaltar que as vazões registradas nas estações hidrossedimentométricas não mostrou grandes variações quando comparadas nos períodos de estiagem e chuvoso. A tabela 12 mostra os dados de estimativa de descargas líquidas obtidas nas seis estações hidrossedimentométricas e na Fazenda Bom Pastor, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas, realizadas em 2006. Na seqüência têm-se as figuras 57, 58 e 59 que mostram os gráficos das estimativas de vazão para os referidos pontos, nessas campanhas.

Tabela 12 – Descargas líquidas (vazão) obtidas na Fazenda Bom Pastor e nas seis estações hidrossedimentométricas instaladas na área de estudo, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas, realizadas em 2006.

Pontos	Data da medição	Vazão (l/s)	Data da medição	Vazão (l/s)	Data da medição	Vazão (l/s)
Faz Bom Pastor	13.02.06	89,55	09.04.06	75,99	07.12.06	84,75
EHS 01	18.02.06	386,62	24.03.06	356,01	05.12.06	440,17
EHS 02	18.02.06	470,01	24.03.06	431,11	05.12.06	527,72
EHS 03	07.02.06	602,80	09.04.06	578,44	07.12.06	557,13
EHS 04	13.02.06	830,17	24.03.06	869,77	06.12.06	1.134,92
EHS 05	07.02.06	1.543,31	09.04.06	1.243,17	07.12.06	1.202,44
EHS 06	07.02.06	5.936,92	24.03.06	3.622,00	05.12.06	3.066,55

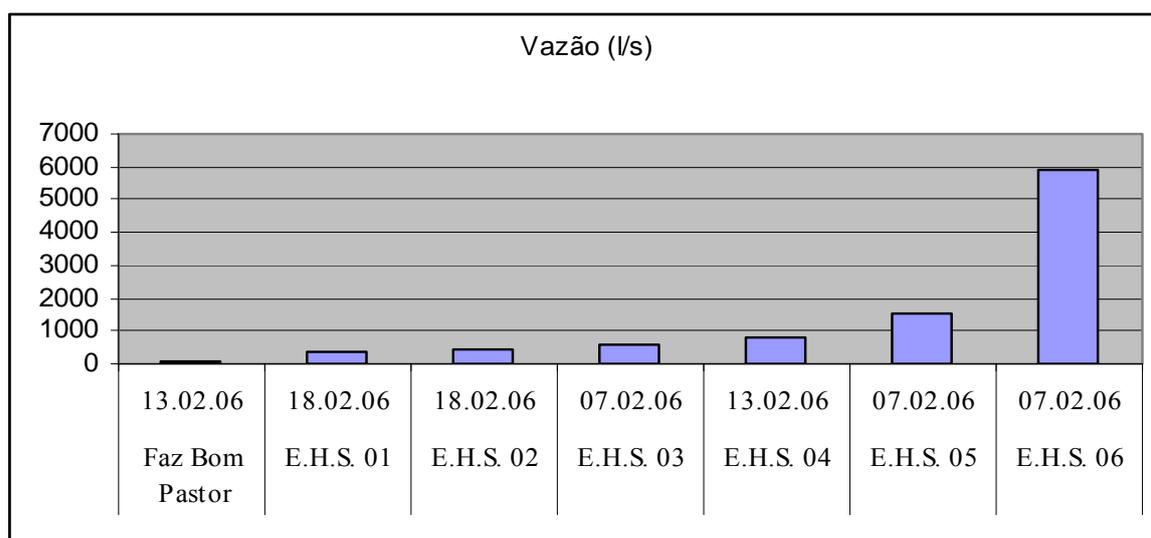


Figura 57 – Gráfico de vazões nas estações 01, 02 e 03 (Ribeirão São Joãozinho), na Fazenda Bom Pastor e estações 04, 05 e 06 (Ribeirão São João), para o mês de fevereiro/2006.

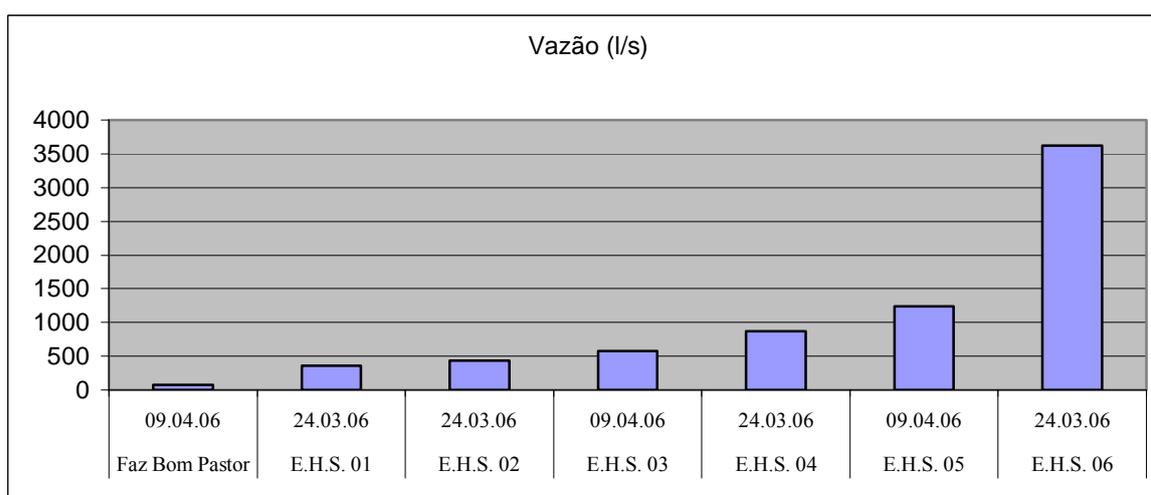


Figura 58 – Gráfico de vazões nas estações 01, 02 e 03 (Ribeirão São Joãozinho), na Fazenda Bom Pastor e estações 04, 05 e 06 (Ribeirão São João), para os meses de março e abril/2006.

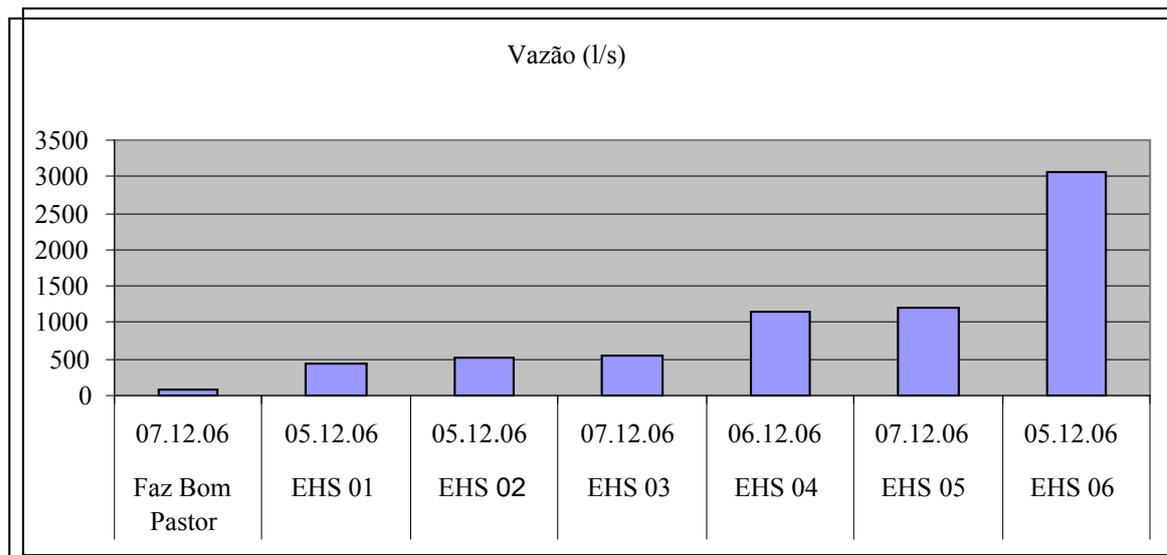


Figura 59 – Gráfico de vazões nas estações 01, 02 e 03 (Ribeirão São Joãozinho), na Fazenda Bom Pastor e estações 04, 05 e 06 (Ribeirão São João), para o mês de dezembro/2006.

Investigou-se a distribuição de frequência da composição granulométrica do material de fundo de rio (sedimentos) em cada estação hidrossedimentométrica, mantida ao longo das duas coletas nas principais fases dos ciclos hidrológicos dos ribeirões São João e São Joãozinho, cujos resultados encontram-se dispostos a seguir:

A análise dos sedimentos permitiu verificar que na EHS 01, houve pouca variação da natureza granulométrica ao longo das duas coletas (período chuvoso e de estiagem), constituindo-se em um sedimento com presença de grânulos e material arenoso médio a grosseiro. A partir da EHS 02 até a EHS 05, sentido montante para jusante, foi evidenciada uma tendência ao afinamento da composição granulométrica, devido ao aporte de partículas de menor tamanho. Nas áreas com maior grau de antropismo foi observado o predomínio de areia média e grossa, destacando-se a areia fina a partir da EHS 03 e também a elevação dos teores de matéria orgânica. A exceção ficou por conta da EHS 06, onde foi registrado amplo domínio das partículas grosseiras, vale ressaltar que este local é um estreitamento do Ribeirão São João; se constatou ainda que o leito encontra-se completamente alterado pelas atividades inerentes a construção da ponte da rodovia TO – 050, que liga Palmas a Porto Nacional.

Relativo às partículas grosseiras (grânulos com diâmetro maior que 2,00 mm), os resultados indicam que na EHS 01, o percentual ficou em 19,0 % e o menor valor na EHS 05, com zero por cento, ambos registrados no período de estiagem.

O valor máximo de areia grossa a muito grossa ficou registrado em 55,9 % na EHS 01, em agosto/2006; o menor percentual foi de 0,7 %, em fevereiro/2006, na EHS 05. O teor de areia média variou entre 48,5 e 7,2 %, respectivamente nas EHS 02 e EHS 05, ambos em fevereiro/2006. Já, em relação a areia fina a muito fina os valores ficaram entre 3,6 % na EHS 01, em agosto/2006; e o máximo valor de 71,9 % na EHS 05, em fevereiro/2006. Estes dados mostram que nas EHS 01 e EHS 02, localizadas em trecho do Ribeirão São Joãozinho, apresentam características lóxicas, há ocorrência de carreamento de sedimentos finos e deposição de sedimentos grossos, fato este que se reflete na composição granulométrica encontrada, com predomínio da fração areia, tanto no período de estiagem quanto chuvoso.

Os dados da granulometria do material de fundo permitem constatar o predomínio de grãos de areia, destacando-se os de tamanho grande, tanto no leito dos ribeirões São João quanto no São Joãozinho e em algumas vertentes localizadas nas áreas de encosta. A origem desses sedimentos provavelmente decorre do intemperismo químico da dissolução do feldspato sobrando quartzo das rochas graníticas.

Na tabela 13 estão listadas as estações hidrossedimentométricas, os períodos de amostragem, os percentuais dos grânulos de areia, silte e argila.

Tabela 13 – Estações hidrossedimentométricas, os períodos de amostragem, teores de grânulos, areias, siltes e argilas em valores percentuais.

Ponto amostral	Período	Grânulos (%)	Areias (%)			Siltes (%)	Argilas (%)	M. O. (%)
			g*	m*	f*			
EHS 01 - Rib. São Joãozinho	fev/06	16,2	43,5	31,3	8,2	0,4	0,1	0,3
	ago/06	19,0	55,9	20,8	3,6	0,4	0,1	0,2
EHS 02 - Rib. São Joãozinho	fev/06	1,5	28,1	48,5	20,9	0,8	0,1	1,1
	ago/06	5,2	38,8	38,0	17,1	0,7	0,1	0,7
EHS 03 - Rib. São Joãozinho	fev/06	1,4	13,9	21,5	52,4	3,8	0,5	6,5
	ago/06	2,5	16,6	30,1	41,4	2,1	0,3	7,0
EHS 04 - Rib. São João	fev/06	4,0	14,9	31,9	43,2	1,3	0,2	4,5
	ago/06	3,7	17,1	31,5	40,8	1,7	0,2	5,0
EHS 05 - Rib. São João	fev/06	0,0	0,7	7,2	71,9	4,4	0,5	13,3
	ago/06	2,3	6,5	20,0	60,1	2,1	0,3	3,3
EHS 06 - Rib. São João	fev/06	65,5	11,9	16,0	9,0	0,4	0,1	0,3
	ago/06	68,2	12,6	11,0	7,2	0,5	0,2	0,3

* granulometrias: areias: g – grossa; m – média e f – fina; M. O. - matéria orgânica.

A figura 60 mostra o gráfico com os pontos de amostragem de material de fundo (sedimentos) e a variação dos percentuais nas classes granulométricas, nos períodos de fev/2006 (estação chuvosa) e agosto/2006 (estação de estiagem).

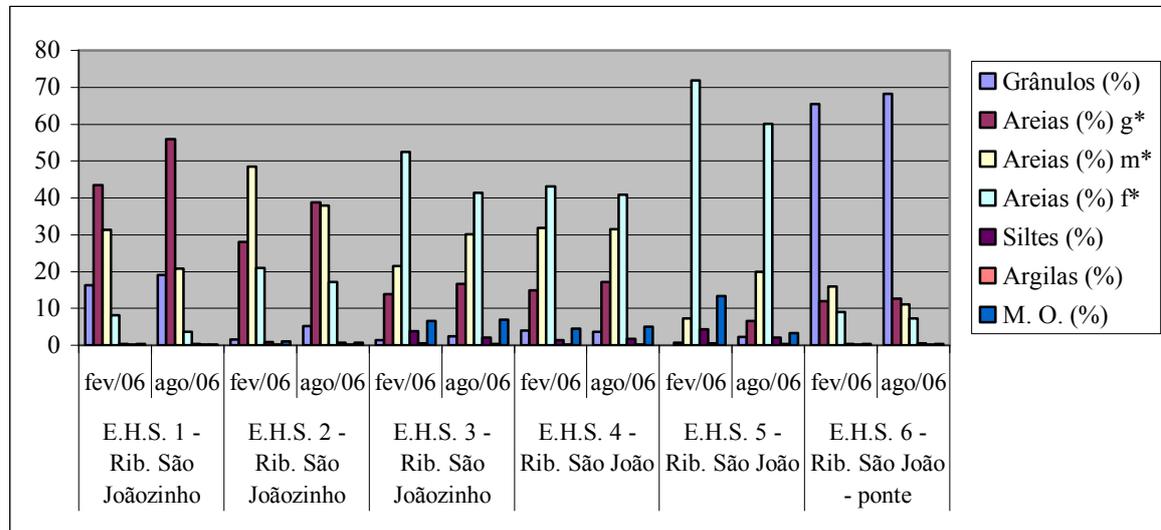


Figura 60 - Gráfico da identificação dos pontos de amostragem de material de fundo (sedimentos) dos ribeirões São João e São Joãozinho e a variação dos percentuais nas classes granulométricas, nos períodos de fev/2006 (estação chuvosa) e agosto/2006 (estação de estiagem).

A figura 61 mostra o gráfico com a variação dos percentuais nas classes: grânulos, areia grossa a muito grossa, areia média, areia fina a muito fina, nos períodos de fev/2006 (período chuvoso) e agosto/2006 (período de estiagem) e a figura 62 mostra o gráfico com a variação dos percentuais nas classes: silte, argila e matéria orgânica, nos períodos de fev/2006 (período chuvoso) e agosto/2006 (período de estiagem).

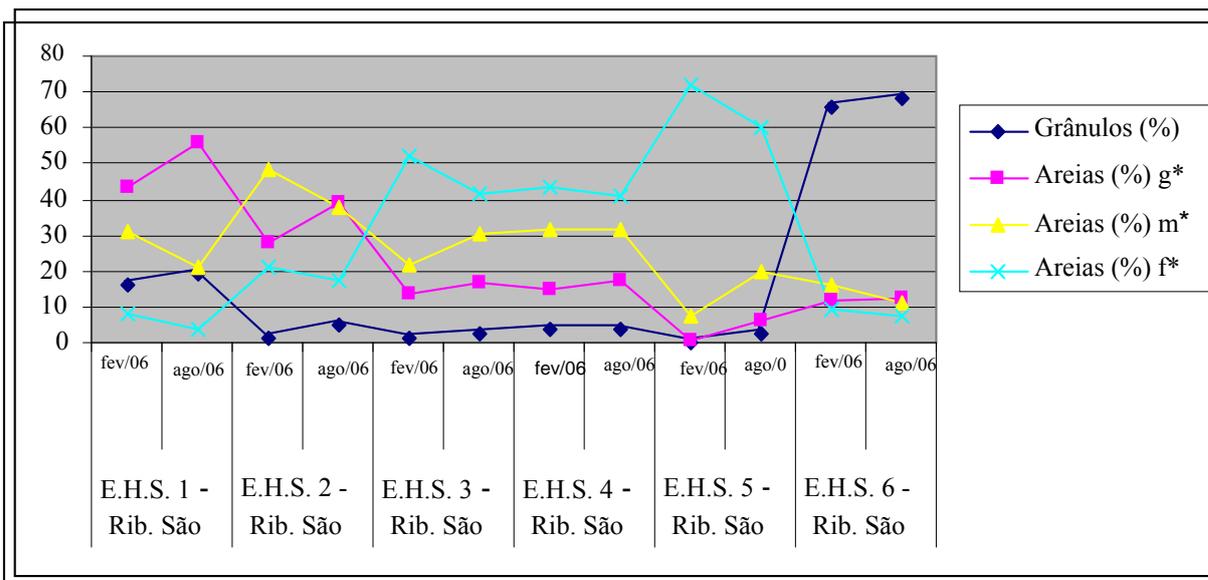


Figura 61 - Gráfico com a variação dos percentuais nas classes: grânulos, areia grossa a muito grossa, areia média, areia fina a muito fina, nos períodos de fevereiro/2006 (período chuvoso) e agosto/2006 (período de estiagem).

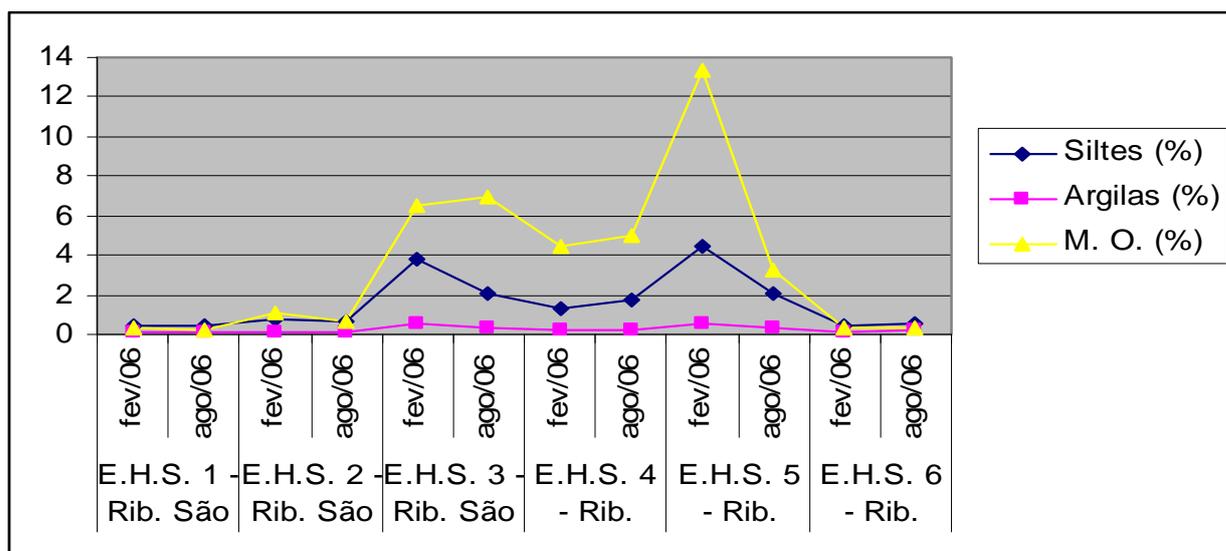


Figura 62 - Gráfico com a variação dos percentuais nas classes: silte, argila e matéria orgânica, nos períodos de fevereiro/2006 (período chuvoso) e agosto/2006 (período de estiagem).

A estimativa da descarga sólida total foi medida em sete pontos, sendo quatro no Ribeirão São João (Fazenda Bom Pastor e EHS 04, EHS 05 e EHS 06) e os demais no Ribeirão São Joãozinho (EHS 01, EHS 02 e EHS 03), realizada em duas campanhas, uma nos meses de fevereiro e março e a segunda em dezembro, ambas em 2006.

A avaliação da concentração de sedimentos foi feita com base na medição em laboratório, da concentração de sólidos totais quando da análise da qualidade física da água nas amostras coletadas nos ribeirões São João e São Joãozinho e das estimativas de vazões obtidas nas estações hidrosedimentométricas. Os dados observados durante o ano de 2006 mostram que existe uma tendência ao aumento na concentração de sedimentos nesses ribeirões, de montante para jusante, acompanhando o aumento do grau de antropismo da bacia, nota-se nessas áreas que o solo fica menos protegido, conforme se pode verificar através da retração da área de cobertura vegetal natural por áreas de pastagens, agrícolas, solo nu / áreas de mineração. O que pode ser visualizado através das figuras 63, 64, 65 e 66 que mostram os gráficos de evolução da produção da descarga sólida total em t/dia nas EHS 01, EHS 02 e EHS 03, todas instaladas no Ribeirão São Joãozinho e nas tabelas 14 e 15.

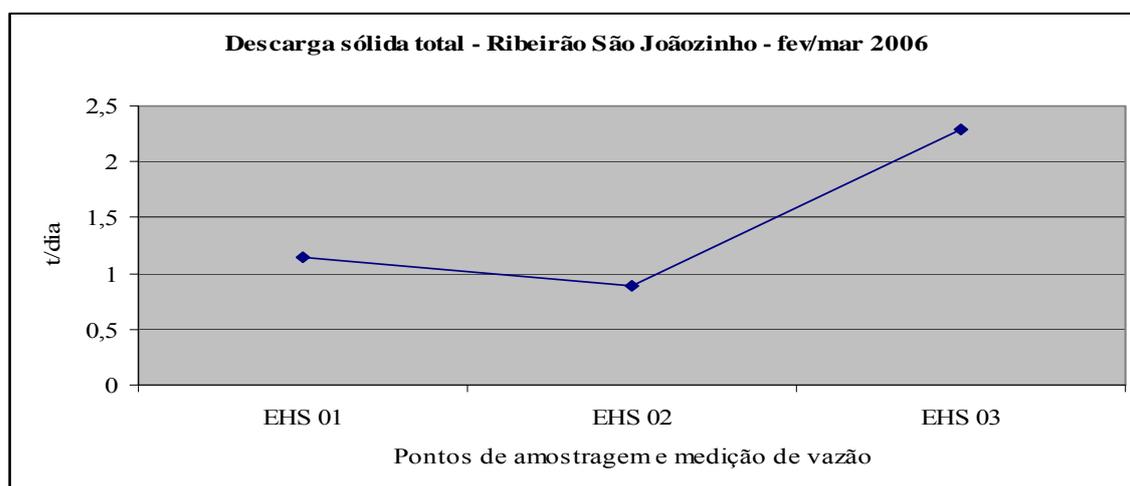


Figura 63 – Gráfico da evolução da produção da descarga sólida total em t/dia no Ribeirão São Joãozinho juntos às EHS 01, EHS 02 e EHS 03 em fevereiro e março de 2006.

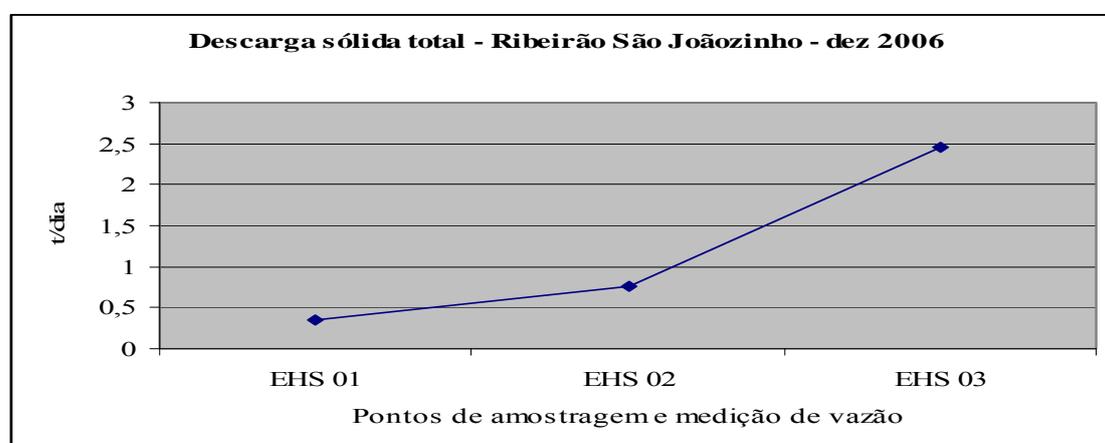


Figura 64 – Gráfico da evolução da produção da descarga sólida total em t/dia no Ribeirão São Joãozinho juntos às EHS 01, EHS 02 e EHS 03 em dezembro de 2006.

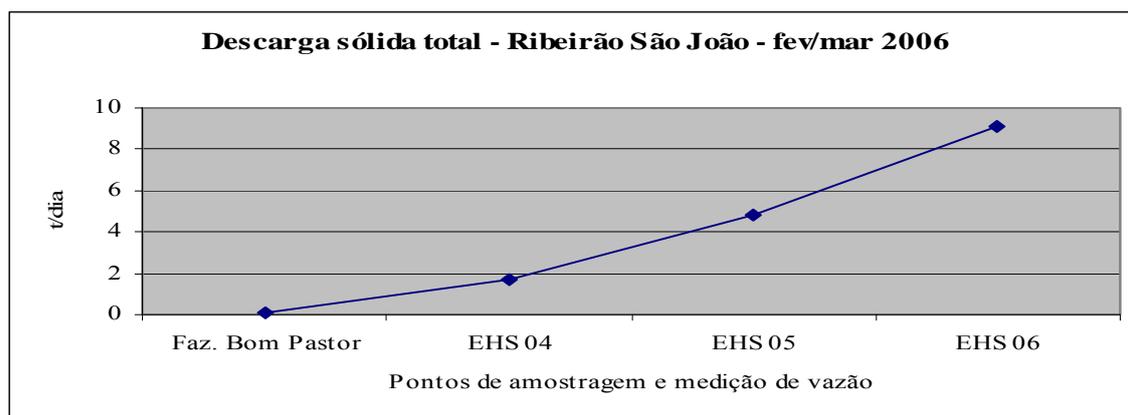


Figura 65 – Gráfico da evolução da produção da descarga sólida total em t/dia no Ribeirão São João na Fazenda Bom Pastor e junto às EHS 04, EHS 05 e EHS 06 em fevereiro e março de 2006.

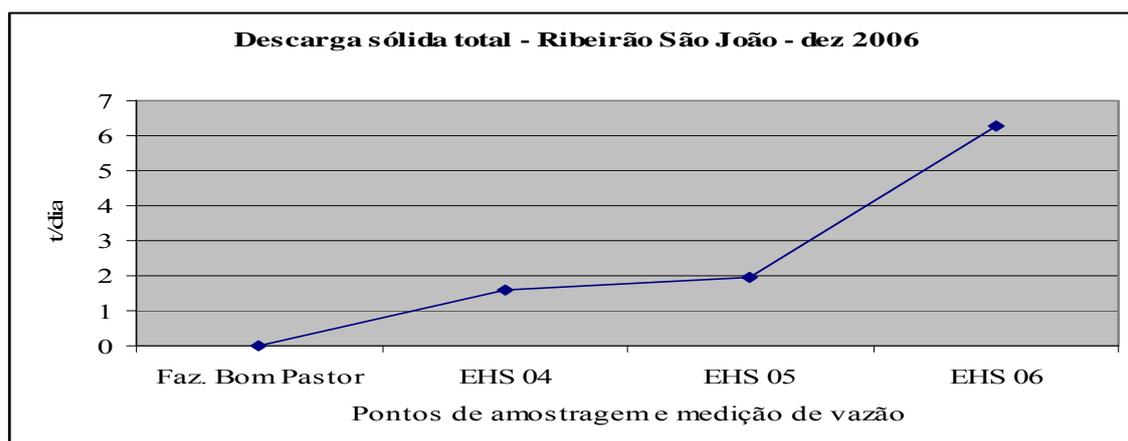


Figura 66 - Evolução da produção da descarga sólida total em t/dia no Ribeirão São João na Fazenda Bom Pastor e junto às EHS 04, EHS 05 e EHS 06 em dezembro de 2006.

Tabela 14 - Estimativa da descarga sólida total em t/dia nas estações hidrossedimentométricas da Bacia do Ribeirão São João em dezembro de 2006.

Descarga sólida total – Bacia do Ribeirão São João – fevereiro/março de 2006			
Pontos	T D S (mg/l)	vazão (m ³ /h)	descarga total (t/dia)
Faz. Bom Pastor Rib. São João	10,050	0,08955	0,085534
EHS 01 - Rib. São Joãozinho	12,105	0,38662	1,150459
EHS 02 - Rib. São Joãozinho	20,025	0,47001	0,894512
EHS 03 - Rib. São Joãozinho	39,900	0,60280	2,285875
EHS 04 – Rib. São João	23,625	0,83017	1,863997
EHS 05 – Rib. São João	36,450	1,54331	5,346347
EHS 06 – Rib. São João	17,700	5,93692	9,987134

Tabela 15 - Estimativa da descarga sólida total em t/dia nas estações hidrossedimentométricas da Bacia do Ribeirão São João em fevereiro/março de 2006.

Descarga sólida total – Bacia do Ribeirão São João – dezembro de 2006			
Pontos	TDS (mg/l)	vazão (m ³ /h)	descarga (t/dia)
Faz. Bom Pastor Rib. São João	1,26	0,08475	0,010149
EHS 01 - Rib. São Joãozinho	9,06	0,44017	0,379014
EHS 02 - Rib. São Joãozinho	16,80	0,52772	0,842596
EHS 03 - Rib. São Joãozinho	51,15	0,55713	2,708374
EHS 04 – Rib. São João	16,12	1,13492	1,738748
EHS 05 – Rib. São João	18,82	1,20244	2,150748
EHS 06 – Rib. São João	23,70	3,06655	6,907244

A pesquisa permitiu ainda, detectar os principais problemas relacionados à degradação dos recursos hídricos, destacando-se na área da Bacia do Ribeirão São João, a retirada da vegetação de galeria, o assoreamento em áreas pontuais e o uso da irrigação sem outorga. Segundo Silva e Pruski (1997), a derivação de uma vazão não prevista poderá prejudicar a jusante, outros usuários, bem como danificar a flora e a fauna, salientando que quantidade não significa disponibilidade e que os projetos de irrigação necessitam de outorga de uso dos recursos hídricos, obtidas juntos aos órgãos competentes.

A redução da capacidade dos canais e a elevação das cotas de inundação, provavelmente em função dos assoreamentos dos ribeirões São João e São Joãozinho. No Ribeirão São Joãozinho, pode-se verificar a ocorrência de pontos onde a calha encontra-se assoreada, principalmente no percurso que coincide com a área do Projeto de Reassentamento Mariana. Esse fato tem resultado no favorecimento de inundações da zona ripária, o que coincide com as áreas utilizadas na irrigação por inundação e/ou por aspersão.

Constatou-se também que os processos de assoreamento nos ribeirões São João, estão indiretamente provocando a substituição das antigas pontes, algumas construídas em concreto armado e que foram abandonadas em detrimento da construção de novas pontes com vão maiores, com vista a suportar maiores enchentes.

Essa situação mostra também uma visão equivocada por parte dos planejadores destas obras de engenharia, que numa visão simplista preocuparam-se com o efeito *in situ* e não com as conseqüências do que está provocando tais alterações na dinâmica fluvial, isto pode inclusive resultar num processo em cadeia, de substituição das recém construídas pontes por outras de vão ainda maiores, caso a essência dos problemas

geradores da rápida concentração de fluxo, de produção e deposição de sedimento, não sejam atacados. As figuras 67 e 68 mostram, respectivamente, assoreamentos do leito do Ribeirão São João em dois pontos distintos e a construção de novas pontes como “solução”.



Figura 67 – Vista geral do assoreamento do Ribeirão São João; ao fundo, a estrutura da antiga ponte e a nova ponte (mais alta), “solução” dada pelos responsáveis pelo setor de transporte, que não consideraram a dinâmica fluvial.



Figura 68 – Ponte nova no Ribeirão São João, nas proximidades da Cerâmica Betim, à esquerda da foto, a estrutura da antiga ponte.

As alterações ocorridas na superfície da Bacia do Ribeirão São João têm provocado impactos significativos sobre o escoamento superficial, erosão e assoreamento. Esses impactos normalmente são caracterizados quanto aos efeitos provocados pelos processos erosivos, como na contribuição da redução da seção da rede de drenagem, no comportamento das enchentes, nas vazões mínimas e na vazão média. Tucci e Clarke (1997), citando trabalhos comparativos de bacias hidrográficas experimentais, realizados por Hibbert (1967), atualizados e confirmados por Bosch e Hewlett (1982) e por Bruijnzeel (1990), concluíram que a redução da cobertura de

floresta aumenta a vazão média e que o estabelecimento de cobertura florestal em áreas de vegetação esparsa diminui a vazão média.

Dentre as formas prejudiciais de usos antrópicos, registra-se o aporte de sedimentos provocado pela instalação de processos erosivos provocados pela expansão e uso inadequado do solo em atividades agropecuárias, enriquecimento de nutrientes por meio do uso de fertilizantes nas culturas, principalmente as irrigadas, a criação de animais domésticos com livre acesso aos cursos d'água e, instalação de fossas negras em locais inadequados (zona ripária).

Apesar do predomínio de pequenos produtores rurais encontrados na área da Bacia do Ribeirão São João, que utilizam técnicas de irrigação, em levantamento realizado junto à Coordenação do Setor de Outorga do Direito de Uso da Água do Instituto de Natureza do Tocantins – NATURATINS, pôde-se comprovar a existência de apenas cinco outorgas de água nessa área, constatando-se que nenhuma das sete famílias do Projeto de Reassentamento Mariana, cadastradas para trabalharem com olericultura irrigada possui outorga, apesar de todos eles terem recebido um conjunto de irrigação, com moto-bomba, tubulação de três polegadas e aspersores.

As concessões de uso da água (outorgas) referem-se, uma, ao abastecimento público no Projeto de Reassentamento Mariana, implantado pelo Consórcio INVESTCO, outra, para uso industrial da Comunidade Evangélica Luterana de Palmas, uma de piscicultura para a Comunidade Evangélica Luterana de São Paulo e duas para produtores rurais que utilizam o Ribeirão São Joãozinho para irrigação, tipo aspersão com horticultura e olericultura.

A irrigação indiscriminada praticada nas margens do Ribeirão São João e São Joãozinho, principalmente no perímetro do Projeto de Reassentamento Mariana, pode estar contribuindo para a redução da quantidade de água disponível. A preocupação com a irrigação praticada nesses locais nos remete para a necessidade de criação de um plano de manejo de recursos hídricos, a fim de evitar os conflitos de uso e reduzir os impactos ambientais, como a escassez e a poluição.

Referente ao Projeto de Irrigação São João, que possui parte de seu perímetro dentro da Bacia do Ribeirão São João, constatou-se *in locu* que se encontra em fase final a construção das instalações de adução, bombeamento e distribuição da água para irrigação da 1ª etapa do empreendimento. Relativo à outorga de uso da água, segundo

informações de técnicos da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Tocantins, esta foi requerida junto à Agência Nacional de Águas - ANA, devido ter suas águas captadas no reservatório da UHE – LAJEADO, formado pelo barramento do Rio Tocantins, considerado rio federal. A seguir têm-se as figuras 69 e 70 que mostram detalhes dos canais de adução e de distribuição, este último abastecerá as parcelas localizadas na Projeto de Reassentamento Córrego Prata - Bacia do Ribeirão São João.



Figura 69 – Vista geral do canal de adução do reservatório da UHE – LAJEADO para o Projeto de Irrigação São João, município de Porto Nacional – TO.



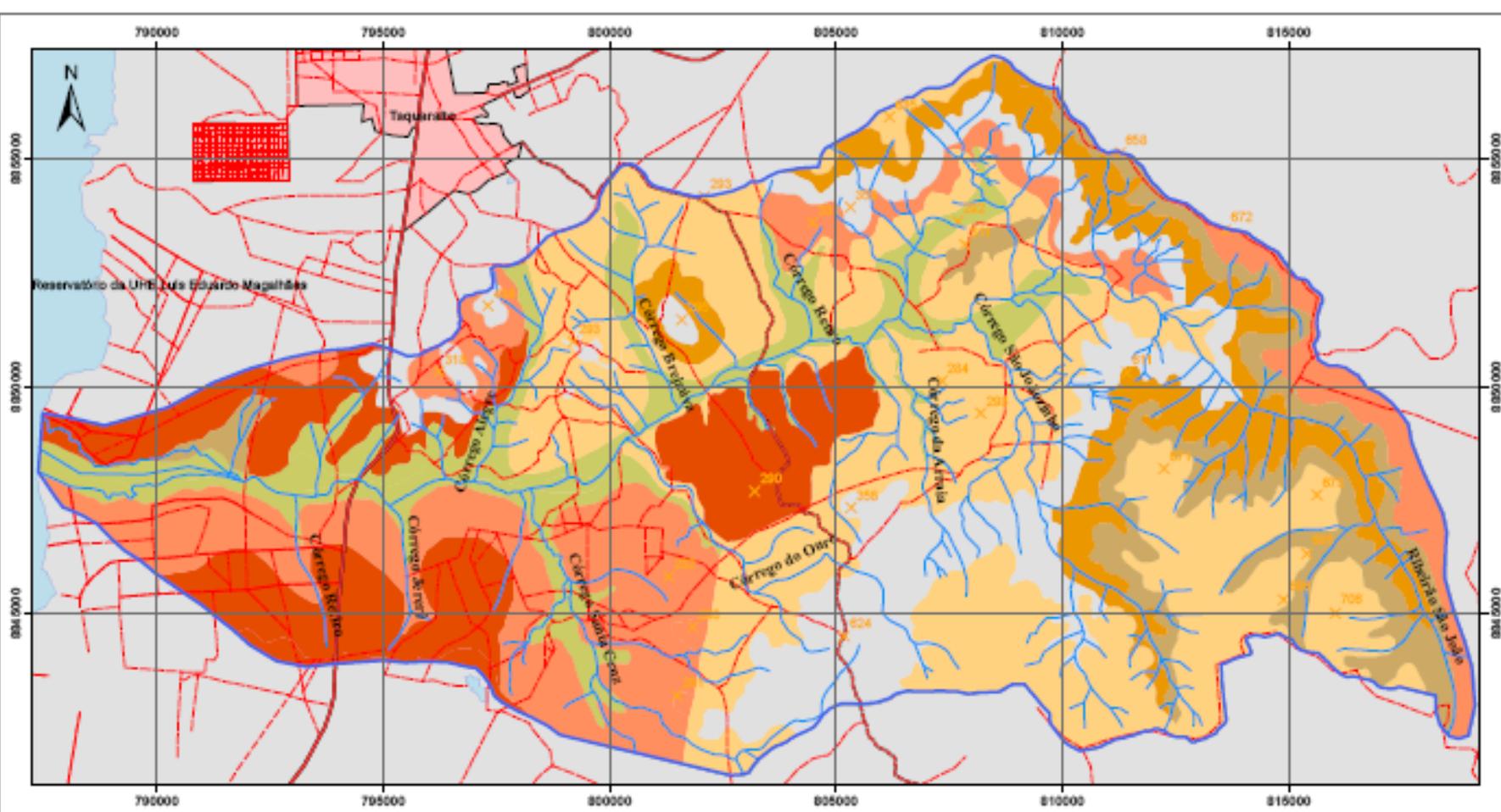
Figura 70 – Vista geral do canal secundário em construção, que levará água de irrigação aos lotes do Projeto de Reassentamento Córrego Prata, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.

5.2.7 Características pedológicas da Bacia do Ribeirão São João

Os solos encontrados na área de estudo são o Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), o Latossolo Amarelo (LA), o Latossolo Vermelho (LE), o Cambissolo Háplico (CX), o Neossolos Lítico (RL), os Plintossolo Pétrico (FF) e a associação de Neossolo Flúvico (RU), Gley Pouco Húmico e Plintossolo Hidromórfico (SG). A análise do mapeamento de solos permitiu observar que a distribuição dos solos na Bacia do Ribeirão São João, predomina o Latossolo Vermelho Amarelo - LVA com 29,41%, em seguida está o Latossolo Amarelo com 23,23%, os demais são Latossolo Vermelho com 8,77%; Neossolo Litólico com 11,75%; Cambissolo Háplico com 8,24% e Plintossolos Pétricos com 7,33%.

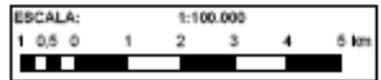
A análise permitiu identificar a associação de categorias de solos com o substrato geológico e a geomorfologia dos terrenos. Assim, nos domínios de rochas da Formação Pimenteiras originam-se solos profundos e bastante intemperizados, que ocupam áreas de topografia suavizada, que são ocupados por solos areno-argilosos, com ampla distribuição de Latossolo Vermelho Amarelo, Neossolo Litólico, Cambissolo e menor distribuição de Latossolo Vermelhos e Plintossolo Hidromórfico. Os domínios de terreno granito-gnáissico-migmatítico de composição químico-mineralógica variada do Complexo Goiano onde a topografia do terreno torna-se mais declivosa são ocupados por Cambissolos, já na área de topografia mais plana são encontrados solos argilosos de média e baixa fertilidade, representados por Plintossolos Pétricos e Litossolos. A figura 71 mostra o Mapa de Solos da Bacia do Ribeirão São João. A descrição geral e morfológica dos perfis das principais classes de solos encontrados na área de estudo encontra-se no anexo 1.

MAPA DE SOLOS DA BACIA DO RIBEIRAO SÃO JOÃO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURAIS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE
 Trazes Utilizados:
 Curvas de Nível e Pontos Cotados no modo 1:100.000 da Carta Topográfica Via Casado MI 1644 SC-22-E-0-01.



- Legenda**
- Classes de Solos**
- CX Cambissolo Háplico
Solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente.
 - FF Plintossolo Pétrico
Solos de expressiva plintização com ou sem formação de petroplúta
 - RU + SG
Neossolo Flúvico e Associação Gley pouco Húmico e Plintossolo Hidromérfico.
 - LA Latossolo Amarelo
Solos evoluídos com horizonte B latossólico
 - LE Latossolo Vermelho
Solos evoluídos com horizonte B latossólico
 - LVA Latossolo Vermelho - Amarelo
Solos evoluídos com horizonte B latossólico
 - RL Neossolo Litólico
Solos pouco desenvolvidos

LOCALIDADES

- Localidade
- LIMITES**
- Internacional
 - Estadual
 - Municipal
 - Área especial
- Linhas de Bacia**
- Horizontal
 - Vertical
- Pontos de controle**
- Comprovado
 - Não comprovado
- Altitudes**
- Estação Cerebral
 - Z.C

ESTRADAS DE RODAGEM

- Auto-estrada
- Perimetral
- Sem pavimentação
- Coletor

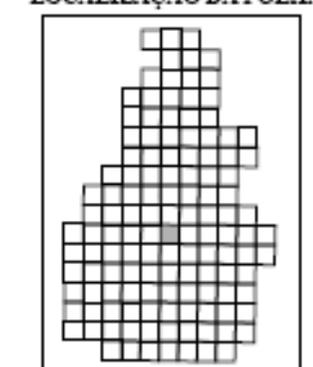
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITURA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49
ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM:
 "Equador e meridiano 51° oeste"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 500000m e 100000m RESPECTIVAMENTE.

HIDROGRAFIA

- Curso d'água intermitente
- Lago ou lagoa intermitente
- Terreno sujeito a inundação
- Brejo ou pântano
- Foco (água), Nascente
- Salto, cascata ou corredeira
- Cobertura
- Corredeira, riacho, arroio
- Barragem: terra, alvenaria
- Pântano
- Arica
- Aeroporto, Campo de Povo
- Igreja, Escola, Misa



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-E-B-E MI 1643 PARAISO DO NORTE	SC-22-E-B-III MI 1644 VILA CANELA	SC-22-F-A-I MI 1645 SANTA TERESA
SC-22-E-B-V MI 1709 RAYMA	SC-22-E-B-VI MI 1710 PORTO NACIONAL	SC-22-F-A-IV MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEMAR CAVALARI SOBRADO

5.2.7.1 Parâmetros físicos e químicos dos solos da Bacia

Quanto aos resultados das análises físicas e químicas dos solos da área da Bacia do Ribeirão São João, verificou-se que os teores de cálcio e magnésio variaram, respectivamente, entre 0,1 e 7,6 mE/100m/l e 0,1 e 2,3 mE/100m/l, registrando-se os menores níveis no Latossolo Vermelho e Plintossolo Pétrico, ambos no Imóvel 31; e o maior valor em Plintossolo Hidromórfico na Fazenda Vargem Bonita; a concentração de alumínio ficou entre 0,0 e 0,3 mE/100m/l; não se registrou presença de alumínio tóxico em Cambissolo Háplico, no Morro do Oberth, em Plintossolo Hidromórfico da Fazenda Vargem Grande e em Latossolo Vermelho Amarelo do Centro de Ciências Agrárias da UNITINS. Vale ressaltar que estes dois últimos perfis de solos encontram-se em áreas onde foram realizadas a técnica de correção do solo, através da aplicação de calcário dolomítico.

Relativo aos teores de Potássio (K) e fósforo (P) estes variaram entre 9,0 e 143 mg/dcm³, registrados respectivamente em Latossolo Vermelho da Fazenda Jatobá e Cambissolo Háplico do Morro do Oberth. Já a matéria orgânica (MO) variou entre 0,7 e 10,8 %, sendo que o menor valor foi registrado em Plintossolo Pétrico no Quinhão 31 e o maior valor em Cambissolo Háplico do Morro do Oberth. A saturação de bases variou entre 73,96 % no Latossolo Vermelho Amarelo do CCA – UNITINS e 4,76 % em Latossolo Vermelho da Fazenda Jatobá.

O pH dos solos da bacia variou entre 4,2 e 5,5, sendo que o menor valor foi registrado tanto no Plintossolo Pétrico do Quinhão 31, quanto no Latossolo Vermelho da Fazenda Jatobá e o maior valor no Latossolo Vermelho Amarelo do CCA – UNITINS. No que tange as características químicas, os valores de pH registrados para todos os solos são similares, considerados de elevada acidez, em decorrência dos baixos teores de Ca e Mg e altos teores de Al trocáveis. A exceção ocorre nos solos das áreas cultivadas (mamona e feijão irrigado), encontrado no CCA – UNITINS e na Fazenda Vargem Bonita, que foram submetidos à correção através do uso de calcário dolomítico, e no Cambissolo Háplico do Morro do Oberth. Registra-se que o aumento do valor do pH, apresenta correlação positiva com o teor de matéria orgânica, Ca, Mg e aos macronutrientes P e K, e correlação negativa com a presença de alumínio tóxico, condição geralmente encontrada em solos ácidos.

O pH baixo somado à presença de alumínio tóxico são características dos solos sob Cerrado que restringem o crescimento das raízes pelas condições desfavoráveis do meio. Isso faz com que a vegetação do estrato rasteiro, representada pelas gramíneas torne-se mais vulnerável à ocorrência de queimadas quando do período da estiagem. Registra-se em algumas propriedades rurais o plantio de culturas de arroz, milho e feijão em solos que não foram submetidos à correção da acidez, essa condição favorece o desenvolvimento superficial das raízes nas culturas tornando-as vulneráveis quando da ocorrência de veranico²².

Os valores de saturação de bases trocáveis mostraram-se extremamente reduzidos em todos os solos da bacia, exceto, aqueles que estão sendo cultivados. Provavelmente em decorrência de correções e adubação do solo. A tabela 16 traz os principais parâmetros químicos dos solos encontrados na área da Bacia do Ribeirão São João.

Tabela 16 – Parâmetros químicos das principais classes de solos da Bacia do Ribeirão São João.

Perfil do solo	Classe	Ca (mE/100m/l)	Mg (mE/100m/l)	Al (mE/100m/l)	K (mg/dcm ³)	P (mg/dcm ³)	Mat. Org (%)	St. Bases (%)	pH (CaCl ₂)
PS-SJ 1 (Morro Oberth)	Cambissolos Háplicos	4,5	2,0	0,0	143,0	5,6	10,8	63,20	5,0
PS-SJ 2 Faz. Vargem Bonita	Plintossolos Hidromórficos	7,6	2,3	0,0	87,0	10,0	2,6	61,26	4,9
PS-SJ 3 CCA - UNITINS	Latossolos Vermelho Amarelos	5,4	1,6	0,0	39,0	4,3	5,1	73,96	5,5
PS-SJ 4 (Faz. VRSJ)	Plintossolos Hidromórficos	5,4	2,0	0,1	22,0	4,0	2,2	55,01	4,7
PS-SJ 5 (Aterro)	Plintossolos Pétricos	1,0	0,5	0,1	12,0	2,7	1,5	28,71	4,4
PS-SJ 6 Quinhão 31	Latossolos Vermelho Amarelos	1,1	0,5	0,2	62,0	0,5	1,2	28,12	4,4
PS-SJ 7 Faz. Jatobá	Latossolos Vermelhos	0,1	0,1	0,2	9,0	1,5	1,0	4,76	4,2
PS-SJ 8 Faz. Jatobá	Plintossolos Pétricos	0,1	0,1	0,3	17,0	1,5	0,7	5,94	4,2
PS-SJ 9 Quinhão 31	Plintossolos Hidromórficos	4,2	1,8	0,1	22,0	3,0	3,3	38,21	4,7
PS-SJ 10 Faz. Bom Pastor	Plintossolos Pétricos	2,8	1,4	0,1	37,0	2,7	6,5	36,39	4,5

²² Veranico – fenômeno que se caracteriza por períodos de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa (CASTRO NETO e VILLELA, 1986).

5.2.7.2 Textura, porosidade, densidade e infiltração da água no solo da bacia

Os levantamentos de campo e as análises dos parâmetros físicos do solo, somando-se a realização dos testes de infiltração de água ao longo dos perfis do solo, permitiram estimar a fertilidade natural dos solos, identificar classe textural, e detectar alguns problemas como a compactação e selagem. Os dados apresentados na tabela 17 referem-se aos perfis de solo, as classes de acordo com o sistema brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA, a classe textural, as densidades aparente e real (g/cm^3), a porosidade (%) e os percentuais de areia, silte e argila (%).

Tabela 17 – Perfil de solo, classificação, classe textural, densidades aparente e real, porosidade e teores de areia, silte e argila.

Perfil do solo	Classificação	Classe Textural	Densidade Aparente (g/cm^3)	Densidade Real (g/cm^3)	Porosidade (%)	Textura (%)		
						Areia	Silte	Argila
PS-SJ 1 Oberth	Cambissolos Háplicos	Areia franca	1,1	2,3	52	82	5	13
PS-SJ 2 Faz. Vargem Bonita	Plintossolos Hidromórficos	Franco argilo arenoso	1,2	2,4	50	60	8	32
PS-SJ 3 CCA - UNITINS	Latossolos vermelho amarelos	Franco arenoso	1,2	2,5	52	75	5	20
PS-SJ 4 (Faz. VRSJ)	Plintossolos Hidromórficos	Argila	1,1	2,5	56	43	10	47
PS-SJ 5 (Aterro)	Plintossolos Pétricos	Franco argilo arenoso	1,3	2,8	54	65	7	28
PS-SJ 6 Quinhão 31	Latossolos vermelho amarelos	Argila	1,4	2,6	46	44	11	45
PS-SJ 7 Faz. Jatobá	Latossolos vermelhos	Argila arenosa	1,5	2,1	28	52	8	40
PS-SJ 8 Jatobá Andropogon	Plintossolos Pétricos	Franco argilo arenoso	1,6	2,5	36	60	8	32
PS-SJ 9 Kikuio Quinhão 31	Plintossolos Hidromórficos	Muito argiloso	1,1	1,6	31	10	25	65
PS-SJ 10 Faz. Bom Pastor	Plintossolos Pétricos	Areia franca	1,2	2,6	54	81	5	14

Os resultados indicam que os teores de argila ficaram entre o menor valor, com 13% no Cambissolo Háplico do Morro do Oberth, e o maior valor, com 65% no Plintossolo Hidromórfico do Quinhão 31; o silte ficou entre 5% registrados no Cambissolo Háplico do Morro do Oberth, no Latossolo vermelho Amarelo do CCA –

UNITINS e no Plintossolo Pétrico da Fazenda Bom Pastor e, 25% de silte, registrado no Plintossolo Hidromórfico do Quinhão 31. Já os teores de areia, variaram respectivamente, entre 10% encontrado no Planossolos Hidromórfico do Quinhão 31 e 82% no Cambissolo Háptico do Morro do Oberth.

A densidade aparente variou entre 1,1 g/cm³, registrados em Cambissolo Háptico do Morro do Oberth e em Plintossolos Hidromórficos das Fazendas Vale do Ribeirão São João e Quinhão 31 e 1,6 g/cm³, registrados em Plintossolo Pétrico do Quinhão 31. Já a densidade real apresentou valores menores com 1,6 g/cm³ registrado em Plintossolo Hidromórfico do Quinhão 31 e valores maiores com 2,8 g/cm³ registrados em Plintossolo Pétrico do Aterro Sanitário.

Em termos gerais, os valores de densidade aparente e real, comportam-se de modo similar na Bacia do Ribeirão São João, o que significa que não há diferença significativa entre os sistemas naturais (Cerrado, Cerradão e mata de galeria) e os sistemas antropizados (pastagens e áreas agrícolas – arroz, milho e feijão).

No nível agrícola registra-se que as práticas realizadas pelos agricultores da bacia, como o preparo inadequado do solo pode estar contribuindo para a perda de nutrientes, além de aumentar a migração de partículas finas e a densidade do solo, somando-se a isso, o manejo inadequado das áreas de pastagens realizado na Bacia do Ribeirão São João, aumenta a densidade do solo, favorecendo o escoamento superficial e o aparecimento de processos erosivos.

A porosidade dos solos variou entre 28% e 56%, respectivamente no Latossolo Vermelho da Fazenda Jatobá e no Plintossolo Hidromórfico da Fazenda Vale do Ribeirão São João. Na situação de solos com baixos valores de porosidade encontram-se Plintossolos Hidromórficos, Plintossolos Pétricos, Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos, esses dois últimos são solos normalmente profundos que segundo Blancaneaux (1998), com espessura do “solum” (horizontes A + B) raramente inferiores a dois metros, de elevada permeabilidade e em geral bem acentuadamente drenados.

Segundo Silva (1999b) a porosidade tem um papel extremamente importante no funcionamento do solo. Sendo responsável pela retenção de mais ou menos água no solo. Acrescenta ainda, que uma porosidade eficiente, sem impedimentos, permite maior quantidade de água infiltrando a grandes profundidades, propiciando uma reserva

permanente para as nascentes e para os vegetais. Por outro lado, quando ocorre algum tipo de impedimento próximo à superfície, a água retorna rapidamente à atmosfera, tornando desta forma o ciclo hidrológico mais curto, além de provocar graves danos através da erosão, refletindo assim a condição de algumas classes de solos da Bacia do Ribeirão São João.

A tabela 18 traz a identificação dos perfis de solos das principais classes encontradas na área da Bacia do Ribeirão São João, às velocidades de infiltração básica – VIB's e as coordenadas UTM Na seqüência são apresentadas as figuras 72 e 73, que mostram alguns pontos onde foram realizados os testes de infiltração do solo.

Tabela 18 – Identificação do perfil, a localização, a velocidade de infiltração da água no solo (mm/h) e as coordenadas UTM.

Velocidade de Infiltração Básica – VIB				
Perfil	Local	VIB	Coordenadas UTM	
PS–SJ 1	Morro Oberth - Pedreira Palmas	20,4 cm/h	802.603	8.861.620
PS–SJ 2	Faz. “Vargem Bonita”	3,6 cm/h	809.005	8.849.892
PS–SJ 3	CCA – UNITINS	26,4cm/h	789.346	8.849.207
PS–SJ 4	Faz. Vale do Ribeirão São João	9,6 cm/h	803.060	8.850.288
PS–SJ 5	Cascalheira do Aterro Sanitário de Palmas	2,4 cm/h	802.122	8.853.824
PS–SJ 6	Quinhão 31	2,4 cm/h	800.424	8.848.247
PS–SJ 7	Faz. Jatobá	5,4 cm/h	800.671	8.848.868
PS–SJ 8	Faz. Jatobá	4,8 cm/h	800.523	8.847.296
PS–SJ 9	Quinhão 31	12,0 cm/h	802.738	8.848.296
PS–SJ 10	Faz. Bom Pastor	51,9 cm/h	818.640	8.845.130



Figura 72 – Vista geral da área de ocorrência de Latossolo Vermelho-Amarelo em área pastagem (brachiária) no imóvel quinhão 31, detalhe para o infiltrômetro de anéis concêntricos, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 73 – Vista geral da área de ocorrência de Plintossolo Pétrico em área pastagem (Andropogon) na Fazenda Jatobá, detalhe para o infiltrômetro de anéis concêntricos, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional.

Os resultados dos testes de infiltração mostram que os perfis de solo PS–SJ 2, PS–SJ 5 e PS–SJ 6 E PS–SJ 8, classificados como Plintossolos Pétricos e Latossolo Vermelho Amarelo, registrando valores entre 2,4 e 4,8, são de acordo com as classes de permeabilidade do solo, proposta pela *Soil Survey Staff* (1951), apresentam permeabilidade da água ao longo do perfil do solo considerada lenta, isso, provavelmente em função da textura, visto que esta variou de argila a franco argilo arenoso.

Esses valores de infiltração considerados baixos encontrados para o Plintossolo Pétrico e, principalmente, para os Latossolos Vermelho Amarelo e Vermelho, podem estar associados a solos sem proteção e que sofreram a ação de chuvas formando uma delgada camada de selagem e/ou em função da compactação da camada superficial, seja pelas patas dos animais ou adensamento em função do uso de mecanização agrícola. Pois segundo Tucci e Clarke (1997), os solos com superfície desprotegida que sofre a ação da compactação, a capacidade de infiltração pode diminuir drasticamente, resultando em maior escoamento superficial, exemplificam que estradas e caminhos percorridos pelo gado sofrem forte compactação reduzindo a capacidade de infiltração. Esses autores afirmam que a capacidade de infiltração varia com o tipo de solo e com suas condições de umidade, acrescentando que um solo argiloso pode ter alta capacidade de infiltração quando estiver seco, no entanto, após receber umidade pode se tornar quase que impermeável.

Os maiores valores de permeabilidade da água no perfil do solo foram registrados no Plintossolo Pétrico – Areia Franca com 51,9 cm/h, já o Latossolo Vermelho Amarelo – Franco Arenoso registrou 26,4 cm/h e no Cambissolo Háplico – Areia Franca ficou com 20,4 cm/h. Esses três perfis na classificação acima referida são considerados de permeabilidade moderada.

De um modo geral essas relativamente baixas taxas de permeabilidade da água no solo denotam o alto grau de compactação dos solos, contribuindo para o escoamento superficial e conseqüentemente à instalação de processos erosivos distribuídos na bacia em estudo.

5.2.8 Degradação pela instalação de processos erosivos na área da bacia

A degradação decorrente das práticas agrícolas inadequadas como mecanização e pastoreio intensivo, além de compactar os solos da Bacia do Ribeirão São João, em alguns casos estão provocando a impermeabilização da camada superficial (processo de selagem), principalmente nos Latossolos, conforme se pode visualizar através da figura 74 que mostra uma área de Latossolo Vermelho sob Cerradão, em fase de recomposição, localizado na Fazenda Jatobá, detalhe para o processo de encrostamento do solo.



Figura 74 – Latossolo Vermelho sob vegetação de Cerrado em regeneração na Fazenda Jatobá, detalhe para o processo de encrostamento do solo, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional - TO.

Os processos erosivos observados na região apresentam forte controle natural e grande influência antrópica. O controle natural é relacionado às zonas de fraquezas representadas pelas estruturas planares que tende a concentrar os escoamentos superficiais e subsuperficiais, responsáveis pelo transporte de partículas, culminando com o desencadeamento de erosão, conforme se pode observar na figura 75.



Figura 75 – Erosão natural observada em área sob Cerrado no imóvel Quinhão 31, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.

Mesmo nos locais onde a topografia é plana, representada pelos relevos terraceados do baixo vale e das planícies de inundação, regiões que agregam o menor grau de suscetibilidade a erosão, registra-se também, o desencadeamento de processos erosivos, conforme se pode verificar na figura 76 que mostra ravina em Plintossolo Hidromórfico, localizado em área de cultivo de milho e feijão irrigados na Fazenda “Vargem grande”, município de Palmas.



Figura 76 – Ravina em Plintossolo Hidromórfico, planície de inundação da Bacia do Ribeirão São João, área de cultivo de milho e feijão, Fazenda “Vargem Grande”, município de Palmas – TO.

A influência antrópica é resultado dos desmatamentos para implantação de pastagens/cultivos, exploração mineral e construção de vias de acesso, estas últimas, realizadas sem planejamento, ocupando áreas inadequadas que sem a adoção de práticas conservacionistas, aumenta o escoamento superficial e conseqüentemente a instalação de processos erosivos.

As figuras 77 a 88 mostram respectivamente feições erosivas observadas na área de estudo, nos seus vários estágios, desde erosão laminar, erosão em sulcos e ravinas e voçorocamentos.



Figura 77 – Erosão laminar registrada em área de cultivo de arroz na Fazenda do Sr. Francisco Ayres, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 78 – Erosão laminar registrada em área de cultivo de hortaliças na Fazenda Vista Alegre, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.



Figura 79 – Ravina em área de cultivo agrícola localizada no Projeto de Reassentamento Mariana, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 80 – Ravinas em área de cultivo de olerícolas localizada no Projeto de Reassentamento Prata, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.



Figura 81 – Ravina na margem da principal via de acesso à Bacia do Ribeirão São João, detalhe para o afloramento da rocha granítica e o contacto abrupto rocha-solo, favorecendo a instalação de processos erosivos. Palmas – TO.



Figura 82 – Ravina no leito de uma via de acesso à Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 83 – Ravina no leito de estrada vicinal, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 84 – Voçoroca na Fazenda Brejinho, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 85 – Voçoroca na Fazenda Brejinho, detalhe para o avanço ré montante no sentido de uma torre da rede elétrica de alta tensão, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 86 – Voçoroca localizada à margem esquerda da rodovia TO-050, sentido Palmas à Porto Nacional, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 87 – Voçoroca verificada à margem da TO-050, no detalhe o processo ré montante que pode comprometer o leito da rodovia asfaltada, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 88 – Alcova de regressão em voçoroca da TO-050, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.

A distribuição de cicatrizes de erosão permitiu a diferenciação das potencialidades erosivas entre os compartimentos da bacia. O mapeamento das erosões foi realizado a partir da interpretação de produtos de sensoriamento remoto e basicamente através de levantamento de campo. A seguir é apresentada a tabela 19 com respectivas feições erosivas e localização (coordenadas UTM), e a figura 89 com o Mapa Cadastral de Feições Erosivas na Bacia do Ribeirão São João.

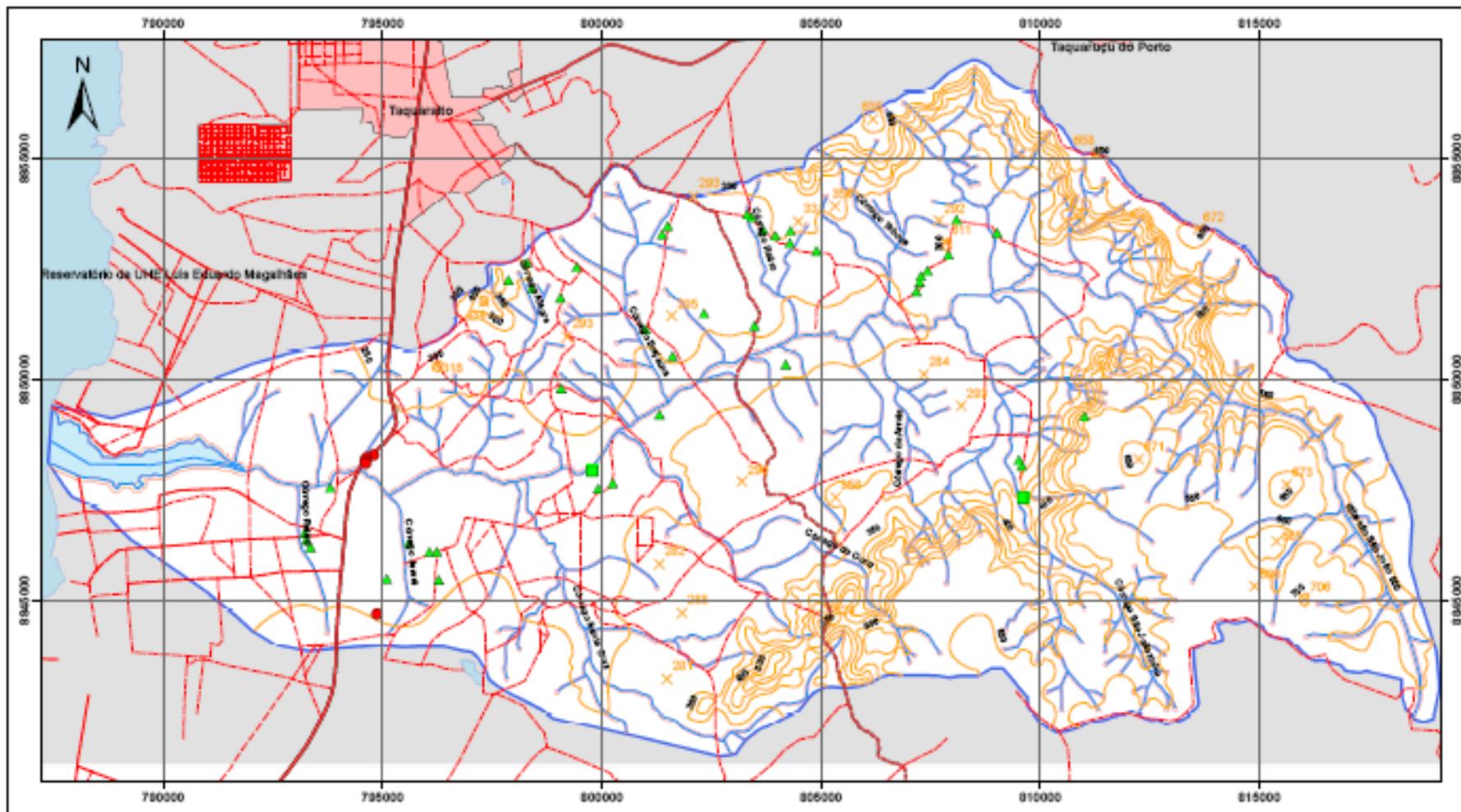
Tabela 19 - Feições erosivas e coordenadas.

Feição erosiva	Forma	Coordenadas (UTM)	
1	Ravina	803.479	8.851.222
2	Ravina	803.317	8.853.747
3	Ravina	809.604	8.847.332
4	Ravina	809.514	8.848.176
5	Ravina	807.425	8.852.467
6	Ravina	807.173	8.852.005
7	Ravina	808.378	8.839.566
8	Ravina	808.085	8.853.627
9	Ravina	809.010	8.853.332
10	Voçoroca	793.264	8.846.362
11	Voçoroca	793.355	8.846.192
12	Voçoroca	793.807	8.847.547
13	Voçoroca	794.872	8.844.690
14	Voçoroca	794.621	8.848.110
15	Ravina	801.319	8.849.208
16	Ravina	800.245	8.847.646
17	Ravina	799.916	8.847.528
18	Ravina	799.781	8.847.925
19	Ravina	796.238	8.846.090
20	Ravina	796.277	8.845.456
21	Ravina	801.501	8.853.484
22	Ravina	801.378	8.853.293
23	Ravina	802.335	8.851.504
24	Ravina	801.611	8.850.534
25	Ravina	800.996	8.851.148
26	Ravina	799.056	8.851.859
27	Ravina	799.425	8.852.555
28	Ravina	798.414	8.852.077
26	Ravina	797.868	8.852.255
27	Ravina	798.291	8.852.651
28	Ravina	799.070	8.849.796
29	Ravina	804.192	8.850.342
30	Ravina	807.252	8.852.206

(continuação).

Feição	Forma	Coordenadas (UTM)	
31	Ravina	807.278	8.852.349
32	Ravina	807.900	8.852.828
33	Ravina	794.646	8.848.232
34	Ravina	794.598	8.848.173
35	Ravina	801.501	8.853.484
36	Ravina	801.378	8.853.293
37	Ravina	802.335	8.851.504
38	Ravina	804.898	8.852.920
39	Ravina	804.284	8.853.097
40	Ravina	804.301	8.853.374
41	Ravina	803956	8.853.265
42	Ravina	803676	8.853.395
43	Ravina	803413	8.853.683
44	Ravina	809575	8.848.048
45	Ravina	793221	8.846.517
46	Ravina	796067	8.846.090
47	Ravina	795597	8.846.303
48	Ravina	795092	8.845.485
49	Ravina	811005	8.849.168
50	Ravina	794798	8.848.292

MAPA CADASTRAL DE FEIÇÕES EROSIVAS DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO

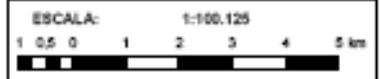


LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE BALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.012.400

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMÁTICA
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE
 Temas Utilizados:
 Redes de Drenagem, Rotas, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotados no escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Canela ME 1644 SC-12-Z-9-III



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO INDIETORA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49
 ORIGEM DA QUILÔMETRAGEM UTM:
 "Equador e meridiano 51° oeste"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 100000m e 1000m RESPECTIVAMENTE.

Legenda

Processos Erosivos

- Laminar
- ▲ Ravinas
- Voçorocas
- ⊕ Área de Preservação Permanente

LOCALIDADES

Localidade

LIMITES

Intermunicipal

Municipal

Área especial

Limite da Bacia

Pontos de controle

Altitude

ESTRADAS DE RODAGEM

Auto-estrada

Parlamentar

Sua pavimentação

Canteiro Trilho

Identificação de rodovias

Canteiro elev. (solo)

Ulna rotativa integrativa

Ulna de escape elétrica

HIDROGRAFIA

Curso d'água intermitente

Lago em lagoa intermitente

Terrão exposto a inundação

Ervoja ou jiloteira

Foco (água), Nascente

Sabão, escavação em canteiro

Cachoeira

Corredoiro, rãpido, travessa

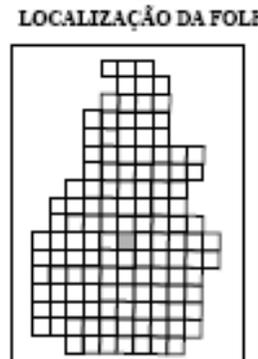
Barraçagem, terra, alvenaria

Fundolameiro

Arria

Aeroporto, Campo de Povo

Igreja, Escola, Misa



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-12-Z-III	SC-12-Z-III	SC-12-YA-I
ME 1542	ME 1544	ME 1545
PARAÍDO DO NORTE	VILA CANELA	SANTA TERESA
SC-12-Z-IV	SC-12-Z-VI	SC-12-YA-IV
ME 1769	ME 1710	ME 1711
PATÍMA	PORTO NACIONAL	PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO SOBRADO

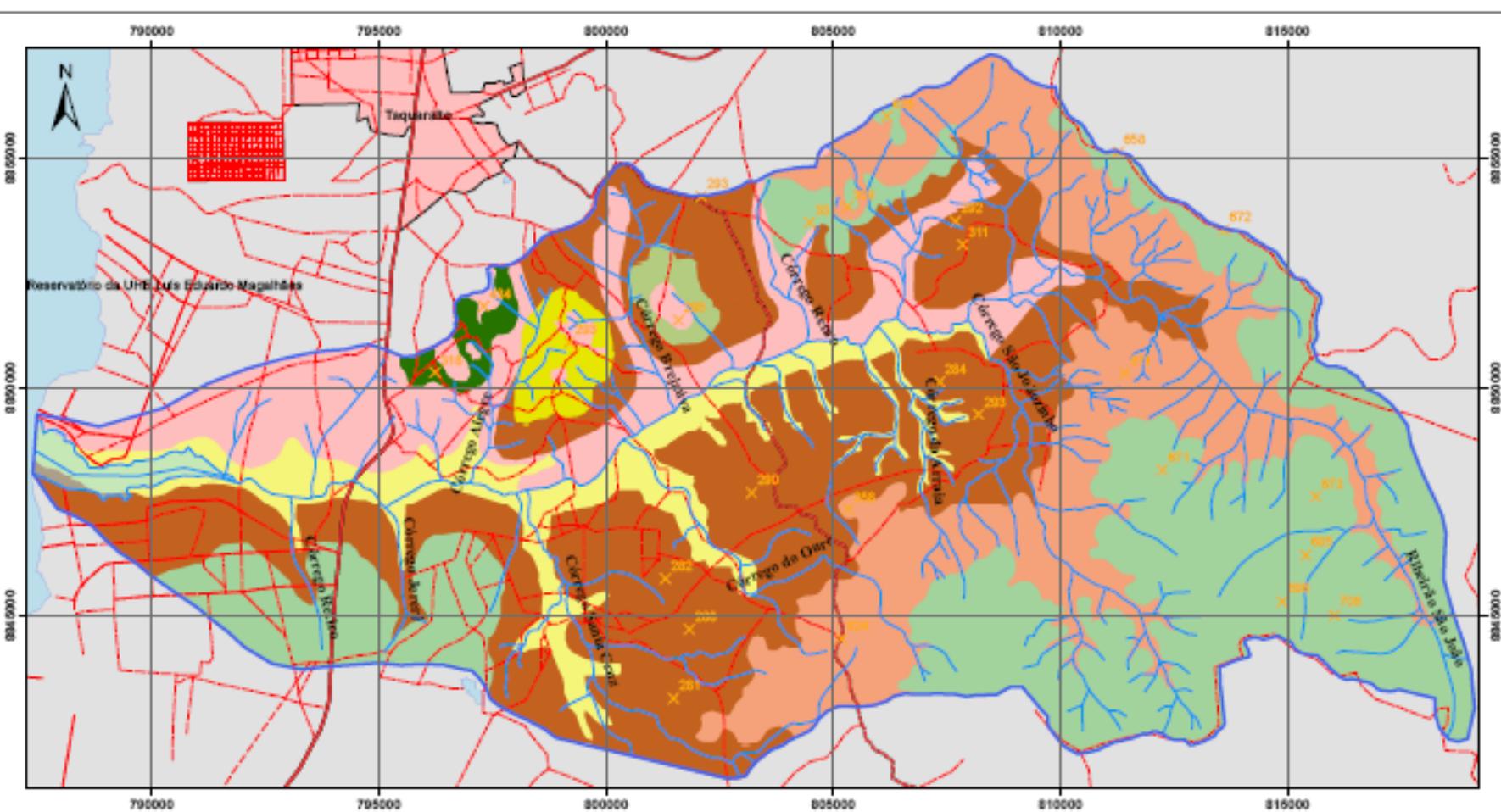
5.2.9 Aptidão Agrícola das terras, cobertura vegetal e uso do solo

5.2.9.1 Aptidão agrícola das terras

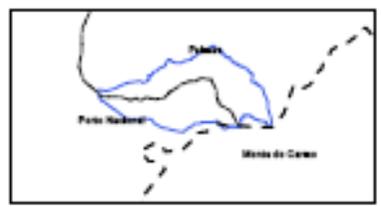
Os levantamentos de campo permitiram identificar sete classes de aptidão agrícola das terras na Bacia do Ribeirão São João, quais sejam: 1(a)bc – Terras boas para lavoura no nível de manejo B e C (grupo 2) e restritas no nível de manejo A (grupo 3); 1BC – Terras boas para lavoura em banquetas nos níveis de manejo B e C (grupo 2); 2(a)bc – Terras Regulares para lavoura no nível de manejo B e C (grupo 2) e restrita para o nível de manejo A (grupo 3); 2(ab)c – Terras Regulares para lavoura no nível de manejo C (grupo 2) e restritas no nível de manejo A e B (grupo 3). 4P – Terras Boas para pastagem plantada no nível de manejo B (grupo 2); 4p – Terras Regulares para pastagem plantada no nível de manejo B (grupo 2), 5n – Terras Regulares para pastagem natural (grupo 5) e 6 – Terras sem aptidão agrícola.

A partir da análise da distribuição das classes de aptidão agrícola das terras pôde-se observar que sua vocação da Bacia é a agropecuária, predominando as classes 2(ab)c com 31,76% e 2(a)bc com 26,87% da área da bacia, as demais classes ficaram respectivamente com: classe 6 – com 18,64%; 5n – com 11,63%; 4p – com 9,48%; 1BC com 0,84% e 1(a)bc com 0,78% . A classe predominante refere-se a classe a 2(ab)c, representada por Terras Regulares para lavouras no nível de manejo C (grupo 2) e Restrita para o nível de manejo A e B. A figura 90 apresenta o Mapa de Aptidão Agrícola das Terras da Bacia do Ribeirão São João.

MAPA DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMÁTICA
 NATURALIS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE
 Trazes Utilizadas:
 Curvas de Nível e Pontos Cotados no modo 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Caxoeira M1644 SC-22-E-B-03.

ESCALA: 1:100.000
 1 0,5 0 1 2 3 4 5 km

Legenda

- Classes de Aptidão Agrícola**
- 1(a)bc
Terras boas para lavouras no nível manejo 3 (grupo 2) e Restras no nível de manejo A (grupo 3)
 - 1BC
Terras boas para lavouras em pastagens nos níveis de manejo B e C (grupo 2).
 - 2(a)bc
Terras regulares para lavouras no nível de manejo B e C (grupo 2) e restras para os níveis de manejo A (grupo 3).
 - 2(ab)c
Terras regulares para lavouras no nível de manejo C (grupo 2) e Restras para lavouras no nível de manejo A e B (grupo 3).
 - 4p
Terras boas para pastagens plantada no nível de manejo B (grupo 2)
 - 4p
Terras regulares para pastagens plantada no nível de manejo B (grupo 2)
 - 5n
Terras regulares para pastagens natural (grupo 3)
 - 6 TS
Terras sem aptidão agrícola

LOCALIDADES

- Localidade
- Limite da Bacia

LIMITES

- Internacional
- Estadual
- Municipal
- Áreas especiais
- Fronteira
- Vertical
- Horizontal e vertical 556
- Compreendida
- Não compreendida
- Estação Climatológica
- E.C

Fronteira de controle

Altitude

ESTRADAS DE RODAGEM

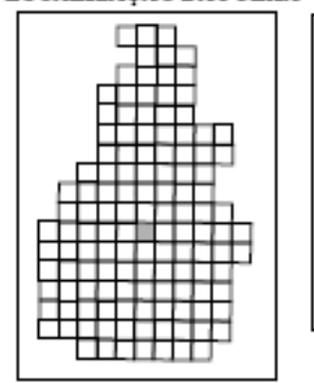
- Auto-estrada
- Posto-estação
- Sem pavimentação
- Canteiro Trilhas
- Identificação de rodovias
- Canteiro alameda (alca)
- Linhas telefônicas telegráficas
- Linhas de energia elétrica
- 2 ou mais rios
- 1 ou 2 rios
- Ártype permanente
- Ártype periódico
- Federal
- Estatal
- 2x2
- 2x2
- 4x4
- 4x4

HIDROGRAFIA

- Curso d'água intermitente
- Lago ou lagoa intermitente
- Terras sujeitas à inundação
- Ervojo ou planície
- Fleco (água), Nascente
- Saia, cascata ou estanca
- Cachoeira
- Corredório, rigidez, travessa
- Barragem: terra, alvenaria
- Passadouro
- Arão
- Aeroporto, Campo de Pousa
- Igreja, Escola, Mito



LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-E-B-II MI 1643 PARAÍSO DO NORTE	SC-22-E-B-III MI 1644 VILA CANELA	SC-23-V-A-I MI 1645 SANTA TERESA
SC-22-E-B-V MI 1739 RATINA	SC-22-E-B-VI MI 1740 PORTO NACIONAL	SC-23-V-A-IV MI 1751 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
 PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEAPO CARVALHO D'OLIVEIRA

5.2.9.2 Cobertura vegetal e uso do solo

Na área de estudo foram identificadas oito classes de cobertura vegetal e uso do solo. Dentre as coberturas vegetais naturais constata-se a presença de mata de galeria, mata de encosta, Cerradão e Cerrado. As áreas antropizadas são representadas por áreas de cultivos agrícolas, pastagens, solo nu/terras de uso na mineração e corpos d'água (represamentos).

A vegetação do Cerrado recobre extensivamente a Bacia do Ribeirão São João, reconhecendo-se também a Mata Estacional Semidecidual de Encosta, observada nas encostas das serras do Carmo e São João e, a presença de Mata de Galeria, que margeia a rede de drenagem.

As figuras 91 e 92 mostram respectivamente, áreas de remanescente de vegetação natural típicas de Cerrado e área de desmatamento, ambas localizadas na superfície cimeira da Serra do Carmo. Já as figura 93 e 94 mostram área de várzea e um fragmento de Floresta Estacional Semi-Decidual de Encosta.



Figura 91 – Vista geral de remanescente de vegetação natural típica de Cerrado, encontrada na superfície cimeira da Serra do Carmo, município de Palmas – TO.



Figura 92 – Vista geral de área de desmatamento de Cerrado ocorrido em 2005, localizado na superfície cimeira da Serra do Carmo, Fazenda Cachoeirinha, município de Palmas – TO, considerada área de recarga de aquíferos.



Figura 93 – Vista geral de área de várzea, localizado planície de inundação (zona ripária), Fazenda Quinhão 31, município de Porto Nacional – TO.



Figura 94 – Vista geral de área de Mata Estacional Semi-Decidual, degradada em função de desastre ecológico (ventos), localizada na Fazenda São Pedro, município de Palmas – TO.

Tomando-se como base os mapeamentos de Cobertura Vegetal e Uso do Solo da Bacia do Ribeirão São João, realizados por Santana (1997) para anos de 1989, 1995 e 1996, pode-se verificar a existência de oito classes, conforme a tabela 20 mostra as classes de cobertura vegetal e uso do solo para os anos de 1989, 1995 e 1996.

Tabela 20 - Classes de cobertura vegetal e uso do solo para os anos de 1989, 1995 e 1996.

Classes de cobertura vegetal e uso do solo da Bacia do Ribeirão São João							
	ano	1989		1995		1996	
item	Classes	Área (ha)	porcentagem	Área (ha)	porcentagem	Área (ha)	porcentagem
1	Cerradão / Mata de Encosta	16.580,62	48,43	14.150,20	41,32	7.376,59	21,54
2	Cerradão	918,22	2,7	1.105,50	3,23	1.747,75	5,1
3	Cerrado	9.861,65	28,8	9.006,59	26,31	3.881,25	11,34
4	Várzea	584,1	1,7	603,98	1,76	580,10	1,7
5	Pastagem	1.648,07	4,81	4.324,22	12,63	3.183,05	9,3
6	Agricultura / solo exposto	4.627,51	13,51	5.042,59	14,73	9.850,87	28,78
7	Represas	17,98	0,05	4,68	0,02	15,03	0,04
8	Queimadas	-	-	-	-	7.603,41	22,2

Fonte: Santana, 1997.

O levantamento do mapeamento de cobertura vegetal e uso do solo para os anos de 2003, 2004 e 2006, mostram os seguintes resultados: No ano de 2003, a vegetação de Cerrado ficou com uma área de 15.555,49 ha (53,38%), sendo o maior percentual, enquanto que o Cerradão apresenta-se com 417,80 ha (1,43%). A classe denominada mata de galeria representa 4.003,70 ha (13,74%), a mata de encosta apresenta uma área de 2.185,20 ha (7,50%). Referente às áreas antropizadas em 2003; para o uso agrícola registrou-se a área de 2.115,90 ha (7,26%), pecuária com 4.270,10 ha (14,65%), solo nu/terras de uso na mineração com 260,90 ha (0,89%) e corpos d'água (represamentos) de 334,50 ha (1,15%).

No ano de 2004, o Cerrado ficou com uma área de 14.741,70 ha (50,58%), o Cerradão com área de 414,41 ha (1,42%), a mata de galeria representa 3.981,60 ha (13,66%), a mata de encosta apresenta uma área de 2.166,00 ha (7,43%). Referente às áreas antropizadas em 2004; para o uso agrícola registrou-se a área de 3.170,00 ha (10,88%), a área de pastagens (pecuária) com 4.238,60 ha (14,54%), solo nu/terras de uso na mineração com 96,30 ha (0,33%) e corpos d'água (represamentos) com 334,40 ha (1,15%).

Em 2006, foram registradas as seguintes resultados, a vegetação de Cerrado ficou com uma área de 14.076,89 ha (48,30%), o Cerradão com 412,50 ha (1,42%). A mata de galeria representa 3.962,60 ha (13,60%), a mata de encosta apresenta uma área de 2.166,00 ha (7,43%). As áreas atropizadas em 2006 registraram para o uso agrícola uma área de 2.893,20 ha (9,93%), a pecuária com 5.042,40 ha (17,30%), a classe solo nu/terras de uso na mineração ficou com 254,50 ha (0,87%) e corpos d'água (represamentos) com 335,40 ha (1,15%). A tabela 21 apresenta as classes de uso do solo e cobertura vegetal com respectiva área e porcentagem de representação na Bacia do Ribeirão São João, para os anos de 2003, 2004 e 2006.

Tabela 21 - Classes de Cobertura Vegetal e Uso do Solo com respectiva área e porcentagem de representação na Bacia do Ribeirão São João, para os anos de 2003, 2004 e 2006.

Classes de cobertura vegetal e uso do solo da Bacia do Ribeirão São João							
	Ano	2003		2004		2006	
item	Classes	Área (ha)	porcentagem	Área (ha)	porcentagem	Área (ha)	porcentagem
1	Cerrado	15.555,49	53,38	14.741,70	50,58	14.076,89	48,30
2	Cerradão	417,80	1,43	414,40	1,42	412,50	1,42
3	Mata de Encosta	2.185,20	7,50	2.166,00	7,43	2.166,0	7,43
4	Mata de galeria	4.003,70	13,74	3.981,60	13,66	3.962,60	13,60
5	Pastagem	4.270,10	14,65	4.238,60	14,54	5.042,40	17,30
6	Agricultura	2.115,90	7,26	3.170,50	10,88	2.893,20	9,93
7	Solo exposto / áreas de mineração	260,80	0,89	96,30	0,33	254,50	0,87
8	Massa d'água / Represas	334,50	1,15	334,40	1,15	335,40	1,15

A seguir apresentam-se a figura 94 que traz o gráfico das áreas das diferentes classes de uso para os anos de 2003, 2004 e 2006. Na seqüência as figuras 95, 96 e 97 com os mapas de Cobertura Vegetal e Uso do Solo da Bacia do Ribeirão São João, para os anos de 2003, 2004 e 2006.

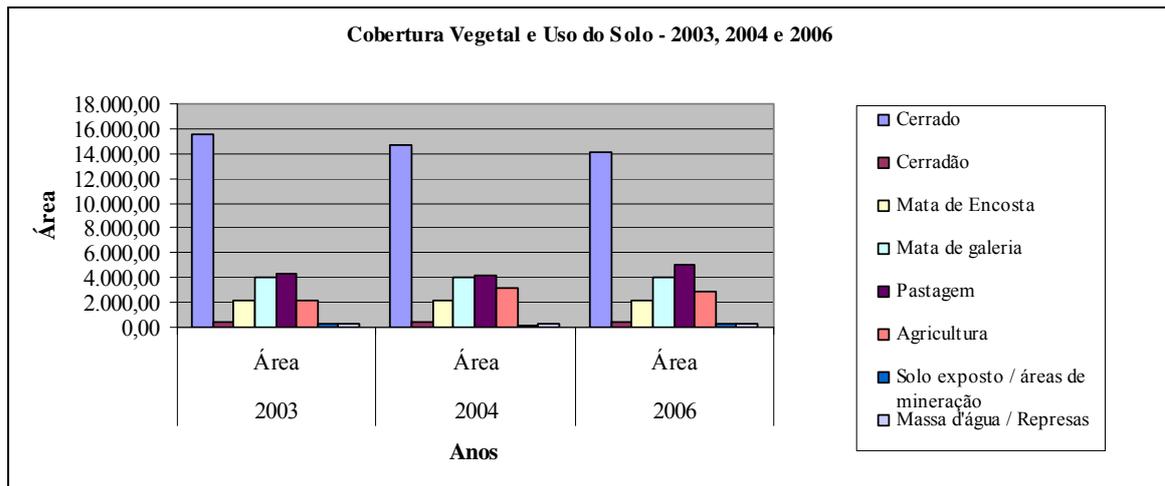
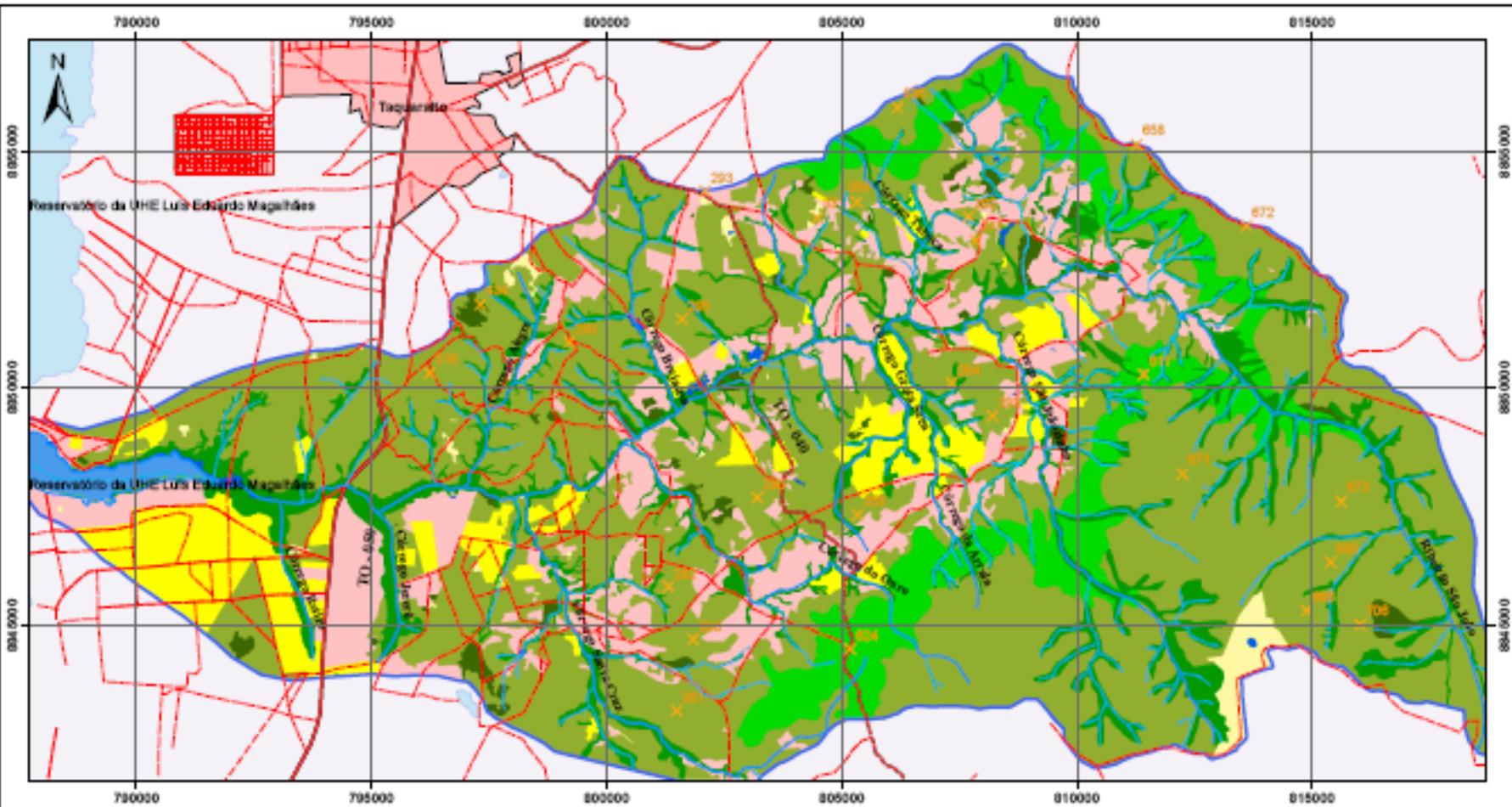
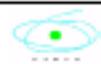


Figura 95 - Áreas de cobertura vegetal e uso do solo para os anos e 2003, 2004 e 2006.

MAPA DE COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO - ANO 2003



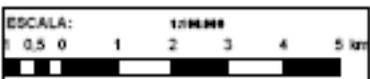
LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE ALEGRE DO CARNEIRO



ESCALA: 0 1 2 3 4 5 km

BASE DE DADOS
BASE CARTOGRAFICA DE REFERENCIA
INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS
NATURATINS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA
IBGE
PROJETO SÃO JOÃO
Temas Utilizados: Bases de Domínios, Rodovias, Limites Político-Administrativos, Localidades, Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra ano 2003, Mapeamento do Sítio Spot 5, com 5 metros de resolução espacial de Junho de 2003



Legenda

- Agricultura
- Cerradão
- Cerrado
- Mata de Galeria
- Corpos d'água
- Mata de Encosta
- Pastagem
- Solo Exposto
- Limite da Bacia

LOCALIDADES

Localidade

LIMITES

Internacional:

Estadual:

Municipal:

Áreas especiais:

Pontos de controle: Horizontal Vertical

Compreensão: Não compreensão

Altitudes: Estação Climatológica

ESTRADAS DE RODAGEM

Auto-estrada: 2 em 2 km

Perfeccionada: 2 em 2 km

Sem perfeccionamento: 200m

Caminho Trilhas: 200m

Identificação de rodovias: 200m

Caminho viário (rua): 200m

Linhas telefônicas subterráneas: 200m

Linhas de energia elétrica: 200m

HIDROGRAFIA

Curso d'água intermitente

Lago em lagoa intermitente

Terras sujeitas a inundação

Beira em planície

Praia (algas), Maré alta

Salto, cascata em estuário

Cadenteira

Corredores, rípiois, transdutores

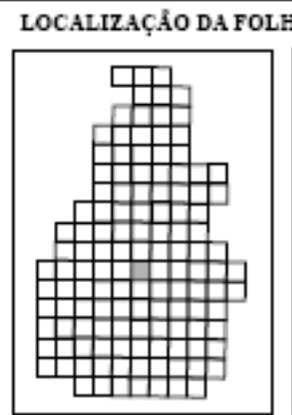
Barraquejo: terra, aluvionada

Fundadores

Areia

Aeroperua, Campo de Pósses

Igreja, Escola, Misa

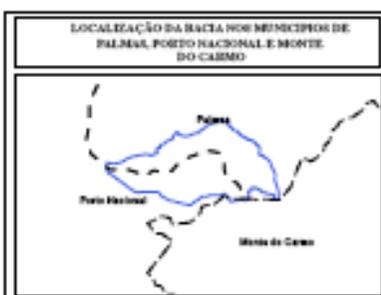
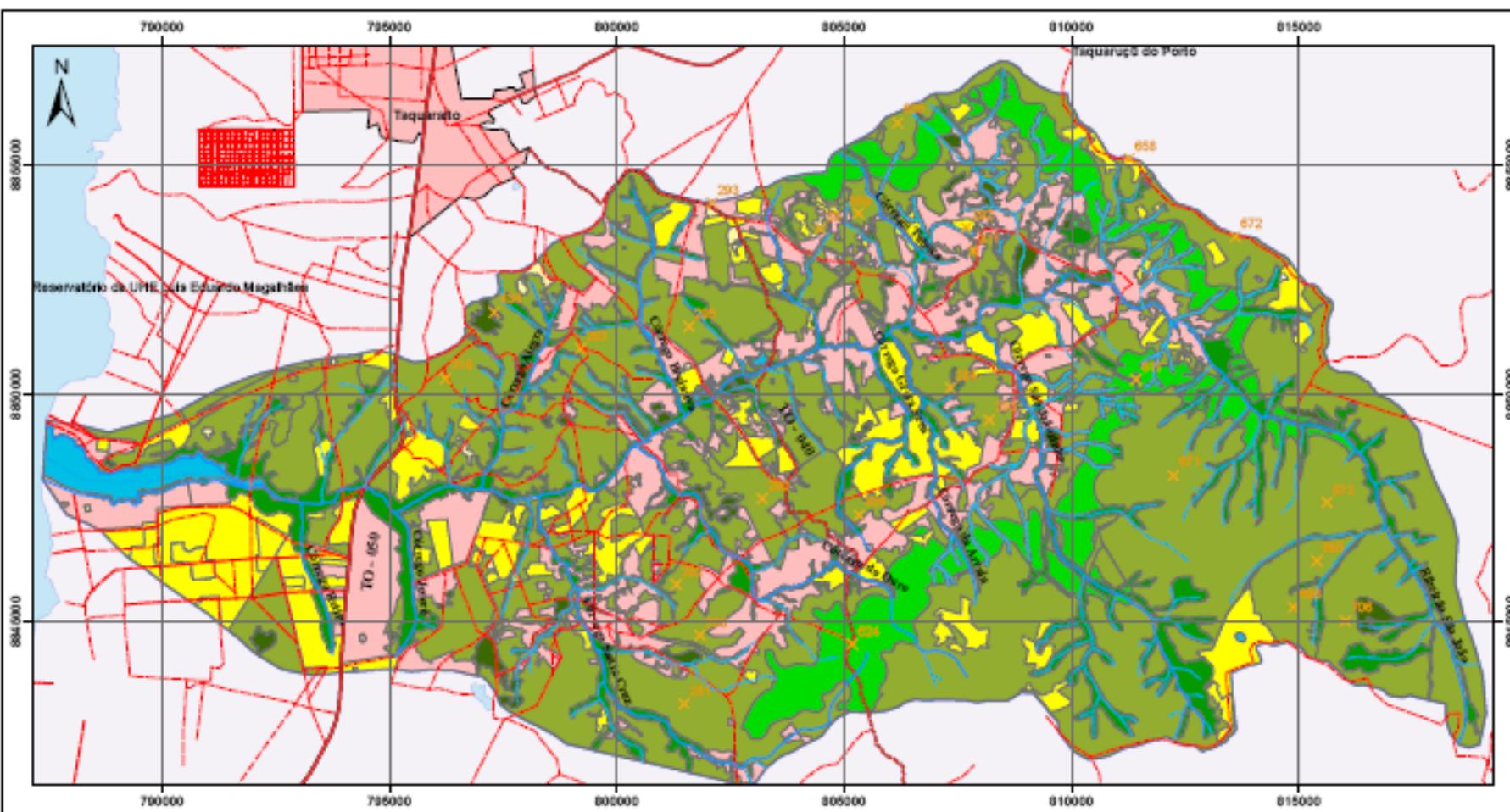


ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-22-Z-B-II	SC-22-Z-B-III	SC-22-V-A-I
MI 1642 PARAISO DO NORTE	MI 1644 VILA CANELA	MI 1645 SANTA TERESA
SC-22-Z-B-V	SC-22-Z-B-VI	SC-22-V-A-IV
MI 1768 ESTIMA	MI 1710 PORTO NACIONAL	MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PLANEJAMENTO E CIDADANIA AMBIENTAL
ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
JOSEAPO CARVALHO SOBRADO

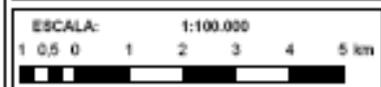
MAPA DE COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO DA BACIA DO RIBEIRAO SÃO JOÃO - ANO 2004



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOMÁTICA
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IBGE
PROJETO SÃO JOÃO

Fontes Utilizadas: Escala de Desenho, Estatística, Limite Público Administrativo, Localidades, Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra ano 2003, Imagem de Satélite Spot 5, com 5 metros de resolução espacial de Junho de 2003



Legenda
Cobertura Vegetal e Uso do Solo

- Agricultura
- Cerrado
- Cerradão
- Mata de Galeria
- Corpo d'água
- Mata de Encosta
- Pastagem
- Solo Exposto
- Limite da Bacia

LOCALIDADES

Localidade

LIMITES

Internacional:

Estadual:

Municipal:

Áreas especiais:

Postos de controle: Horizontal Vertical Horizontal e vertical 156

Altimetria: Comprovado 573 Não comprovado 573

Altitude: Escala Cartográfica 2:0

ESTRADAS DE RODAGEM

Auto-estrada: 1 em cada lado

Permanente: 1 em 2 lados

Sem pavimentação: 400px permanente 400px provisória

Canteiro Trilinha:

Identificação de rodovias: Federal Estadual 155

Canteiro único (ruas):

Linhas telefônicas integradas: 7x4 7x16

Linhas de energia elétrica: 47 47

HIDROGRAFIA

Curso d'água intermitente

Lago em lagoa intermitente

Terras esculpi e laminação

Enxerto em planície

Faixa (água), Navegável

Sabão, corrente em cascata

Cachoeira

Corredores, rápidos, corredeira

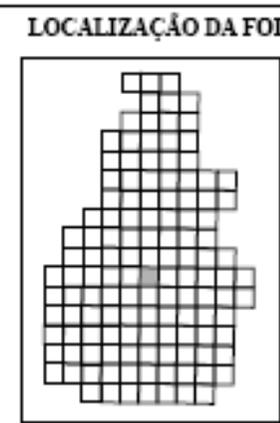
Barraçagem terra, alvenaria

Faísca/voeira

Artes

Aeroporto, Campo de Pousa

Igreja, Escola, Mito



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-23-E-B-II	SC-23-E-B-III	SC-23-V-A-I
MI 1643 PARADO DO NORTE	MI 1644 VILA CANELA	MI 1645 SANTA TERESA
SC-23-E-B-V	SC-23-E-B-VI	SC-23-V-A-IV
MI 1709 FATIMA	MI 1710 PORTO NACIONAL	MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGeo

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

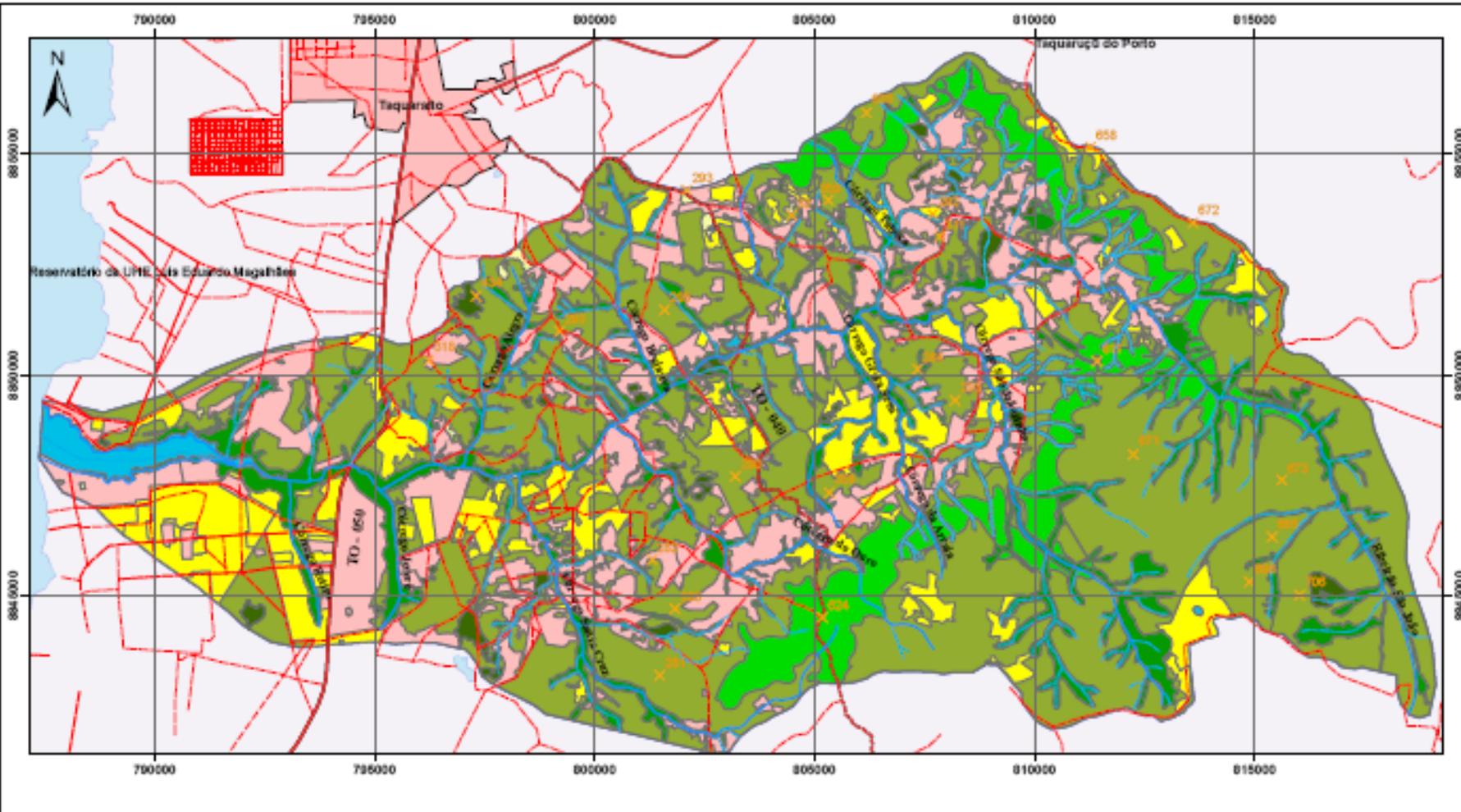
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO

JOSÉ CARVALHO DOURADO

MAPA DE COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO DA BACIA DO RIBEIRAO SÃO JOÃO - ANO 2006



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAZ, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO

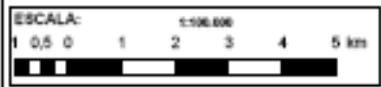


ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOMÁTICA
NATURATINS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IBGE
PROJETO SÃO JOÃO

Temas Utilizados: Redes de Drenagem, Estradas, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra nos 2003, Imagens de Satélite Spot 5, com 5 metros de resolução espacial de Junho de 2003



Legenda
Cobertura Vegetal e Uso do Solo

- Agricultura
- Cerrado
- Cerradão
- Mela de Galeria
- Corpos d'água
- Mela de Encosta
- Pastagem
- Solo Exposto
- Limite da Bacia

LOCALIDADES

Localidade

LIMITES

Internacional

Estadual

Municipal

Áreas especiais

Postos de controle Horizontal Vertical

Comprimido 373 Não comprimido 373

Altitude: Escala Cartográfica 2:0

ESTRADAS DE RODAGEM

Auto-estrada 2 ou mais rios

Permanente 1 ou 2 rios

Sem pavimentação 400px permanente 1000px pontilhado

Cambito Trilhas

Identificação de rodovias: Federal Estadual

Cambito alças (cabo)

Linhas telefônicas integradas 200px 250px

Linhas de energia elétrica 60px 40px

HIDROGRAFIA

Curso d'água intermitente

Lago ou lagoa intermitente

Terras sujeitas a inundação

Enjeço ou planície

Foz (água), Nascente

Sabão, cuneta ou cuneta

Culvertaria

Corredório, valeta, transecto

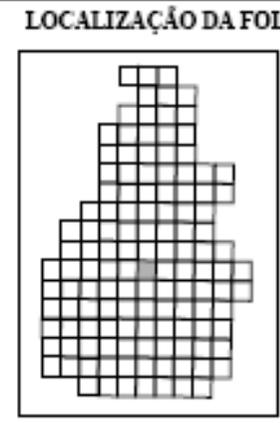
Estrequeço: terra, alvenaria

Fachadaeira

Aréa

Arreperto, Campo de Paulo

Igreja, Escola, Mito



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-21-E-B-II MI 1643 PARAISO DO NORTE	SC-21-E-B-III MI 1644 VILA CANELA	SC-21-V-A-I MI 1645 SANTA TERESA
SC-21-E-B-V MI 1739 FATIMA	SC-21-E-B-VI MI 1740 PORTO NACIONAL	SC-21-V-A-IV MI 1741 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
JOSIANO CAVALHO DOURADO

Há, na Bacia do Ribeirão São João, um predomínio da atividade agropecuária, caracterizada pela pecuária de corte e uma incipiente pecuária de leite e pequenas criações de caprinos, ovinos, aves e suínos. A agricultura é desenvolvida principalmente na parte média e baixa da Bacia, verificando-se o início da ocupação das terras altas, localizadas nas cabeceiras de drenagem, esta situação pode comprometer ainda mais a função básica das áreas de interflúvios que são de servirem como áreas de recargas de aquíferos.

A agricultura que emprega a irrigação concentra-se na planície de inundação e nos baixos terraços pertencentes aos leitos dos ribeirões São João, São Joãozinho, Prata e Taboca. Essa situação está comprometendo a qualidade dos recursos hídricos superficiais da Bacia do Ribeirão São João, tendo em vista que para instalação das culturas irrigadas, estão sendo ou já foram retiradas às matas de galeria ou a vegetação da zona ripária.

As atividades agropecuárias são desprovidas de planejamento e apresentam precário acompanhamento técnico. A finalidade primeira é a produção e comercialização de hortifrutigrangeiros, principalmente para Palmas, capital do Estado. A falta de planejamento das atividades na Bacia pode ser definida, a partir da análise do processo de implantação do Projeto da “bacia leiteira”, que culminou com a construção de um laticínio, aquisição de um caminhão e de um trator com implementos, porém esse empreendimento não funcionou até o momento, mesmo tendo o apoio dos governos federal, estadual e municipal na implantação e fornecimento de infra-estrutura, considerando-se aí, o apoio das instituições financeiras com o Banco da Amazônia S/A e Banco do Brasil S/A, assim como, o apoio técnico das Secretarias Estadual e Municipal de Agricultura (Palmas).

Conforme dito anteriormente, na área de inundação e nos baixos terraços, locais onde se desenvolve a agricultura irrigada, é justamente essa paisagem que apresenta fortes limitações para usos agrícolas, por terem o lençol freático muito superficial apresentando no período chuvoso algumas áreas de várzeas com lagoas intermitentes. Outro fator que torna caótica a situação dessa paisagem é a abertura de cavas para extração de material para construção civil (argila), degradando o ambiente, tornando-o num local com aspecto de “crateras”.

Além dos aspectos já expostos, verifica-se também que as áreas de inundação e os baixos terraços da Bacia são domínios inadequados para construção de estradas, implantação de lagoas de captação e infiltração de águas pluviais, habitações e fossas sépticas. Essa inadequabilidade decorre do lençol freático ser bastante superficial nestas áreas, o que provoca a dificuldade de trafegabilidade das estradas rurais, assim como a contaminação das águas subterrâneas, conforme se constatou através dos resultados das análises microbiológicas das águas sub-superficiais, realizadas no Laboratório da Hidrologia da UNITINS e que abastecem algumas sedes de propriedades rurais da Bacia do Ribeirão São João.

Nos terraços altos e nas áreas de colinas que possuem manto de intemperismo menos espesso, a aptidão do solo é restrita e inadequada à mecanização agrícola, principalmente pela ocorrência de afloramento do embasamento cristalino granítico, verificando-se na superfície do terreno, a presença de rochas e blocos em alguns pontos da Bacia do Ribeirão São João. Nessas áreas ocorre ainda, a exploração mineral para a construção civil (pedreiras), sendo o material granítico retirado para a produção de brita, porém, tal atividade se dá sem o devido controle dos impactos ambientais, o que resulta na degradação, seja nas áreas de exploração de material granítico, quanto nas áreas de armazenamento de brita.

Ressaltam-se a necessidade de compartilhar o interesse pelos bens minerais da Bacia do Ribeirão São João e a questão ambiental, de tal forma que possa viabilizar a exploração em áreas previamente escolhidas e fiscalizadas por órgãos competentes, para que não haja novos processos de degradação ambiental, exigindo-se a regularização das áreas de exploração minerais já existente, assim como a implantação de medidas de controle ambiental, através de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), individuais para cada propriedade rural e/ou empreendimento.

5.2.10 Degradação ambiental decorrente da retirada da cobertura vegetal natural e do uso inadequado do solo

As classes corpos d'água e solo nu/terras de uso na mineração representam as áreas degradadas, porém, verifica-se na Bacia do Ribeirão São João, áreas destinadas à pecuária que encontram-se outros processos de degradação, como os registros de uso da atividade de queimadas no manejo de pastagens plantadas e no Cerrado para o aproveitamento quando da renovação de pastagens.

A partir dos dados do mapeamento de uso e cobertura do solo para a bacia do ribeirão São João, realizados por Santana (1997), para os anos de 1989, 1995 e 1996 e por Martins (2003), para o ano de 2003 e os levantamentos realizados neste estudo nos anos de 2004 e 2006, pode-se analisar a dinâmica de ocupação da desta bacia num período de 17 anos, conforme a tabela 19 e a figura 99.

Tabela 22 - Evolução multitemporal dos percentuais das classes de cobertura vegetal e uso do solo da Bacia do Ribeirão São João, em termos dos percentuais de cobertura vegetal natural e áreas antropizadas, para os anos de 1989, 1995, 1996, 2003, 2004 e 2006.

Ano	1989	1995	1996	2003	2004	2006
Classes	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Cobertura vegetal natural	81,63	72,62	39,68	76,05	73,10	70,75
Áreas antropizadas	18,37	27,38	60,32	23,95	26,90	29,25

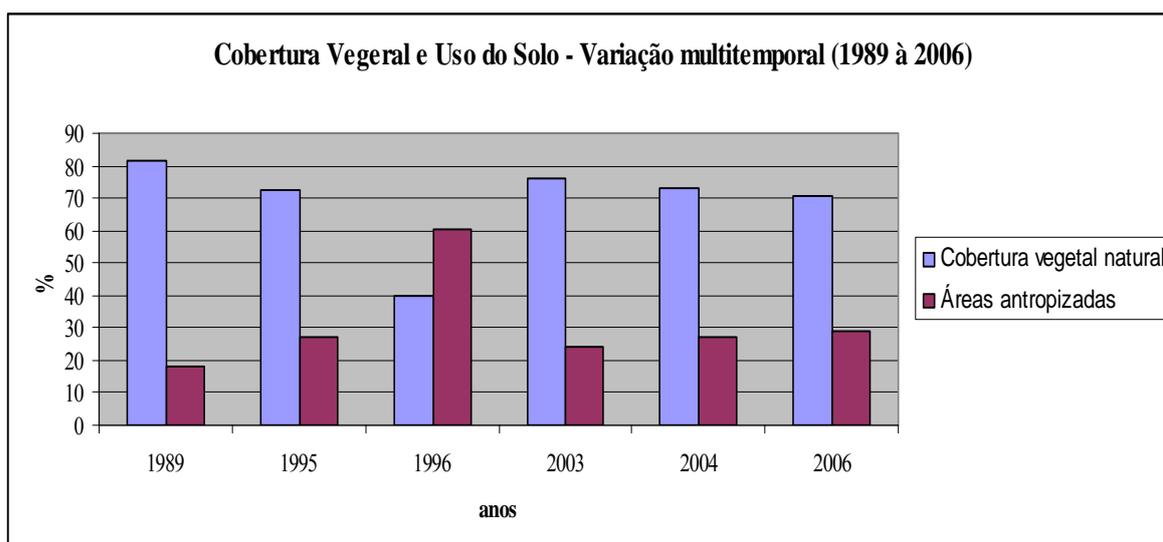


Figura 99 – Gráfico da evolução multitemporal das classes de cobertura vegetal e uso do solo da Bacia do Ribeirão São João, em termos dos percentuais de cobertura vegetal natural e áreas antropizadas, para os anos de 1989, 1995, 1996, 2003, 2004 e 2006.

As figuras 100 a 102 mostram alguns exemplos de uso e/ou prática cultural inadequados na área da Bacia do Ribeirão São João.



Figura 100 – Vista geral de uma área agrícola comercial (milho irrigado) detalhe para o sistema de aragem do terreno, através do uso de tração animal, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas (TO).



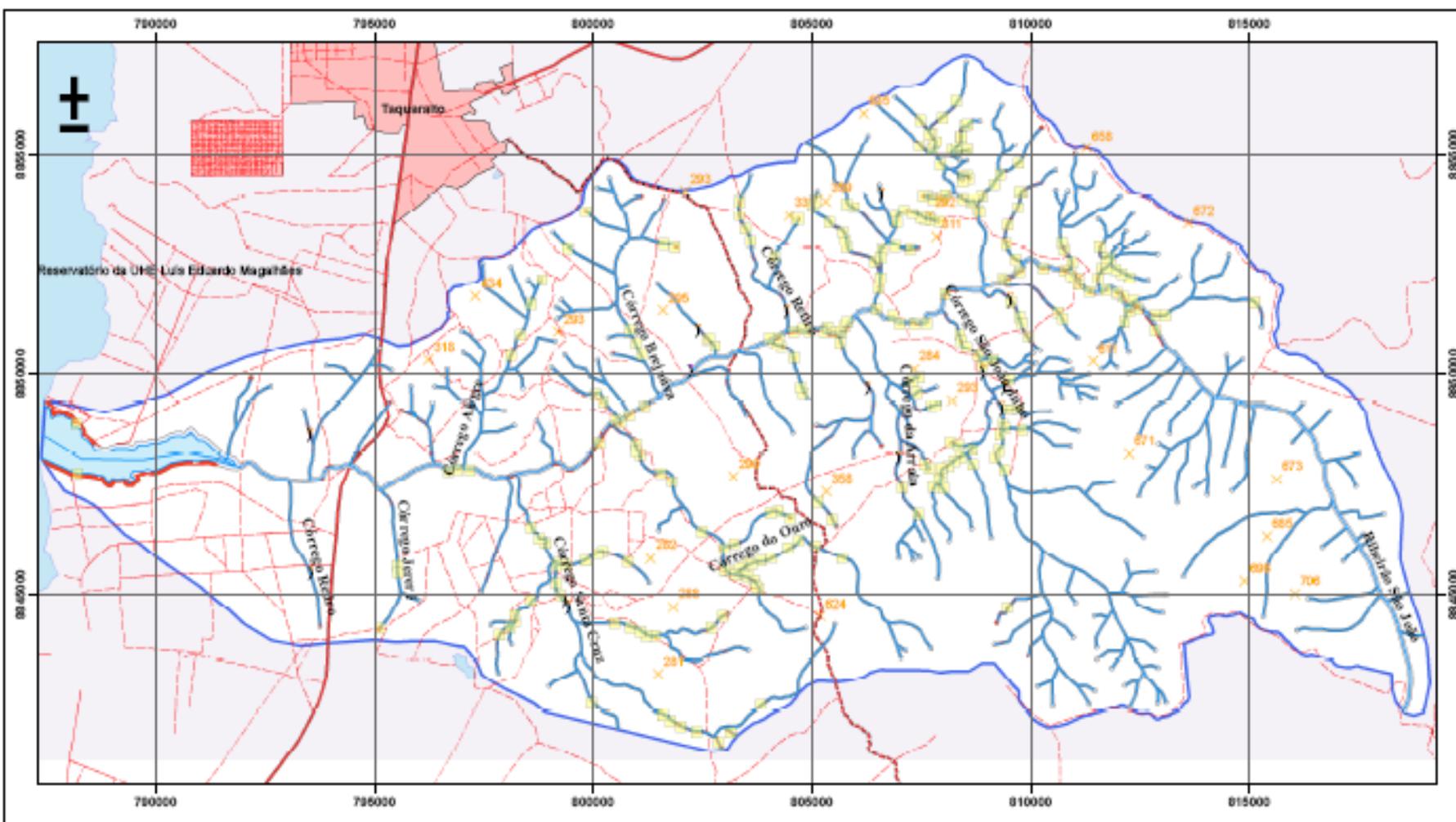
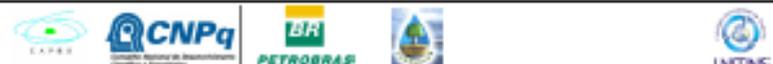
Figura 101 – Vista em primeiro plano de uma área de agricultura de subsistência (arroz de sequeiro) detalhe para o manejo através da capina manual, no segundo plano a Mata de Galeria do Ribeirão São João, município de Palmas - TO.



Figura 102 – Área de cultivo de milho em Área de Preservação Permanente - APP do Ribeirão São João, detalhe para o assoreamento de seu leito, localizada no Projeto de Assentamento São João, Palmas – TO.

Com base no Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal para o ano de 2006, foi elaborado o mapeamento das áreas de usos inadequados, tendo como referência o que preconiza a legislação ambiental (BRASIL, 1965), relativo às áreas de preservação permanente – APP's das margens de rios, margens de reservatório e bordas de serras, o que resultou no Mapa das Áreas de Usos Inadequados na Bacia do Ribeirão São João, conforme a figura 103.

MAPA DAS ÁREAS DE USO INADEQUADO DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO - ANO 2006

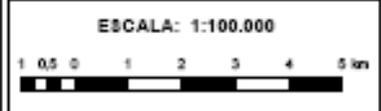


LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS
 NATURATINS
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE
 Tópicos Utilizados: Redes de Drenagem, Relevo, Limites Político-Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Cotados no escala 1:100.000 de Carta Topográfica Vila Carolina MI 1644 SC 22-2-B-III.
 Data do Projeto São João:
 Mapeamento do Vegetal e Uso e Cobertura do Solo, áreas delimitadas em 2005/2006

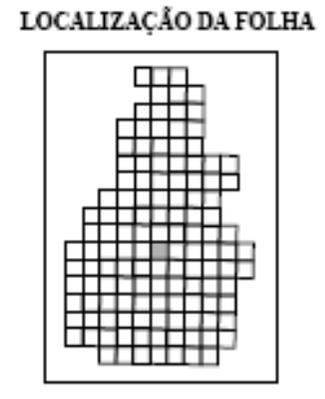


- Legenda**
- X Uso inadequado Agricultura
 - X Uso inadequado Cava de Argila
 - X Uso inadequado Pastagem
 - Rede Uso inadequado
 - Área de preservação Permanente

- LOCALIDADES**
- Localidade
 - Limite da Bacia
- LIMITES**
- Internacional
 - Intermunicipal
 - Intermunicipal
 - Área especial
- Pontos de controle
- Altitudes

- ESTRADAS DE RODAGEM**
- Auto-estrada
 - Federal
 - Sem pavimentação
 - Caminho Trilho
 - Identificação de rodagem
 - Caminho atrezo (ruído)
 - Linhas telefônicas integradas
 - Linhas de energia elétrica

- HIDROGRAFIA**
- Curso d'água internacional
 - Lago ou lagoa internacional
 - Terrasço na fôlta e inundação
 - Enjô em planície
 - Fôlta (sigas), Nascente
 - Salto, cascata ou retardo
 - Cachoeira
 - Corredor de água, repêto, transosto
 - Estreito de terra, alameda
 - Fundoburo
 - Arêdo
 - Aeroporto, Campo de Povo
 - Igreja, Escola, Mito



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC 21.2.B.II MI 1543 PARAÍSO DO NORTE	SC 21.2.B.III MI 1544 VILA CAROLINA	SC 21.2.A.I MI 1645 SANTA TERESA
SC 21.2.B.VI MI 1709 PALMA	SC 21.2.B.VII MI 1710 PORTO NACIONAL	SC 21.2.A.IV MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

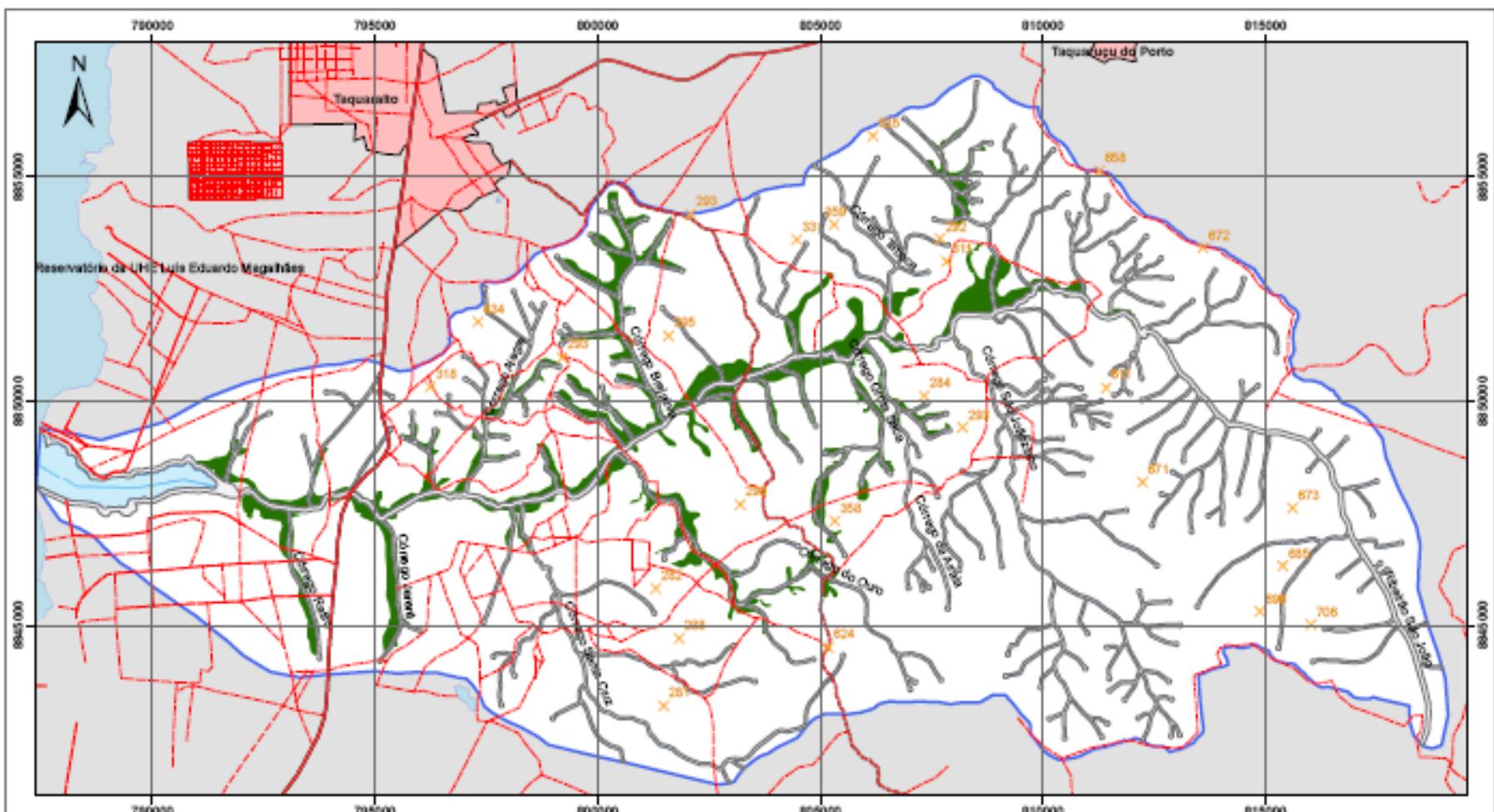
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO DOSREIS

A partir da análise do mapa de usos inadequados observa-se que a soma das áreas de usos inadequados relativos à ocupação de áreas marginais do reservatório da UHE – LAJEADO e da rede de drenagem da Bacia do Ribeirão São João, soma-se 252,46 ha, enquanto que as áreas de preservação permanentes de borda das serras com usos inadequados totalizam-se 20,16 ha. Quando a análise simplista e baseada em termos quantitativos, ou seja, a comparação entre o total da área da bacia e o total degradado em função do uso inadequado, numericamente poderia se concluir que a bacia encontra-se em bom estado de conservação, porém, a análise mais detalhada permite inferir que são nas APP's de mata de galeria onde se registra o maior nível de degradação na bacia.

Considerando-se os riscos ambientais decorrentes da supressão da vegetação que protege a rede de drenagem, o mapeamento das áreas de uso inadequado transforma-se num suporte para o planejamento de recuperação de áreas degradadas. Porém para a elaboração de um plano de utilização racional dos recursos naturais da Bacia do Ribeirão São João, passa pela conservação dos recursos hídricos e a proteção principalmente dos ecossistemas Mata de Galeria e Planície de Inundação, neste sentido torna-se importante a delimitação da Zona Ripária, e com isso o seu mapeamento (figura 104). Esse mapeamento permitiu verificar a não coincidência da Área de Preservação Permanente – APP com a Zona Ripária, o que torna sua preservação não obrigatória, pois segundo LIMA e ZÁKIA (2006), a primeira é definida através do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965), enquanto que a segunda por não possuir embasamento jurídico, não se configura como uma exigência legal junto aos produtores rurais na preservação desta zona.

Esses autores recomendam ainda, que a zona ripária deve ser protegida ou no mínimo indicada como zona de manejo diferenciado. Neste sentido para nós pesquisadores do Projeto São João e a comunidade da bacia, deve ficar claro que é nestes locais que devem se concentrar às ações que visem a recuperação de áreas degradadas.

MAPA DA ZONA RIPÁRIA DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO



ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMÁTICA
 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE
 Temas Utilizados:
 Redes de Drenagem, Rotas de Fluxo, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Pontos Coteados na escala 1:100.000 do Carto Topográfico Nra Casella MI 1644 SC 22-Z-B-III.



ESCALA: 1:100.000
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49
 ORIGEM DA QUILÔMETRAGEM UTM:
 "Equador e meridianos 51° west"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10.000m e 500km RESPECTIVAMENTE.

Legenda

 Área de preservação Permanente
 Limite da Bacia
 Zona Ripária

LOCALIDADES
 Localidade

LIMITES
 Internacional: ---
 Interestadual: ---
 Intramunicipal: ---
 Área especial: ---

Pontos de controle:
 Horizontal: ○ Vertical: ×
 Horizontal e vertical: ○×
 Comprimento: 50 Não compreendido: 50

Altitudes:
 Escala: 0m, 20m, 40m

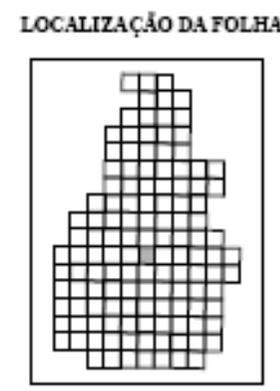
ESTRADAS DE RODAGEM

Auto-estrada: 2 ou mais rias
 Ferrovista: 1 ou 2 rias
 Sem pavimentação: 400px permanente 400px permanente
 Cascalho: 1 rias
 Identificação de rodagem: Federal, Estadual, Municipal

Caminhão sobre (ruas): ---
 Linha telefônica telegráfica: 70m, 200m
 Linha de energia elétrica: 40m, 40m

HIDROGRAFIA

Curso d'água intermitente
 Lago ou lagoa intermitente
 Terreno sujeito a inundação
 Enjeço em planície
 Pico (apex), Nascente
 Salto, cascata ou cataduto
 Cachoeira
 Corredor, rápida, travessa
 Barragem: terra, alvenaria
 Pântano
 Área
 Aeroporto, Campo de Povo
 Igreja, Escola, Misa



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC 22-Z-B-B	SC 22-Z-B-C	SC 22-Z-A-1
MI 1643 PALMADO DO NORTE	MI 1644 VILA CANELA	MI 1645 SANTA TERESA
SC 22-Z-B-V	SC 22-Z-B-VI	SC 22-Z-A-IV
MI 1709 PATÍMA	MI 1710 PORTO NACIONAL	MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

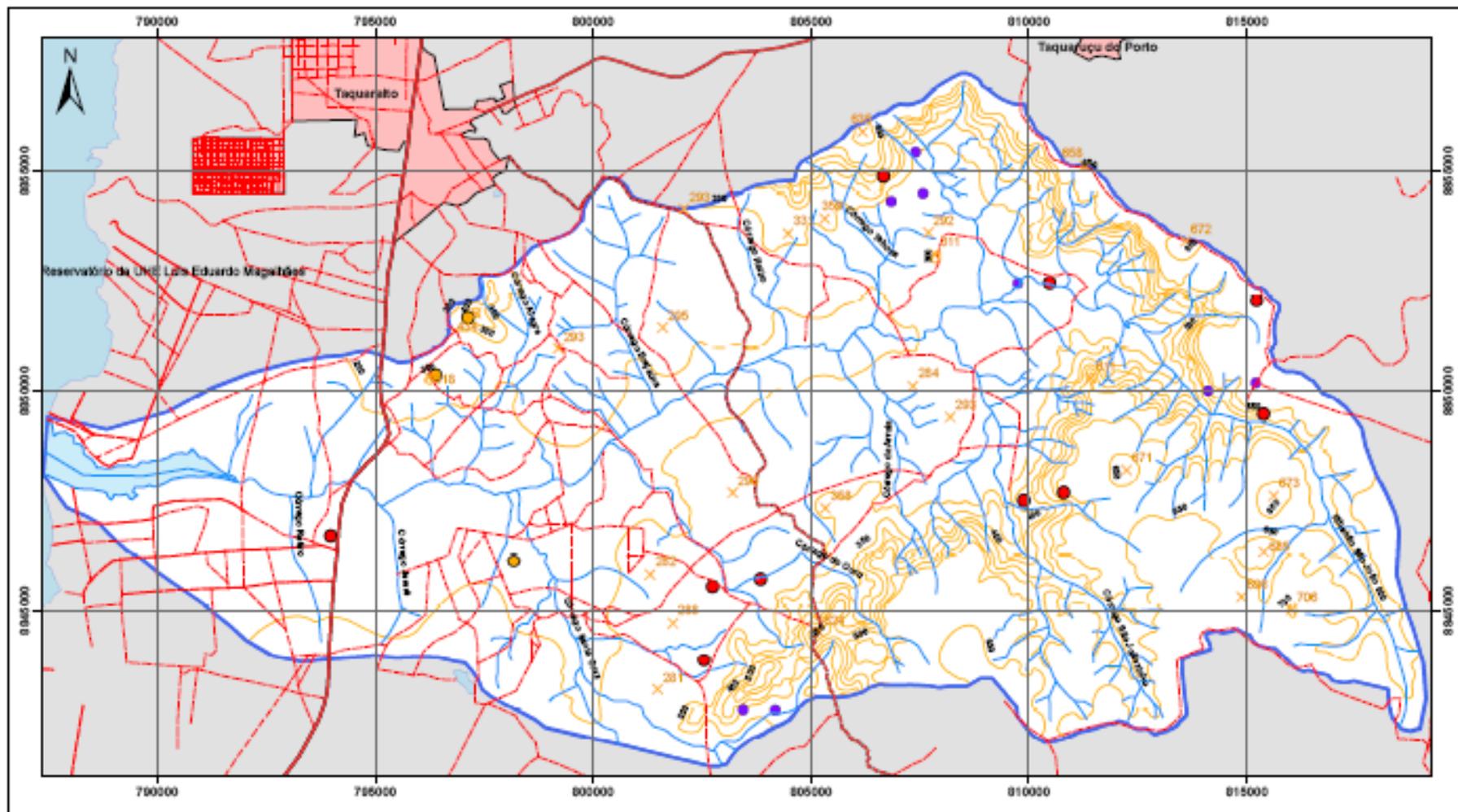
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
 INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGEO
 DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
 ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL
 ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEANO CARVALHO DOURADO

5.11 Degradação pela prática de queimadas

As queimadas têm intensa ocorrência no Estado do Tocantins, principalmente entre os meses de julho a setembro. É neste período que os agricultores estão preparando as áreas para plantio e/ou realizando atividades de “limpeza” ou renovação das pastagens. No geral as queimadas na região da Bacia do Ribeirão São João assumem grandes proporções e geram grandes problemas ambientais.

A utilização de dados de satélites NOAA para a determinação de focos de calor na área da Bacia do Ribeirão São João, pôde-se verificar que no ano de 2004, ocorreram oito focos de calor, sendo seis no município de Palmas, dois no município de Porto Nacional. Já em 2005 os dados apontam para dez focos de calor, sendo quatro no município de Palmas, seis no município de Porto Nacional, em 2006, foram registrados três focos de calor, sendo dois no município de Palmas e um em Porto Nacional. A figura 105 mostra o Mapa de Ocorrência de Focos de Calor na Bacia do Ribeirão São João, para os anos de 2004, 2005 e 2006.

MAPA DE OCORRÊNCIA DE FOCOS DE CALOR - BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO - ANOS: 2004, 2005 e 2006



LOCALIZAÇÃO DA BACIA NOS MUNICÍPIOS DE PALMAS, PORTO NACIONAL E MONTE DO CARMO

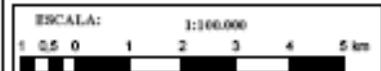


ESCALA: 1:1.000.000

BASE DE DADOS
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMÁTICA
 NATURALIS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
 IBGE

Temas Utilizados:
 Redes de Drenagem, Rotas de Fluxo, Limites Políticos Administrativos, Localidades, Curvas de Nível e Pontos Caudais na escala 1:100.000 da Carta Topográfica Vila Canela MI 1644 SC-23-E-9-III.



ESCALA: 1:100.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: MARÉGRAFO IMBITUBA, SC
 DATUM HORIZONTAL: SAD-49

ORDEM DA QUILÔMETRAGEM UTM:
 "Equador + meridiano 51° oeste"
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES
 18.000km + 500km RESPECTIVAMENTE.

Legenda

- Focos de Calor Ano 2006
- Focos de Calor Ano 2005
- Focos de Calor Ano 2004

LOCALIDADES

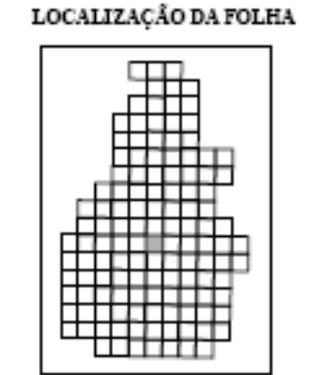
- Localidade
- Limites
- Intermunicipal
- Intermunicipal
- Áreas especiais
- Limite da Bacia
- Pontos de controle
- Altitudes

ESTRADAS DE RODAGEM

- Auto-estrada
- Paralelela
- Sem pista marcada
- Canteiro Trilinha
- Identificação de rodovias
- Canteiro alva (cabo)
- Linhas telefônicas subterráneas
- Linhas de energia elétrica

HIDROGRAFIA

- Curso d'água intermitente
- Lago ou lagoa intermitente
- Terras rajadas e inundáveis
- Ilhas ou pântanos
- Peça única, Nascença
- Sabão, cavada ou canteiro
- Cachoeira
- Cachoeira, rápida, transposta
- Barragem: terra, alvenaria
- Pedra sobre
- Artes
- Aeroporto, Campo de Povo
- Igreja, Escola, Muro



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

SC-23-E-9-III MI 1643 PALMAS DO NORTE	SC-23-E-9-III MI 1644 VILA CANELA	SC-23-E-9-III MI 1645 SANTA TEREZA
SC-23-E-9-IV MI 1705 PALMAS	SC-23-E-9-IV MI 1710 PORTO NACIONAL	SC-23-E-9-IV MI 1711 PONTE ALTA DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IGE

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO
 JOSEMAR CARVALHO DOS REIS

As figuras 106, 107 e 108 mostram, respectivamente, o aspecto de degradação provocada por queimadas, em áreas localizadas na Serra do Carmo, no Projeto de Assentamento São João e na região do Córrego Ouro, Bacia do Ribeirão São João.



Figura 106 – Vista geral da Serra do Carmo, após ocorrência de uma grande queimada. Bacia do Ribeirão São João, Palmas – TO.



Figura 107 – Vista geral de área de Cerrado, detalhe para o aspecto de degradação pela eliminação total da cobertura vegetal após prática de queimada. Projeto de Assentamento São João, município de Palmas – TO.



Figura 108 – Vista geral de área de Cerrado, após prática de queimada, sub-bacia do Córrego Ouro, município de Porto Nacional – TO.

As ocorrências de focos de calor, provavelmente são queimadas que estão contribuindo para a baixa fertilidade dos solos encontrados na bacia, visto que autores como Kanashiro e Denich (1998) e Maluf (1991), confirmaram a perda de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, durante a queima da vegetação.

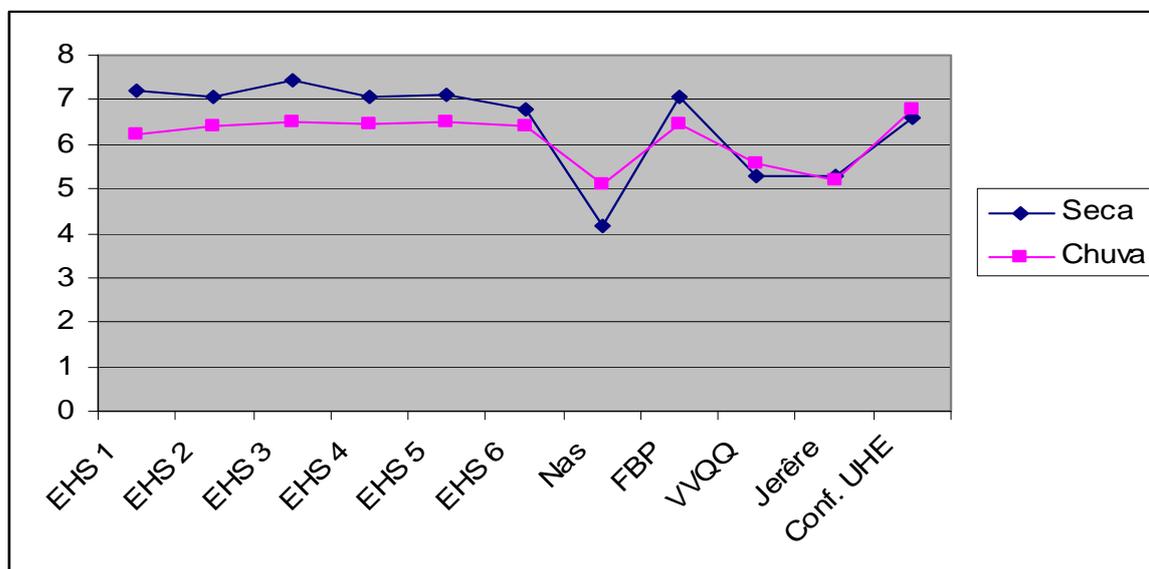
5.12 Qualidade da água: parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

5.12.1 Análise espaço-temporal dos resultados dos valores médios mensais sazonais no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente até o reservatório da UHE - Lajeado, durante o período seco: jun/06 a jul/06 e chuvoso: fev a abr/06 e dez/06, das variáveis estudadas²³.

A qualidade da água superficial da Bacia do Ribeirão São João, avaliada a partir de seis estações e cinco pontos de amostragem selecionados, quanto aos valores pontuais e médios das variáveis físicas, químicas e microbiológicas durante o período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan/fev a abr/06 e dez/06, encontram-se nos anexos 2 e 3.

pH

A figura 109 ilustra a distribuição espaço-temporal dos valores médios mensais de pH da água nas estações de amostragem do Ribeirão São João, evidenciando flutuações entre 3,8 e 7,8.



²³As variáveis estudadas neste trabalho foram: (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência, turbidez, STD, fósforo total, nitrogênio total).

Figura 109 – Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de pH, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan a abr/06 e dez/06.

O pH médio do ribeirão São João, mostrou-se levemente ácido (6,5). Observa-se que os menores valores de pH ocorreram na nascente do Ribeirão São João (3,8) independente da época seca ou chuvosa. Carvalho (1997), estudando a sub-bacia do Ribeirão Lajeado, tributário do rio Tocantins, no médio Tocantins, observou que o pH variou entre 6,4 a 7,8 e que o pH mais elevado foi no período de seca. Na grande maioria dos corpos d'água continentais o pH varia entre 5,5 e 8,0 (SAWYER *et al.*, 1994).

De um modo geral houve uma redução dos valores médios do pH na Bacia do Ribeirão São João da época seca para a chuva, de 6,4 para 6,1. Segundo Cole (1979), as chuvas aumentam a concentração de gás carbônico livre na água graças ao carreamento desse gás livre da atmosfera e dos solos com alto componente orgânico para os corpos d'água naturais. Com a diminuição das chuvas já era esperado um aumento do pH por conta da diminuição do gás carbônico livre cuja principal fonte é a chuva.

Por outro lado o aumento do processo fotossintético em função do aumento da temperatura refletiu no aumento do pH. De fato os maiores valores de pH foram na confluência da UHE Lajeado que registraram as temperaturas mais elevadas nas épocas de secas e de chuvas.

Condutividade elétrica

A figura 110 mostra os valores médios mensais de condutividade elétrica da água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.

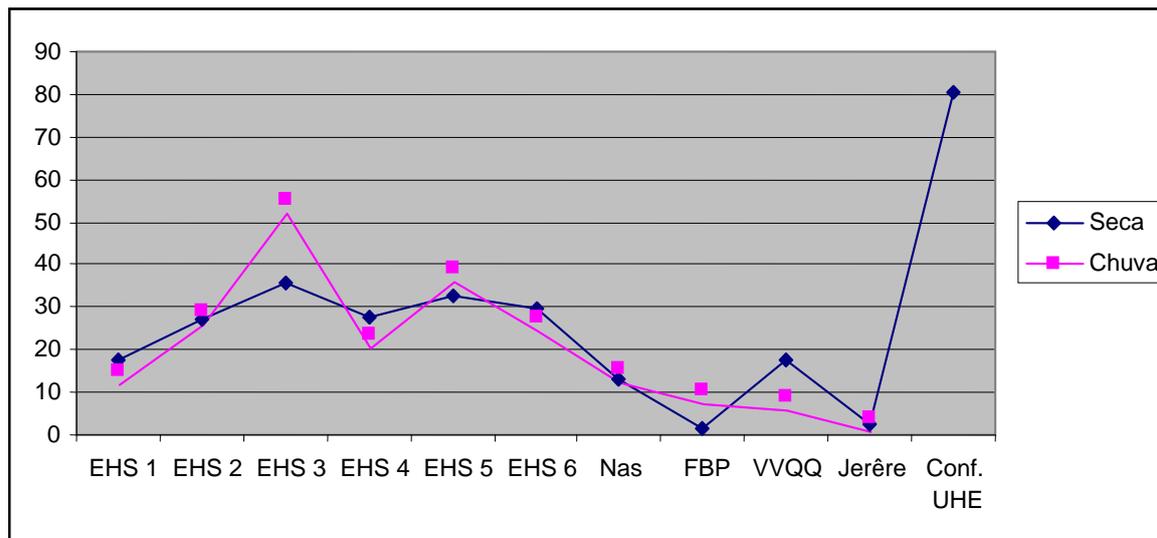


Figura 110 – Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.

De uma maneira geral, os valores de condutividade elétrica foram relativamente baixos em todos os pontos amostrados apresentando um valor médio de $20,4 \mu\text{S}/\text{cm}$ na época de seca e $20,9 \mu\text{S}/\text{cm}$ na época de chuva. Somente na estação (EHS 03), a condutividade mostrou-se um pouco mais elevada e variou entre $35,0$ a $68,20 \mu\text{S}/\text{cm}$. Isto está associado ao aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo) de origem alóctone provenientes da agricultura irrigada, sem o uso de práticas conservacionistas.

Almeida (1999), estudando as variações nictemerais em períodos de estiagem em dois trechos da microbacia do Ribeirão Taquaruçú Grande na região do entorno de Palmas (TO), encontrou valores de condutividade variando entre $27,5 \mu\text{S}/\text{cm}$ a $32,6 \mu\text{S}/\text{cm}$. Uma referência de condutividade para água “limpa” foi estudada por Costa *et al.* (1995) no rio Gravataí (RS), obtendo-se valores entre 70 e $105 \mu\text{S}/\text{cm}$. Na área em estudo no presente trabalho todos os pontos medidos estão abaixo desses valores.

Registra-se que os valores de condutividade elétrica foram relativamente baixos e em todos os pontos de amostra da área de estudo, estiveram abaixo de $100 (\mu\text{S}/\text{cm})$ estabelecidos para rios da classe 2 (CONAMA, 2005).

Turbidez

A figura 111 mostra os valores médios mensais de turbidez (mg/l) da água, entre as estações de amostragem no ribeirão São João no período de seca jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.

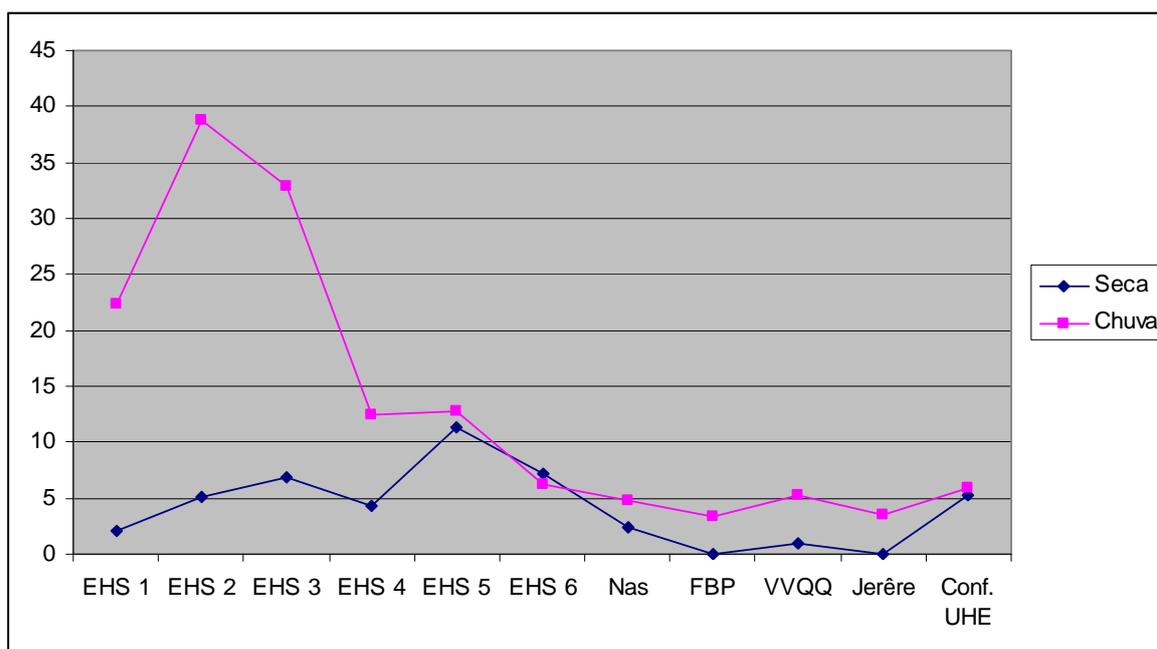


Figura 111 – Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de turbidez (mg/l), entre as estações de amostragem no ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan/fev a abr/06 e dez/06.

O maior valor médio de turbidez entre as estações de amostragem foi no período chuvoso (56,7 NTU) sendo bem menor na seca (0,01 NTU), encontrado no Ribeirão São João, junto à Fazenda Bom Pastor, como era de se esperar. Peixoto (2007) observou que algumas estações de coleta, no reservatório da UHE – LAJEADO, apresentaram flutuações, possivelmente por se tratarem de braços de rios, concluindo que a carga de material em suspensão, tanto orgânica como inorgânica nesses pontos era maior do que nos demais pontos.

Ceballos (1995) observa que embora nas primeiras chuvas ocorra uma piora na qualidade da água, com o aumento da turbidez, DBO, sólidos suspensos, etc., quando estas continuam, há uma tendência da massa líquida apresentar diluição e atenuar os efeitos do material trazido pelo escoamento superficial. Alguns trabalhos mostram que o efeito das chuvas nas águas lânticas da bacia de drenagem se manifestam até três dias posteriores à ocorrência das chuvas (TAVARES *et al.* 1998).

No Ribeirão São João os valores encontrados para turbidez não foram sempre decrescente no sentido da estação EHS 01 a confluência da UHE - LAJEADO. Segundo Carvalho e Cunha (1998), a produção de sedimentos numa bacia hidrográfica tende a diminuir de montante para jusante devido ao fato de que os rios nascem e se escoam no seu alto curso em regiões montanhosas, de mais fortes declives e de maiores precipitações, produzindo maior quantidade de sedimentos por área da bacia. Por outro lado, comenta este autor, quando o curso médio ou baixo curso do rio está desprotegido, a erosão aumenta e com isso são observados valores mais elevados de turbidez. De fato os maiores valores observados foram em (EHS 05 15,00 mg/l) e EHS 05 (7,00mg/l).

Em valor absoluto a turbidez esteve apenas uma vez acima do limite de 100 UNT estabelecidos para águas de classe 2 (103 NTU na EHS 2).

Oxigênio dissolvido

A figura 112 mostra os valores médios mensais de oxigênio dissolvido (mg/l) da água, entre as estações de amostragem no ribeirão São João no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.

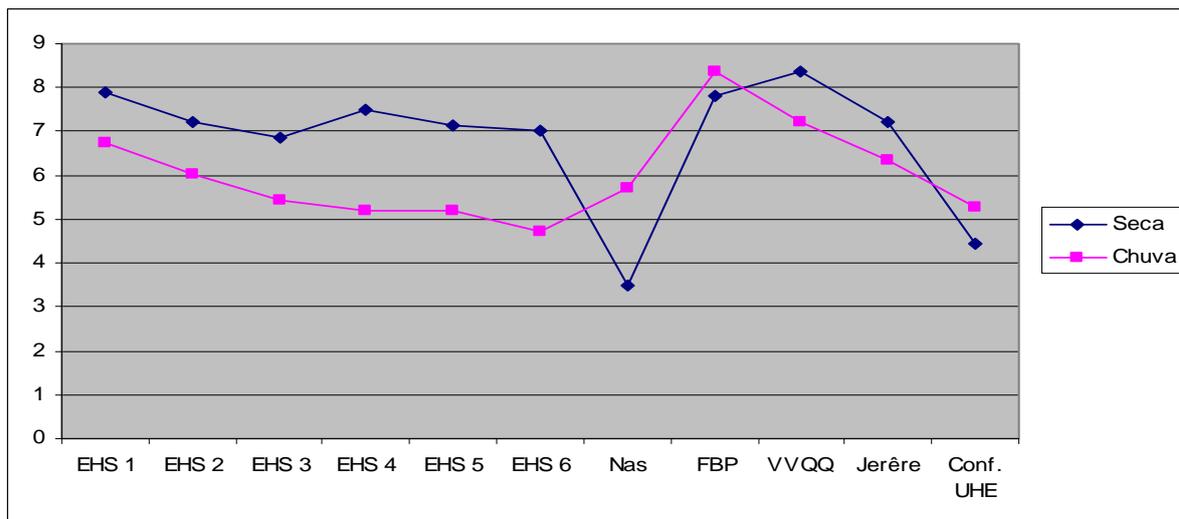


Figura 112 – Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de oxigênio dissolvido (mg/l), entre as estações de amostragem no ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.

O teor de oxigênio dissolvido varia de um curso d'água a outro e ao longo do próprio rio devido as alterações em suas características e, como consequência das condições climáticas. O ambiente mostrou-se relativamente bem oxigenado, com uma concentração de oxigênio dissolvido variando entre 3,4 mg/l na nascente, no período seco a 8,7 mg/l na estação (EHS 01), no período chuvoso. Estas concentrações além de evidenciarem boa oxigenação, refletem escassa poluição orgânica, visto que a oxidação da matéria orgânica consome oxigênio. Foi observada pequena diferença entre os valores médios medidos entre as estações durante as estações de seca (6,8 mg/l) e de chuvas (5,39 mg/l) sendo pouco menores nas chuvas.

O ambiente mostrou-se relativamente bem oxigenado, com uma concentração de oxigênio dissolvido acima dos limites de 5,0mg/l estabelecidos para rios de classe 2. Estas concentrações além de evidenciarem boa oxigenação, refletem escassa poluição orgânica.

Temperatura

A variação espaço-temporal dos valores médios mensais de temperatura (°C), entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06, encontram-se na figura 113.

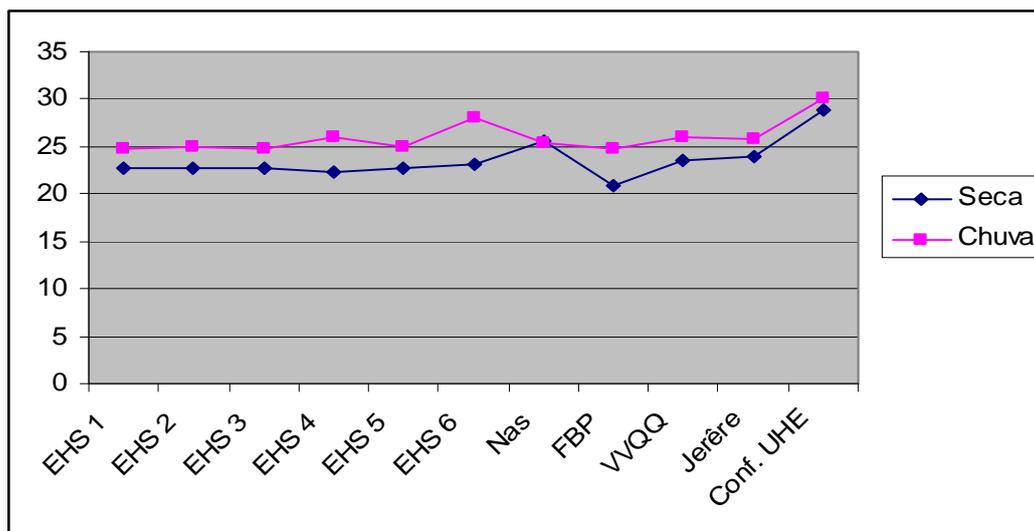


Figura 113 – Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de temperatura (°C), entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.

Os resultados evidenciaram pequenas diferenças de temperatura entre o período chuvoso e o seco. Os valores de temperatura aumentaram quase sempre no sentido do EHS 01 à confluência com o reservatório da UHE - LAJEADO, devido ao avanço da hora de coleta ao longo do dia e às dificuldades e/ou impossibilidades de coleta das amostras num mesmo horário. Devido às dificuldades de acesso aos locais e a distância de 70 km entre a nascente e a última estação, era difícil chegar rápido em todas as estações. Assim, na primeira estação a coleta era realizada às 8:30 h, enquanto que na última ocorria às 16:00 h.

Os dados de temperatura da água mostraram variação térmica média entre 20,9 °C em (FBP) e 28,8°C na confluência com o reservatório da UHE - LAJEADO, com $\Delta t = 7,9^{\circ}\text{C}$, na seca e 24,8 °C (EHS 01) a 30,7 °C na confluência com o reservatório UHE – LAJEADO, na época da chuva, apresentando um $\Delta t = 5,9^{\circ}\text{C}$. O maior valor pontual de temperatura foi de 32,4°C na confluência do reservatório da UHE - LAJEADO. Este

comportamento se associa com os processos biológicos, uma vez que no horário de coleta nesses pontos (entre 12:00 e 13:30 h) havia forte insolação e conseqüentemente maior taxa de produção de oxigênio e maior consumo de CO₂ e, portanto, elevação do pH (ESTEVES, 1998). Foi observada pequena diferença entre os valores medidos durante os períodos seco e chuvoso sendo pouco maior na chuva ($\Delta t = 2,3^{\circ}\text{C}$).

As águas superficiais apresentam temperatura que varia com a localização geográfica e as condições climáticas. Dentre a importância deste parâmetro pode-se considerar a influência sobre os vários tipos de organismos bem como a relação com o teor de gases dissolvidos na água (BRANCO, 1977). Segundo Maier (1987), tanto o aquecimento direto como indireto das águas superficiais, são influenciados pela fisiografia da bacia de drenagem (geologia, geomorfologia, pedologia e hidrologia), material em suspensão na água e pela vegetação marginal, sendo que estes fatores podem também influenciar-se mutuamente.

Os resultados evidenciaram diferenças de temperatura entre os períodos estudados. Isto se justifica pela diferença de altitude entre os pontos amostrais, a mata ciliar degradada em alguns trechos do ribeirão e semelhantes a maiorias dos rios dos Cerrados brasileiros e aos diferentes horários de amostragem.

Transparência

A figura 114 mostra os valores médios mensais de transparência (m) e profundidade (m) da água, entre as estações de amostragem no ribeirão São João no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan. a abr/06 e dez/06.

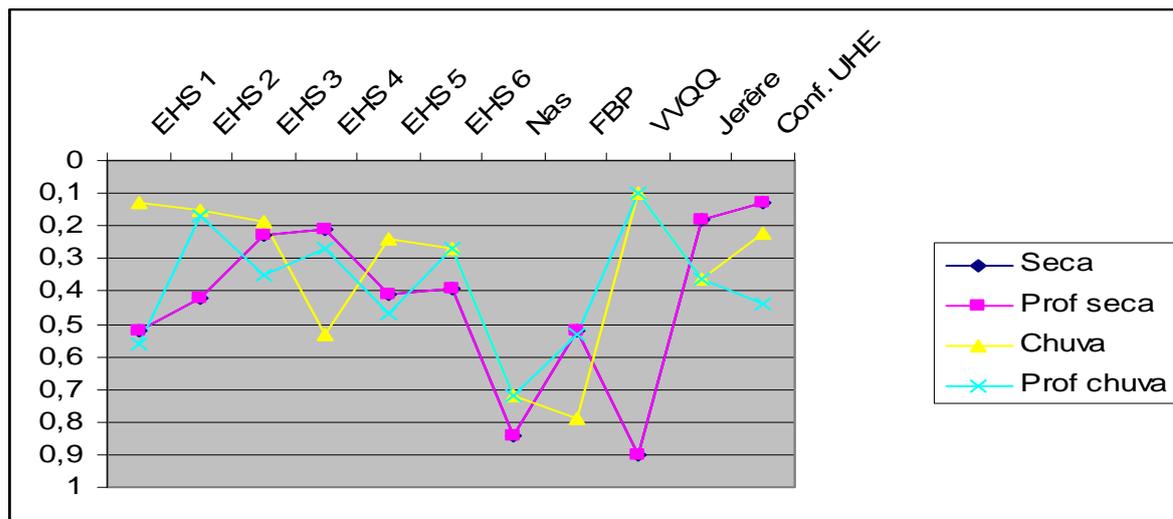


Figura 114 – Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de profundidade (m) e transparência (m), entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: jan a abr/06 e dez/06.

Comparando-se os valores de transparência entre os períodos seco e chuvoso, verifica-se maior transparência no primeiro, como já era esperado. A transparência do Ribeirão São João foi total no período de seca, ou seja, o disco de Secchi tocou ao fundo em todos os pontos e era ainda visível e 0,2 m na chuva. Sperling (1997) comenta que águas tropicais brasileiras apresentam valores baixos de transparência, particularmente nos ambientes lênticos (águas correntes) onde esta pode atingir valores entre 0,2 e 2,0 m e que geralmente são superiores à dos ambientes lóticos (águas paradas).

Ressalta também que transparências superiores a 2,0 m raramente são encontradas no Brasil e mesmo assim, estas somente ocorrem nos períodos de estiagem em bacias hidrográficas de solos poucos erodíveis. Em função dos resultados obtidos no Ribeirão São João pode-se dizer que os valores se aproximam do referencial citado por Sperling (1977).

Nutrientes (nitrogênio e fósforo)

A distribuição dos nutrientes nitrogênio e fósforo variaram ao longo do corpo d'água, tanto na época seca quanto na chuvosa, sendo mais elevada durante o período chuvoso. As concentrações desses nutrientes foram relativamente baixas.

As figuras (115 e 116) mostram a distribuição espaço-temporal dos valores médios de nitrogênio total e fósforo total.

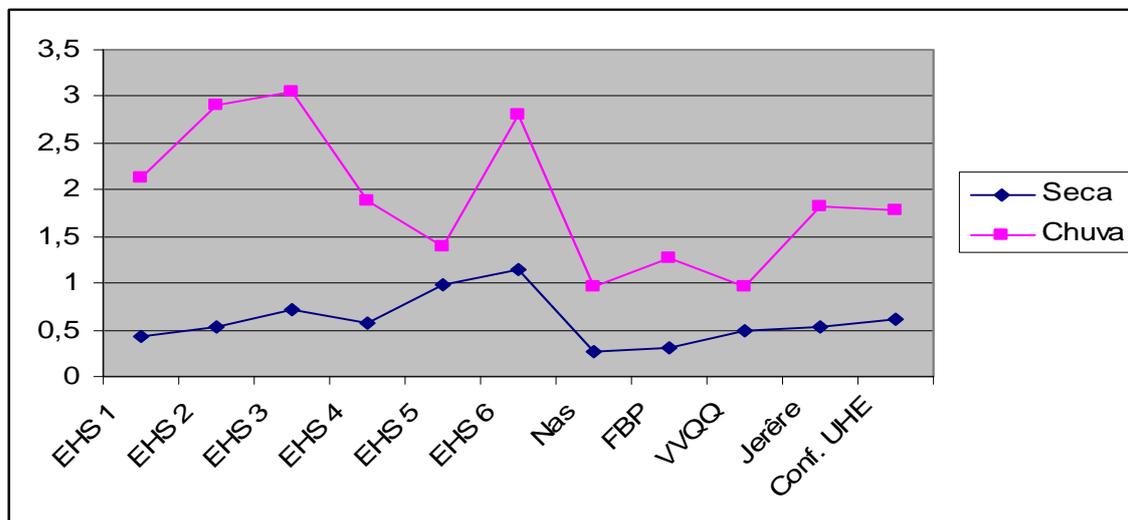


Figura 115 – Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de nitrogênio total (mg/l), entre as estações de amostragem no ribeirão São João, no período de seca: jun/06 a jul/06 e de chuva: fev a abr/06 e dez/06.

Quanto ao nitrogênio total, (EHS 06) foi a que apresentou o maior valor médio de nitrogênio, tanto na época seca (1,1445 mg/l) quanto na estação chuvosa (2,7995 mg/l). Os maiores valores médios observados foram na época de chuvas e podem ser atribuídos às águas de escoamento superficial das áreas agrícolas fertilizadas com adubos nitrogenados e a presença de gado, na bacia hidráulica.

Normalmente a concentração de nutrientes na água é mais elevada no período de menor precipitação, em razão da menor diluição pela água das chuvas. No entanto, essas concentrações foram mais elevadas ora no período seco, ora no chuvoso, variando de local para local. Uma provável explicação para as concentrações mais elevadas de nutrientes no período chuvoso talvez seja a presença de fertilizantes no escoamento superficial.

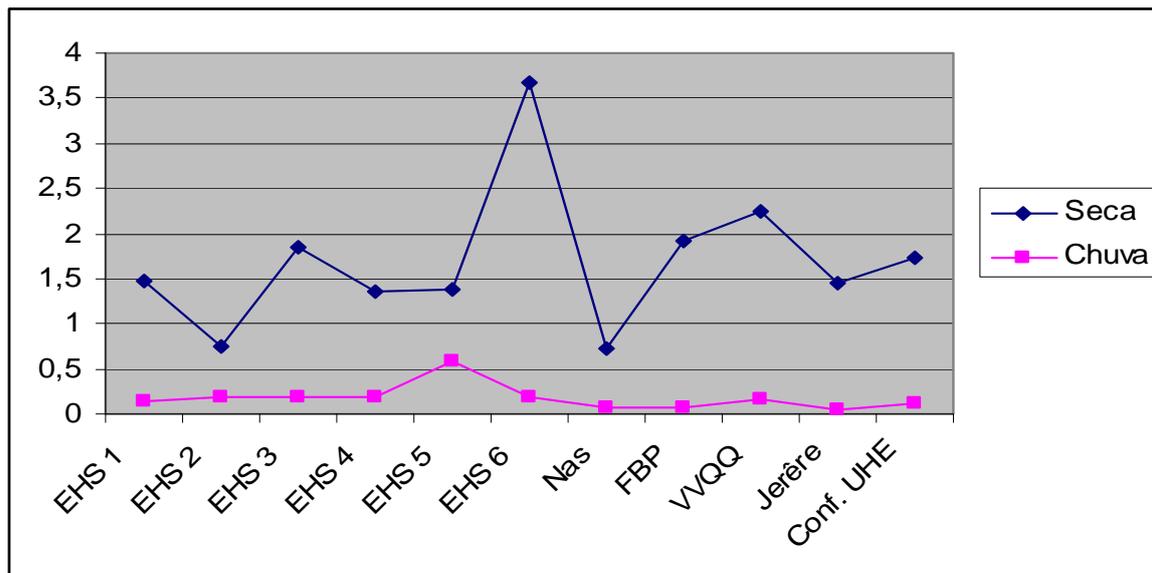


Figura 116 – Gráfico da variação espaço-temporal dos valores médios mensais de fósforo total (mg/l), entre as estações de amostragem no ribeirão São João, no período de seca: mai/06 a out/06 e de chuva: dez/06 a abr/06.

O valor médio mais elevado de fósforo total ocorreu (EHS6) (3,675 mg/l) na época seca, provavelmente devido à elevação da biomassa fitoplanctônica, levando a uma maior decomposição e liberação deste nutriente para o meio e o menor valor ocorreu na estação (VVQQ) (0,001 mg/l) também na época seca. Tanto o nitrogênio total como o fósforo total apresentou associação baixa com a precipitação pluviométrica. De fato as concentrações médias destes nutrientes se aproximam dos rios oligotróficos.

O Ribeirão São João encontra-se localizado em área de cerrado, na qual predominam solos pobres em nutrientes e não se encontrava submetido a um processo visível de eutrofização artificial na época deste estudo. E segundo Esteves (1998), os ecossistemas aquáticos de regiões tropicais possuem, de modo geral, baixas concentrações de nutrientes dissolvidos devido à rápida assimilação associada com as temperaturas elevadas, a menos que estejam localizados em áreas muito férteis, ou seja, ambientes sujeitos a fortes processos de eutrofização artificial.

Apenas como termo de comparação, estudos realizados por Tundisi (2006), de alguns valores típicos medidos para bacias que contribuem diretamente para o reservatório da UHE – LAJEADO, como as do Córrego São João, Ribeirões Água Fria,

Lajeado e a Bacia do Ribeirão São João, objeto deste estudo, apontam esse reservatório como ambiente oligotrófico a mesotrófico e de boa qualidade, porém, na desembocadura do Córrego São João (Porto Nacional) e Ribeirão Água Fria (Palmas) com características de bacias urbanizadas apresentam-se como eutróficos. Já Peixoto (2007), avaliando o Índice do Estado Trófico Médio (IET m), para as variáveis fósforo total, clorofila-a e transparência, mostrou que as águas do sistema rio-reservatório da UHE – LAJEADO, tanto no período seco quanto no período chuvoso, apresentam características eutróficas, em toda divisão compartimental do rio e do reservatório sob influência direta da UHE em questão.

Esteves (1998), afirma que os ecossistemas aquáticos de regiões tropicais possuem, de modo geral, baixas concentrações de nutrientes dissolvidos devido à rápida assimilação associada com as temperaturas elevadas, a menos que estejam localizados em áreas muito férteis, ou seja, ambientes sujeitos a fortes processos de eutrofização artificial. O Ribeirão São João encontra-se localizado em área de Cerrado, na qual predominam solos pobres em nutrientes e não se encontrava submetido a um processo visível de eutrofização artificial na época deste estudo.

Apenas como termo de comparação, estudos realizados por Tundisi (2006), de alguns valores típicos medidos para bacias que contribuem diretamente para o reservatório da UHE – LAJEADO, como as do Córrego São João, Ribeirões Água Fria, Lajeado, inclusive a Bacia do Ribeirão São João, objeto deste estudo, apontam esse reservatório como ambiente oligotrófico a mesotrófico e de boa qualidade, porém, na desembocadura do Córrego São João (cidade de Porto Nacional) e Ribeirão Água Fria (cidade de Palmas) com características de bacias urbanizadas apresentam-se como eutróficos. Já Peixoto (2007), avaliando o Índice do Estado Trófico Médio (IET m), para as variáveis fósforo total, clorofila-a e transparência, mostrou que as águas do sistema rio-reservatório da UHE – LAJEADO, tanto no período seco quanto no período chuvoso, apresentam características eutróficas, em toda divisão compartimental do rio e do reservatório sob influência direta da UHE em questão.

Ainda relativo às águas superficiais, foram registradas as presenças de bactérias fecais em praticamente todos os pontos de amostragem e nas quatro campanhas realizadas, a exceção ficou por conta da nascente do Ribeirão São João. Durante a

estação seca os maiores valores foram detectados em junho/06, enquanto que no período chuvoso foram registrados no mês de abril/06.

5.13 Qualidade das águas subterrâneas: parâmetro físicos, químicos e microbiológicos

5.13.1 Análise espaço-temporal dos resultados dos valores mensais sazonais de águas sub-superficiais e subterrâneas na Ribeirão São João, durante o período seco: jun/06 a jul/06 e chuvoso: fev a abr/06 e dez/06, das variáveis estudadas²⁴.

Na Bacia do Ribeirão São João, as águas subterrâneas constituem-se numa importante fonte de abastecimento, tanto público (colégios, residências do Projeto de Reassentamento Prata), industrial (Cerâmica Betim e Laticínio), quanto de propriedades rurais, os primeiros através de poços profundos (artesianos) e nas fazendas com o uso de poços rasos tipo cisternas. Segundo Medeiros *et al.* (2007), o uso de águas superficiais torna-se cada vez mais problemático, em virtude da precariedade dos sistemas de saneamento básico, da qualidade insuficiente e dos elevados custos dos sistemas de tratamento necessários para atendimento dos padrões de potabilidade. Assim, a água subterrânea tem se mostrado uma importante fonte de recursos hídricos, tanto para o abastecimento industrial quanto para o público. A razão disso é sua boa qualidade, pelo fato de o solo atuar como “filtro”, tendo a capacidade de depuração e imobilização de grande parte das impurezas nele depositadas. Além disso, tem a facilidade de exploração, bastando, em alguns casos, fazer um poço.

Visando determinar a condição da água subterrânea e sub-superficial da Bacia do Ribeirão São João, foram realizadas quatro campanhas, na 1ª campanha foram amostrados dois pontos, um no poço artesiano da Cerâmica Betim e outro na cisterna da Faz. Vista Alegre. Nas demais campanhas foram realizadas amostragem em seis

²⁴ As variáveis estudadas neste trabalho foram: (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência, turbidez, STD, fósforo total, nitrogênio total)

localidades. Os valores de alguns parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de águas sub-superficiais e subterrâneas encontram-se no anexo 4.

1ª campanha

- Parâmetros físicos: pH entre 4,8 na cisterna da Faz. Vista Alegre e 6,5 no poço artesiano da Cerâmica Betim; condutividade entre 181,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na cisterna da Faz. Vista Alegre e 152,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no poço artesiano da Cerâmica Betim; Turbidez entre 0,65 NTU na cisterna da Faz. Vista Alegre e 1,50 NTU no poço artesiano da Cerâmica Betim; OD entre 35,3 e 5,6 mg/l, respectivamente na cisterna da Faz. Vista Alegre e no poço artesiano da Cerâmica Betim e, sólidos totais dissolvidos entre 114,30 mg/l no poço artesiano da Cerâmica Betim e 135,82 mg/l registrado na cisterna da Faz. Vista Alegre.

- Parâmetros químicos: foram registrados os menores valores de amônia, nitrito e nitrato, respectivamente com 0,155; 0,0010 e 1,0 mg/l no poço artesiano da Cerâmica Betim e os maiores valores com 0,254; 0,0040 e 10,5 mg/l na cisterna da Fazenda Vista Alegre. Já o teor de fósforo variou entre 0,178 mg/l na cisterna da Fazenda Vista Alegre e o maior valor com 1,051 mg/l no poço artesiano da Cerâmica Betim.

- Parâmetros biológicos: não foram detectadas presenças de coliformes fecais no poço artesiano da Cerâmica Betim, porém foi registrada a presença de coliformes na água da cisterna da Faz. Vista Alegre, com 51,2 NMP/100 ml.

2ª campanha

- Parâmetros físicos: pH entre 5,0 na cisterna do CCA-UNITINS e 7,4 a poço artesiano da Escola Marcos Freire; a condutividade variou entre 21,11 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na cisterna da Faz. Caríssima e 160,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na cisterna da Faz. Vista Alegre; a turbidez ficou entre 0,02 NTU nas cisternas da Fazenda Vista Alegre e Chácara do Meio, e o maior valor de 54,6 NTU na cisterna da Fazenda Vargem Bonita; o OD variou entre 3,5 e 5,6 mg/l, respectivamente na cisterna do CCA-UNITINS e 7,3 mg/l no poço artesiano

da Escola Marcos Freire. Já os sólidos totais dissolvidos ficaram entre 15,82 mg/l na cisterna da Faz. Caríssima e 120,30 mg/l registrado na cisterna da Faz. Vista Alegre.

- Parâmetros químicos: foram registrados teores de amônia variando entre os menores valores com 0,016 mg/l na cisterna da Faz. Vista Alegre e 0,467 mg/l na cisterna da Faz. Vargem Bonita; não foram registradas teores de nitrito nas amostras do poço artesiano da Cerâmica Betim e na cisterna da Faz Vista Alegre, já o maior valor foi de 0,0170 mg/l na cisterna da Faz. Vargem Bonita. O nitrato variou entre 0,4 mg/l encontrado no poço artesiano da Cerâmica Betim e o maior valor com 9,1 mg/l na cisterna da Faz. Vista Alegre. Relativo ao fósforo obteve-se teores entre 0,143 e 1,062 mg/l, encontrados respectivamente na cisterna da Faz. Caríssima e no poço artesiano da Cerâmica Betim.

- Parâmetros biológicos: não foram detectadas presenças de coliformes fecais nos poços artesiano da Cerâmica Betim e da Escola Marcos Freire, já nas amostras coletadas nas cisternas da Faz. Vargem Bonita, Chácara do Meio e Faz. Caríssima, foram registrados altos índices de coliformes com valores acima de 2419,6 NMP/100 ml.

3ª campanha

- Parâmetros físicos: o pH variou entre 4,8 na cisterna do CCA-UNITINS e 6,5 no poço artesiano da Escola Marcos Freire; a condutividade variou entre 7,19 μ S/cm na cisterna da Faz. Vista Alegre e 28,1 μ S/cm na cisterna do CCA-UNITINS; a turbidez registrou o menor valor com 0,02 NTU na cisterna da Faz. Vista Alegre e o maior valor com 28,1 NTU na cisterna do CCA-UNITINS; o OD ficou entre 3,3 mg/l no poço artesiano da Cerâmica Betim e 5,6 mg/l na cisterna da Chácara do Meio. O OD variou entre 3,3 e 5,6 mg/l, respectivamente no poço artesiano da Cerâmica Betim e na cisterna da Chácara do Meio. Já os sólidos totais dissolvidos ficaram entre 5,39 mg/l na cisterna do CCA-UNITINS e 151,50 mg/l registrado na cisterna da Chácara do Meio.

- Parâmetros químicos: os teores de amônia variam entre de 0,020 mg/l na cisterna da Faz. Vista Alegre e 0,100 mg/l na cisterna do CCA-UNITINS; não foi registrado teor de nitrito nas amostras do poço artesiano da Cerâmica Betim e o maior valor de 0,0100 mg/l na cisterna do CCA-UNITINS. Não foram detectados teores de

nitrito no poço artesiano da Cerâmica Betim e o maior valor com 5,3 mg/l na cisterna da Fazenda Vista Alegre. O fósforo variou os teores entre 0,01 e 0,045 mg/l, encontrados respectivamente na cisterna da Fazenda Vista Alegre e no poço artesiano da Cerâmica Betim.

- Parâmetros biológicos: não foram detectadas presenças de coliformes fecais nos poços artesiano da Cerâmica Betim e da Escola Marcos Freire e na cisterna do CCA-UNITINS, sendo que os maiores valores de coliformes fecais foram registrados na cisterna da Faz. Vargem Bonita (6,3 NMP/100 ml).

A questão do saneamento básico na área de estudo torna-se mais complexo, na medida em que existe no local uma crença de que a mesma está livre de contaminação, a água das cisternas é usada no consumo humano sem prévia desinfecção, pois. Inexistem orientação e concepção quanto à localização e distanciamento de cisternas (poços) e a fossas negras construídas junto às sedes de propriedades rurais, neste contexto, as contaminações verificadas nessas cisternas devem estar ligadas à contaminação do lençol freático, devido ao lençol subterrâneo ficar pouco profundo e até aflorar em alguns pontos da bacia, como na zona ripária. A seguir temos as figuras 117 a 119, que mostram respectivamente, alguns usos que de certa forma vêm contribuindo para a degradação da qualidade dos recursos hídricos dessa bacia.



Figura 117 – Vista geral de uma “casinha” com fossa negra, localizada em área inadequada, ao fundo observa-se o Ribeirão São João, Vale do “Vai-quem-quer”, município de Palmas - TO.



Figura 118 – Área degradada devido ao cultivo em Área de Preservação Permanente do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.



Figura 119 – Equipamento utilizado na aplicação manual de agrotóxicos, detalhe para o acondicionamento indevido do equipamento e da embalagem, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.

6. CONCLUSÕES

A análise ambiental da bacia do Ribeirão São João possibilitou a conclusão de que os problemas desta bacia estão centrados principalmente, em quatro aspectos:

O primeiro refere-se ao desmatamento sem critérios para implantação de atividades agropecuárias nas quais não se aplicam práticas conservacionistas, acarretando na degradação do solo, na formação de processos erosivos, comprometendo a qualidade da água e assoreando os mananciais.

O segundo diz respeito à exploração mineraria, que ocorre de forma predatória, em toda área da bacia. Ênfase se dá na exploração de argila devido à sua geograficidade, ou seja, encontrando-se nos compartimentos Terraço Baixo e na Planície de Inundação da bacia e recoberta, geralmente, por Mata de Galeria e áreas de terrenos alagadiços (Zona Ripária).

A apropriação dos bens como matéria-prima para a atividade mineraria na BRSJ é desenvolvida de forma predatória, deixando algumas questões sem respostas, tais como: Quem produz os impactos ambientais negativos é responsável pelo mesmo? Existe um papel diferenciado entre o proprietário rural e os empreendedores ceramistas ou das unidades de britagem? Considerando-se os ceramistas e usineiros de britagem, detentores do processo de transformação e que funcionam como agentes no processo de degradação da Bacia do Ribeirão São João, quem ganha e quem perde com o desenvolvimento dessas atividades Qual o papel do Estado, através dos órgãos ambientais (IBAMA/ NATURATINS) na execução da política ambiental para a bacia?

O custo da proteção, quem pode e quem deve pagar? Como os benefícios decorrentes das atividades impactantes são distribuídos e quem lucra com o processo?

O terceiro aspecto refere-se à elevada quantidade de rodovias rurais de terra que cortam a área, o que está associado diretamente com a presença dos projetos de assentamento e reassentamento da bacia. Estas rodovias, geralmente são implantadas em locais inadequados, sem a adoção de práticas conservacionistas, tais como, canaletas, desviadores de fluxo e caixas de retenção. Além disso, agrava-se mais a situação, pela falta de manutenção das estradas o que provoca a formação de erosões nas suas margens. Esta situação vem promovendo o aumento do escoamento superficial e produzindo ravinas, sulcos e até voçorocas. Ênfase se dá às estradas vicinais que ligam as propriedades ao eixo principal.

Destaca-se a água como o quarto aspecto e o mais importante deles, onde se percebe que, com a retirada da cobertura natural em algumas áreas da bacia, especialmente da Mata de Galeria para implantação de agricultura irrigada de aspersão e por canais, acabam acarretando em desperdícios desse recurso, remetendo a um questionamento sobre a qualidade de seu uso; outro fator relevante está relacionado a aplicação de fertilizantes e de agrotóxicos nos cultivos agrícolas em geral, que podem ser carregados para os corpos hídricos da bacia, comprometendo a sua qualidade física, química e biológica. A poluição de águas superficiais e subterrâneas ocorre em razão da contaminação por bactérias do tipo coliformes (totais e fecais) e do aumento das concentrações dos macronutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio.

Outro fator agravante relacionado a água deve-se à constatação de que a comunidade não dispõe em suas propriedades rurais, de um “sistema” de desinfecção da água para o consumo, bem como, de saneamento rural que poderia reduzir a contaminação do lençol subterrâneo.

Somam-se a estes problemas, o uso intensivo dos recursos naturais sem um retorno em termos de melhorias econômicas e sociais, ao contrário, a comunidade da bacia do Ribeirão São João padece dos males ocasionados pela proximidade da capital, Palmas; a implantação do “aterro sanitário” de Palmas trouxe alteração na paisagem da

bacia, além exalar fortes odores, principalmente na época chuvosa. Neste sentido, a comunidade vem se mobilizando contra o funcionamento desse “aterro”.

Conclui-se ainda que há uma tendência de ampliação do parcelamento do solo na Bacia do Ribeirão São João como uma decorrência natural do ponto de vista da subdivisão entre herdeiros, como foi o caso verificado no Projeto de Assentamento São João do INCRA, que ao longo dos anos, teve seu solo dividido em glebas cada vez menores, transformando os assentados em pequenos sítiantes. Este assentamento, criado em 1986 foi iniciado com 52 famílias, mas, atualmente o INCRA considera a existência de 85 parcelas para igual número de famílias consideradas assentadas. Observa-se o atendimento da demanda familiar e a ocorrência de eventuais transações imobiliárias. Do ponto de vista econômico e ambiental isso significa que mais e mais áreas de cobertura vegetal natural estão sendo transformadas em áreas de agricultura e de pastagens, visando o sustento econômico e social dessas famílias.

Em relação a retração potencial da cobertura vegetal natural, conclui-se ser elevado se consideramos que em curto espaço de tempo (2003-2006), foi de aproximadamente 5%. Constata-se também a extinção do ecossistema Várzeas na Bacia do Ribeirão São João, o que se conclui ter sido causado pela formação do reservatório da UHE – LAJEADO.

A variação da área de agricultura na bacia do Ribeirão São João é o reflexo de uma política agrícola marcada por oscilações com avanços e recuos nas áreas agricultáveis no Cerrado do Tocantins.

A pesquisa permitiu uma maior compreensão acerca dos processos erosivos lineares, confirmando a teoria de que tais processos são decorrentes da falta de planejamento físico-territorial para a zona rural, que envolva obrigatoriamente o plano de controle preventivo ligado à macro e microdrenagem (sistema de coleta e lançamento das águas pluviais e servidas das rodovias rurais). Confirmou-se ainda que não se trata no caso, de elevada suscetibilidade dos solos e substrato rochoso, mas do descumprimento das recomendações técnicas de disciplinamento do escoamento superficial.

Outras conclusões complementares a análise dos processos erosivos observados na área da Bacia do Ribeirão São João, diz respeito ao fato de que na maioria dos casos,

estão associados à não observância das características do relevo, do clima, da rede de drenagem e o tipo de solo; a instalação de processos erosivos vem acarretando em mudanças consideráveis na estrutura do solo pela compactação e remoção completa da fina camada do horizonte superficial. Diante disso, a redução da infiltração está incidindo mesmo em solos profundos e considerados permeáveis como os Latossolos que predominam na área da bacia.

Conclui-se ainda que os processos erosivos não significam diretamente produção de sedimentos, registrando-se que pequenos maciços sedimentares estão se formando entulhados, devido à calha não dar conta de retirar todo o material erodido das encostas, fato este observado principalmente no Ribeirão São Joãozinho e nos Córregos Taboca e Ouro, o que é próprio da natureza do seu lugar. Além disso, outras ações antrópicas têm contribuído para a retenção de sedimentos na bacia, como a construção de pequenos barramentos e abertura de cavas para exploração de argila, verificada pelo enchimento das cavas de argila com água rica em sedimento quando do extravasamento das calhas da drenagem.

Conclui-se ainda que a construção de novas pontes no Ribeirão São João são obras que concentram suas ações no final do problema (*on site*), porém uma nova política conservacionista de água e de solos deve ser desenvolvida com uma visão de toda a bacia (*off site*).

Embora a qualidade da água da bacia do Ribeirão São João seja satisfatória, chegam descargas poluidoras que mesmo não elevadas, podem incompatibilizar os seus usos para determinados fins e serem suficientes para promover alteração da qualidade da água na confluência com o reservatório da UHE - LAJEADO.

Enfim, conclui-se que diante de todos os processos de degradação detectados ao longo da bacia, reforça a necessidade de se repensar a relação homem e natureza, a fim de se evitar que as ações antrópicas que estão provocando a degradação ambiental transformem em problemas sócio-espaciais, recriando ou realimentando-os.

7. RECOMENDAÇÕES

Diante dos problemas ambientais detectados na área da Bacia do Ribeirão São João, através da análise ambiental, se recomenda que sejam adotadas medidas ambientais visando a conservação da água e solo, incluindo o controle da erosão e a melhoria do potencial produtivo do solo.

Utilizar as terras segundo sua aptidão agrícola.

Monitor as cavas abertas para a exploração mineral e o cumprimento das exigências legais quanto aos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.

Reduzir ao mínimo, os desperdícios dos recursos naturais nas atividades desenvolvidas na bacia e aplicar os avanços tecnológicos, buscando diminuir cada vez mais, a degradação ambiental.

Formular uma política de gestão das águas da Bacia do Ribeirão São João, através da articulação de todos os atores envolvidos no processo; implementar o instrumento de outorga de uso dos recursos hídricos, visando a regularização dos usuários; continuar o monitoramento de quantidade e qualidade da água; efetuar o enquadramento dos corpos d'água; e por fim, realizar negociação, principalmente com os usuários do Ribeirão São Joãozinho, onde a necessidade de solidariedade hídrica torna-se evidente.

Desenvolver atividades de educação sanitária junto aos proprietários rurais da Bacia do Ribeirão São João, sensibilizar a população quanto à necessidade de desinfecção das águas destinadas ao consumo humano, proporcionar o conhecimento e a adoção de tecnologias eficientes, simples e de baixo custo, como a do “clorador”, desenvolvido pela EMBRAPA – Instrumentação Agropecuária.

Rever a localização de algumas “fossas negras” implantadas nas áreas de afloramento do lençol freático e/ou próximas a cisternas de abastecimento de água.

Orientar a localização da construção de novas habitações e de seus respectivos sistemas sanitários, com a adoção de fossas sépticas.

Evitar atuais e novas fontes de contaminação da água como a provocada pela criação de animais domésticos (porcos) com livre acesso aos ribeirões e córregos da bacia.

Rever o sistema de captação e distribuição de água, implantado na Fazenda do Sr. Luciano Ayres que abastece, por meio de canal, o sistema de irrigação de algumas propriedades localizadas no Projeto de Reassentamento Mariana, em dois aspectos: primeiro, com relação à adequação do tipo de infra-estrutura existente, canal de derivação por gravidade, adaptando-o para uma nova situação que não permita a perda excessiva de água em seu percurso; e segundo, realizar adequação do sistema de distribuição, visando à otimização deste recurso hídrico.

Desenvolver programas de educação ambiental voltados para gestão do uso da bacia.

Desenvolver campanhas de educação ambiental com vistas à sensibilização da população da Bacia do Ribeirão São João e da circunvizinha para o controle do uso de queimadas. Caso não seja possível evitar a queimada para rebrota e/ou limpeza de pastagem, que o faça com controle, após liberação pelos órgãos ambientais (IBAMA ou NATURATINS).

Verificar a possibilidade de estruturar uma patrulha de brigadistas voluntários visando o controle de queimadas na bacia, em especial nas Áreas de Preservação Permanente – APP’s e nas Áreas de Reserva Legal – ARL’s. Para tanto se recomenda a realização de parceria entre os poderes públicos e a participação das associações de produtores existentes na Bacia do Ribeirão São João.

A recuperação de áreas degradadas, a conservação e preservação dos recursos naturais da bacia do Ribeirão São João devem ser uma prioridade, para a qual se recomenda a elaboração e execução de um projeto abrangente, passando por forças políticas dos municípios desta bacia, e principalmente de Palmas, em conjunto com as diversas associações e órgãos que atuam no seu interior. Acredita-se que somente com

um plano de manejo e gestão de bacia, ter-se-á o processo de degradação ambiental amenizado.

Enfim, implantar políticas públicas que fortaleçam as instituições presentes na bacia e invistam em infra-estrutura, bem como, para o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental do local, por meio de maiores investimentos em insumos e tecnologias para o homem do campo.

Recomenda-se a continuidade deste estudo com vistas a manter os poderes públicos e a comunidade local, informados quanto aos problemas ambientais existentes na bacia do Ribeirão São João, e assim dispor de elementos subsidiários à definição de ações que visem uma melhor qualidade ambiental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, W. J. Aquatic toxicology testing methods. In: **Handbook of ecotoxicology**. Eds. Hoffman, D. J. et al. Lewis Publisher – CRC Press. 1992.
- AIRES-DOURADO, Thania M. F. **Transformações sócio-culturais em Taquaruçu na perspectiva do desenvolvimento local e sustentável**. Palmas: UFT, 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Universidade Federal do Tocantins - UFT, 2004. 134 p.
- AMORIM, M. S. M. **Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather (1955)**. Petrolina: EMBRAPA - CPATSA. 1989. 18 p. (Boletim Técnico nº 34).
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. American Water Works Association, Water Pollution Control Federation – **Standard methods for the examination of water and wastewater**. New York, 20^a Ed. 1998. 1268 p.
- ARAÚJO, Gustavo H. S.; ALMEIDA, Josimar R. e GUERRA, Antonio J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro – RJ. 2005. 320 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Anuário Brasileiro de Cerâmica**. São Paulo - SP. 2004.
- BACCARO, Claudete A. D. Processos erosivos no domínio do cerrado. In: **Erosão e conservação dos Solos**. Orgs: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 1999. 339 p.
- BLANCANEUX, Philippe. **Interações ambientais no cerrado**. Microbacia piloto de Morrinhos, Estado de Goiás, Brasil. Brasília - DF: EMBRAPA/ORSTOM. 1998.
- BARBOSA, D. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Algumas teorias ecológicas aplicadas a sistemas lóticos. In: **Limnologia Fluvial: um estudo no rio Mongi-Guaçu**. BRIGANTE, J. e ESPÍDOLA, E. L. G. (Orgs.). São Carlos – SP: RiMa. 2003. p. 15-22.
- BARRETO, Margarida. **Turismo e legado cultural**. Campinas – SP: Papirus. (Coleção Turismo). 2000.
- BERTALANFFY, Ludwig v. **General System Theory**. Brazillier, New York, 1968, 289 p.

BERNARDO, Salassier. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável da Agricultura**. (Orgs.) Silva, D. D.; e Pruski, F. F. Brasília – DF: MMA; SRH; ABEAS. Viçosa – MG: UFV, 1997. 252 p

BERNARDO, Salassier, **Manual de irrigação**. 6ª Ed. UFV. Viçosa – MG. 2005. 611 p.

BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação de solos**. São Paulo – SP: Ícone. 1990. 355 p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 13, 27 p., 1971.

BIDONE, F. R. A. e POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos – SP: EESC/USP. 2005. 120 p.

BLACANEUX, Philippe. **Interações ambientais no Cerrado**: microbacia piloto de Morrinhos, Estado de Goiás, Brasil. Rio de Janeiro – RJ: EMBRAPA-CNPS. 1998. 338 p.

BLEVINS, R. L. e FRYE, W. W. Conservation tillage: an ecological approach to soil management. **Advance in Agronomy**. v. 51. 1993. p. 33-78.

BOTELHO, Rosângela M. G. Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas. In: **Erosão e conservação dos Solos**. Orgs: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 1999. 339 p.

BRANCO, Samuel M. A Água e o Homem. In: **Hidrologia Ambiental**. Rubem la Laina Porto (Org). EDUSP. V. 3. 1ª ed. São Paulo. 1991. p. 4 - 22.

BRANCO, Samuel M. **O Meio Ambiente Debate**. São Paulo – SP: Moderna. 1997.

BRANDÃO, Viviane S. et al. **Infiltração da água no solo**. Viçosa – MG: UFV. 2004. 98 p.

BRASIL. **Carta topográfica “Vila Canela” – Folha SC.22-Z-B-III, na escala 1:100.000**. Departamento de Serviços Geográficos do Ministério do Exército – DSG/ME. 1979.

_____. Congresso. Senado. **Lei n. 4.771 de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal Brasileiro**. Dispõe sobre o sistema de licenciamento ambiental e regulamentação de seus aspectos na forma do estabelecido na Política Nacional de Meio Ambiente, estabelece critérios para o exercício da competência para o licenciamento a que se refere o art. 10 da Lei n. 6.938 e dá outras providências. 1965.

_____. Ministério das Minas e Energia - Departamento de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL, levantamento de recursos naturais. Vol. 22, Folha SC.22 - Tocantins**. Rio de Janeiro – RJ. 1981a. 520 p.

_____. **Lei nº 6.938, de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. [República Federativa do Brasil], Brasília – DF: 1981b.

_____. **Diagnóstico das condições sedimentológicas dos principais rios brasileiros**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ELETROBRÁS. Rio de Janeiro – RJ: 1992. 100 p.

_____. **Lei Federal nº 9.433**, de 08 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial de 09.01.1997. [República Federativa do Brasil], Brasília – DF: 1997.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente – **CONAMA, Resolução nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. 1997.

_____. **Diagnóstico de recursos hídricos da bacia do Tocantins-Araguaia**. Secretaria de Recursos Hídricos/MMA. Dados hidrológicos básicos da ANEEL. 15 p. (www.snirh.gov.br/ana). 2000.

_____. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – **CNRH, Resolução nº 32**, de 15 de outubro de 2003. 2003.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente – **CONAMA, Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. 2005.

BRUNDTLAND, G. H. (Coord.). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro - RJ: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CALIJURI, Maria C. e BUBEL, Anna P. M. Conceituação de Microbacias. In: **As Florestas Plantadas e a Água**: implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. Orgs. Lima, W. P. e Zaquia, M. J. B. São Carlos – SP: RiMa. 2006. 226 p.

CALLISTO, M. e ESTEVES, F. A. Composição granulométrica do sedimento de um lago amazônico impactado por rejeitos de bauxita e um lago natural. **Acta Limnologia Brasiliensis**, 8: 115 – 126. 1996.

CALLISTO, M.; Barbosa, F.A.R.; Vianna, J.A. Qual a importância de uma coleção científica de organismos aquáticos em um projeto de biodiversidade? **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**. 2: 1998. p. 432-439.

CAMARGO, Luis H. R. **A ruptura do meio ambiente**: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 2005. 240 p.

CAPRA, F. **A teia da vida**: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Traduzido por Newton Roberval Eichenberg. São Paulo: Cultrix. 1996. 256 p.

CARTER, M. R.; ANGERS, D. A. KUNELIUS, H. T. Soil structure and organic matter fractions under perennial grasses. **Soil Science Society of America Journal**. v. 58, 1994. p. 1194-1199.

CARVALHO, Newton de O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro – RJ: Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais – CPRM. 1994. 372 p.

CARVALHO, Newton O. et. al. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 2000.

CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF: v. 38, n. 1, 2003. p. 117-124

CASTRO NETO, P.; VILLELA, E. A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte – MG: v. 12, n. 138. 1996. p. 59-62.

- CEBALLOS, B. S. O. **Utilização de indicadores microbiológicos na tipologia de ecossistemas aquáticos do trópico semi-árido.** (Tese de Doutorado – Instituto de Ciências Biomédicas II da Universidade de São Paulo). São Paulo – SP: 192 p. 1995.
- CERQUEIRA, D. A e HORTA, M. C. de Sá. **Coliformes fecais não existem.** Belo Horizonte - MG; UFMG – COPASA. 1999.
- CHISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo – SP: Edgard Blucher. 1999.
- CHISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia.** São Paulo – SP: Edgard Blucher. 2. ed. 1980. 187 p.
- COELHO NETTO, Ana L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B da (Orgs.) Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1995. p. 93-148.
- COOKE, R. U; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in Environmental Management.** 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1990.
- COSTA, Liovando M. e MATOS, Antônio T. **Impactos da erosão do solo em recursos hídricos. In: Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável da Agricultura.** (Orgs.) Silva, D. D.; e Pruski, F. F. Brasília – DF. MMA; SRH; ABEAS. Viçosa – MG: UFV, 1997. 252 p.
- CUNHA, Sandra B. e GUERRA, Antonio J. T. **Avaliação e Perícia Ambiental.** 2 ed. Rio de Janeiro - RJ: Bertrand Brasil, 2000. 284 p.
- D'AGOSTINI, Luiz R. Indicador de qualidade do uso da água. **Revista Eisforia do Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas da UFSC.** Florianópolis – SC, 2004.
- D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. Lixo Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado.** Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT. Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2. ed. São Paulo – SP. IPT 2.622 – ISBN 85-09-00113-8. 2000.
- DANIEL, R. B. e HAMMER, R. D. - **Soil Geomorphology.** John Wiley & Sons, Inc. 1992. 236 p.
- DAVIS, W. M. The geographical cycle. **Geographical Journal.** 14: 1899. 481 – 504 p.
- DE CAMINNO, V. R.; MULLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores.** San José: Instituto Interamericano de Cooperación. 1993.
- DESLANDES, Suely Ferreira. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 16 ed. Petrópolis, RJ: Vozes. 2000.
- DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas.** 2. ed. São Paulo: Gaia, 1993.
- DÍAZ, A. K. Los peces de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. **Biótica** 10(2). 1985. p. 145 – 156.
- DOURADO, Joseano C. **A saga do São João: resgate histórico.** Goiânia – GO: UFG. 1992. 98 p.

EATON, A. D., CLESCERI, L. e GREENBERG, A. E. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, Washington - DC. 1995.

EMGOPA. **Recomendação de corretivos e fertilizantes para o Estado de Goiás – 5ª aproximação**. Goiânia – GO: 1988. 92 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos e análises de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS. Rio de Janeiro – RJ. 1979. 212 p.

Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS. Rio de Janeiro – RJ. Brasília – DF: 1999. 412 p.

ESTEVES, F. A. Considerações sobre a aplicação da tipologia de lagos temperados a lagos tropicais. **Acta Limnológica**. Brasil, 2. p. 2-28.

FARIA, Antonio P. As conseqüências da erosão em microbacias sobre os canais efêmeros, intermitentes e perenes. **Cadernos de Geociências**, 11. Rio Janeiro – RJ: 1994. p. 67-83.

FEEMA. **Investigação de áreas contaminadas por HCH** – Cidade dos Meninos. Relatório de Projeto FEEMA-GTZ, 1997.

FERNANDES, Nelson F. **Modelagem matemática em geomorfologia: potencialidades e limitações**. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia/Sociedade e Natureza 1. Uberlândia – MG: Anais. UFU. 1996. p. 222 – 226.

FONSECA, F. Os efeitos da mineração sobre o meio ambiente. **Brasil Mineral**, v. 7, 1989. p. 74-80.

FOWLER e AGUIAR (1995). **A Microgênese da Explicação de um Problema Ambiental**: os casos Paulo e Piter. *Psicol. Reflex. Crit.* v.14 n.3 Porto Alegre-RS: 2001.

GLOSSÁRIO AMBIENTAL. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./educacao/index.php3&conteudo=./glossario/siglas.html>. Acesso em 02/05/2007.

GOMES, Marcos A. S.; SOARES, Beatriz R. Reflexões sobre qualidade ambiental urbana. In: **Estudos Geográficos**. Rio Claro: UNESP, Jul-dez 2004, p. 21-30. Disponível em < www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm>. Acesso em 03/05/2007.

GOODLAND, R. J. A. A physiognomic analysis of the “Cerrado vegetation” of Central Brazil. **Journal of Ecology** **59**: 411-419.

GORDON, N. D.; MCMAHON, T. A.; FINLAYSON, B. L. **Stream hydrology, an introduction for ecologists**. John Wiley e Sons, Chichester. 1992, 526 p.

GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro – RJ: Bertand Brasil, 2000. 372 p.

GUERRA, Antonio J. T. Encostas e a questão ambiental. In: **A questão ambiental – diferentes abordagens**. Orgs: CUNHA, S. B. e GUERRA. A. J. T. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 2003. 248 p.

GUERRA, Antonio J. T. e BOTELHO, R. G. M.; Erosão dos solos. In: **Geomorfologia do Brasil**. Orgs. CUNHA, S. B. e GUERRA, A. J. T. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 1998.

GUERRA, Antonio J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, Rosângela G. M. (orgs). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 1999. 339 p.

GUERRA, Antonio T. e GUERRA, Antonio J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro - RJ: Bertrand Brasil. 1997. 652 P.

GUERRA, Antonio J. T. e MARÇAL, Mônica. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 2006. 192 p.

HAMMES, Valéria S. **Erosão: um indicador de impacto ambiental**. 2. ed. Paulo: Globo. (Coleção Educação Ambiental para o desenvolvimento sustentável, v. 4). ISBN 85-250-78-4. 2004.

HERCULANO, Selene C. A Qualidade de Vida e Seus Indicadores. **In: Ambiente e Sociedade**. Ano I, nº 2, Unicamp, 1998.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, Washington, v. 56, n. 1, 1945. p. 275-370.

IBGE (2000). **Censo e Estimativas – Contagem populacional – 1997 a 1999**.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Populacional, 2000**.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. 2002.

_____. **Síntese de indicadores sociais**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicais2004/default.shtm>. 2004. Acesso em 03 07 2007.

_____. **Estimativa – 2006**. Censo 2001 a 2005. 2006.

_____. **Contagem da População 2007**: resultados preliminares. Disponível em <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 06 09 2007.

_____. **IBGE Cidades**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em 13 03 2007.

_____. A degradação da natureza no Brasil. **Revista Missão e Mundo**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 28/02/2007.

ICOLD – International Commission on Large Dams. **Sedimentation control of reservoirs/ Maîtrise de l'alluvionnement des retenues**, Paris, Committee on Sedimentation of Reservoirs, 1989.

INMET. Departamento de Física e Meteorologia. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. USP-ESALQ. Disponível <http://ce.esalq.usp.br/>. Acesso em 28/02/2007.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração**. Brasília – DF. IBAMA. 96 p.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, bacia do Peixe – Paranapanema**. Relatório Técnico nº 24.739. São Paulo – SP: 1986. p. 10 – 65.

INVESTCO. **Plano de Desenvolvimento do Projeto de Reassentamento Mariana**. Palmas – TO. 2001. 56 P.

_____. **Plano de Desenvolvimento do Projeto de Reassentamento Córrego Prata**. Palmas – TO. 2003. 66 P.

JUCHEM, Peno A. **Índice hidro-ambientais**: análise e avaliação do seu uso na estimativa dos impactos ambientais de projetos hídricos. Curitiba – PR: IAP-GTZ. (Coletânea de textos traduzidos). 1996.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: Relações solo-planta. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **A técnica de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LAL, R. **Soil erosion in the tropics**. Principles e management. McGraw-Hill. Inc. EUA. 1990.

LEMOS, R. C. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 3ª Ed. Campinas – SP. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 1996.

LIMA, J. M.; CURI, N. RESENDE, M.; SANTANA, D. P. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas – SP: v, 14, n. 1. 1990. p. 85-90.

LIMA, Walter P.; ZÁKIA, Maria J. B. (2006). **As Florestas Plantadas e a água**: implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos - SP: RiMa. 2006. 218 p.

LIMA-E-SILVA, Pedro P. et al. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Thex ed. 2002.

MACEDO, M. C. M., ZIMMER, A. H. Sistema de Pasto-Lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: **Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens**. Jaboticabal, SP. Anais. Jaboticabal, 1993. p.217-245.

MAGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Omega S. A. 1983. 1009 p.

MAGLIO, I. C. Gestão urbana e qualidade de vida: um estudo de caso. In: TAUK-TORNISELO, S. M. et al. (Orgs.) **Análise ambiental**: estratégias e ações. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 381p.

MAIER, M. H. **Ecologia da bacia do Jacaré Pepira**. (47°55' – 48°55' W Gr.; 22°30' – 21°55' S – Brasil): qualidade da água do rio principal. *Ciência e Cultura*, v. 39, n. 2. 1987. p. 164-185.

MALUF, J. L. P. **Efeito da queima, método de preparo do solo e adubação no crescimento do *E. camaldulensis* em areias quartzosas**. Dissertação apresentada no programa de pós-graduação da Universidade Federal de Viçosa – UFV, para obtenção do título de mestre. Viçosa – MG: UFV. 1991. 63 p.

- MANTOVANI, J. E. e PEREIRA, A. Estimativa da integridade da cobertura de vegetação do Cerrado através de dados do Landsat – TM. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São Paulo – SP. (versão em CD-ROM). 1998.
- MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna – SP: EMBRAPA – Meio Ambiente. 2003.
- MARTINS, Alan K. E. **Relatório parcial do Projeto São João**. Convênio UNITINS/PETROBRAS. Palmas – TO: UNITINS. 2003.
- MINAYO, Maria C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 16 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Convenção sobre Diversidade Biológica** – MMA/CDB. Brasília – DF: MMA/SBF. 2000. 60 p.
- MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. Inglaterra. Longman group. 298 p. 1986.
- MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature 403: 853-858. 2000.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Estabelecimento e recuperação de pastagens de brachiária. In: **Simpósio sobre Manejo de pastagens, 1994**, Piracicaba – SP: Anais FEALQ, 1994. p. 107 – 151a.
- ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. Fundação Calouste Gulbenkian, 4ª ed. 927 p. 1971.
- OLIVEIRA, Marcelo A. T. **Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas**. In: **Erosão e conservação dos Solos**. Orgs: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 1999. 339 p.
- ORTEGA, A. C.; SHUGEO, S.; SILVA, J. G. (Orgs.) **Agricultura, Meio Ambiente e Sustentabilidade do Cerrado Brasileiro**. Uberlândia – MG: UFU/UNICAMP/EMBRAPA. 1997.
- PEIXOTO, Ricardo H. P. B. **Efeitos da implantação do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães sobre a qualidade da água do Rio Tocantins (TO, Brasil)**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, para obtenção do título de doutor.
- PEREIRA, A. R., et al. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba n- SP: FEALQ - USP. 1997. 183 p.
- PNUD. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2000**. Nova Iorque. Oxford University Press. 2000.
- POLITANO, W.; CORSINI, P.C.; DONZELLI, J.L. **Caracterização e mapeamento da erosão antropogenética da superfície do Município de Monte Alto, SP**. Científica, São Paulo – SP: v.8, n.1 e 2, 1980. p.15-25.
- PRUSKI Fernando F. et al. **Análise do escoamento superficial, sob condições de irrigação, em solos com e sem cobertura**. Anais. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 1993. Vol. IV. p. 2352 – 2357.

- PRUSKI Fernando F. et al. Escoamento Superficial: Viçosa – MG: **Revista Engenharia na Agricultura** – Série Cadernos Didático (AEGRI/DEA-UFV), v. 26. 1997. 37 p.
- PRUSKI, Fernando F. **Conservação de água e solos**. Viçosa – MG: Universidade Federal de Viçosa – UFV/DEA. 1998. 98 p.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília – DF: SUPLAN/EMBRAPA. 1987. 70 p.
- RANZANI, Guido. **Carta de solos de Porto Nacional e Ipueiras (TO)**. Palmas – TO: UNITINS. 1996. 91 p.
- RANZANI, Guido. **Carta de solos de Palmas (TO)**. Palmas – TO: UNITINS. 2002.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: **Cerrado: ambiente e flora**. (SANO, S. M. e ALMEIDA, S. P., (Eds). EMBRAPA-CPAC, Planaltina – DF. 1998. p.89-166.
- RIBEIRO, Maurício A. **Brasil 2002, plataforma política: a sustentabilidade que queremos**. Rio de Janeiro: Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos sociais para o meio ambiente e o desenvolvimento. Rio de Janeiro – RJ: 2002.
- SACHS, Ignacy. Estratégias de transição para o século XXI. In: M. Bursztyn (Org). **Para pensar o Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo – SP: Brasiliense. 1993. p. 29-56.
- SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 3. ed. Rio de Janeiro – RJ: Garamond. 2002.
- SALOMÃO, Fernando X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: **Erosão e Conservação dos Solos**. Orgs: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 1999. 339 p.
- SANO, Edson E. et. al. **Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna**. Pasturas Tropicales, 22 (3). 2001. p. 2-15.
- SANTANA, Wesley R. **Análise multitemporal da cobertura vegetal e uso do solo na microbacia do Ribeirão São João, utilizando sensoriamento remoto**. Palmas – TO: UNITINS. 1997. 78 p.
- SANTOS, Eduardo R. et. al. **Relatório Final. Projeto São João**. Convênio UNITINS/PETROBRAS. 2006.
- SANTOS, Milton. **Pensando o espaço do homem**. São Paulo – SP: Hucitec. 1982.
- SAUER, C. The morphology of landscape. In: Leighly (ed.). **Land and life: a selection from the writings of Carl Ortwin Sauer**. Berkeley, University of California Press, 1983. p. 315-350.
- SCHEIBE, Luiz Fernando. (Coord.). **Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá: Subsídios para gestão**. Florianópolis – SC: LAAM - Laboratório de Análise Ambiental, 1998. Disponível em <http://www.cfh.ufsc.br/~laam/plat/>. Acesso em 06 maio 2007.
- SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO ESTADO DO TOCANTINS. **Censo educacional**. 2006.

SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE DO ESTADO DO TOCANTINS – SESAU 2005.

SECRETARIA ESTADUAL DE SAÚDE DO ESTADO DO TOCANTINS – SESAU 2007.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI. **MERCOESTE**. Perfil competitivo do Estado do Tocantins. Brasília – DF: SENAI. 2001.

SECRETARIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO TOCANTINS - SEPLAN. 1988

SECRETARIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO TOCANTINS - SEPLAN. **Plano das bacias hidrográficas do entorno de Palmas – TO**. Palmas – TO: 2004. CD-ROM.

SILVA, Elias. **Avaliação qualitativa e quantitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais, da Universidade Federal de Viçosa – UFV, para obtenção do título de doutor. Viçosa – MG. 1993.

SILVA, Alexandre M. **Aplicações de técnicas de geoprocessamento no estudo das relações entre os processos erosivos e sedimentológicos de bacia hidrográfica**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Engenharia Ambiental, da Escola de Engenharia de São Carlos (USP), para obtenção do título de Doutor. 1999a.

SILVA, Antônio S. Análise morfológica dos solos e erosão. In: **Erosão e conservação dos Solos**. Orgs: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. e BOTELHO, R. G. M. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil. 339 p. 1999b.

SILVA, Demetrius D., e PRUSKI, Fernando F. (Eds.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável na agricultura**. Brasília – DF. MMA; SRH; ABEAS; UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Viçosa – MG. 1997. 252 p.

SILVA, Renato C. C. e MARTINS, Alan Kardec E. **O uso de imagens CBERS-2 para quantificar e qualificar áreas degradadas no Projeto Rio Formoso no município de Formoso do Araguaia – TO**. Disponível em <http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers_XIISBSR/421_INIC_Artigo3.pdf> Acesso em 01/06/2007.

SILVEIRA, André L. L. Ciclo Hidrológico e bacia hidrográfica. In: **Hidrologia: ciência e aplicação**. Org. TUCCI, C. E. M. Porto Alegre – RS: UFRGS (ABRH). 2ª Ed. 2001. p. 35-51.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil Survey**. U. S. Dep. Agric. Handbk. Nº 18. U.S. Government. 1951.

SPERLING, Eduardo V. Qualidade da água. In: **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável da Agricultura**. (Orgs.) Silva, D. D.; e Pruski, F. F. Brasília – DF. MMA; SRH; ABEAS. Viçosa – MG: UFV, 1997. 252 p.

STOCKING, M. A. **Rainfall erosivity in erosion: some problems and applications**. Reserch Discussion Paper, 13. Universidade de Edinburg, Dep. Geografia. 1977. 29 p.

STRAHLER, Arthur N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, V. T. (ed.). **Handbook of applied hydrology**. New York: McGraw-Hill. 1964.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo – SP: Edgard Blucher. 1973.

TAVARES, J. L.; CEBALLOS, B. S. KONIG, A.; ALBUQUERQUE, F.; GOIS, R. S. S. Interferência de fatores hidrológicos na qualidade da água de uma represa no trópico semi-árido (Sapé – SE, Brasil). In: **Congresso Interamericano de engenharia Sanitaria y Ambiental**, 26. Lima – Peru. Anais AIDIS.

TEIXEIRA, João P. F. **Agricultura e Biodiversidade: do extrativismo à sustentabilidade**. Disponível em <http://www.comciencia.br/reportagens/biodiversidade/bio14.htm> Acesso em 29/05/2007.

THEMAG – Engenharia e Consultoria Ltda e CELTINS – Centrais Elétricas do Estado do Tocantins. **Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental da UHE - LAJEADO**. Palmas – TO: 1996.

THORNTHWAITE, C. W & MATTER, J. R. (1955). **The water balance**. Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Tecnology. 104 p.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro – RJ: FIBGE. 1977. 97 p.

TUCCI, C. E. M. CLARKE, R. T. Impacto do desmatamento no comportamento hidrológico. Revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 2 n. 1, p. 135-152,

UNIVERSIDADE DO TOCANTINS - UNITINS (1999). **Plano de Manejo da sub-bacia do ribeirão Taquaruçu Grande – Palmas (TO)**. Palmas – TO: Vol. I e II. Convênio: FNMA-MA/UNITINS.

UNIVERSIDADE DO TOCANTINS - UNITINS/PETROBRAS. **Projeto Conservação e preservação de recursos naturais na Sub-bacia do Ribeirão São João**. Palmas, 2006. (versão em CD-ROM).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ. Sistema de Bibliotecas e Informação. **Manual para elaboração e normalização de Dissertações e Teses / Org. por Elaine Baptista de Matos Paula et al. – 3. ed. rev., atual. e ampl. – Rio de Janeiro – RJ: SiBi, 2004. 102 p.**

VALERIANO, Márcio M. **Modelos digitais de elevação de microbacias elaborados com krigagem**. São José dos Campos – SP: INPE – Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-9364-RPQ/736). 54 p.

VANNOTE, R. L. et al. (1980). **The river continuum concept**. Can. J. Frish. Aquat. Sci., Ottawa, v. 37, p. 130 – 137.

VIEIRA, A.E.P., SAUERESSIG, R., SIQUEIRA, J.B., SILVA, E.R.P., RÊGO, J.L., CASTRO, F.D.C. Caracterização geológica da Jazida Polimetálica do Salobo 3A - Reavaliação. In: **Congresso Brasileiro de Geologia – SBG**. Belém – PA: Anexo aos Anais. 1988. 97-114.

VILLELA, S. M. e MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo - SP: McGraw-Hill do Brasil. 1975.

ZEE – TO. **Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Tocantins**. Secretaria Estadual de Planejamento e Meio Ambiente – SEPLAN. Palmas – TO: Versão em CD-ROM. 1999.

ZEE – TO. **Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Tocantins**. Secretaria Estadual de Planejamento e Meio Ambiente – SEPLAN. Palmas – TO, Versão em CD-ROM. 2003.

Site consultados:

<http://www.ana.gov.br/> – capturado em 15/09/2006.

<http://www.aneel.gov.br> – capturado em 15/09/2006.

<http://www.snirh.gov.br/ana/Bacias/Tocantins:caracgeral/osrecursos>. - capturado em 14/08/2005.

<http://www.cberr.inpe.br> – capturado em 20/01/2008.

<http://glcf.umiacs.imd.edu/index.shtml> - capturado em 13-01/2008.

ANEXOS

**ANEXO A - DESCRIÇÃO GERAL E MORFOLÓGICA DOS PRINCIPAIS PERFIS
DOS SOLOS ENCONTRADOS NA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO.**

PS-SJ 01

Descrição geral

Município: Palmas
Imóvel: Morro do Oberth
Proprietário: Pedreira Palmas
Coordenadas (UTM): 22L 802.603 e 8.861.620
Altitude: 301 m
Cobertura vegetal natural: Cerrado
Uso atual: Cerrado
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: morros e morrotes
Topografia: inclinada
Drenagem: excessiva
Profundidade do perfil: > 100 cm
Tipo: corte

Descrição morfológica

Classe: Cambissolos Háplicos
Simbologia: CX
Horizontes; profundidade; textura; estrutura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes
A; 0 - 17 cm; areia franca; fraca, não pegajosa, não plástica, clara e inclinada.
C1; 17 - 90 cm; franco argilo arenoso; fraca, não pegajosa, não plástica, difusa.
C2; > 90 cm; franco arenoso; fraca, pegajosa, plástica, difusa.



Perfil de Cambissolo Háplico em área de Cerrado no Morro do Oberth, pedreira Palmas, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.

PS-SJ 02

Descrição geral

Município: Palmas
Imóvel: Fazenda “Vargem Grande”
Proprietário: Geraldo Valeriano Lourenço
Coordenadas (UTM): 22L 809.005 e 8.849.892
Altitude: 257 m
Cobertura vegetal natural: várzea
Uso atual: área agrícola
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: baixo terraço e planície de inundação
Topografia: plana
Drenagem: imperfeita
Profundidade do perfil: > 120 cm
Tipo: tradagem

Descrição morfológica

Classe: Plintossolos Hidromórficos
Simbologia: FX
Horizontes; profundidade; textura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes.
A; 0-14 cm; franco argilo arenoso; muito pegajosa, muito plástica, difusa e plana.
B1; 14-70 cm; franco argilo arenoso; muito pegajosa, muito plástica, difusa e plana.
B2; >70 cm; franco argilo arenoso; muito pegajosa, muito plástica, difusa e plana.



Perfil de Plintossolo Hidromórfico em área de irrigação tipo pivô central, localizado nas proximidades do Ribeirão São Joãzinho, Fazenda “Vargem Grande”, município de Palmas - TO.

PS-SJ 03

Descrição geral

Município: Palmas
Imóvel: Centro de Ciências Agrárias
Proprietário: UNITINS
Coordenadas (UTM): 22L 789.346 e 8.849.207
Altitude: 215 m
Cobertura vegetal natural: Cerrado
Uso atual: área agrícola (mamona)
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: terraços
Topografia: plana
Drenagem: excessiva.
Profundidade do perfil: > 120 cm
Tipo: tradagem

Descrição morfológica

Classe: Latossolos Vermelho Amarelos
Simbologia: LVA
Horizontes; profundidade; textura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes.
A; 0-12 cm; areia franca; não pegajoso não plástico; plano; gradual.
B1; 12-80 cm; franco arenoso; não pegajoso; não plástico; difuso; gradual.
B2; > 80 cm; franco arenoso; não pegajoso; não plástico; difuso; gradual.



Perfil de Latossolo Vermelho Amarelo em área de cultivo de mamona, Complexo de Ciências Agrárias - UNITINS, município de Palmas - TO.

PS-SJ 04

Descrição geral

Município: Porto Nacional
Imóvel: Fazenda Vale do Ribeirão São João
Proprietário: Fenelon Milhomem
Coordenadas (UTM): 22L 803.060 e 8.850.288
Altitude: 238 m
Cobertura vegetal natural: várzea
Uso atual: várzea/solo nu (cavas)
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: baixo terraço e planície de inundação
Topografia: plana
Drenagem: imperfeita
Profundidade do perfil: > 120 cm
Tipo: corte

Descrição morfológica

Classe: Plintossolos Hidromórficos
Simbologia: FX
Horizontes; profundidade; textura; estrutura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes.
A; 0-20 cm; muito argiloso; firme, muito pegajosa, muito plástica, difuso e plana.
B1; 20-95 cm; muito argiloso; firme, muito pegajosa, muito plástica, difuso e plana.
B2; >95 cm; areia franca; massiva; solta; não plástica; não pegajosa; abrupta e plana.



Perfil de Plintossolo Hidromórfico em área de mata ciliar, localizado nas margens do Ribeirão São João, município de Porto Nacional - TO.

PS-SJ 05

Descrição geral

Município: Palmas - TO

Imóvel: Aterro Sanitário de Palmas

Proprietário: Prefeitura Municipal de Palmas

Coordenadas (UTM): 22L 802.122 e 8.853.824

Altitude: 294 m

Cobertura vegetal natural: Cerrado *Stricto Sensu*

Uso atual: Cerrado/solo nu (cava de cascalheira)

Relevo regional: Depressão Tocantins

Relevo local: terraços

Topografia: plana

Drenagem: perfeita

Profundidade do perfil: 85 cm

Tipo: Corte

Descrição morfológica

Classe: Plintossolos Pétricos

Simbologia: FF

Horizontes; profundidade; textura; estrutura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes.

A; 0 - 12 cm; areia franca; fraca; grão simples, solto; não pegajoso; não plástico; suave e gradual.

C1; 12 - 85 cm; argila arenosa; fraca; grão simples, solto; não pegajoso; não plástico; suave e gradual.



Perfil de Plintossolo Pétrico em área da cascalheira do Aterro Sanitário de Palmas, Bacia do Ribeirão São João.

PS-SJ 06

Descrição geral

Município: Porto Nacional - TO
Imóvel: Quinhão 31 do imóvel Faz. São João ou Santa Cruz
Proprietário: Divina Márcia Aires e outras
Coordenadas (UTM): 22L 800.551 e 8.848.434
Altitude: 228 m
Cobertura vegetal natural: Cerrado *Stricto Sensu*
Uso atual: pastagem
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: terraços
Topografia: inclinada
Drenagem: perfeita
Profundidade do perfil: >100 cm
Tipo: tradagem

Descrição morfológica

Classe: Latossolos Vermelho Amarelo
Simbologia: LVA
Horizontes/profundidade, textura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes:
A1 0-20 cm; argila; pegajoso; plástico; suave; gradual.
B1 20-70 cm; argila; pegajoso; plástico; suave; gradual.
B2 > 70 cm; argila; pegajoso; plástico; suave; gradual.



Perfil de Latossolo Vermelho Amarelo em área de pastagem (brachiaria) no imóvel Quinhão 31, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.

PS-SJ 07

Descrição geral

Município: Porto Nacional - TO
Imóvel: Fazenda Jatobá
Proprietário: César Inácio Carneiro
Coordenadas (UTM): 22L 802.738 e 8.848.296
Altitude: 280 m
Cobertura vegetal natural: Cerradão
Uso atual: Cerradão
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: colinas amplas e rampas
Topografia: plana
Drenagem: imperfeita
Profundidade do perfil: >100 cm
Tipo: tradagem

Descrição morfológica

Classe: Latossolos Vermelho

Simbologia: LV

Horizontes/profundidade, textura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes:

A 0-20 cm; argila arenosa; ligeiramente pegajoso; ligeiramente plástico; suave; gradual.

B1 20-40 cm; argila arenosa; ligeiramente pegajoso; ligeiramente plástico; suave; gradual.

B2 > 40 cm; argila arenosa; ligeiramente pegajoso; ligeiramente plástico; suave; gradual.



Perfil de Latossolo Vermelho sob Cerradão, Fazenda Jatobá, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.

PS-SJ 08

Descrição geral

Município: Porto Nacional - TO
Imóvel: Fazenda Jatobá
Proprietário: César Inácio Carneiro
Coordenadas (UTM): 22L 800.523 e 8.847.296
Altitude: 265 m
Cobertura vegetal natural: Cerrado *Stricto Sensu*
Uso atual: pastagem
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: colinas amplas e rampas
Topografia: suave ondulado
Drenagem: perfeita
Profundidade do perfil: >100 cm
Tipo: tradagem

Descrição morfológica

Classe: Plintossolos Pétricos
Simbologia: FF
Horizontes; profundidade; textura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes.
A 0-14 cm; franco argilo arenosa; não pegajoso; não plástico; suave e gradual.
B1 14-32 cm; argila arenosa; pegajoso; plástico, suave e gradual.
C > 32 cm; argila arenosa; pegajoso; plástico, suave e gradual.



Perfil de Plintossolo Pétrico em área de pastagem plantada (andropogon), Faz. Jatobá, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.

PS-SJ 09

Descrição geral

Município: Porto Nacional
Imóvel: Fazenda Quinhão 31
Proprietário: Divina Márcia Aires e outras
Coordenadas (UTM): 22L 800.671 e 8.848.868
Altitude: 233 m
Cobertura vegetal natural: várzea
Uso atual: pastagem (brachiaria)
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: baixo terraço e planície de inundação
Topografia: plana
Drenagem: imperfeita
Profundidade do perfil: > 120 cm
Tipo: tradagem

Descrição morfológica

Classe: Plintossolos Hidromórficos
Simbologia: FX
Horizontes; profundidade; textura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes
A1; 0-12 cm; muito argiloso; muito pegajosa, muito plástica, difuso e plana.
A2; 12-50 cm; muito argiloso; muito pegajosa, muito plástica, difuso e plana.
B1; 50-120 cm; muito argiloso; muito pegajosa, muito plástica, difuso e plana.
B2; > 120 cm; areia franca; não pegajosa; não plástica; abrupta e plana.



Perfil de Plintossolo Hidromórfico em área de pastagem (brachiaria) no imóvel Quinhão 31, Bacia do Ribeirão São João, município de Porto Nacional – TO.

PS-SJ 10

Descrição geral

Município: Palmas

Imóvel: Fazenda Bom Pastor

Proprietário: Antonio de Deus

Coordenadas (UTM): 22L 818.574 e 8.845.120

Altitude: 647 m

Cobertura vegetal natural: Cerrado

Uso atual: Cerrado

Relevo regional: Planalto Residual Tocantins

Relevo local: morrotes de cimeira

Topografia: inclinada

Drenagem: excessiva

Profundidade do perfil: > 100 cm

Tipo: corte

Descrição morfológica

Classe: Plintossolos Pétricos

Simbologia: FF

Horizontes; profundidade; textura; pegajosidade, plasticidade e transição dos horizontes.

A1; 0 - 25 cm; areia franca; não pegajosa, não plástica, difusa e plana.

C1; 25 - 60 cm; argila arenosa; não pegajosa, não plástica, difusa e plana.

C2; 60 – 100 cm; muito argiloso; pegajosa, plástica, difusa e plana.

C3; > 100 cm; muito argiloso; pegajosa, plástica, difusa e plana.



Perfil de Plintossolo Pétrico em área de Cerrado na Fazenda Bom Pastor, Bacia do Ribeirão São João, município de Palmas – TO.

PS-SJ 11

Descrição geral

Município: Palmas
Imóvel: Projeto de Assentamento São João
Proprietário: INCRA
Coordenadas (UTM): 22L 809.782 e 8.849.040
Altitude: 282 m
Cobertura vegetal natural: Cerrado
Uso atual: Cerrado
Relevo regional: Depressão Tocantins
Relevo local: morros e morrotes
Topografia: inclinada
Drenagem: não determinada
Profundidade do perfil:
Tipo: corte estrada

Descrição morfológica

Classe: Neossolos Litólicos
Simbologia: RL



Figura 75 – Perfil de Neossolo Litólico em área de talude da Serra do Carmo, localizado no Projeto de Assentamento São João, município de Palmas - TO.

ANEXO B - RESULTADOS DOS VALORES OBTIDOS DAS VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DA ÁGUA, ENTRE AS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, TRECHO COMPREENDIDO ENTRE A NASCENTE E A CONFLUÊNCIA COM O RESERVATÓRIO DA UHE LAJEADO (TO), DURANTE O PERÍODO (A) SECO (JUNHO A JULHO/06) E (B) CHUVOSO (FEVEREIRO A ABRIL E DEZEMBRO/06).

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas do Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) chuvoso (fevereiro/06) – 1ª campanha.

Ponto	Nome	pH	Cond. (µS/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Temperatura (°C)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Transparência (cm)	Sólidos Sedimentáveis (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	EHS - 1 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Luciano Ayres)	5,8	16,14	2,48	5,4	12,105	24,0	< 1	total	< 0,1	1,2330	0,138
02	EHS - 2 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vargem Bonita)	6,1	26,70	7,47	4,7	20,25	24,0	< 1	total	< 0,1	2,1180	0,065
03	EHS - 3 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vista Alegre)	6,2	53,20	33,60	3,6	39,90	24,0	8,6	total	< 0,1	3,5306	0,213
04	EHS - 4 Ribeirão São João (Faz. São Pedro)	6,4	31,50	5,77	4,7	23,62	26,0	< 1	total	< 0,1	1,9520	0,190
05	EHS - 5 Ribeirão São João (Faz. Vista Alegre)	6,4	48,60	34,80	3,1	36,45	26,0	< 1	total	< 0,1	2,5480	0,596
06	EHS -62 Ribeirão São João (Faz. Barra do Brejinho)	6,6	23,60	63,10	3,4	17,70	26,0	< 1	total	< 0,1	4,2390	0,303
07	Ribeirão São João (Nascente)	5,4	18,77	0,02	7,5	14,08	25,0	< 1	total	< 0,1	0,8360	0,106
08	Ribeirão São João (Vale do vai quem quer)	6,3	11,17	2,34	7,0	8,38	24,5	16,6	total	< 0,1	1,1010	0,225
09	Ribeirão São João (Faz. Bom Pastor)	6,2	13,40	0,02	7,0	10,05	25,4	2	total	< 0,1	0,8990	0,096
10	Córrego Jererê	5,5	3,76	2,00	6,8	2,82	26,2	1	total	< 0,1	1,2145	0,036
11	Confluência com o Reservatório da UHE - Lajeado	6,1	41,80	20,70	6,5	31,35	32,4	1	total	< 0,1	2,8670	0,191

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas do Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) chuvoso (abril/06) – 2ª campanha.

Ponto	Nome	pH	Cond. (μ S/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Temperatura ($^{\circ}$ C)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Transparência (cm)	Sólidos Sedimentáveis (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	EHS - 1 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Luciano Ayres)	6,3	16,7	54,2	8,7	12,52	22,9	> 2419,6	13	< 0,1	3,5850	0,248
02	EHS - 2 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vargem Bonita)	6,6	38,4	103,0	7,4	28,80	23,6	> 2419,6	15	0,2	5,1900	0,498
03	EHS - 3 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vista Alegre)	6,5	45,0	85,5	7,3	33,75	23,5	> 2419,6	19	0,5	4,6890	0,182
04	EHS - 4 Ribeirão São João (Faz. São Pedro)	6,4	18,0	24,3	5,9	13,50	24,4	> 2419,6	53	0,1	2,3780	0,162
05	EHS - 5 Ribeirão São João (Faz. Vista Alegre)	6,8	44,2	25,0	7,2	33,15	23,5	> 2419,6	19	0,2	-	-
06	EHS -62 Ribeirão São João (Faz. Barra do Brejinho)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07	Ribeirão São João (Nascente)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08	Ribeirão São João (Vale do vai quem quer)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	Ribeirão São João (Faz. Bom Pastor)	5,1	12,3	0,02	9,4	9,22	23,7	10,8	79	< 0,1	0,8540	0,066
10	Córrego Jererê	5,3	4,1	0,7	7,2	3,07	24,9	665,3	total	< 0,1	2,1120	0,112
11	Confluência com o Reservatório da UHE - Lajeado	6,2	27,7	4,25	4,7	20,77	26,3	24,9	22	< 0,1	2,0560	0,164

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas do Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (b) seco (junho/06) – 3ª campanha.

Ponto	Nome	pH	Cond. (μ S/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Temperatura (°C)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Profundidade (cm)	Transparência (cm)	Sólidos Sedimentáveis (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	EHS - 1 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Luciano Ayres)	7,0	15,0	3,0	8,2	11,25	21,6	107,5	56	total	< 0,1	0,7420	2,87
02	EHS - 2 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vargem Bonita)	6,9	29,0	5,0	7,7	21,75	21,3	372,4	17	total	< 0,1	0,8050	1,04
03	EHS - 3 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vista Alegre)	7,1	35,0	5,0	7,3	26,25	21,5	533,5	35	total	< 0,1	1,1220	3,61
04	EHS - 4 Ribeirão São João (Faz. São Pedro)	6,7	25,0	3,0	7,7	18,75	21,5	156,4	27	total	< 0,1	0,8770	2,63
05	EHS - 5 Ribeirão São João (Faz. Vista Alegre)	6,8	29,0	15,0	7,3	21,75	21,5	84,9	47	total	< 0,1	1,4400	2,67
06	EHS -62 Ribeirão São João (Faz. Barra do Brejinho)	6,9	30,0	7,0	7,6	22,50	22,5	67,5	27	total	< 0,1	1,7450	7,28
07	Ribeirão São João (Nascente)	4,5	11,0	4,0	3,4	8,25	25,2	< 1	72	total	< 0,1	0,5280	1,45
08	Ribeirão São João (Vale do vai quem quer)	6,4	20,0	1,0	8,0	15,00	20,3	54,1	53	total	< 0,1	0,6040	4,50
09	Ribeirão São João (Faz. Bom Pastor)	4,9	1,0	0,0	7,7	0,75	25,0	13,0	100	total	< 0,1	0,9850	3,82
10	Córrego Jererê	5,0	2,0	0,0	7,9	1,50	23,0	1,0	36	total	< 0,1	0,9590	2,86
11	Confluência Reservatório da UHE - Lajeado	6,5	72,0	2,0	4,7	54,00	26,4	4,0	44	total	< 0,1	0,8410	3,41

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas do Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (b) seco (julho/06) – 4ª campanha.

Ponto	Nome	pH	Cond. (μ S/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Temperatura (°C)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Profundidade (cm)	Transparência (cm)	Sólidos Sedimentáveis (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	EHS - 1 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Luciano Ayres)	7,4	20,6	1,08	7,6	15,45	24,0	11,0	52	total	< 0,1	0,1110	0,07
02	EHS - 2 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vargem Bonita)	7,2	24,9	5,14	6,7	18,67	24,3	12,0	42	total	< 0,1	0,2720	0,47
03	EHS - 3 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vista Alegre)	7,8	36,6	8,76	6,4	27,45	24,0	27,9	23	total	< 0,1	0,3130	0,07
04	EHS - 4 Ribeirão São João (Faz. São Pedro)	7,4	30,7	5,65	7,3	23,02	23,1	110,4	21	total	< 0,1	0,2720	0,07
05	EHS - 5 Ribeirão São João (Faz. Vista Alegre)	7,4	36,0	7,79	7,0	27,00	24,0	17,3	41	total	< 0,1	0,5150	0,09
06	EHS -62 Ribeirão São João (Faz. Barra do Brejinho)	6,7	29,2	7,51	6,4	21,90	23,9	< 1	39	total	< 0,1	0,5440	0,07
07	Ribeirão São João (Nascente)	3,8	14,72	0,86	3,6	11,04	25,8	< 1	84	total	< 0,1	0,0110	0,00
08	Ribeirão São João (Vale do vai quem quer)	7,7	14,72	0,86	8,7	11,04	22,2	< 1	52	total	< 0,1	0,0120	0,01
09	Ribeirão São João (Faz. Bom Pastor)	5,7	1,68	0,02	7,9	1,26	21,5	< 1	90	total	< 0,1	0,0130	0,01
10	Córrego Jererê	5,6	3,31	0,02	6,5	2,48	25,0	< 1	18	total	< 0,1	0,0930	0,03
11	Confluência com o Reservatório da UHE - Lajeado	6,7	88,6	5,80	4,2	66,45	31,3	5,0	13	total	< 0,1	0,4070	0,05

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas do Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) chuvoso (dezembro/06) – 5ª campanha.

Ponto	Nome	pH	Cond. (μ S/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Temperatura (°C)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Profundidade (cm)	Transparência (cm)	Sólidos Sedimentáveis (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	EHS - 1 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Luciano Ayres)	6,62	12,09	3,2	6,1	9,06	26,7	34,7	58	total	< 0,1	1,5423	0,033
02	EHS - 2 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vargem Bonita)	6,51	22,40	10,4	6,0	16,80	26,4	13,0	45	total	< 0,1	1,4288	0,028
03	EHS - 3 Ribeirão São Joãozinho (Faz. Vista Alegre)	6,84	68,20	13,1	5,4	51,15	26,0	< 1	29	total	< 0,1	1,4000	0,030
04	EHS - 4 Ribeirão São João (Faz. São Pedro)	6,49	21,50	8,45	5,0	16,12	27,5	18,1	23	total	< 0,1	1,4000	0,030
05	EHS - 5 Ribeirão São João (Faz. Vista Alegre)	6,30	25,10	12,3	5,3	18,82	26,3	7,0	44	total	< 0,1	1,4000	0,030
06	EHS -62 Ribeirão São João (Faz. Barra do Brejinho)	6,20	31,60	22,6	6,0	23,70	28,0	18,1	43	total	< 0,1	1,3600	0,049
07	Ribeirão São João (Nascente)	4,65	12,25	1,2	3,9	9,18	25,9	< 1	89	total	< 0,1	1,0720	0,016
08	Ribeirão São João (Vale do vai quem quer)	6,62	1,93	1,2	7,2	1,45	26,4	< 1	55	total	< 0,1	1,4540	0,100
09	Ribeirão São João (Faz. Bom Pastor)	5,50	1,69	0,0	7,3	1,26	25,8	< 1	98	total	< 0,1	1,1260	0,050
10	Córrego Jererê	4,76	3,92	1,31	5,0	2,44	26,0	30,6	22	total	< 0,1	2,1385	0,013
11	Confluência com o Reservatório da UHE - Lajeado	7,39	72,70	1,12	4,6	54,52	31,5	< 1	15	total	< 0,1	1,8981	0,018

ANEXO C - RESULTADOS DOS VALORES MÉDIOS DE PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, ENTRE AS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, TRECHO COMPREENDIDO ENTRE A NASCENTE E A CONFLUÊNCIA COM O RESERVATÓRIO DA UHE LAJEADO (TO), DURANTE O PERÍODO (A) SECO (JUNHO A JULHO/06) E (B) CHUVOSO (FEVEREIRO A ABRIL E DEZEMBRO/06).

Resultados dos valores médios de **pH** da água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) seco (junho a julho/06) e (b) chuvoso (fevereiro a abril e dezembro/06).

ÉPOCA/ESTAÇÕES	Meses	EHS 1	EHS 2	EHS 3	EHS 4	EHS 5	EHS 6	Nascente	Faz. Bom Pastor	Vale Vai Quem Quer	Córrego Jererê	Confluência UHE Lajeado
(a) Seca	Jun/06	7,0	6,9	7,1	6,7	6,8	6,9	4,5	6,4	4,9	5,0	6,5
	Jul/06	7,4	7,2	7,8	7,4	7,4	6,7	3,8	5,7	7,7	5,6	6,7
	Média	7,20	7,05	7,45	7,05	7,10	6,80	4,15	6,05	6,30	5,30	6,60
(b) Chuvosa	Fev/06	5,8	6,1	6,2	6,4	6,4	6,6	5,4	6,2	5,5	5,5	6,1
	Abr/06	6,3	6,6	6,5	6,4	6,8	-	-	5,1	-	5,3	6,2
	Dez/06	6,6	6,5	6,8	6,4	6,3	6,2	4,6	5,4	6,6	4,7	7,3
	Média	6,23	6,40	6,50	6,40	6,50	6,40	5,00	5,57	6,05	5,17	6,53

Resultados dos valores médios de **condutividade elétrica (yS/cm)** da água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) seco (junho a julho/06) e (b) chuvoso (fevereiro a abril e dezembro/06).

ÉPOCA/ESTAÇÕES	Meses	EHS 1	EHS 2	EHS 3	EHS 4	EHS 5	EHS 6	Nascente	Faz. Bom Pastor	Vale Vai Quem Quer	Córrego Jererê	Confluência UHE Lajeado -
(a) Seca	Jun/06	15,0	29,0	35,0	25,0	29,0	30,0	11,0	1,0	20,0	2,0	72,0
	Jul/06	20,6	24,9	36,6	30,7	36,0	29,2	14,72	1,68	14,72	3,31	88,6
	Média	17,8	26,95	35,8	27,85	32,5	29,60	12,86	1,34	17,36	2,66	80,30
(b) Chuvosa	Fev/06	16,14	26,7	53,2	31,5	48,6	23,6	18,77	13,4	11,17	3,76	41,8
	Abr/06	16,7	38,4	45,0	18,0	44,2	-	-	12,3	-	4,1	27,7
	Dez/06	12,09	22,4	68,2	21,5	25,1	31,6	12,25	1,69	1,93	3,92	72,7
	Média	14,98	29,17	55,47	23,67	39,30	27,60	15,51	9,13	6,55	3,93	47,40

Resultados dos valores médios de **turbidez (NTU)** da água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) seco (junho a julho/06) e (b) chuvoso (fevereiro a abril e dezembro/06).

ÉPOCA/ESTAÇÕES	Meses	EHS 1	EHS 2	EHS 3	EHS 4	EHS 5	EHS 6	Nascente	Faz. Bom Pastor	Vale Vai Quem Quer	Córrego Jererê	Confluência UHE Lajeado
(a) Seca	Jun/06	3,0	5,0	5,0	3,0	15,0	7,0	4,0	0,0	1,0	0,0	2,0
	Jul/06	1,08	5,14	8,76	5,65	7,79	7,51	0,86	0,02	0,86	0,02	5,8
	Média	2,04	5,07	6,88	4,33	11,40	7,26	2,43	0,01	0,93	0,01	3,9
(b) Chuvosa	Fev/06	2,48	7,47	33,60	5,77	34,80	63,1	0,02	0,02	2,34	2,0	20,7
	Abr/06	54,2	103,0	85,5	24,3	25,0	-	-	0,02	-	0,7	4,25
	Dez/06	3,2	10,4	13,1	8,45	12,3	22,6	12,0	0,0	1,2	1,31	1,12
	Média	19,96	40,29	44,07	12,84	24,03	42,85	6,01	0,01	1,77	1,34	8,69

Resultados dos valores médios de **oxigênio dissolvido (mg/l)** na água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) seco (junho a julho/06) e (b) chuvoso (fevereiro a abril e dezembro/06).

ÉPOCA/ESTAÇÕES	Meses	EHS 1	EHS 2	EHS 3	EHS 4	EHS 5	EHS 6	Nascente	Faz. Bom Pastor	Vale Vai Quem Quer	Córrego Jererê	Confluência UHE Lajeado -
(a) Seca	Jun/06	8,2	7,7	7,3	7,7	7,3	7,6	3,4	7,7	8,0	7,9	4,7
	Jul/06	7,6	6,7	6,4	7,3	7,0	6,4	3,6	7,9	8,7	6,5	4,2
	Média	7,90	7,20	6,85	7,5	7,15	7,00	3,50	7,80	8,35	7,20	4,45
(b) Chuvosa	Fev/06	5,4	4,7	3,6	4,7	3,1	7,5	3,4	7,0	7,0	6,8	6,5
	Abr/06	8,7	7,4	7,3	5,9	7,2	-	-	9,4	-	7,2	4,7
	Dez/06	6,1	6,0	5,4	5,0	5,3	6,0	3,9	7,3	7,2	5,0	4,6
	Média	6,73	6,03	5,43	5,20	5,20	6,75	3,65	7,90	7,10	6,33	5,27

Resultados dos valores médios de **sólidos totais dissolvidos (mg/l)** na água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) seco (junho a julho/06) e (b) chuvoso (fevereiro a abril e dezembro/06).

ÉPOCA/ESTAÇÕES	Meses	EHS 1	EHS 2	EHS 3	EHS 4	EHS 5	EHS 6	Nascente	Faz. Bom Pastor	Vale Vai Quem Quer	Córrego Jererê	Confluência UHE Lajeado
(a) Seca	Jun/06	12,105	20,02	39,90	23,62	36,45	17,70	14,08	10,02	8,38	2,82	31,25
	Jul/06	12,52	28,80	33,75	13,50	33,15	-	-	9,22	-	3,07	20,77
	Média	12,31	24,41	36,83	18,56	34,80	17,70	14,08	9,62	8,38	2,95	26,01
(b) Chuvosa	Fev/06	11,25	21,75	26,25	18,75	21,75	22,50	8,25	0,75	15,00	1,50	54,00
	Abr/06	15,45	18,67	27,45	23,02	27,00	21,90	11,04	1,26	11,04	2,48	66,45
	Dez/06	9,06	16,80	51,15	16,12	18,82	23,70	9,18	1,26	1,45	2,44	54,52
	Média	11,92	19,07	34,95	19,30	22,52	22,70	9,49	1,09	9,16	2,14	58,32

Resultados dos valores médios de **temperatura** (°C) da água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) seco (junho a julho/06) e (b) chuvoso (fevereiro a abril e dezembro/06).

ÉPOCA/ESTAÇÕES	Meses	EHS 1	EHS 2	EHS 3	EHS 4	EHS 5	EHS 6	Nascente	Faz. Bom Pastor	Vale Vai Quem Quer	Córrego Jererê	Confluência UHE Lajeado -
(a) Seca	Jun/06	21,6	21,3	21,5	21,5	21,5	22,2	25,2	20,3	25,0	23,0	26,4
	Jul/06	24,0	24,3	24,0	23,1	24,0	23,9	25,8	21,5	22,2	25,0	31,3
	Média	22,80	22,80	22,75	22,30	22,75	23,20	25,50	20,90	23,60	24,00	28,85
(b) Chuvosa	Fev/06	24,0	24,0	24,0	26,0	26,0	25,0	24,5	25,4	24,5	26,2	26,2
	Abr/06	22,9	23,6	23,5	23,5	24,4	-	-	23,7	-	24,9	26,3
	Dez/06	26,7	26,4	26,0	26,3	28,0	25,9	25,8	25,8	26,4	26,0	31,5
	Média	24,53	24,67	24,50	25,27	26,13	25,45	25,15	24,97	25,45	25,70	28,00

Resultados dos valores médios de **nitrogênio total (mg/l)** da água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) seco (junho a julho/06) e (b) chuvoso (fevereiro a abril e dezembro/06).

ÉPOCA/ESTAÇÕES	Meses	EHS 1	EHS 2	EHS 3	EHS 4	EHS 5	EHS 6	Nascente	Faz. Bom Pastor	Vale Vai Quem Quer	Córrego Jererê	Confluência UHE Lajeado -
(a) Seca	Jun/06	0,7420	0,8050	1,1220	0,8770	1,4400	1,7450	0,5280	0,6040	0,9850	0,9590	0,8410
	Jul/06	0,1110	0,2720	0,3130	0,2720	0,5150	0,5440	0,0110	0,0120	0,0130	0,0930	0,4070
	Média	0,4265	0,5385	0,7175	0,5745	0,9775	1,1445	0,2695	0,3080	0,4990	0,5260	0,6240
(b) Chuvosa	Fev/06	1,2330	2,1180	3,5306	1,9520	2,5480	4,2390	0,8360	1,1010	0,8990	1,2145	2,8670
	Abr/06	3,5850	5,1900	4,6890	2,3780	-	-	-	-	0,8540	2,1120	0,5580
	Dez/06	1,5423	1,4288	1,4000	1,4000	1,4000	1,360	1,0720	1,4540	1,1260	2,1385	1,8981
	Média	2,1201	2,9123	3,2065	1,9100	1,9740	2,7995	0,9540	1,2775	0,9597	1,8217	1,7747

Resultados dos valores médios de **fósforo total (mg/l)** da água, entre as estações de amostragem no Ribeirão São João, trecho compreendido entre a nascente e a confluência com o reservatório da UHE Lajeado (TO), durante o período (a) seco (junho a julho/06) e (b) chuvoso (fevereiro a abril e dezembro/06).

ÉPOCA/ESTAÇÕES	Meses	EHS 1	EHS 2	EHS 3	EHS 4	EHS 5	EHS 6	Nascente	Faz. Bom Pastor	Vale Vai Quem Quer	Córrego Jererê	Confluência UHE Lajeado -
(a) Seca	Jun/06	2,87	1,04	3,61	2,63	2,67	7,28	1,45	3,82	4,50	2,86	3,41
	Jul/06	0,07	0,47	0,07	0,07	0,09	0,07	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05
	Média	1,47	0,755	1,84	1,35	1,38	3,675	0,725	1,915	2,255	1,445	1,73
(b) Chuvosa	Fev/06	0,138	0,065	0,213	0,190	0,596	0,303	0,106	0,096	0,225	0,036	0,191
	Abr/06	0,248	0,498	0,182	0,162	-	-	-	0,066	-	0,112	0,164
	Dez/06	0,033	0,028	0,030	0,030	0,030	0,049	0,016	0,050	0,100	0,013	0,018
	Média	0,197	0,142	0,127	0,313	0,176	0,061	0,071	0,1625	0,054	0,124	0,197

ANEXO D - RESULTADOS DOS VALORES MÉDIOS DE PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DE ÁGUAS SUB-SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS, DURANTE O PERÍODO DE FEVEREIRO A JULHO/06.

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas das águas sub-superficiais e subterrâneas da Bacia do Ribeirão São João, durante o período (a) chuvoso – 1ª campanha: fev/2006.

Ponto	Nome	pH	Cond. (μ S/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Amônia (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	Poço artesiano da Cerâmica Betim	6,5	152,40	1,50	5,6	114,30	<1	0,155	1,0010	1,051
02	Cisterna da Faz. Vista Alegre	4,8	181,10	0,65	5,3	135,82	51,2	0,254	10,5040	0,178

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas das águas sub-superficiais e subterrâneas da Bacia do Ribeirão São João, durante o período (a) chuvoso – 2ª campanha: abril/2006.

Ponto	Nome	pH	Cond. (μ S/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Amônia (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	Poço artesiano da Cerâmica Betim	6,5	152,40	1,50	5,6	114,30	<1	0,155	1,0010	1,051
02	Cisterna da Faz. Vista Alegre	4,8	181,10	0,65	5,3	135,82	97,7	0,254	10,5040	0,178
03	Cisterna da Faz. Vargem Bonita	6,0	57,1	54,6	6,4	42,82	> 2419,6	0,467	6,7170	0,399
04	Poço artesiano da Escola Marcos	7,4	159,5	7,8	7,3	119,62	<1	0,048	0,7020	0,650
05	Cisterna da Chácara do Meio	7,1	142,	0,02	3,7	106,5	156,4	0,14	0,7130	0,493
06	Cisterna do CCA – UNITINS	6,1	94,2	27,6	3,5	70,65	<1	0,158	2,2060	0,157

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas das águas sub-superficiais e subterrâneas da Bacia do Ribeirão São João, durante o período (a) chuvoso – 3ª campanha: junho/2006.

Ponto	Nome	pH	Cond. (µS/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Amônia (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	Poço artesiano Cerâmica Betim	6,7	91,0	3,31	3,3	68,25	<1	0,004	0,7	5,44
02	Cisterna da Faz. Vista Alegre	6,1	133,9	0,29	4,9	100,42	30,5	0,027	6,4	1,57
03	Cisterna da Chácara do Meio	6,7	137,4	6,07	5,6	103,05	45,2	0,123	1,2	3,18
04	Cisterna da Faz. Vargem Bonita	6,9	43,2	7,99	5,5	32,40	15,6	0,083	1,5	1,50
05	Poço artesiano Escola Marcos	7,3	144,0	4,97	4,6	108,00	<1	0,100	1,2	3,14
06	Cisterna do CCA - UNITINS	6,5	71,2	1,30	5,1	53,40	30,5	0,021	2,2	1,6

Resultados dos valores obtidos das variáveis físicas, químicas e biológicas das águas sub-superficiais e subterrâneas da Bacia do Ribeirão São João, durante o período (a) chuvoso – 4ª campanha: julho/2006.

Ponto	Nome	pH	Cond. (µS/cm)	Turbidez (NTU)	O D (mg/l)	T D S (mg/l)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Amônia (mg/l)	Nitrogênio total (mg/l)	Fósforo (mg/l)
01	Poço artesiano Cerâmica Betim	6,3	179,6	1,19	3,3	134,70	<1	0,07	0,0030	0,45
02	Cisterna da Faz. Vista Alegre	5,6	176,7	0,02	4,9	132,52	1,0	0,10	5,3020	0,01
03	Cisterna da Chácara do Meio	6,2	202,0	1,76	5,6	151,50	2,0	0,15	0,6050	0,19
04	Cisterna da Faz. Vargem Bonita	5,7	36,4	13,9	5,5	27,30	6,3	0,19	0,7090	0,05
05	Poço artesiano Escola Marcos	6,5	194,4	7,44	4,6	145,80	<1	0,18	1,1050	0,30
06	Cisterna do CCA - UNITINS	4,8	7,19	28,1	4,9	5,39	<1	0,51	1,0100	0,15