

UFMS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ – REITORIA DE PESQUISA E PÓS - GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO
MESTRADO EM GEOGRAFIA

**DIRETRIZES PARA ANÁLISE AMBIENTAL COM USO DE GEOTECNOLOGIAS
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO PINTO, TRÊS LAGOAS/MS.**

Flávia Joise Izippato

**Três Lagoas/MS
Março, 2013**



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Programa de Pós-Graduação em Geografia – CPTL/UFMS



Flávia Joise Izippato

**DIRETRIZES PARA ANÁLISE AMBIENTAL COM USO DE GEOTECNOLOGIAS
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO PINTO, TRÊS LAGOAS/MS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS - Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestra em Geografia sobre orientação da Prof.^a Dr.^a Patrícia Helena Mirandola.

Três Lagoas/MS

Março, 2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

Flávia Joise Izippato

Diretrizes para Análise Ambiental com uso de Geotecnologias na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS - Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestra em Geografia sobre orientação da Prof.^a Dr.^a Patrícia Helena Mirandola.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Patrícia Helena Mirandola

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Membro: Prof.^a Dr.^a Célia Alves de Souza

Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso.

Membro: Prof. Dr. André Luís Pinto

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Suplente: Prof. Dr. Victor Matheus Bacani

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Três Lagoas/MS

Março, 2013

*À minha família, meu amado pai José,
minha amada mãe Valderez e meu irmão
Leandro pela paciência, compreensão,
apoio, dedicação e carinho sempre,
obrigado amo muito vocês.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço todos que de alguma forma direta ou indiretamente, colaboraram para o desenvolvimento do meu trabalho, em especial a Prof.^a Dr.^a Patrícia Helena Mirandola, pela orientação, dedicação, incentivo e amizade ao longo da pesquisa, obrigado sempre.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia em especial: Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto, Dr.^a Luiza Luciana Salvi e Dr. Wallace de Oliveira pelo carinho, confiança e incentivo.

Ao Laboratório de Prática de Ensino e Geoprocessamento (LAPEGEO/UFMS), com carinho especial a todos os integrantes que colaboraram e apoiaram a minha pesquisa.

Ao Laboratório de Estudos Ambientais (LABORAM) com grande carinho a Andressa Gouveia Ponso e o técnico Cesar Cardoso e o laboratório de Sensoriamento Remoto (LASER) em especial o técnico Hermiliano Felipe Decco pelo apoio que sempre me proporcionaram.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro e à Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPP) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pelo apoio financeiro e institucional.

A coordenação e secretaria do Programa de Pesquisa de Pós Graduação em Geografia Nível Mestrado campus de Três Lagoas/MS.

Aos professores Dr. André Luís Pinto e Dr. Vitor Matheus Bacani pelas contribuições e sugestões durante o exame de qualificação.

Ao grande e especial amigo, André Luís Valverde Fernandes e Carlos Alberto Prado obrigado pelo carinho e apoio sempre.

Epígrafe

*“O grande rio tem seu trajeto, antes do mar imenso. Copiando-lhe a expressão, a alma percorre igualmente caminhos variados e etapas diversas, também recebe afluentes de conhecimentos, aqui e ali, avoluma-se em expressão e purifica-se em qualidade, antes de encontrar o oceano eterno de sabedoria”
(André Luiz).*

RESUMO

IZIPPATO, Flávia Joise. **Diretrizes para Análise Geoambiental com uso de Geotecnologias na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS. 2013.** 163p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, 2013.

Este trabalho teve o objetivo de analisar as características ambientais e modificações antrópicas na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, localizada no município de Três Lagoas/MS, cuja área ocupa 78,8km² aproximadamente. Os estudos foram executados com instrumentos provenientes das geotecnologias, com base em referências teórico-metodológico de estudo integrado do ambiente sobre perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas. Os procedimentos executados constituíram-se em: delimitação da área de estudo e elaboração de mapas temáticos, que foram combinados em SIG's para o mapa de fragilidade do ambiente e o mapa de legislação ambiental. Com os resultados obtidos pode-se identificar os níveis diferenciados de sensibilidade do ambiente e assim sugerir as diretrizes para o manejo adequado na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto.

Palavras-chave: Geotecnologia, Bacia Hidrográfica, Diretrizes Ambientais.

ABSTRACT

IZIPPATO, Flávia Joise. **Guidelines for Environmental Analysis with the use of Geotechnologies in the Drainage Basin of the Pinto Stream, Três Lagoas/MS 2013.** 163p. Dissertation (Master) – Federal University of Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, 2013.

This study has an aim to analyze the environment characteristics and anthropogenic changes in the Drainage Basin of the Pinto Stream, located in Três Lagoas/MS city, whose area covers approximately 78,8km². These studies were performed with instruments from the geotechnology, based on theoretical methodological references of integrated study of the environment under general system theory's perspective. The procedures consisted in: delimitation of the study area and elaboration of theme maps which were combined in GIS to the environment fragility map and the environment legislation map. With these results we can identify the different levels of sensitivity of the environment and therefore suggest guidelines for the appropriate management in the Drainage Basin of the Pinto Stream.

Key words: Geotechnology, Drain Basin, Environment guidelines.

SUMÁRIO

RELAÇÃO DE FIGURAS.....	11
RELAÇÃO DE TABELAS.....	14
RELAÇÃO DE QUADROS.....	15
RELAÇÕES DE GRÁFICOS.....	15
RELAÇÃO DE ANEXOS.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
CAPÍTULO I	
1. BASE CONCEITUAL.....	31
1.1 Visão Sistêmica.....	31
1.1.1 Teoria Geral dos Sistemas (TGS).....	38
1.2 Bacia Hidrográfica como Unidade Integrada de Planejamento Ambiental.....	45
1.3 Geoprocessamento como Ferramental de Análise Ambiental	53
1.3.1 Cartografia.....	54
1.3.1.1 Cartografia para Mapeamento Temático em Ambiente Digital.....	62
1.3.2 Sensoriamento Remoto	66
1.3.3 Sistemas de Informações Geográficos (SIG's).....	81

CAPÍTULO II

2. METODOLOGIA	86
2.1 Considerações Metodológicas.....	86
2.2 Procedimentos Operacionais e Teórico-Metodológicos.....	90
2.2.1 Digitalização de Mapas Temáticos.....	90
2.2.2 Modelo Digital do Terreno (MDT).....	90
2.2.3 Carta da Fragilidade Ambiental Potencial.....	91
2.2.4 Imagem de Satélite.....	92
2.2.5 Análise Fitogeográfica.....	98

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS	102
3.1 Análise Pluviométrica.....	102
3.2 Análise Pedológica.....	104
3.3 Análise Ambiental Fluvio-Morfométrica.....	106
3.3.1 Análise da Hidrografia.....	106
3.3.2 Análise Linear da Rede de Drenagem.....	109
3.3.3 Análise Areal da Rede de Drenagem.....	110
3.4 Análise Hipsométrica.....	110
3.5 Análise Clinográfica.....	113
3.6 Análise Orientação das Vertentes.....	115

3.7 Análise da Evolução do Uso da Terra e Cobertura Vegetal.....	117
3.8 Análise Fitogeográfica.....	125
3.9 Análise Fragilidade Ambiental Potencial.....	129
3.10 Análise Legislação Ambiental.....	132
3.11 Considerações sobre as Diretrizes para o Uso e Manejo Territorial na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	135

CAPÍTULO IV

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	140
4.1 REFERÊNCIAS.....	142
4.2 ANEXOS.....	151

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização do sistema ambiental.....	20
Figura 2: Carta imagem de localização da área de influência da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	26
Figura 3: Evolução populacional, Três Lagoas/MS.....	28
Figura 4: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal no município de Três Lagoas/MS em 2011.....	28
Figura 5: Representação dos complexos.....	34
Figura 6: Os efeitos do reducionismo e a decomposição do indivisível.....	36
Figura 7: Os sistemas em seu ambiente.....	40
Figura 8: Modelo de sistema e seus componentes e interação (comunicação) com o ambiente.....	41
Figura 9: Componentes do modelo hidrológico para as Bacias Hidrográficas.....	43
Figura 10: Classificação de modelos considerando a descrição a descrição dos processos.....	43
Figura 11: Classificação das Bacia Hidrográficas considerando as escalas espaço/tempo.....	44
Figura12: Classificação de modelos considerando as técnicas de resolução.....	44
Figura 13: Modelo do sistema ambiental Bacia Hidrográfica e o <i>Input/Output</i>	46
Figura 14: Evolução do uso da Bacia Hidrográfica como célula de análise durante as últimas décadas.....	51
Figura 15: Modelo de representação da superfície terrestre.....	56
Figura 16: Processo de comunicação do mapa.....	64
Figura 17: Subsistema que compõe o sistema de informação derivadas de sensoriamento remoto.....	67
Figura 18: Esquema representativo dos quatros elementos fundamentais das técnicas de sensoriamento remoto.....	68
Figura 19: Distribuição da cobertura e número de passagens da missão SRTM.....	80

Figura 20: Estrutura geral dos sistemas de informação geográfico.....	83
Figura 21: Fluxograma dos procedimentos teóricos-metodológicos.....	89
Figura 22: Modelo de interpolação (IQD).....	90
Figura 23: Georreferenciamento da imagem Landsat 5 sensor TM.....	97
Figura 24: Contraste de imagem b3g4r5 sintética.....	97
Figura 25: Ecótono cerrado.....	97
Figura 26: Mapa de coleta de campo da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	99
Figura 27: Chave de interpretação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	100
Figura 28: Mapa pluviométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	103
Figura 29: Mapa pedológico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	105
Figura 30: Mapa hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	107
Figura 31: Nascente estrada “Boiadeira” sentido MS320.....	108
Figura 32: Nascente estrada “Boiadeira” sentido MS320.....	108
Figura 33: Nascente estrada “Boiadeira” sentido MS320.....	109
Figura 34: Nascente estrada “Boiadeira” sentido MS320.....	109
Figura 35: Mapa hipsométrico e perfil topográfico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	112
Figura 36: Mapa clinográfico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	114
Figura 37: Mapa orientação de vertentes da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	116
Figura 38: Plantio de pastagem.....	117
Figura 39: Área com intenso pisoteio de gado.....	118
Figura 40: Área de pasto e solo exposto preparado para plantio de pasto.....	119

Figura 41: Remanescente de cerrado.....	119
Figura 42: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal em 1974 na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	121
Figura 43: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal em 1985 na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	122
Figura 44: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal em 1998 na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	123
Figura 45: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal em 2011 na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	124
Figura 46: Tributário da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	126
Figura 47: Tributário da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	126
Figura 48: Tributário da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	127
Figura 49: Tributário da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	127
Figura 50: MS 320 Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto canalizado sentido BR158.....	128
Figura 51: Foz da bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto BR 158.....	129
Figura 52: Mapa da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	130
Figura 53: Drenagem com depósitos de sedimentos nas margens, ausência de APP.....	131
Figura 54: Erosão com desmoronamento das margens, sedimentação e ausência de APP.....	131
Figura 55: Erosão causando desmoronamento de margem.....	132
Figura 56: Margem com ausência de mata ciliar.....	133
Figura 57: Afloramento de olho d'água ausência de APP estrada "Boiadeira"	133
Figura 58: Afloramento de olho d'água ausência de APP BR 158.....	133
Figura 59: Mapa de legislação ambiental x uso da terra e cobertura vegetal na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	134
Figura 60: Mapa de modelo de área de preservação ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três lagoas/MS segundo legislação.....	138

Figura 61: O espectro eletromagnético e suas principais regiões.....	152
Figura 62: Classificação dos sistemas sensores quanto á categoria, tipo de produto e fonte de radiação.....	154
Figura 63: Modelo de planilha de campo.....	160

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1: Relações de comum ocorrência no Brasil entre abrangência territorial e escalas adotadas em planejamento.....	62
Tabela 2: Escalas e as respectivas resoluções espaciais.....	65
Tabela 3: Padrão de exatidão de cartas topográficas.....	65
Tabela 4: Escalas de trabalho e erros gráficos associados.....	75
Tabela 5: Valores PEC- padrão de exatidão cartográfico e erro padrão planimétricos determinados pelo decreto lei 89.817 (Brasil, 1984).....	75
Tabela 6: PEC- Padrão de exatidão cartográfico planimétrico para as diferentes escalas de trabalho (Brasil, 1984; 2005).....	75
Tabela 7: Resoluções espaciais e escalas de trabalho sugeridas para elaboração de cartas temáticas.....	76
Tabela 8: Classes de sinuosidade.....	95
Tabela 9: Tipos de solo, área ocupada e níveis de fragilidade.....	104
Tabela 10: Análise hierárquica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	106
Tabela 11: Tabulação cruzada dos índices de hipsometria e clinográfico.....	115
Tabela 12: Relações de fragilidade da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	129
Tabela 13: Aplicação das respectivas escalas de dados de sensoriamento remoto.....	159

RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro 1: Particularidades da cartografia geral e temática.....	63
Quadro 2: Características dos sensores hiperspectrais.....	71
Quadro 3: Características dos sistemas sensores multiangulares.....	71
Quadro 4: Índices para análise morfométrica da Bacia Hidrográfica Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	93
Quadro 5: Evolução do uso da terra e cobertura vegetal.....	120
Quadro 6: Diretrizes iniciais para o plano de recuperação e conservação na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	135
Quadro 7: Regiões espectrais.....	153
Quadro 8: Características dos sensores dos principais satélites.....	155
Quadro 9: Orientações de cada banda do satélite Landsat 5 e 7 sensor TM e TM+.....	157
Quadro 10: Principais SIG's disponíveis no mercado e suas características.....	160

RELAÇÃO DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Classes hipsométricas e área ocupada na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	111
Gráfico 2: Classes clinográficas e área ocupada na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.....	113

RELAÇÃO DE ANEXOS

Anexo A: Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997.....	151
Anexo B: Código Florestal Brasileiro.....	152
Anexo C: Espectro eletromagnético.....	152
Anexo D: Regiões espectrais.....	153
Anexo E: Classificação dos sistemas sensores.....	154
Anexo F: Características dos sensores dos principais satélites.....	155
Anexo G: Aplicações da banda do satélite 5 e 7 sensor TM e TM+	157
Anexo H: Lei 89.817 de 20 de Julho de 1984.....	158
Anexo I: Aplicações de escala de dados de sensoriamento remoto de alta a baixa resolução espacial.....	159
Anexo J: Principais SIG's disponíveis no mercado e características.....	160
Anexo K: Planilha de campo.....	161

INTRODUÇÃO

“Quanto mais à sociedade se desenvolve, mais ela transforma o meio geográfico pelo trabalho produtivo social, acumulando nele novas propriedades” (CASSETI, 1991, p.16). Essas transformações estão modificando e/ou alterando o sistema natural de forma mais intensificada, devido principalmente ao aumento tecnológico, informacional e demográfico, associados ao manejo inadequado que depauperava e compromete a estrutura e dinâmica de funcionamento do sistema ambiental.

Santos, 2002 ressalta que os espaços que acumulam um maior conteúdo destas técnicas e informações, estão mais aptos à atração de atividades com mais capital, denominam os chamados espaços luminosos e estão mais propícios a sofrer com processos que alteram o meio ambiente.

Portanto os estudos ambientais tem o papel de unir o conhecimento, a partir do uso adequado destas técnicas, para viabilizar, produção e conservação, já que o ambiente natural não vem acompanhando a dinâmica intensa das grandes alterações. Esta junção conhecimento científico, tecnologia e informação é o que Milton Santos denominou de meio técnico-científico-informacional.

Segundo Passos (1988, p.94) “O conhecimento do meio geográfico e ecológico responde às necessidades impostas pelo progresso técnico e pela exploração demográfica”. Para estes estudos se ressalta a importância das Bacias Hidrográficas, para o planejamento territorial adequado, pois trata-se de um dos mais eficientes sistemas ambientais de trocas de energia e matéria.

A Lei Federal 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, adotou a Bacia Hidrográfica como unidade territorial de estudo e planejamento ambiental. É sem dúvidas um dos mais eficientes sistemas naturais de compreensão da dinâmica, funcionamento e reordenamento da natureza, reflete os aspectos sociais, econômicos e culturais da sociedade.

Dentro das perspectivas abordadas a Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto foi selecionada, pois a alteração da paisagem pela ação humana sobre o meio natural se intensificou no decorrer dos anos (década de 80) e a vegetação foi substituída por vegetação de pastagem.

Na área problemas devido à retirada da mata ciliar das margens e nascentes são identificados. Não são respeitados o Código

Florestal Brasileiro Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012: Art. 4º Considera Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular. Tem-se associado à vegetação de pastagem, o intenso pisoteio do gado e compactação do solo.

Devido ao manejo ineficiente e o mau uso da terra, os solos desprotegidos sofrem com prejuízos e conseqüentemente o meio ambiente. Neste caso também o produtor, pois as áreas onde os solos encontram-se expostos são mais propícias a sofrer com: o aumento intenso do escoamento superficial, os problemas erosivos, voçorocamentos e ravinamentos. Estes problemas afetam a produção e as atividades futuras, que passam a não ser mais viáveis, além da perda do valor agregado a propriedade.

Sendo a Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto parte componente de um sistema, destaca-se que a consecutiva carga de sedimentos pode atingir diretamente a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, onde encontra-se instalada a Usina Hidrelétrica de Jupia.

A partir do cenário verificado, os estudos foram executados com instrumentos provenientes das geotecnologias ou geoprocessamento (sensoriamento remoto, cartografia automatizada, GPS, e SIG). Estes geram conhecimento para fomentar ações de

manejo, para a consecutiva redução de danos aos ambientes. Além de propiciar um banco de dados consultivo para as ações que influenciam diretamente os recursos hídricos.

As geotecnologias possibilita retratar o território de forma eficiente e bem próximo da realidade, permitindo ao planejador uma gama maior de informações a partir dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), pois estes disponibilizam um banco de dados capaz de produzir uma quantidade eficiente e diversificado de informações e cenários futuros.

São através destas informações, que serão apontadas às medidas e práticas de manejo e planejamento adequado para cada local, considerando sempre, as características de cada unidade, no qual a conservação é requisito para qualidade do ambiente. “[...] entende-se que o processo de planejamento é um meio sistemático de determinar o estágio em que você está, onde deseja chegar e qual é o melhor caminho para chegar lá” (SANTOS, 2004, p.23).

Contudo para atingir com eficiência o estudo das alterações antrópicas, o objetivo geral deste trabalho foi de fornecer subsídio teórico-metodológico para a análise ambiental, e com o uso das geotecnologias, sugerir as diretrizes para o uso e ocupação e manejo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto.

Neste caso os objetivos específicos estruturam o desenvolvimento do trabalho. São as etapas que configuraram o processo de reconhecimento e análise ambiental. A primeira etapa constitui-se na delimitação da área de estudo e levantamento das características físicas fluviais (hierarquia, análise areal e linear) da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto.

A segunda etapa foi de Elaborar o Mapeamento Temático: Hierarquia Fluvial, Geologia, Pedologia, Precipitação, Hipsometria, Clinográfico, Orientação de Vertentes, Evolução do Uso da Terra e Cobertura Vegetal (décadas de 70, 80, 90 e 2000), Fragilidade Ambiental Potencial e Legislação Ambiental de nascentes e margens.

A terceira e última etapa dos objetivos específicos foi o de analisar as alterações ambientais, a partir dos mapas combinados em SIG's, e assim verificar os danos ocasionados na área, e sugerir as práticas conservacionistas e diretrizes para conservação do ambiente, apoiado na hipótese de que as geotecnologias aliado à fundamentação teórico-metodológico contribuem e estruturam os estudos dos sistemas ambientais.

Sobre a perspectiva teórico-metodológica, o trabalho segue a fundamentação da abordagem sistêmica, a partir da Teoria Geral dos Sistemas, fundamentada por Ludwig Von Bertalanffy. Onde segundo

Mirandola (2006) consiste na análise do ambiente de forma holística e integrada, considerando a hierarquia para análise: o Sistema, Subsistema e Partes Componentes.

Considerando o sistema em estudo destacamos a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, é nela que está inserido o subsistema Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriu, e a parte componente Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, com destaque que toda e qualquer alteração efetuada no sistema e subsistema influenciaram e refletiram diretamente na parte componente.

Desta forma tem-se a seguinte configuração, segundo o método adotado na pesquisa, para compreender a dinâmica do funcionamento do sistema maior, neste caso o "TODO" e as relações que configuram a funcionalidade do ambiente e o processo de ocupação territorial:

- Sistema: Bacia Hidrográfica do Rio Paraná: **BHRP**
- Subsistema: Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriu: **BHRS**
- Parte Componente: Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto: **BHCP** (Figura 1).

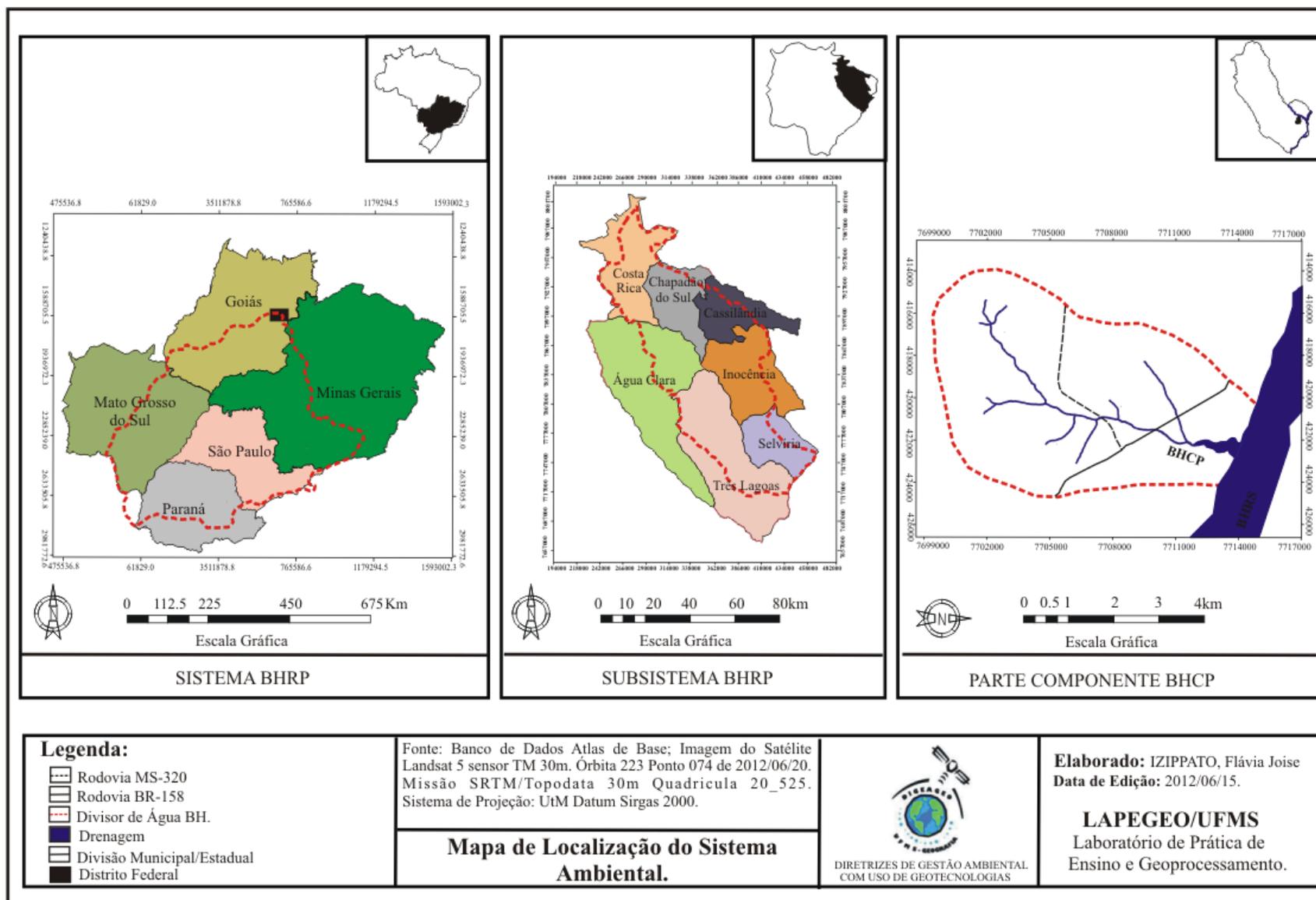


Figura 1: Mapa de localização do sistema ambiental.

Localização e aspectos gerais da área de estudo

❖ Aspectos da BHRP

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraná esta inserida no centro de uma das bacias mais importantes para a América do Sul, a Bacia Sedimentar do Paraná, que ocupa extensão de 1.600.000 km². É uma bacia internacional, pois esta distribuída entre os territórios segundo Kashimoto e Martins (2005) do Uruguai (100.000 km²), Paraguai (100.000km²), Argentina (400.000 km²) e no Brasil, onde geograficamente, esta localizada sua maior extensão (1.000.000 km²) (SALLUN, 2007).

A Bacia sedimentar do Rio Paraná no Brasil ocupa os territórios de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Com relação, ao sistema ambiental BHRP a mesma foi desenvolvida completamente sobre crosta continental e preenchida por rochas sedimentares (SALLUN, 2007).

Esta compartimentação de acordo com Tucci (2004) deve ser compreendida em seus diferentes trechos: Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná que corresponde o trecho que vai da nascente no Rio

Grande (Serra do Mantiqueira) e Paranaíba (Serra Mata da Corda) até o limite superior do reservatório de Itaipu (Guairá/PR), onde verifica-se grande variabilidade de impactos, devido as grandes cidades (São Paulo, Campinas, Brasília e etc.), desmatamento, alteração do solo pelo uso da agrícola com erosão e hidrelétricas.

O regime hídrico é favorável propiciando um balanço hídrico positivo. O médio curso corresponde ao trecho da Usina Hidrelétrica (UHE) de Itaipu/PR próximo a cidade de Foz do Iguaçu/PR e vai até a cidade de Diamantina na Argentina onde esta localizada o trecho do baixo curso, correspondes a trechos com impactos em algumas sub-bacias próximas as grandes cidades e modificação de habitats (TUCCI, 2004).

Com relação aos aspectos que integram o sistema ambiental em estudo, destaca-se o trecho do Alto curso da BHRP, esta é a compartimentação mais importante para análise do sistema na pesquisa. “A bacia hidrográfica do alto rio Paraná ocupa uma vasta área que em território brasileiro ultrapassa 802.150 km²(área da bacia a montante de Guaira)” (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997, pág.5).

Segundo Sallun (2007) Apresenta compartimentação em diversos grupos geomorfológicos, e testemunham um grande número de depósitos desde o fim da era Mesozóica. Acompanha intenso

intemperismo, subsequente na história geológica das regiões centro-oeste, sul e sudeste, sendo estes depósitos ainda desconhecidos e genericamente agrupados em alogrupos coluviais e aluviais. Os depósitos coluviais são constituídos pela Aloformação Paranaíba e depósitos aluviais da Aloformação Paraná.

Aloformação Paranaíba é composto por depósitos arenosos. Estes depósitos são associados a distintos contextos geológicos, e recebe diferentes denominações como Formação Paranaíba (PR, SP e MS) Formação Piquerobi (SP) e Formação Cachoeirinha (MS e MT) (SALLUN *et al.* 2008).

Os depósitos situam-se principalmente sobre as rochas da supersequência Bauru e Serra Geral, são depósitos principalmente arenáceos e homogêneos, constituída por areias muito finas a grossas inconsolidadas, formadas em sua maioria por grãos monocristalinos de quartzo, que exibem coloração avermelhada devido à presença de óxidos e hidróxidos de ferro, impregnadas nos grãos como cimento (SALLUN, 2007).

Com relação à Aloformação Paraná é formada por terraços fluviais embutidos na Aloformação Paranaíba. Suguiu em (1994) reconhece cinco unidades geomorfológicas na margem direita da BHARP (MS), Terraço colúvio-aluvial, Terraço aluvial, Planície

aluvial do Rio Baía, Planície aluvial-paleo-ilha e Planície aluvial do Alto Rio Paraná (SALLUN, 2007).

Ainda segundo o autor ocorrem três gerações de níveis conglomeráticos, além dos arenitos e conglomerados limonitizados nos depósitos aluviais do Alto Rio Paraná: geração quartzítica (níveis 1 e 2) essencialmente fluvial e depositada provavelmente, torrencialmente, geração calcedônia (nível 3) sedimentada em regime fluvial semelhante a atual. Os terraços são compostos de depósitos argiláceos, arenáceos e rudáceos maciços (SALLUN *et al.* 2007).

Com base nestes estudos propuseram-se as seguintes unidades estratigráficas: Porto Rico (depósitos colúvio-eluviais de 280-400m de altitude), Taquaruçu (colúvio-aluviais entre 280 e 245m), Fazenda Boa Vista (depósitos aluviais 8 a 10m acima do nível médio atual das águas fluviais), Rio Paraná (planície aluvial atual deste rio) e Rio Paranapanema (planície aluvial atual deste rio). As unidades Porto Rico e Taquaruçu são aqui incorporados à Aloformação Paranaíba STEVAUX (1993 citado por SALLUN, 2007).

Regionalmente destaca-se que BHARP é constituído por basaltos da Formação Serra Geral, dispostos a montante até o município de Três Lagoas/MS e a jusante no município de Guairá/PR, e arenitos das Formações Santo Anastácio (Grupo Bauru). Na calha do

Rio Paraná ocorre presença de basalto o que deixa o vale estreito, ocorrendo saltos, e na presença de afloramentos de arenitos o vale é amplo e calmo (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997).

Com relação ao relevo da bacia do alto Rio Paraná destaca-se que é acidentado a leste e sudeste devido à ocorrência de rochas cristalinas e à taxa de ascensão mais elevada e nas áreas demais predominam as formas tabulares ondulares, com inclinação suave em direção ao Rio Paraná, interrompida por escarpas das “cuestas” da serra Geral (SOUZA FILHO e STEVAUX, 1997).

O alto Rio Paraná e seus afluentes adotam padrão meândrico em vale delimitado por estruturas tectônicas (SALLUN *et al.* 2007). Com relação ao uso, a intensidade transformou o sistema em ambiente com acelerado processo de alteração ambiental, tais como a urbanização e poluição em São Paulo (Rio Tietê), indústria Campinas e Piracicaba (Rio Piracicaba), pecuária e silvicultura em Três Lagoas (Rio verde e Rio Sucuriú), dentre outras ao longo da BHARP.

❖ Aspectos da BHRS

A Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú é afluente na margem direita do Rio Paraná. Percorre os estados de Goiás e Mato Grosso do

Sul, mas com extensão maior no Mato Grosso do Sul, na porção leste do estado com trechos que passam pelos municípios de Costa Rica, Figueirão, Três Lagoas, Água Clara, Inocência, Chapadão do Sul, Cassilândia e Selvíria (SEPLAN, 1990).

Percorrem trechos da bacia sedimentar do Rio Paraná, da nascente localizada no município de Costa Rica/MS divisa com o estado de Goiás, até atingir sua foz próxima ao município de Três Lagoas (SEPLAN, 1990).

Com relação a sua extensão a bacia esta distribuída em uma área de 25.062km. A partir de considerações dos aspectos geomorfológicos, geológico, hipsométricos e hidrográficos foi realizada sua compartimentação em alto, médio e baixo curso. Sendo o alto curso localizado a nordeste do estado Mato Grosso do Sul (FERREIRA, 2011).

Ocupa uma área de 11.193km² nos municípios de Costa Rica, Chapadão do Sul e Água Clara, Cassilândia e Paranaíba onde encontram-se as formações geológicas: Caiuá, Serra Geral, Santo Anastácio, cobertura de Detrito Laterítico, Adamantina e Botucatu. Geomorfologicamente possui Divisores Tabulares, Rampas Arenosas, Chapadão das Emas, Modelado de acumulação de Inundação,

Modelado de acumulação fluvial e Patamares Aporé. (FERREIRA, 2011).

Segundo Ferreira (2011) apresenta ainda solos Latossolo vermelho escuro, Areias Quartzosas, Latossolo roxo, Podzólico vermelho amarelo, Podzólico vermelho escuro, Solos litólicos e Glei pouco húmico*. A drenagem é dentrítica com uso predominante das culturas permanentes (pastagem).

O médio curso ocupa uma área de 11.318km² ocupando os municípios de Chapadão do Sul, Água Clara, Cassilândia, Três Lagoas, Inocência e Selvíria. Geologicamente apresenta as formações Santo Anastácio, Adamantina, Serra Geral e Caiuá e geomorfologicamente encontram-se as unidades: Divisores Tabulares, Rampas Arenosas, Patamares Aporé e Modelado de acumulação Fluvial (FERREIRA, 2011).

Os solos se caracterizam por Areias Quartzosas, Latossolo vermelho escuro, Podzólico vermelho amarelo, Podzólico vermelho escuro, Latossolo roxo e os Planossolos*. Sua drenagem apresenta-se

*Nova classificação dos solos EMBRAPA (2006): Areias quartzosas (Neossolo quartzarênico), Latossolo (Latossolo), Podzólico (Argissolos), solos litólicos (Organossolos) e glei pouco húmico (Gleissolos)

*Nova classificação dos solos EMBRAPA (2006): Areias quartzosas (Neossolo quartzarênico), Latossolo (Latossolo), Podzólico (Argissolos) e Planossolos (Planossolos).

com padrões dendríticos com uso intenso também neste trecho por culturas permanentes de pastagem (FERREIRA, 2011).

O baixo curso esta a sudeste do estado de mato Grosso do Sul e possui uma área de 2,552km² e ocupa partes dos territórios de Três Lagoas e Selvíria. Neste local encontram-se as formações geológicas Santo Anastácio, Adamantina e Serra Geral. A formação Santo Anastácio predomina na região do baixo curso, a formação Adamantina encontram-se a leste e oeste da bacia e a Serra Geral encontram-se mais próximas as margens (FERREIRA, 2011).

As estruturas geomorfológicas presentes são Divisores Tabulares, Modelado de acumulação Fluvial e Modelado de acumulação Inundação. Com relação aos solos na região do baixo curso são identificadas as Areias Quartzosas, Latossolo vermelho escuro, Podzólico vermelho amarelo e os Planossolos*. A drenagem é de padrão dendrítico com ocupação intensa de culturas permanentes de pastagem e eucalipto (FERREIRA, 2011).

O clima da região é controlado por massas equatoriais e tropicais, com clima tropical alternando com úmido e seco com maior atuação da massa Tropical Atlântica. Nas áreas de nascentes da BHRS

*Nova classificação dos solos EMBRAPA (2006): Areias quartzosas (Neossolo quartzarênico), Latossolo (Latossolo), Podzólico (Argissolos), solos litólicos (Organossolos) e glei pouco húmico (Gleissolos).

norte do estado apresentam-se índices pluviométricos anuais na primavera-verão que pode atingir 1400 a 1600mm Nos médios e baixos curso as chuvas são concentradas na primavera-verão pode atingir médias pluviométricas de 1400 e 1600 mm e o baixo curso apresenta índices anuais que também podem atingir 1200 e 1400mm (ZAVATINI 1990; 1992).

❖ Aspectos da BHCP

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto é afluente da BHRS na margem direita em seu baixo curso, localizada no município de Três Lagoas a leste do Mato Grosso do Sul, próximo ao ponto de confluência da BHRS com BHARP. A BHCP possui uma área de aproximadamente 78,8km².

Sobre aspectos gerais* a Bacia Hidrográfica esta inserida na região onde a estrutura geológica pertence ao grupo Bauru, constituído pela formação Santo Anastácio, subposta a formação Caiuá. Apresenta constante solo arenoso e na parte inferior destaca-se um arenito cinza-

*Os dados referentes às características geomorfológicas, geológicas e solos foram obtidos a partir de consulta ao Atlas Multirreferencial do Mato Grosso do Sul, escala 1: 1.500.000, contudo a escala não é compatível com o trabalho 1: 100000. Sendo assim os dados são gerais do município onde esta localizada a bacia e não pontuais.

pardo, vermelho-arroxeadado ou creme, envolto por película limonitizada (SEPLAN, 1990).

Geomorfologicamente a bacia esta em regiões dos Planaltos Areníticos-Basálticos inferiores, apresenta as unidades dos Divisores Tabulares dos Rios Verde e Pardo. O solo característico é o Latossolo vermelho escuro[♦] (SEPLAN, 1990).

O clima predominante a partir da classificação de Köpen é o Tropical AW que na porção leste do Mato Grosso do Sul apresentam como trimestre mais chuvoso os meses de dezembro-janeiro-fevereiro (verão) e o trimestre mais seco junho-julho-agosto (inverno) com índices pluviométricos que atingem aproximadamente 1.200/1.300 mm e o mínimo de pluviosidade no inverno com índices que podem atingir 100/250 mm (ZAVATINI, 2009).

Com relação à vegetação característica, observam-se remanescentes de cerrado (campo limpo, campo sujo e cerradão), contudo o uso da terra alterou a paisagem com o plantio de vegetações utilizadas para pastagem. A drenagem apresenta padrão dendrítico, sendo a principal atividade econômica desenvolvida a pecuária extensiva. A figura 2 apresenta o mapa de localização da BHCP.

[♦]Nova classificação dos solos EMBRAPA (2006): Latossolo (Latossolo).

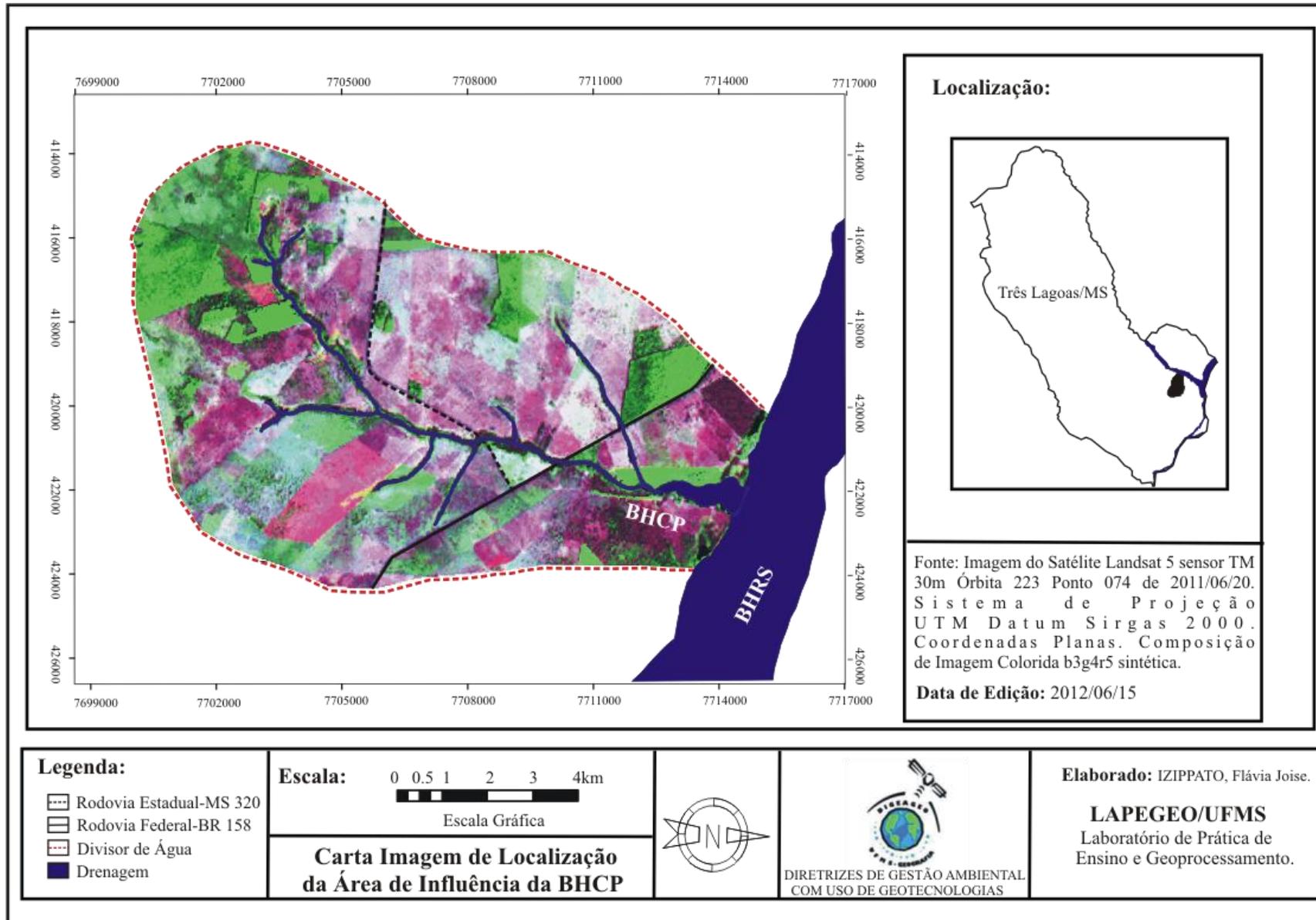


Figura 2: Carta imagem de localização da área de influência da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

O Quadro humano BHCP - Histórico de Ocupação no Município de Três Lagoas/MS.

O Estado de Mato Grosso do Sul teve sua criação com a Lei complementar nº 31 (11 de outubro de 1977) que autorizou o desmembramento da área do Estado de Mato Grosso, e capital administrativa em Campo Grande. Assim, o município de Três Lagoas, faz parte do Bolsão Sul-Mato-Grossense. Compreende uma área de aproximadamente 9.875 km², com quatro Distritos: Três Lagoas (sede), Garcias, Ilha Comprida e Arapuá, este criado em 14 de dezembro de 1963 (ARANHA-SILVA, 2002).

Porém a ocupação do município segundo Prefeitura Municipal de Três Lagoas ocorreu em 1829 com sertanista Joaquim Francisco Lopes (Instituto Histórico Brasileiro), e explorações em 1830 e 1836. Os primeiros posseiros de terras foram Januário José de Souza, Inácio Furtado, Januário Garcia Leal, Francisco Lopes, Gabriel Lopes, José Lopes e Antônio Gonçalves Barbosa, bandeirantes paulistas que se tornaram fazendeiros pecuaristas fixos, que posteriormente atravessaram o Rio Sucuriú e se estabeleceram na região.

Os primeiros desbravadores marcaram o processo de ocupação e contava com a população dispersas em fazendas, contextualizando o

modelo de território pelo acúmulo de terra-poder. A atividade econômica de pecuária foi marcada pelas relações com Mato Grosso e o mercado nacional do período de 1900 á 1920.

A construção da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, no início do século (1910), ligando Corumbá ao Estado de São Paulo, permitiu o escoamento da produção bovina do Pantanal e da região do Bolsão para os grandes centros. A atividade pecuária constituída o principal suporte da economia regional (ARANHA-SILVA, 2002).

O núcleo urbano se estruturou inicialmente com a construção da ferrovia, os trabalhadores ocuparam a região próxima à construção, não ocuparam as margens do Rio Paraná, pois temiam a malária. Após o termino da obra em 1910 fixaram-se no local que agora atraia população flutuante, que pernoitavam em Três Lagoas, a fim de cruzarem o rio Paraná com o dia claro (MILANI, 2009).

“Nesse contexto de adensamento populacional, em outubro de 1920 a Resolução Estadual nº 820, elevou a vila à categoria de cidade em 15 de junho de 1918 foi promulgada a Lei nº 752, que criou a comarca” (MILANI, 2009).

Na divisão procedida pelo Código de Posturas de Três Lagoas, para boa execução e todos os efeitos da administração municipal, zoneou-se em três: 1º Zona Urbana, 2º Zona Suburbana e 3º Zona

Rural (ARANHA-SILVA, 2002). A Figura 3 indica o processo de evolução populacional segundo senso 2007.

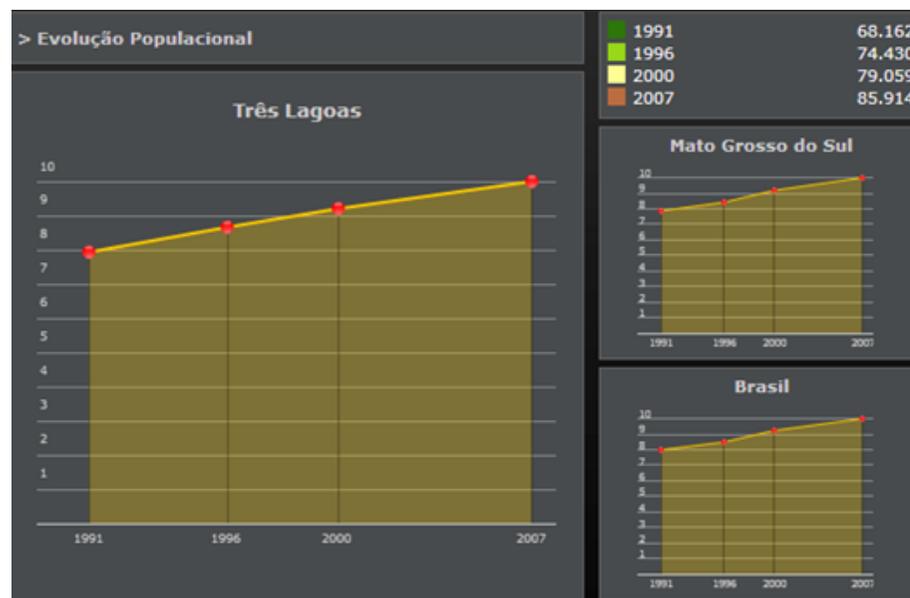


Figura 3: Evolução populacional, Três Lagoas/MS.
Fonte: IBGE (2012).

Com relação à economia atual o destaca é a indústria, devido instalação de empresas de celulose, Fibria/MS celulose Ltda. (03/2009) e Eldorado Brasil S/A (12/2012). Contudo ainda é a pecuária a principal atividade a ocupar o território no município, como pode ser verificado (Figura 4).

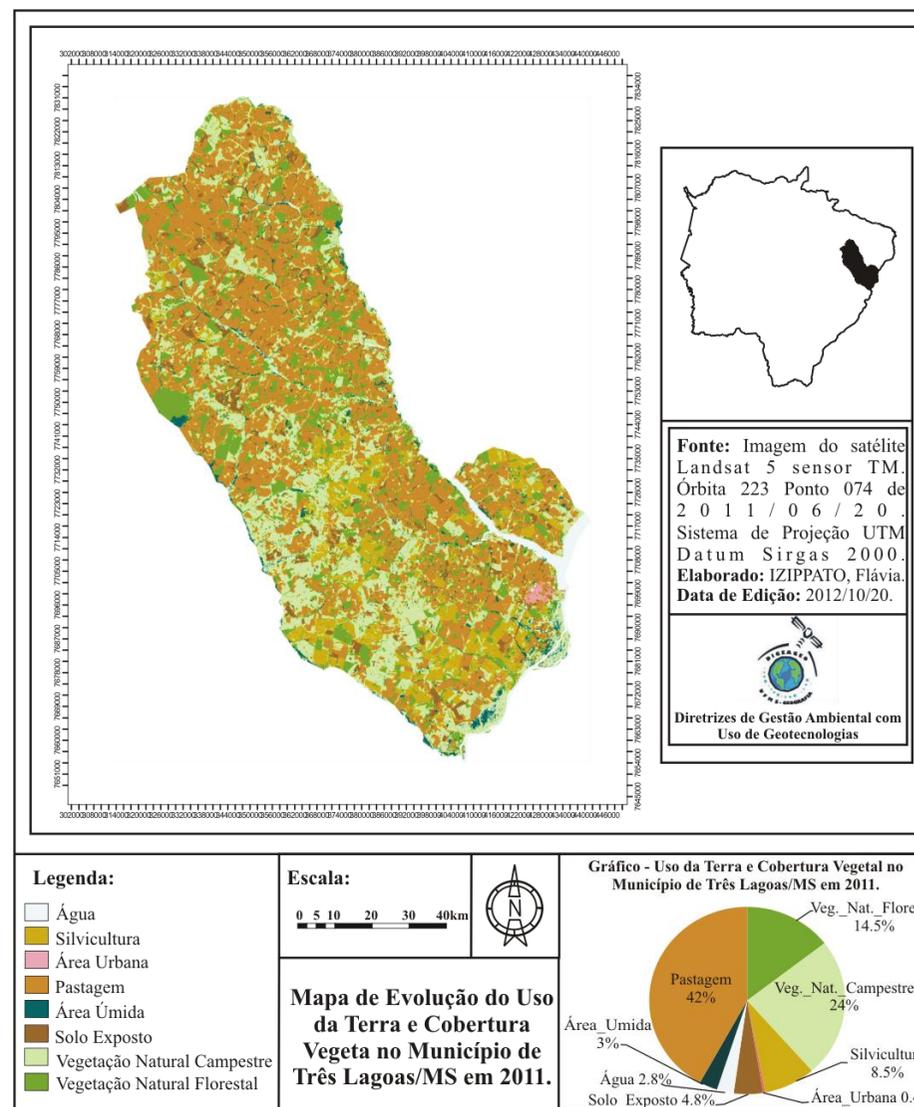


Figura 4: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal no município de Três Lagoas/MS em 2011.

Organização do Trabalho

O presente trabalho foi organizado em introdução e quatro capítulos. A introdução apresenta o tema estudado, e o método de análise que será utilizado para tratar da questão ambiental na área delimitada. Apresenta-se também de forma mais geral o local de interesse, assim como os objetivos que foram traçados para atingir a proposta apresentada, a justificativa pela escolha do assunto e a delimitação territorial, assim como a hipótese que norteia o trabalho.

No primeiro capítulo, foi abordado à base conceitual que será utilizada no estudo. A partir de levantamento e consulta de uma série de bibliografias e artigos, foram percorridos os temas que estavam sempre presentes no trabalho. Informações como a própria metodologia e abordagem teórica, empregada para a análise da Bacia Hidrográfica, teoria dos sistemas, mais especificamente a Teoria Geral dos Sistemas, a visão e entendimento da Bacia Hidrográfica como uma unidade integrada de planejamento para o ambiente.

Foram percorridos conceitos de Geoprocessamento, como ferramenta de análise ambiental, mais especificamente a Cartografia, Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas,

que são utilizados para realizar o mapeamento, e que devem ser de domínio das ciências geográficas.

No segundo capítulo foi apresentada a metodologia do trabalho. Estes estão divididos em apresentação de materiais operacionais utilizados para o mapeamento da Bacia Hidrográfica e também os próprios procedimentos operacionais e metodologias aplicadas para o desenvolvimento do estudo.

O terceiro capítulo apresenta a caracterização da área, é onde serão apresentados os resultados alcançados a partir do método aplicado. Estes são apresentados através dos mapeamentos temáticos e análise dos mesmos. Foram identificadas as características físicas e as implicações ambientais que a área apresenta, buscando sempre o retrato mais próximo da realidade. Chegaram-se então as sugestões de manejo a partir das diretrizes ambientais.

No quarto e último capítulo são apresentadas às discussões finais do trabalho, através das considerações finais da análise desenvolvida, as referências utilizadas e os anexos que foram utilizados para a compreensão mais eficaz da área e da análise no desenvolvimento do estudo.



C A P Í T U L O I

1. BASE CONCEITUAL

1.1 Visão Sistêmica

É reconhecido que a noção de sistema vem desde os primórdios das civilizações, de difícil definição é utilizada de forma extensa por diversos campos, das diversas ciências do saber. Na Grécia antiga destaca Abbagnano (2000 citado por Uhlmann, 2002) e não era associada a sistemas físicos, mas em discursos e comunicação, a tradição do conhecimento era, portanto oral.

Após este período, a Idade Média marca a evolução da análise sistemática, mas agora sendo de domínio da Igreja Católica, assim os estudos incorporavam uma visão teológica. Neste período acreditava-se que a terra era o centro do universo (Geocentrismo), tem-se, portanto a noção de sistema. Ocorre, porém que estudos mais aprofundados não eram permitidos, e eram entendidos como ofensa a Igreja Católica (UHLMANN, 2002).

Após o domínio da Igreja Católica, denominado Renascentista, marca-se a evolução dos estudos científicos, todos estes sobre a égide do conhecimento sistêmico. Dentre alguns podemos destacar os

estudos de Nicolaus Copernicus que em 1530 apresentou a sua teoria heliocêntrica – teoria da órbita celeste, onde afirmava que a

Terra girava em torno do sol (sistema solar). Johannes Kepler publicou as leis dos movimentos planetários, e afirmou que esta era elíptica (UHLMANN, 2002).

Galileo Galilei após vários estudos - sugeriu a construção do relógio de precisão, medidor de pulsação, escreveu sobre os movimentos dos corpos e de seus centros de gravidade, movimentos das marés e etc.- defendeu abertamente em 1613 o sistema heliocêntrico (UHLMANN, 2002).

René Descartes que escreveu “Discurso sobre o método” – base do cartesianismo, e que também desenvolveu o método do pensamento analítico. Era necessário compreender o comportamento do todo a partir do estudo das propriedades das partes, o conceito de um todo que se subdividia em partes é reconhecido, este conceito reforça a noção e definição dos sistemas, até então como este era compreendido (UHLMANN, 2002).

No período em que se segue (mecanicista e o determinismo) como descreve Norberto Sühnel da UFSC (s/d citado por Uhlmann,

2002) destacaram-se os trabalhos de Isaac Newton (responsável por contribuições na matemática e várias descobertas na física dentre elas a Lei da gravidade), Pierre Simon Laplace, Immanuel Kant, John Locke.

Uhlmann (2002) discorre que na hegemonia do determinismo os nomes eram Augusto Comte, Rudolph Clausius e Willian Kelvin (1º Lei da Termodinâmica - Lei da conservação, a energia não pode ser criada e nem destruída, mas sim transformada), Ludwig Boltzmann, James Maxwell, Léon Brillouin, Sadi Carnot (2º Lei da Termodinâmica - é impossível usar a mesmíssima energia repetida vezes, haverá a cada transformação menos energia disponível no sistema para transformações futuras denominada entropia, o sistema tende ao equilíbrio).

Apoiando-se na teoria da relatividade e da mecânica quântica destaca-se Albert Einstein, Max Planck, Werner Heisenberg, Niels Bohr, Louis de Broglie, Erwin Schrödinger, Wolfgang Pauli e Paul Dirac, tendo todos estes em comum, o caráter sistêmico em suas análises e descobertas. Todos estes estudos e descobertas foram importantes para constituir a base do conceito de sistema para análise dos elementos (UHLMANN, 2002).

No início do século XIX a química pela Lei das proporções múltiplas de John Dalton apresentou a hipótese atômica. Mais tarde no século XX pela física foi observado à indivisibilidade do átomo por Thompson e mais tarde por Rutherford. A partir deste conhecimento atomístico o mundo é entendido/observado pelo estudo de suas partes reforçando a teoria de René Descartes. A partir deste momento então o sistema (átomo-todo) é compreendido por suas partes: prótons, elétrons e nêutrons que também é divisível (Quark's) (UHLMANN, 2002).

A “ciência dos sistemas” pode ser compreendida, portanto, como multidisciplinar, onde seu objetivo é entender então as relações e interações que se realizam nos diversos sistemas. Dentre as definições que surgiram sobre o que se constitui e o que caracteriza um sistema destacaram-se algumas.

Os sistemas podem ser compreendidos como o conjunto de elementos ligados entre si por relações de forma a constituir uma organização (todo), ou ainda “exteriormente” o todo - organizado, relacionando-se com o meio exterior, então este é sujeito a mudanças, e que ainda pode apresentar em qualquer momento um modo determinado de ação ou comportamento (MACIEL, 1974).

Segundo Sales (2004, pág. 128) “os sistemas representam um conjunto de elementos – a ideia de conjunto, como implícito, traduz a existência de elementos que possuem propriedades comuns”.

Segundo Monteiro (2003):

Uma das vantagens que a flexibilidade da abordagem dos sistemas traz para a análise científica é a possibilidade alternativa de usar tanto o método indutivo quanto o método dedutivo. [...]. Por outro lado, para a perspectiva quantitativa, ela oferece amplas possibilidades de tratamento sofisticado, desenvolvidos por computadores (estes, também, verdadeiros sistemas) (MONTEIRO, 2003, pág. 16).

Com o aparecimento da robótica, cibernética e atualmente com o advento da alta tecnologia dos hardwares e softwares, os estudos sistemáticos ganham ainda mais destaque e multidisciplinaridade, no século XXI a abordagem sistêmica pode ser verificada na filosofia, psiquiatria, engenharia, matemática, planejamento, gestão, pesquisa e etc. (UHLMANN, 2002).

Christofoletti (1999) ressalta ainda que é de conhecimento a existência de sistemas complexos, na evolução da matéria (sistemas físicos), na evolução dos seres vivos (sistemas biológicos), na evolução da sociedade (sistemas sociais), na economia (sistemas

econômicos) e também sistemas mais complexos, como o das organizações espaciais (sistemas geográficos).

Os sistemas geográficos devido à característica de seus subconjuntos apresentam sistemas ainda menores e mais complexos, tais como: sistemas ambientais físicos (geossistemas), os sistemas socioeconômicos, os ecossistemas, sistemas urbanos, sistemas hidrológicos e etc.

Segundo Elhai (1968 citado por Troppmair, 2008, pág. 113) “A geografia física, de forma específica, focaliza os atributos espaciais dos sistemas naturais, particularmente na medida em que se relacionam com a humanidade”.

Em se tratando do conhecimento de sistemas considerando, portanto os termos matemáticos, podemos então representá-los a partir de casos que se diferenciam tais como: 1- de acordo com seu número, 2- de acordo com sua espécie e 3- de acordo com as relações dos elementos segundo Bertalanffy (1973), como é apresentado na Figura 5.

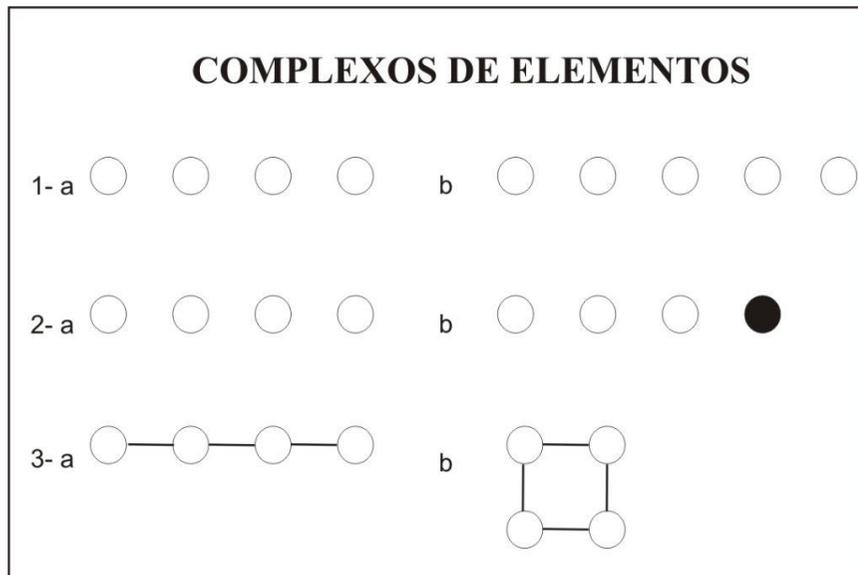


Figura 5: Representação dos complexos.
Fonte: BERTALANFFY, 1973, pág. 82.

Ao observar as características da figura acima exposta, verifica-se que os casos 1 e 2 os elementos podem ser considerados isoladamente, podem ser chamado de características *somativas*, pois apresentar-se-ia idênticas fora e dentro do complexo e por conseguinte ser obtidas pela soma das características e do comportamento dos elementos conhecidos isoladamente (BERTALANFFY, 1973).

Já no caso 3 *constitutivas* dependem das relações específicas no interior do complexo, sendo necessário conhecer não somente as partes (elementos), mas também as relações existentes no complexo.

Compreende-se assim que um sistema é um complexo de elementos em interação (BERTALANFFY, 1973).

Ao compreender a noções de sistema fica clara a importância dos termos: todo, partes, elementos, conjunto, relações, complexo e atividades, são conceitos importantes quando se trata da análise sistêmica.

O século XX marca o início das primeiras escolas que utilizaram o conceito de sistemas para realizar seus estudos sistematizados, é o início do desenvolvimento de uma teoria fundamentada na análise sistêmica, a “ciência dos sistemas”, que será denominada a partir de então como a Teoria Geral dos Sistemas (TGS).

A teoria de sistemas constitui o amplo campo teórico tratando dos sistemas, com seus conceitos e noções, levando uma visão de mundo integradora, a respeito da estrutura, organização, funcionamento e desenvolvimento dos sistemas (CHRISTOFOLETTI, 1990, pág. 22).

Sobre o enfoque sistêmico Rodriguez *et al.* (2010, pág. 43) destaca que a partir de um conjunto de métodos lógicos regulados da realidade, possui uma gama de vantagens científicas tais como:

- Possuir um aparato conceitual diverso, constituído de categorias formuladas com relativa exatidão;
- Permitir objetivamente distinguir o objeto estudado do meio circundante, dividi-lo em uma série de níveis de complexidade e distinguir estes níveis em termos de enfoque sistêmico;
- Facilitar a criação de um modelo de partida do objeto cuja base elabora-se o programa de um estudo, sob a forma de operações de investigação.

Estas questões apontaram para estudos ambientais aplicados, a partir de uma fundamentação teórica e metodológica, para atender as perspectivas, por exemplo, de um planejamento aplicado a uma área previamente determinada. A análise do ambiente sobre esta perspectiva compreende o entendimento de seu funcionamento, relações e as características próprias.

Contudo a teoria esbarra em dois preceitos de análise destes sistemas que é ainda amplamente discutido. O enfoque a ser empregado determina formas diferenciadas de interpretação de um sistema, a partir de dois conceitos metodológicos, sendo estes denominados, Reduccionismo e Holismo, como podemos identificar a seguir:

❖ **Reduccionismo:** Inspirado na modelo de análise do átomo, e elaborado no século XX, neste período entendia-se como a melhor forma de análise decompor o sistema até a menor partícula possível, por isso o nome reduccionismo. Os dados deveriam ser observados separadamente, considera-se que o mundo (sistema maior) e as relações existentes neste grande complexo devem ser explicados e entendidos a partir da análise de suas partes, deve ocorrer assim à divisão do todo (sistema).

René Descartes neste sentido é um dos propulsores desta metodologia de análise, já que apoiada na teoria atomística defende a análise e compreensão dos fenômenos a partir da quebra dos mesmos em pedaços menores (partes) para então compreender o todo.

Christofolletti (1999) discorre que o reduccionismo é a abordagem de análise na qual considerou-se como ideal catalogar separadamente todas as facetas do meio ambiente físico e de todos os fatos e distribuição das atividades humanas em determinado lugar.

Convém destacar que, no entanto ao “quebrar” o todo (sistema) em partes menores poderia ocorrer inevitavelmente perdas nos aspectos, dados e propriedades do todo, justamente por ocasião da redução, como destacado na Figura 6 a seguir inspirado no próprio princípio atomístico (UHLMANN, 2002).

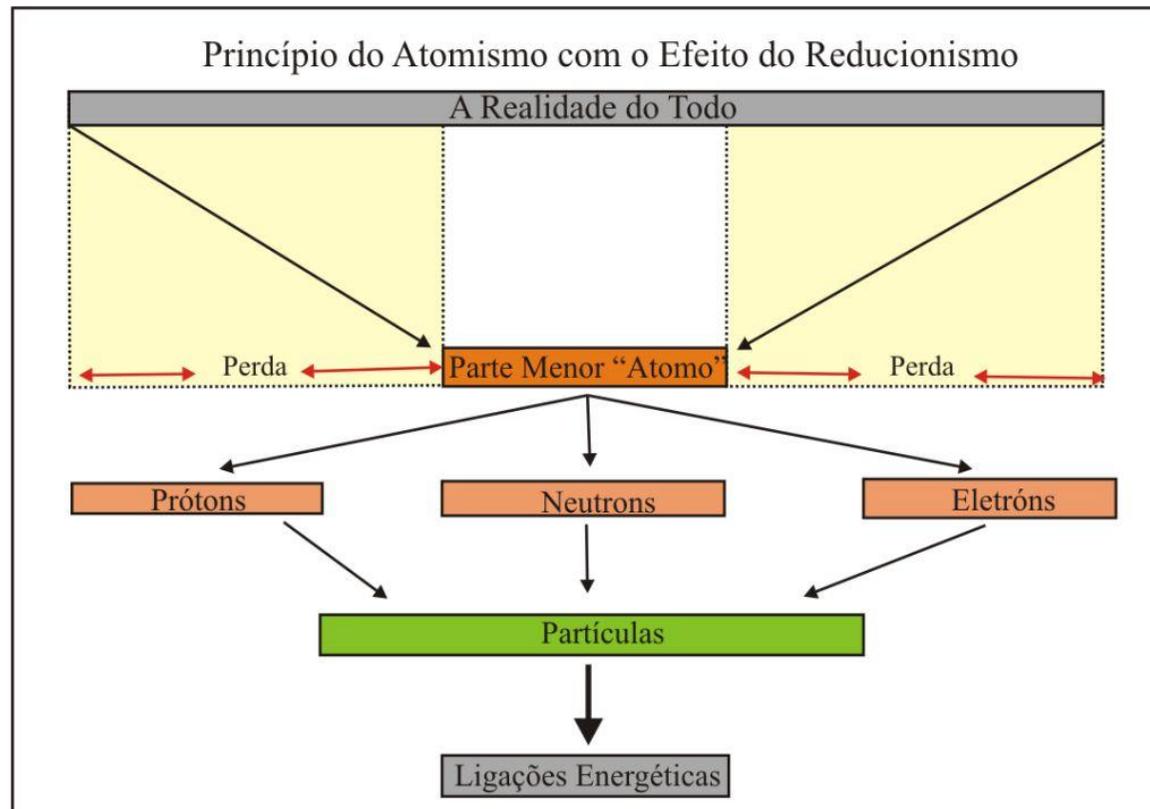


Figura 6: Os efeitos do reduccionismo e a decomposição do indivisível.

Fonte: UHLMANN, 2002, pág. 12.

❖ **Holismo:** A partir do século XXI, o modelo reducionista não é mais aceitável. Na nova abordagem denominada holística, se define que a análise deve ser realizada considerando-se o todo e não somente suas partes. Os fenômenos devem ser entendidos agora a partir de seu nível hierárquico, e não a partir de seus componentes (partes).

Com relação a nível hierárquico agora subentende-se que o Universo é visto como uma estrutura organizada, em níveis de hierarquia, e cada sistema organizado possuem níveis inferiores e/ou superiores de sistemas, definidos como subsistemas que podem ser

autônomos, mas realizando conexões com os diversos subsistemas, o que corresponde com a lógica dos sistemas a “integração”.

Agora a intenção é importante é compreender o conjunto, mais até que suas partes. Os elementos e suas ações individuais só poderão ser compreendidos a partir do todo. Neste sentido o conceito de sistema integrado é incorporado aos estudos sistêmicos atuais, e torna-se a principal característica dos estudos da Teoria Geral dos Sistemas (TGS). O todo é mais importante que as partes (componentes), e esta só se explicam a partir do todo, e não podem ser mais explicadas individualmente.

De acordo com Uhlmann (2002, pág. 13-14) pode-se entender o holismo como sendo:

- Parte da tese ontológica que dá prioridade ao TODO em detrimento das partes;
- Para o holismo o todo é sempre maior que a soma das partes – as propriedades emergentes pela agregação potencializam o TODO (o tornam maior);
- As propriedades emergentes só existem com o TODO sem este desaparecem;
- A tese holística admite que o TODO precede a PARTE;

- Visão unicista do TODO e
- As causas, origens, composição do todo não são explicadas e comprovadas.

Contudo é válido observar como foi exposto pelo autor Uhlmann (2002) que muitos confundem holismo como sendo o próprio “sistemismo”, e isso não deve ocorrer. Destaca ainda que o holismo também pode levar a algumas problemáticas sendo estas:

- Leva frequentemente a uma postura de Doutrina Dogmática impositiva;
- A imposição dogmática conduz frequentemente a movimentos de idolatria nos quais não há preocupação com as causas primeiras, mas sim somente com o todo. A guisa de exemplo pode ser citado movimentos religiosos, políticos, enfim carismáticos centrados em um líder, em uma causa (todo) que este representa;
- O holismo frequentemente, dada a já amplamente descrita postura dogmática apresenta condutas nas quais uma postura comum é a de se “jogar o problema para cima”, ou seja, delega-se o problema ao plano teológico, sagrado, inatingível, místico.

1.1.1 Teoria Geral dos Sistemas (TGS)

A evolução da TGS como ciência sistematizada ocorre justamente após o período onde ocorreram crescentes estudos a partir de sistemas, metodologicamente analisados na lógica reducionista baseada nos estudos newtonianos e de René Descartes. A TGS vem justamente contrapor este modelo de análise reducionista “PARTES”. Esta agora apoia-se no conceito holístico de análise do “TODO” do ambiente e suas relações com outros sistemas, ou seja, sua interação.

Entre as principais correntes e escolas que contribuirão com o processo de formação da TGS podemos destacar inicialmente a *Escola Americana* que nasce na década de 30, a partir dos trabalhos de N. Wiener e do médico A. Rosenblueth, estreitamente ligada a Filosofia da Ciência. A *Escola Inglesa* é representada pela obra do psiquiatra R. Ashby apresentou a melhor obra sistemática do tratamento conceptual de cibernética até então publicado (MACIEL, 1974).

A *Escola Polonesa* foi desenvolvida a partir dos trabalhos de Tadeusz Kotarbinski (filósofo), sua grande contribuição foi à teoria geral da ação ou “a ciência da ação eficaz”. H. Greniewski e O. Lange foram também nomes importantes. O. Lange trouxe contribuições à TGS com o livro “Wholes and Parts – A General Theory of System

Behavior”, o autor faz um tratamento matemático rigoroso, onde a maior parte dos assuntos analisados foi da obra de R. Ashby (MACIEL, 1974).

A *Escola Franco-Belga* foi representada pela obra do matemático L. Couffignal e do matemático – educador G. R. Boulanger, sendo este último da Universidade de Bruxelas e presidente da International Association of Cybernetics. A escola francesa, a rigor da TGS, apoiou-se nos trabalhos do matemático H. Poincaré, embora seus trabalhos sejam voltados mais para explicar a estabilidade do sistema solar, as suas memórias sobre “as curvas definidas pelas equações diferenciais”, publicada no *Jornal de Mathématiques purês et Appliquées*, constituiu uma verdadeira Teoria dos Sistemas Dinâmicos (MACIEL, 1974).

Escola Soviética com origens que remontam dos trabalhos do matemático E. Slucki, sociólogo Francês e o primeiro a usar o termo em seu sentido cibernético. As obras soviéticas foram intensas e comparam-se com a dos matemáticos russos. Suas contribuições surgem a partir dos trabalhos apresentados por A. A. Markoff, V. V. Nemytskii e L. S. Pontryagin, que aperfeiçoaram a Teoria dos Sistemas Dinâmicos de H. Poincaré. Recentemente trabalhos de V. M. Glushkov também apareceram (MACIEL, 1974).

Até o presente momento as principais escolas até então a contribuir com a intensa evolução da TGS, foram principalmente de matemáticos, físicos e químicos, mas foi a partir das contribuições do biólogo Ludwig Von Bertalanffy, que no pós-guerra em 1937 sistematizou estas novas ideias do TODO organizado, para preencher uma lacuna na pesquisa e na teoria da Biologia, que os trabalhos de TGS, ganharam uma ótica mais ampla e geral. Este evidencia o caráter biológico dos sistemas e diferenciou-os dos sistemas físicos.

A TGS de L. V. Bertalanffy foi formalizada em 1968, quando este publicou a obra *General System Theory*, que destaca a interdisciplinaridade e análise integrada da teoria então formulada. Esta torna-se sem dúvida a corrente de maior interesse e alcance da TGS, como o próprio destaca.

Segundo o próprio Bertalanffy (1973, pág.61) esta é uma “ciência de totalidade, que até então possuía sentido vago e nebuloso, mas de forma elaborada, aplicável a várias ciências empíricas”.

Camargo (2012, pág. 114) destaca que “sendo a totalidade sempre superior ao somatório de suas partes, ela atravessa constantemente novas dinâmicas, encontrando diferentes etapas de evolução ou combinações”.

Para L. V. Bertalanffy os sistemas poderiam ser analisados então de acordo com alguns parâmetros, sendo estes: os Parâmetros Básicos ou Fundamentais, encontrados em todos os sistemas e contem: Permanência, Ambiente e Autonomia e os Parâmetros Evolutivos, podendo ser encontrados ou não no sistema ao longo de sua evolução, e contem: Composição, Conectividade, Estrutura, Integralidade, Funcionalidade, Organização e Parâmetro Livre: Complexidade (UHLMANN, 2002).

A partir deste momento reconhecesse a característica biológica, portanto orgânica dos sistemas. O ambiente (que inclui natureza e organismos vivos) é considerado também um sistema, em um mesmo ambiente pode verificar-se então sistemas menores – subsistemas- (diferentes hierarquias), sendo assim este é composto por diversos sistemas em interação com outros e com o ambiente.

Vieira (1998 citado por Uhlmann, 2002, pág. 55) destaca que “É no Sistema Ambiente que encontramos todo o necessário para trocas entre sistemas, desde energia, cultura, conhecimento, afetividade, tolerância etc.”.

Ainda de acordo com Tricart (1977):

O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar

os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade de análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação – o que não é o caso de um inventário por natureza estático (TRICART, 1977, pág. 19).

A Figura 7 representa os diversos sistemas, que podem compor um mesmo ambiente.

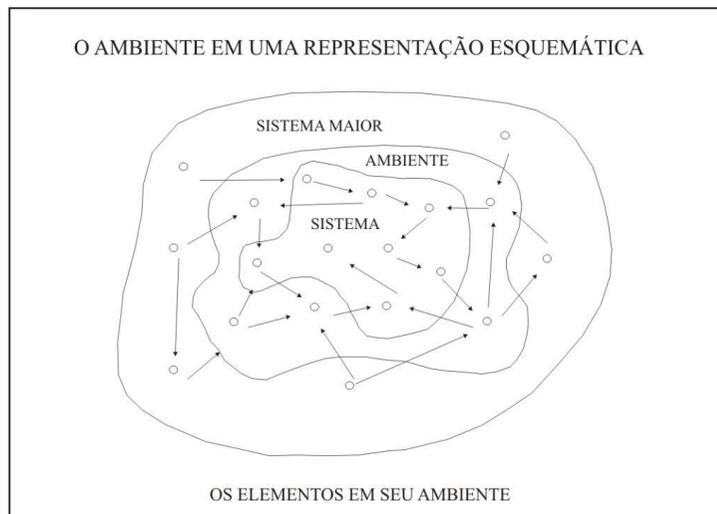


Figura 7: Os sistemas em seu ambiente.
Fonte: UHLMANN, 2002, pág. 43.

L. V. Bertalanffy ressalta ainda que na TGS outro ponto deve ser vislumbrado sobre os sistemas. Estes poderiam se caracterizar devido às trocas de energia e matéria que podem realizar com o ambiente integrado, podendo então ser classificados segundo critérios, que podem ser diversos e variados.

De acordo então com estas considerações e propostas a abordagem foi absorvida e adaptada por várias outras disciplinas, principalmente na década de 80. Na Geografia foi introduzida por Chorley, em 1962 (geomorfologia), Christofolletti (1979) e Strahler (1980) nos estudos hidrológicos, Wilson (1981) nos estudos ambientais, Thornes e Ferguson (1981) na geomorfologia e mais tarde adotado por Hugget em 1985, Scheidegger (1991) são alguns exemplos que se apoiaram na TGS.

Christofolletti (1999) destaca que na análise ambiental o estudo do meio ambiente e a compreensão de seu funcionamento a partir dos sistemas, respeitarão os critérios de funcionalidade e integralidade sendo estes os mais importantes. Segundo Forster, Rapoport e Trucco os tipos de sistemas irão se distinguir da seguinte forma:

a) *Sistemas isolados*: São aqueles que devido às condições iniciais não sofrem mais nenhuma perda e também não recebem energia e matéria do ambiente. Ex: o ciclo de erosão assinalado por Richard J. e Chorley (1962), pois neste fenômeno pode-se prever o começo e a sucessão das etapas até o final.

b) *Sistemas não-isolados*: mantêm relações com os demais sistemas do universo no qual funcionam, podendo ser subdivididos em: Fechados e Abertos.

- **Fechados**: quando ocorrem trocas de energia (recebimento e perda), mas não ocorrem trocas de matéria, o sistema é auto-contido. Dentre os sistemas fechados podemos exemplificar o planeta terra, que recebe energia solar e perde parte dela por meio de radiação, para as camadas extra-atmosféricas, e não recebe e nem perde matéria de outros planetas ou astros.

- **Abertos**: é definida como aquela onde se reconhece as trocas de energia e também de matéria com seu ambiente, ou seja, comunica-se com outros sistemas. Neste sistema caracterizam-se a entrada ou *Input* (recursos físicos/materiais/pessoas e não físicos) no ambiente, atividades (as ações que compõe um processamento), saída ou *Output*

(produtos elaborados pelo sistema) e ainda apresenta uma realimentação ou Feedback que é voltado para um objetivo. A Figura 8 apresenta o modelo de um sistema aberto e as trocas que este realiza com o ambiente.

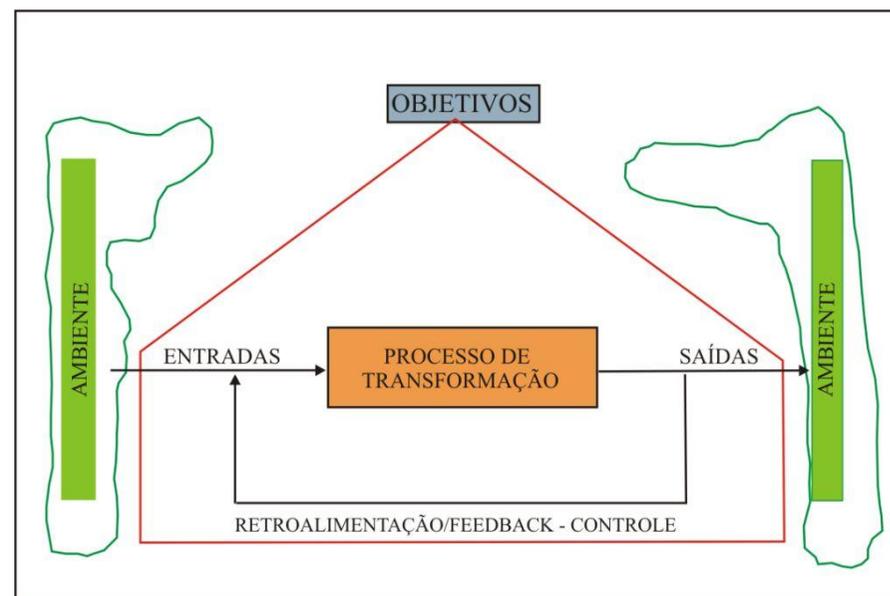


Figura 8: Modelo de sistema e seus componentes e interação (comunicação) com o ambiente.

Fonte: UHLMANN, 2002, pág. 23.

Ainda considerando os sistemas abertos Christofletti (1999) destaca-o como representação destes sistemas as Bacias Hidrográficas (sistemas hidrológicos), com entrada e saída de energia. Na mesma

obra apresentou os trabalhos de Singh (1995), que realizou proposta a partir de modelagem aplicada as Bacias Hidrográficas, que podem seguir vários critérios.

Chorley *et al.* (1974 citado por Perez Filho e Quaresma, 2011, pág. 84) discorre sobre os modelos, que podem ser definidos “como uma estruturação simplificada da realidade, que, por ser complexa, necessita de instrumentos que permitam apresentar de forma generalizada suas características e relações”.

O uso dos modelos está relacionado com a verificação das teorias, quantificação e abordagem de sistemas. A construção de tais modelos pode ser considerada como estruturação sequencial das ideias relacionada com o funcionamento do sistema. Este tem a função de atingir a compreensão da realidade, e deve/pode ser utilizado nas análises dos sistemas espaciais (MIRANDOLA, 2004).

O modelo é uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes. Os modelos são aproximações altamente subjetivas por não incluírem todas as observações ou medidas associadas, mas são valiosos, por obscurecerem detalhes acidentais e por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade (HAGGETT e

CHORLEY 1967; 1975 citado por CHRISTOFOLETTI, 1999, pág. 8).

Em seus estudos de modelagem em uma perspectiva hidrológica, Singh (1995 citado por Christofolletti, 1999, pág. 12-14) propõe tipos de classificações (modelos) que respeitam três critérios: descrição de processos, grandezas escalares temporal/espacial e técnicas de resolução, conforme pode ser verificado a seguir:

1- Classificação baseada em processos: deve apresentar cinco componentes sendo estes: a geometria do sistema, que envolve as características e processos contidos na Bacia Hidrográfica; os inputs, as leis governantes; as condições iniciais e também limitantes do sistema e o output, e dependendo do tipo e modelo, e de suas finalidades podem ser combinados de modo diferenciados.

Este modelo compreende todos os processos que contribuem para o output do sistema (Figura 9).

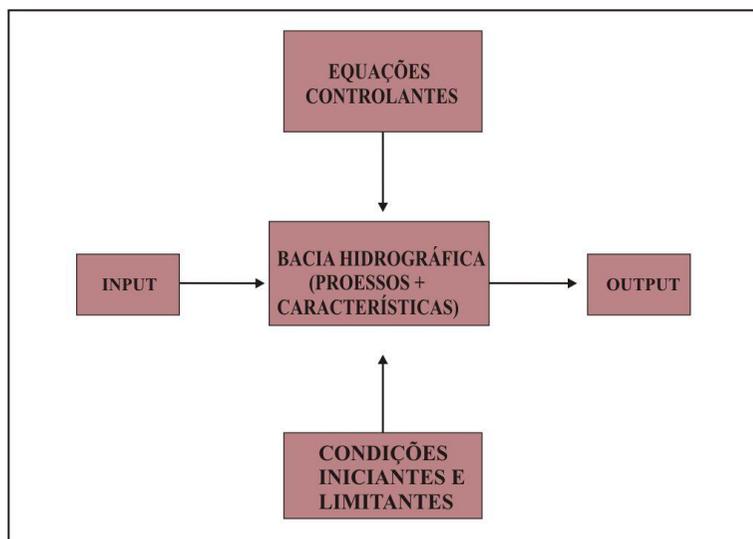


Figura 9: Componentes do modelo hidrológico para a Bacia Hidrográfica.

Fonte: SINGH (1995 citado por CHRISTOFOLETTI, 1999, pág. 12).

Contudo este modelo apresenta ainda processos que podem ser genéricos, onde se analisa os processos que ocorrem na Bacia Hidrográfica em seu conjunto, e não se preocupa com as variações espaciais que ocorrem no processo.

Podem ser também distribuídos, leva-se em consideração a variabilidade espacial dos componentes e dos valores das variáveis no interior da Bacia Hidrográfica. Em ambas as categorias a abordagem podem ser determinística, estocástica ou mista (Figura 10).

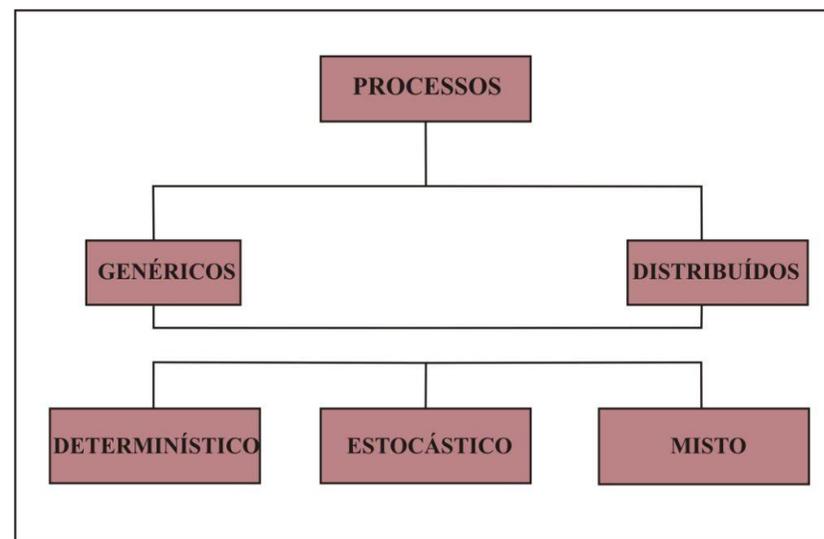


Figura 10: Classificação de modelos considerando a descrição dos processos.

Fonte: SINGH (1995 citado por CHRISTOFOLETTI, 1999, pág. 13).

2- Classificação baseada em escalas temporal e espacial: a escala temporal pode ser definida como uma combinação de dois intervalos temporais. Um desses intervalos é utilizado para os inputs e computações internas e o outro para os outputs e calibragem do modelo.

Os modelos podem ser classificados como sendo: de tempo contínuo ou eventos; baseados em períodos diários; baseados em períodos mensais e períodos anuais. A escolha do intervalo de tempo a ser adotado está ligado ao objetivo que pretende-se na modelagem.

A escala espacial das Bacias Hidrográficas pode ser classificadas em pequena, média e grande. Tais limites de grandeza são, contudo arbitrários e estabelecidos em função das possibilidades e disponibilidades de análise. Na Figura 11 tem-se a representação do modelo baseado nas escalas temporal e espacial.

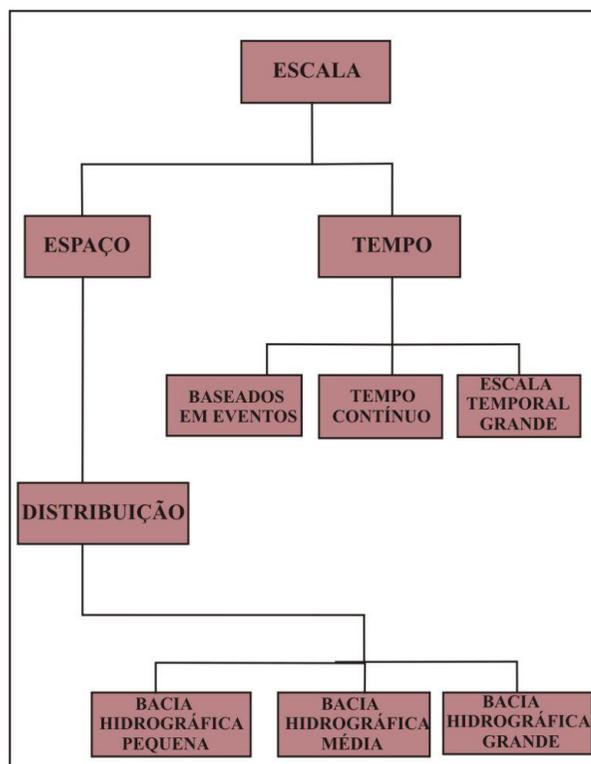


Figura 11: Classificação das Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto/MS considerando as escalas espaço/tempo.

Fonte: SINGH (1995 citado por CHRISTOFOLETTI, 1999, pág. 13).

3- Classificação baseada em técnicas de resolução: de acordo com os critérios e os procedimentos metodológicos de resolução estes podem ser: numéricos, análogos ou ainda analíticos. Nos modelos numéricos podemos verificar a presença de modelos com diferenças e elementos finitos, elementos limitantes, coordenadas ajustadas aos limites e misto (Figura 12).

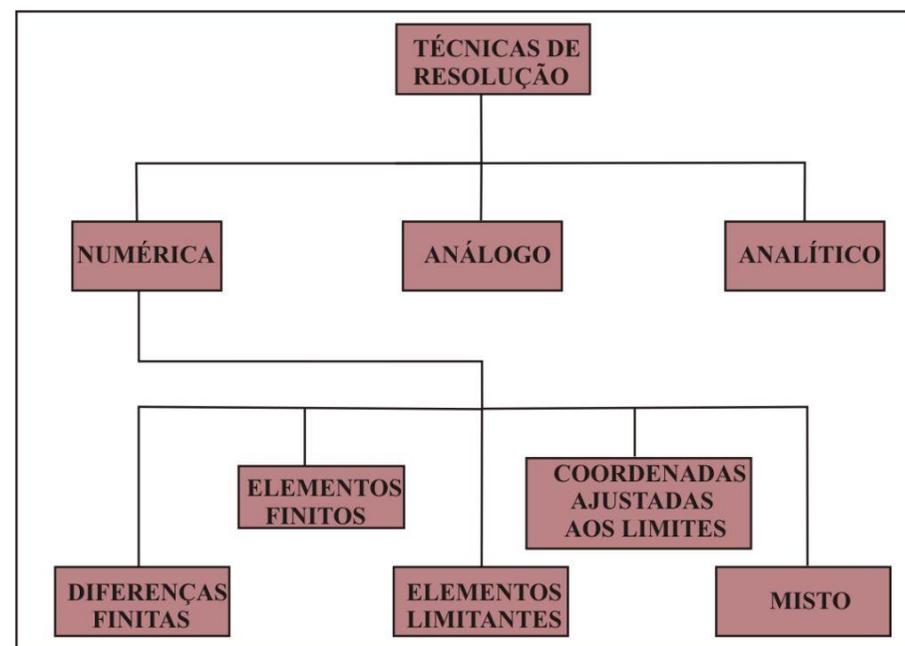


Figura 12: Classificação de modelos considerando as técnicas de resolução.

Fonte: SINGH (1995 citado por CHRISTOFOLETTI, 1999, pág. 14).

1.2 Bacia Hidrográfica como Unidade Integrada de Planejamento Ambiental

As Bacias Hidrográficas constituem-se em um eficiente recorte para realização dos estudos que tenham por finalidade análise e planejamento do ambiente natural e/ou alterado/transformado. Esta se destaca devido seu recorte que integra diferentes aspectos territoriais, como pode-se observar. Não é definida a partir de limites políticos e administrativos, por isso integram diferentes aspectos do ambiente que a constitui, assimilando elementos e informações (sociais, culturais e políticas) que venham a compor tal unidade.

Quando o intuito é o de compreender as transformações que ocorrem no espaço resultado (produto), das atividades humanas, é fundamental considerar a análise de forma integrada, para desvendar e compreender de forma mais eficiente às complexidades do ambiente.

Sendo assim, a vantagem de planejar o território utilizando as Bacias Hidrográficas, está no fato de que a mesma a partir de seu monitoramento e controle dos efeitos ambientais a juzante, possibilita através de estudos detalhados e progressivos, entender as relações entre solo, vegetação e água, elementos imprescindíveis na dinâmica

das Bacias Hidrográficas, e que podem intensificar e/ou reduzir os processos que possam vir a degradar o ambiente (MELLO, 1999).

A Bacia Hidrográfica é um verdadeiro sistema ambiental aberto que tem como características os *inputs* e *outputs* de energia e matéria, com isso é possível estudar toda e qualquer alteração ambiental que foi e a que poderá vir a ser provocada neste sistema.

“A Bacia Hidrográfica é definida como a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários. Representa a área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o exutório” (NOVO, 2008, pág. 220).

De acordo com Santos (2004):

Uma bacia hidrográfica circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes permanentes ou intermitentes. Seu conceito está associado à noção de **sistema**, nascentes, divisores de águas, cursos de águas hierarquizados e foz. Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade. A medida de algumas de suas variáveis permite interpretar, pelo menos parcialmente, a soma de eventos. Essa é uma das peculiaridades que induz os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica

como uma unidade de gestão. (SANTOS, 2004, pág. 85-86).

Os estudos desta possibilitam também, a partir do monitoramento mais apurado e adequado, através de uma equipe multidisciplinar, diagnosticar após o levantamento de um número satisfatório de dados, o processo de degradação que possa vir também a ocorrer no ambiente devido processos intensificados de alterações ambientais.

Nos Estados Unidos à utilização das Bacias Hidrográficas, para estudos e planejamento, ocorre com a criação da *Tennessee Valley Authority* (TVA) em 1933, logo depois foi adotada no Reino Unido, França, Nigéria e restante do mundo. Pesquisadores como Leopold *et al.*, 1964; Chorley, 1969; Schumm, 1977; Oyebande e Ayoade, 1986; Looke e Doornkamp, 1990; Lombardi Neto et al., 1995; Resend et al., 1995; Botelho, 1996; Freitas e Kerr, 1996, também chamaram a atenção do uso das Bacias Hidrográficas, o que fez aumentar, no Brasil, o número de estudos que utilizaram este recorte (décadas de 80/90) (BOTELHO, 2010).

Como podemos verificar no esboço a seguir (Figura 13) trás de forma simplificada o modelo da constituição básica das Bacias

Hidrográficas e dos *inputs* e *outputs* que ocorre neste sistema ambiental.

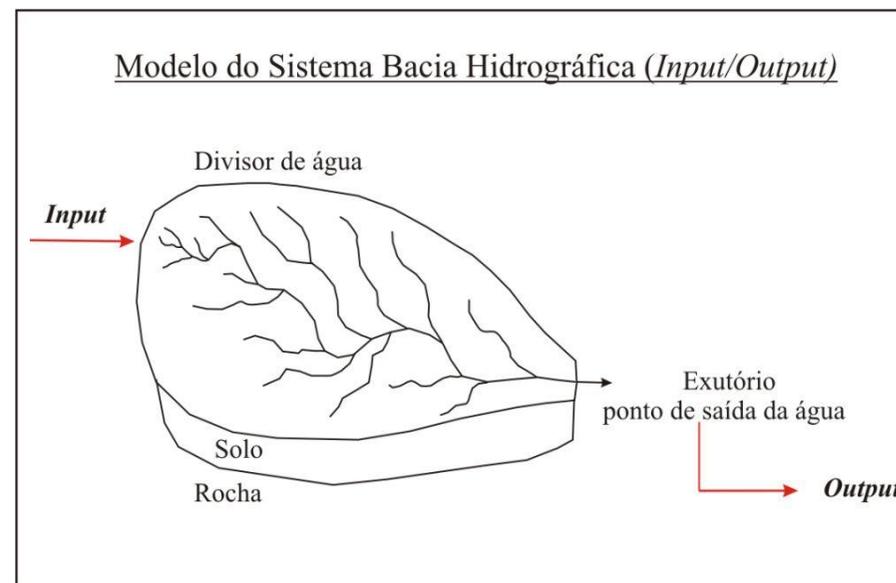


Figura 13: Modelo do sistema ambiental Bacia Hidrográfica. e o *Input/Output*.

Fonte: Adaptado de SILVEIRA (1993 citado por NOVO, 2008, pág. 220).

Ao reconhecer a importância desta unidade (sistema ambiental), a própria Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997 no Artigo 1º Inciso V institui as Bacias Hidrográficas como unidade territorial básica adequada para os estudos que tenham por finalidade

o planejamento e gerenciamento territorial¹. Esta torna-se neste contexto a unidade adequada para manutenção dos recursos naturais, tendo em vista a qualidade de vida para a população e o uso sustentável deste recurso.

Santos *et al.* (2007) discorre que na sustentabilidade os recursos naturais se mantêm no sistema em estado de conservação e qualidade, por tempo indefinido mesmo com o homem utilizando de tais recursos para o desenvolvimento de sua região. Nesta perspectiva o planejamento sustentável defende alternativas que assegure o equilíbrio e respeito nas relações da cadeia (matéria e energia).

Tundisi (2005) ressalta que o planejamento integrado deve envolver de forma abrangente uma visão do próprio ato de planejar. É uma relação que deve contar com políticas públicas, tecnologias e educação para promover em longo prazo a contribuição e a participação dos usuários, autoridades, cientistas, organizações e instituições públicas e privadas, de todo público em geral.

De acordo ainda com Tundisi (2005, pág. 117) dentre os principais tópicos que se referem ao ato de planejar e também gerenciar os recursos hídricos, de forma integrada são:

- Bacia Hidrográfica como unidade de gerenciamento, planejamento e ação.
- Água como fator econômico.
- Plano articulado com projetos sociais e econômicos.
- Participação da comunidade, usuários, organizações.
- Educação sanitária e ambiental da comunidade.
- Treinamento técnico.
- Monitoramento permanente, com a participação da comunidade.
- Integração entre engenharia, operação e gerenciamento de ecossistemas aquáticos.
- Permanente prospecção e avaliação de impactos e tendências.
- Implantação de sistemas de suporte a decisão.

Ao ato de planejar e gerenciar o ambiente subentende-se também a continuação deste processo, como próximo passo para a execução, concretização e a materialização das práticas conservacionistas. É a partir de medidas que possibilitem a gestão do ambiente² que esta se confirma, e somente através de princípios

¹ Consultar em anexo A pág. 153 os dispositivos da Lei Federal nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997 que trata dos aspectos gerais dos Recursos Hídricos (planejamento e gestão). O gerenciamento pode ser consultado no artigo 32 que trata dos sistema nacional de gerenciamento dos recursos hídricos.

² Consultar anexo A pág. 153 Lei Federal nº 9.433 que discorre no artigo 1 da política nacional dos recursos hídricos.

básicos, que será possível garantir, efetivamente a conservação, possibilitando o uso de forma sustentável dos recursos hidrológicos, através da própria gestão sustentável.

Neste sentido a gestão ambiental é entendida como um conjunto de princípios aliados a estratégias, ações e também procedimentos, que irão proteger o ambiente. Busca-se assim através do monitoramento e controle, garantir a qualidade de vida dos elementos naturais e da própria população.

Sendo assim Philipp *et al.* (2004) destacam que a gestão ambiental envolve a busca de um equilíbrio entre o homem e o meio ambiente (natural/urbano). Esse equilíbrio se manifesta, contudo por meio da expressão desenvolvimento sustentável. Sendo que o sustentável é quando se trata de metas que deverão ser atingidas e sustentadas quando já ocorra aplicação na prática.

O próprio Ministério do Meio Ambiente (2000) ressalta que:

A gestão integrada dos recursos naturais consiste no estabelecimento de um conjunto de ações de natureza administrativa, em um determinado espaço ou unidade de planejamento, que considere as interrelações entre os recursos naturais e as atividades socioeconômicas. Gestão é, em outras palavras, o *modus operandi* cuja premissa básica é manter os recursos naturais disponíveis para o desenvolvimento, hoje, amanhã e sempre

(MISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000, pág. 43).

É através da fiscalização do uso dos recursos ambientais por atividades poluidoras que a gestão ambiental se efetiva, mais especificamente a gestão dos recursos naturais, o que inclui as Bacias Hidrográficas. A gestão do ambiente natural permitira seu uso, garantindo-lhe ao mesmo tempo sua sustentabilidade. Deve contar com a participação de instituições (públicas e privadas) e principalmente todos os cidadãos.

Contudo Seiffert (2009) lembra que o conceito de gestão envolve questões estratégicas das organizações, abrangendo itens que apesar da carga conceitual, são materializados através de posturas e ações altamente subjetivas. E que gestão e gerenciamento ambiental envolvem características que as diferem, pois ao ato de gerenciar são associadas, as medidas de caráter tático na organização, e na gestão implicam-se os processos de ordem mais estratégicos.

A gestão envolve legislação específica o que torna mais complexa sua compreensão. No caso de gestão ambiental os aspectos políticos, econômicos e administrativos são também envolvidos.

O termo gestão ambiental integra em seu processo três itens segundo Seiffert (2009, pág. 54) sendo estes:

1. a política ambiental, princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle e conservação do ambiente;
2. o planejamento ambiental, é o estudo prospectivo que visa à adequação do uso, controle e proteção do ambiente às aspirações sociais e/ou governamentais expressas formal ou informalmente em uma política ambiental, através da coordenação, compatibilização, articulação e implantação de projetos de intervenções estruturais e não estruturais;
3. o gerenciamento ambiental: destinado a regular o uso, controle, proteção e conservação do meio ambiente, e avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela política ambiental.

O modelo de gestão a partir das Bacias Hidrográficas, unidade geográfica, adotada pela própria legislação brasileira, estrutura-se em atividades de co-manejo e na própria descentralização de tomadas de decisão, a partir dos comitês de Bacias Hidrográficas e agências de água. Buscam realizar a partir de objetivos definidos, conciliar

diversos interesses, controlando assim conflitos e repartindo as responsabilidades (CUNHA e COELHO, 2009).

O Ministério do Meio Ambiente (2000, pág. 43-44) destaca ainda que para a efetiva realização e implementação da gestão dos recursos naturais, a de se requerer postura mais abrangente do próprio governo e sociedade. São condições intituladas como premissas, que condicionam as estratégias que serão propostas, sendo estas:

I) Participação: constitui-se na participação efetiva dos atores sociais ou agentes sociais (trabalhadores, membros e líderes de comunidades, associações, sindicatos, ONG's, líderes empresariais e etc.), que direta ou indiretamente atuam no processo de utilização dos recursos naturais. Estabelecer mecanismos que permitirá essa participação, com definição do objetivo da gestão, até a execução das atividades de monitoramento, fiscalização, licenciamento, critérios e limites a serem adotados.

II) Disseminação e acesso à informação: a informação é o ferramental básico que qualifica e dissemina as informações, através da apresentação de dados e informações. Porém as informações derivadas das atividades da gestão devem ser adaptadas aos diferentes

públicos, criando assim as condições de comunicação e entendimento dos objetivos a serem alcançados através da gestão.

III) Descentralização: o ato de descentralizar as decisões de gestão dos recursos naturais criam espaços para as soluções dos problemas locais e regionais. Significa permitir, que os governos locais, com poder de decisão, construa atividades que leve a gestão sustentável. A descentralização das políticas de gestão favorece a detecção e a busca de soluções dos problemas ambientais, viabilizando a construções de planos de manejo mais viáveis, neste sentido, delega diferentes graus de responsabilidades para os diferentes agentes deste processo.

IV) Desenvolvimento da capacidade institucional: consiste na existência de instituições e grupos, governamentais e não governamentais capacitados a interagir com as populações para executar planos de manejo, campanhas de monitoramento, procedimentos licenciatórios, entre outros. É desta capacidade que depende a percolação das ações por toda sociedade e as tarefas de disseminação essenciais à natureza da gestão e a construção de processos participativos.

V) Interdisciplinaridade da abordagem da gestão de recursos naturais, promovendo a inserção ambiental nas políticas setoriais: a percepção das variáveis ambientais é fundamental para a gestão dos recursos naturais, e para a construção de um processo de desenvolvimento sustentável. Por isso toda e qualquer política pública, que direta e indiretamente utilize os recursos naturais, deve estar comprometida com a proteção ambiental, considerando os impactos e introduzindo os procedimentos de prevenção de possíveis danos.

Trabalhos tendo como base a Bacia Hidrográfica permitem a avaliação de características de ambientes diferenciados, a partir de objetivos pré-determinados. Sendo assim, é cada vez maior o número de artigos, monografias, dissertações e teses, que baseiam suas análises e propõe práticas mitigadoras e conservacionistas, a partir do recorte desta unidade. Consolidam práticas que tem como finalidade propor as práticas de planejamento, gerenciamento e a própria gestão ambiental.

Muitos trabalhos foram publicados, na década de 80, envolvendo técnicas de manejo, conservação, planejamento das terras a partir de B.H, que resultaram em normas e regulamentos para

ordenar o território (plano diretor e programas conservacionistas) (BOTELHO e SILVA, 2011).

De acordo com estudos e levantamentos bibliográficos realizados por Botelho e Silva (2011), a década de 90, principalmente a segunda metade, caracteriza-se pelo aumento não somente dos trabalhos ambientais, mas também no que diz respeito, ao uso e qualidade das águas, caracterizando uma preocupação maior com o meio ambiente. Com isso, o valor dos estudos e práticas de planejamento a partir das Bacias Hidrográficas, ganhou maior valor. As pesquisas indicaram que o número dos trabalhos aumentou sete vezes nas últimas décadas (1990/2000) em relação a (1980/1990).

Afirmam ainda os autores, que dentre os assuntos abordados a erosão, o manejo, a conservação do solo/água e planejamento ambiental, são os que mais se utilizaram do recorte das Bacias Hidrográficas, como unidade de análise, destacando que os dois últimos são os temas mais abordados nos estudos, reforçando a ligação das B.H, aos objetivos das pesquisas desenvolvidas na área ambiental como pode ser verificado na Figura 14.

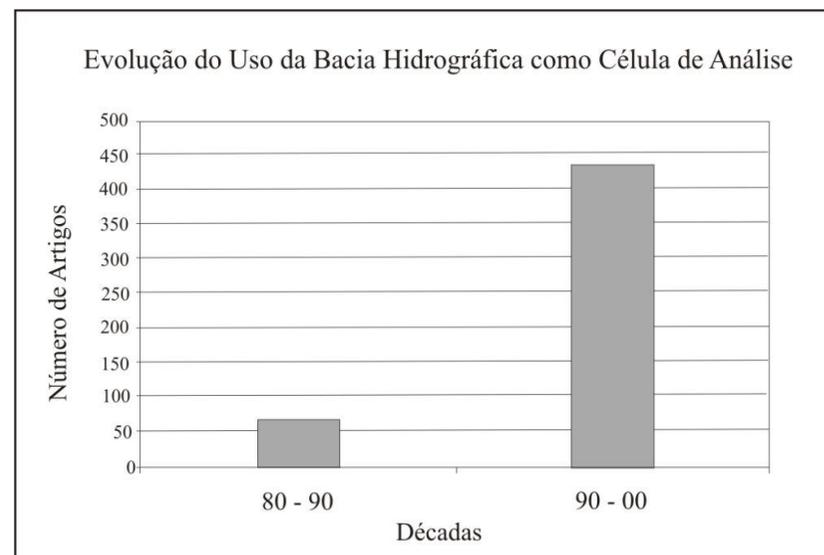


Figura 14: Evolução do uso da Bacia Hidrográfica como célula de análise durante as últimas décadas.

Fonte: CORATO (2002 citado por BOTELHO e SILVA, 2011, pág. 156).

Dentre os estudos que demonstram a realidade discorrida acima podemos destacar o artigo de Lemos *et al.* (2011), a partir da análise da Bacia Hidrográfica do alto curso do Rio Pitangui, localizada no Estado do Paraná, entre os municípios de Castro/Carambeí/Ponta Grossa, foram apontados os processos de evolução das erosões, ao longo dos anos. Os estudos foram realizados a partir da determinação de dois períodos, entre 1952 a 1980 e de 1981 a 2001. Os dados

apresentados marcaram processos de evolução das erosões, que se dividiram entre ravinas e voçorocas.

Os autores chamam a atenção para a importância de identificar as erosões que com o passar dos anos aumentaram substancialmente na área da Bacia Hidrográfica, comprovando o desequilíbrio no ambiente, pois estas indicam um aumento substancial nas perdas de solos, que com o passar dos anos levará ao agravamento a situação ambiental, devido ao uso inadequado do solo por pastagens, corte de taludes abruptos, retirada de solos para empréstimos de material e estradas vicinais e/ou abandonadas.

A tese de doutorado de Mirandola (2006) propõe o estudo da Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal. A partir do levantamento de um número elevado de dados, tais como: os aspectos históricos, socioeconômicos e caracterização de aspectos e elementos ambientais a pesquisa preliminar foi desenvolvida. Após esta etapa a produção e análise geral das mudanças ocorridas foram realizadas.

Os resultados da análise do uso da área da Bacia Hidrográfica no período de 1981/2001/2005 indicaram intenso processo de antropização com uso intenso de pastagem, que foi acompanhado pela redução das áreas naturais e da agricultura, além da ocupação por cana-de-açúcar. O monitoramento na área é proposto como método, e

uma das táticas para o manejo, a partir de práticas e uso adequado e conservacionismo para efetivo planejamento ambiental.

As Bacias Hidrográficas além de unidade de estudos são também locais que de acordo com o Código Florestal Brasileiro Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, sendo obrigatória a presença de mata ciliar ao longo dos corpos aquosos. Trabalhos que tem por finalidade verificar como estão às situações destas unidades, e sua preservação são também desenvolvidos, no intuito de indicar e avaliar a qualidade ambiental da área e o respeito ao meio ambiente.

Neste caso Borges et al. (2011) realizaram o estudo do caso das B.H do Ribeirão João Leite e a do Ribeirão Extrema, localizada no Estado de Goiás. Os autores discorrem sobre as indicações de todas as categorias previstas nos código Florestal Nacional, antes vigente (Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965) e do Código Florestal do Estado de Goiás (Lei Estadual nº 12.596 de 14 de março de 1995), aplicando-os nas Bacias Hidrográficas.

O objetivo do trabalho foi o de verificar se as APP's estão sendo respeitadas pelos produtores rurais, e quais delas embora

previstas na legislação não tem eficácia. Os mapas indicaram o predomínio das pastagens em diferentes pontos das duas Bacias Hidrográficas. Os dados apontaram o uso indevido das APP's (faixas marginais e nascentes). Tais estudos indicaram de forma clara que são unidades que sofrem com a desobediência social, denominado infelizmente pelos autores como “lei que não pega”.

Como podemos verificar estes foram alguns exemplos práticos de estudos que tiveram como referencia o recorte das Bacia Hidrográficas. Estas permitiram o levantamento de alguns dos aspectos que constituem um ambiente, facilitando e/ou ajudando na compreensão do funcionamento do mesmo. Estas informações comprovam a eficiência de tal sistema ambiental, confirmando a importância do levantamento de dados e a realização de um planejamento territorial a partir das Bacias Hidrográficas. assim como é proposto no trabalho que é desenvolvido na BHCP, a partir de uma gama de variáveis de dados ambientais.

1.3 Geoprocessamento como Ferramental de Análise Ambiental

A análise ambiental a cada década tem tornado-se mais dinâmica ganhou maior agilidade e mobilidade. Neste caso isso se

justifica devido ao avanço cada vez maior das fontes de informações, que são necessárias para realizar tais estudos. As informações são na atualidade adquiridas por fontes eficientes de tecnologia, que servem de apoio, e são necessários no cenário de análise ambiental.

São ferramentais tecnológicos amplamente explorada pelo geoprocessamento ou ainda geotecnologias, que no contexto da análise ambiental, é o responsável pelo conjunto de técnicas, que realiza os estudos dos dados espaciais.

Segundo Rosa (2005) o geoprocessamento pode ser entendido como o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações geográficas, compostas por soluções em hardware, software, e peopleware, importantes ferramentas para tomada de decisões.

Em suma destaca-se que o geoprocessamento permite estudos de uma gama infinita de variáveis referenciadas, uma tecnologia transdisciplinar que envolve profissionais de diferentes áreas. Contudo, a partir do uso da computação todos os dados que são gerados foram facilitados, o que tornou as análises mais rápidas, dinâmicas e precisas (FITZ, 2008).

Segundo Silva e Zaidan (2004 citado por Silva e Marino, 2011) O geoprocessamento pode ser entendido como um conjunto de

conceitos, métodos e técnicas que opera sobre bases de dados georreferenciados, e que pode associa-los a um banco de dados e transformá-los em informações, cujo valor social é o de utilizar as informações em tomadas de decisões.

Entre as técnicas para realizar as análises ambientais no geoprocessamento, este pode contar com o apoio da Cartografia Digital, GPS, Sensores Remotos e Sistemas de Informações Geográficas, sendo estas técnicas as responsáveis pela captura e processamento dos dados, para a análise da superfície terrestre. Em gabinete, todas as técnicas que compõe o geoprocessamento e sua consequente evolução tecnológica, tornaram as atividades de reconhecimento de campo, mais pontuais e com resultados mais satisfatórios.

A inclusão digital pode servir para incrementar a mente humana, e ao disponibilizar maior contato com os recursos computacionais modernos, possibilitou uma maior lucidez e capacidade na análise de problemas reais. No caso do geoprocessamento, entendido como estrutura de análise de situações ambientais, em suas diversas possibilidades de aplicação, tornou capaz reproduzir e realizar experimentos acadêmicos, que investigue e apoie

decisões para o melhor uso dos recursos ambientais (SILVA e MARINO, 2011).

Vale ressaltar, no entanto que ao aliar todas as tecnologias disponíveis no geoprocessamento, o usuário deve-se atentar ao uso adequado, para não torna-la uma ferramenta incriteriosa, pois estas permitem simulações de ambientes e/ou cenários futuros.

Os dados gerados devem apresentar na medida do possível informações o mais próximas da realidade, para que as pesquisas não possam vir a apresentar visões um tanto distorcidas da realidade. Cabe neste caso ao pesquisador envolvido, nortear seus estudos e aplicações e alertar a partir dos dados apresentados, a realidade do ambiente analisado.

1.3.1 Cartografia

Quando se tem por objetivo representar a superfície terrestre em um plano, podemos então considerar o ferramental de leis, regras e/ou normas específicas definidas pela cartografia. Esta é responsável pela representação da terra através de plantas, cartas e mapas. Contudo, a técnica esta atrelada à evolução e a percepção de

estudiosos, quanto à própria forma da mesma, para que a cartografia ganhe maior eficiência.

O próprio conceito de cartografia foi estabelecido pela Associação Cartográfica Internacional em 1966 e ratificada pela UNESCO no mesmo ano, e transcrito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como sendo:

A cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1998, pág. 10)

Sendo assim a evolução e a percepção da forma da terra pode ser de forma básica dividida em três grandes momentos. O primeiro momento é quando Pitágoras, filósofo grego (600 a.c.), a partir de observações e estudos dos movimentos dos planetas e eclipses lunares (posição da terra, sol e lua), afirma que a terra ao contrário do que se acreditava até então, não era como um disco, ela era arredonda (CRUZ e PINA, 2002).

Esta descoberta levou aos estudos mais detalhados e em 200 a.c. os sistemas de coordenadas já eram conhecidos. Porém a idade média marca o retrocesso das diversas ciências e também da cartografia (CRUZ e PINA, 2002).

Neste momento chegou-se a acreditar que a terra possui formato de um disco plano com abismos e monstros marinhos ao seu final, e eram violentas as repressões de quem afirmasse o contrário, muitos mapas da época apresentavam estes monstros. Somente no período das grandes navegações as afirmações levantadas pelos gregos são retomadas (CRUZ e PINA, 2002).

Em um segundo momento no século XVII o inglês Newton e o holandês Huygens afirmam que a terra era um pouco achatada nos polos a partir do princípio de gravitação, não era perfeitamente arredondada, devido à combinação da força da gravidade (que atua de fora para dentro) e a força de rotação (que atua de dentro para fora), princípio confirmado também pelo francês Jean Richer (CRUZ e PINA, 2002).

Neste momento ocorre à percepção de que a terra apresentava um achatamento em seus polos, assemelhando-se assim a um elipsoide, que segundo Fitz (2008) é uma figura matemática onde a

superfície é gerada pela rotação de uma elipse em torno de um de seus eixos.

Finalmente em um terceiro momento por consequência da evolução tecnológica, principalmente do radar topográfico, pode-se comprovar que a terra não era perfeitamente redonda e também não era elipsóidica. Ela era na verdade um elipsóide irregular, sendo assim definida como um modelo de geóide, sendo impossível de ser representada matematicamente.

O geóide considera as formas do relevo terrestre, nível médio dos mares, supostamente prolongado até os continentes, estando com isso hora acima e hora abaixo da superfície definida como superfície topográfica (elipse). A partir deste momento a representação terrestre passou a considerar as considerações da terra sobre o geóide, que é a forma verdadeira da terra (FITZ, 2008).

A partir desta compreensão a cartografia passa a se preocupar não somente em representar a superfície terrestre, mas também no conjunto de parâmetros que serão definidos para realizar tal representação, através então de plantas, cartas, mapas que são neste sentido não apenas desenhos são na verdade documentos, que pretendem da forma mais fiel possível representar tal superfície. A Figura 15 representa a forma terrestre e sua consequente evolução.

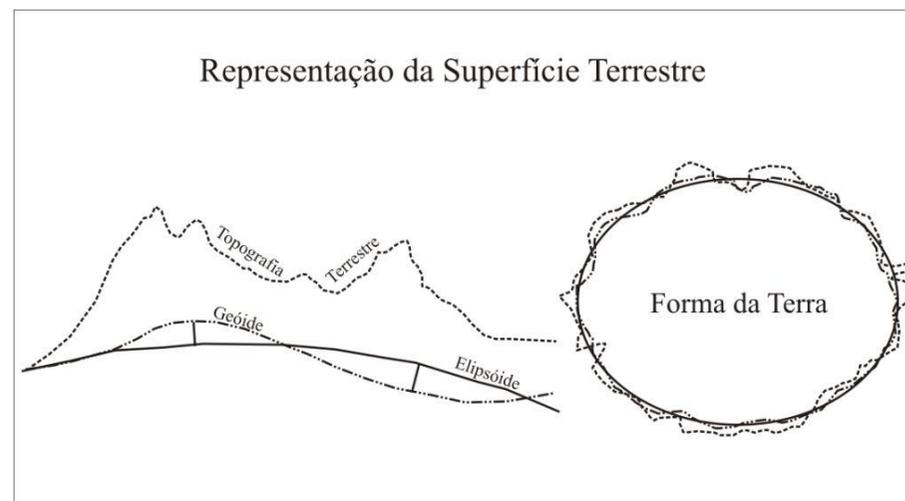


Figura 15: Modelo de representação da superfície terrestre.

Fonte: Adaptado de DUARTE (1994, pág. 63).

A cartografia para então ser a mais fiel possível da realidade utiliza o que se define como elipsóide de revolução, figura matemática que mais se aproxima do geóide. É o modelo de superfície mais utilizada para o levantamento dos dados cartográficos, porém é conveniente destacar que cada país adota o seu sistema geodésico de referencia, sendo este o responsável por estabelecer uma relação entre um ponto determinado do globo e o elipsóide de referencia.

Neste caso será o *Datum* o responsável por determinar o conjunto e os parâmetros que serão utilizados quando se deseja representar a superfície da terra. O conjunto de pontos e coordenadas

irão definir as condições iniciais para se estabelecer um sistema geodésico de referencia.

Silva (2003, pág. 77) discorre que o “*Datum* corresponde ao um ponto ou plano de referência para levantamentos de dados verticais e horizontais, os quais estabelecem as posições de feições sobre a terra”. São dois os *datums* o vertical e o horizontal, e segundo Cruz e Pina (2002) podem ser definidos como:

- *Datum vertical*: conhecido também como origem de coordenadas verticais. Estas irão determinar a altitude e também o parâmetro para descrever a superfície da terra, neste caso o geóide é utilizado como referencia e são observadas a topografia e altimetria do relevo. No caso do Brasil o ponto inicial e/ou marco zero onde é determinado o nível médio dos mares (NMM), está localizado em Imbituba em Santa Catarina conhecido como Marégrafo de Imbituba.
- *Datum horizontal*: determina as coordenadas geográficas (latitude e longitude), é o parâmetro para descrever a superfície da terra. As observações são realizadas a partir do ponto máximo de coincidência do elipsoide e do geóide. Neste caso no *Datum horizontal* se faz necessário indicar qual sistema geodésico específico

que será utilizado, e os Sistemas Geodésicos de Referência irão cumprir esta função.

No entanto cada país poderá adotar o seu próprio Sistema Geodésico de Referência e no Brasil o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) é composto por redes de altimetria, gravimetria e planimetria. Na altimetria como foi especificado anteriormente é vinculado ao geóide e coincide com o marégrafo de Imbituba/SC. A gravimetria é vinculada às milhares de estações que estão presentes no território nacional e colhem dados da aceleração da gravidade de cada uma delas (CRUZ e PINA, 2002).

A planimetria é utilizada como referencia para o mapeamento e georreferenciamento da superfície terrestre (nacional). São conhecidos os sistemas Córrego Alegre que foi utilizado até 1977. De acordo com Silva (2003) o nome provém de um vértice de triangulação localizada nas imagens de Uberaba.

O Sistema Geodésico Sul Americano de 1969, conhecido como South American Datum – 69 ou SAD-69, foi adotado em 1979 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) cuja origem é o vértice de Chuá, foi oficialmente utilizado até 2005. Outro sistema também conhecido é o World Geodetic System de 1984 ou WGS-84, utilizado como referencia mundial (SILVA; FITZ, 2003, 2008).

No Brasil, porém atualmente outro sistema de referência está sendo utilizado, é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas ou Sirgas 2000, está ainda em implantação, sendo usado em conjunto com o SAD-69 e o substituirá assim como é previsto até 2015. De acordo com Fitz (2008, pág. 34), “o Sirgas 2000 foi concebido em razão da necessidade de adoção de um sistema de referência compatível com as técnicas de posicionamento por satélite, dadas por sistemas dessa natureza, como o GPS”.

Os Sistemas Geodésicos de Referências como foi observado até o momento utiliza como forma para observação da terra o elipsoide de referência, contudo esta figura é composta por um sistema de coordenadas que são definidas basicamente por dois pontos principais que irão determinar a localização de um ponto determinado na superfície terrestre, constituindo-se em parâmetros básicos que devem ser claramente compreendidos (dominados) na cartografia.

São dois os sistemas de coordenadas mais utilizadas: as geográficas e as planas. Na coordenadas geográficas as medidas são angulares e apresentadas em graus ($^{\circ}$), minutos ($'$) e segundos ($''$), são também as mais utilizadas e conhecidas nas representações cartográficas.

As coordenadas geográficas a partir de convenções adotadas apresentam também a indicação do hemisfério, sendo norte e sul sempre que necessário indicar e/ou localizar a latitude sendo considerados os paralelos (linhas imaginárias paralelas ao equador), e leste e oeste para longitude considerando os meridianos (linhas imaginárias que passam pelos polos), estas irão acompanhar as medidas angulares.

A latitude (representada também pela letra grega ϕ [*fi*]) e longitude (representada pela letra λ [*lambda*]) constituem no que se chamam de coordenadas geográficas, e indicam com precisão a posição de um ponto qualquer na superfície da terra. Identificar a latitude e a longitude de um ponto é em outras palavras o ato de calcular o local onde o paralelo e o meridiano se cruzam (DUARTE, 1994).

O sistema de coordenadas planas ou Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) apresenta coordenadas métricas ou plano retangulares e são acompanhadas pela unidade metros (m). É talvez um dos sistemas de coordenadas mais utilizados em trabalhos que envolvam os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's). Foi criada por Gerhard Kremer, mais conhecido como Mercator e foi publicada em 1569.

Sobre as coordenadas UTM destaca-se que esta é estabelecida a partir do cruzamento do Equador com um meridiano padrão específico denominado Meridiano Central (MC). Os valores obedecem a uma numeração que estabelece de forma sistemática um valor de 10.000.000 m sobre o equador e 500.000 m sobre o MC, as coordenadas são lidas a partir do eixo norte-sul de referência no Equador, e se reduz no sentido sul do eixo. No sentido leste-oeste as coordenadas contadas a partir do MC crescem no sentido leste e decresce no sentido oeste (FITZ, 2008).

Outro parâmetro básico na cartografia diz respeito a melhor forma de projetar às formas irregulares do planeta. A cartografia teve mais uma vez que adaptar-se a esta realidade, para realizar também a sua representação na superfície plana. As projeções cartográficas são neste caso um dos ferramentais utilizados e responsáveis por esta representação.

Fitz (2008) destaca que com intuito de transportar os pontos do elipsóide em um plano foi criado um sistema denominado Projeções Cartográficas, que através de alguns ajustes, transporta de forma mais fiel possível, pontos da superfície para os mapas. Estas são apoiadas em funções matemáticas, utilizando diferentes figuras geométricas como superfícies de projeção.

O primeiro passo após a escolha de uma área a ser representada da terra, diz respeito com a escolha da melhor projeção. Existe uma gama de variáveis a ser considerada nesta escolha, mas de forma subjetiva a escolha deve apresentar a menor distorção possível, pois é inevitável que toda e/ou qualquer projeção distorça algum ponto da superfície quando comparada com o real.

Ao tentar desenhar a superfície terrestre em um plano, algumas distorções são reveladas, estas compreendem-se em distorções em área, lineares, angulares ou em sua forma. Sendo assim é importante destacar que algumas distorções sempre ocorrerão, ou ainda pode haver em qualquer mapa uma combinação destas distorções. O que ocorre é que uma qualidade ou outra pode ser preservada, mas não todas ao mesmo tempo (SILVA, 2003).

Após a transposição é as escalas que irá indicar o quanto da realidade foi necessário diminuir, estas finalizam o processo de representação na cartografia. É o mecanismo de transformar as distâncias reais em tamanhos compatíveis com a representação do documento apresentado (planta, carta ou mapa).

Sendo assim esta é uma das razões, de forma um pouco abrangente, que diferem as plantas, cartas e mapas. Nas plantas as representações apresentam escalas situadas a partir de 1: 10.000, nas

cartas as escalas estão entre 1: 10.000 e 1: 100.000 e finalmente os mapas apresentam escalas a partir de 1: 100.000 de forma geral, além disso, estas também se diferem pelos dados que irão apresentar (DUARTE, 1994).

São duas as principais escalas utilizadas na cartografia, sendo estas: numérica e gráfica. Sua escolha deve respeitar preceitos básicos de acordo com a necessidade que o documento se destina, e a qualidade que será adotada para a impressão, para que não ocorra perda na qualidade de informação, que deve ser passada aos usuários.

Cartograficamente, a escala de um mapa é a razão entre uma medida efetuada sobre este e sua medida real na superfície terrestre. Isto quer dizer que as medidas de comprimento e de área efetuadas no mapa terão representatividades diretas sobre seus valores reais no terreno (CRUZ e PINA, 2002, pág. 28).

Com relação às escalas numéricas destaca-se que a mesma indica através de dados numéricos fracionados, onde o numerador será sempre a unidade que apresenta a distância no mapa e o denominador irá representar a distancia no terreno (real).

Nas escalas numéricas lembra-se que quanto maior for o seu valor menos detalhes são apresentados no documento cartográfico e nos valores menores mais dados (detalhes) são representados.

Já nas escalas gráficas a representação se faz por uma linha e/ou barra, que é graduada e contem divisões. Cada uma dessas divisões apresenta a relação do seu comprimento e o valor correspondente no terreno (real), indicada por números, sendo que é preferencial que estes apresentem valores numéricos inteiros, sendo esta uma das mais utilizadas em sistemas de informações geográficas (SIG's).

Com relação à escala Castro (2003 citado por Queiroz Filho, 2009) lembra que é um termo que possui muitos significados e caracteriza várias dimensões de uma pesquisa, e pode ser considerada uma estratégia de aproximação do mundo real, para compreender a realidade. Porém em se tratando das escalas o grande problema esta relacionado com a defasagem que estas ainda apresentam nos documentos, principalmente o das cartas. Muitos dados são subtraídos devido ao fato que as escalas apresentam-se com valor muito além do necessário para o seu mapeamento (são muito grandes).

No caso de estudos a partir de Bacias Hidrográficas muitos córregos e ribeirões podem não ser representados, e assim

comprometer de forma razoável na área que será analisada, e conseqüentemente no manejo para recuperação e uso adequado da área que deve ser planejada, pois muitas cartas ainda utilizadas do Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações Diretoria de Serviço Geográfico, principalmente no Estado do Mato Grosso do Sul os dados ainda aparecem em escalas de 1: 100.000 o que compromete muito as pesquisas desenvolvidas, já que escalas nestes valores suprimem diversos dados e impossibilitam as aplicações práticas de pesquisas mais apuradas.

Santos (2004) sobre este assunto destaca que são diversas as limitações com relação às informações hidrográficas para os planejadores. Pois as cartas planimétricas que são a base para o desenho da rede hidrográfica, apresentam-se em escalas 1: 50.000 e 1:250.000.

Muitos planejadores acabam por trabalhar com dados em escalas com menores detalhes, o que gera erros de interpretações, já que neste sentido muitos afluentes pequenos e cursos intermitentes não são desenhados. No Brasil vários locais ainda disponibilizam a base cartográfica oficialmente em escalas de 1: 100.000 ou 1: 250.000, conduzindo o planejador à definição de um planejamento genérico,

apesar de tecnicamente ser possível a compatibilização dos dados destes evidenciam muitas contradições (SANTOS, 2004).

Em Piroli *et al.* (2011)*, ao realizar pesquisa sobre áreas de preservação permanente (APP's), na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Pardo, localizada no Estado de São Paulo, entre os municípios de Botucatu, Itatinga, Pardinho e Avaré, propõe-se a atualização da hidrografia a partir de imagens de satélites de alta resolução, para refinar os dados das cartas topográficas.

No trabalho o mesmo verificou que muitos córregos e nascentes não estavam representados nas cartas topográficas de 1: 250.000 e 1: 50.000 quando comparadas com as imagens do satélite japonês Advanced Land Observing Satellite – ALOS com resolução espacial de 2,5 metros. Chegou-se a conclusão da omissão, de varias nascentes e córregos, neste caso um erro muito elevado, que afeta diretamente nas áreas, que realmente deveriam ser preservado em uma Bacia Hidrográfica, de acordo com a legislação brasileira.

Este exemplo citado acima evidencia a problemática com relação à escala de trabalho adotada (disponível) para realizar os estudos que visam o planejamento ambiental. Na Tabela 1 são

* Trabalho publicado e apresentado no XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, realizado em Dourados/MS de 11 a 16 de Julho de 2011.

apresentados às escala específicas, que devem ser adotada no planejamento.

Tabela 1: Relações de comum ocorrência no Brasil entre abrangência territorial e escalas adotadas em planejamento.

TERRITÓRIO PLANEJADO	ESCALA ADOTADA
Área da bacia hidrográfica	1: 5.000 a 1: 1.000.000
Território nacional	1: 500.000 a 1: 5.000.000
Área de influência regional	1: 250.000 a 1: 1.000.000
Área de influência indireta ou área afetada indiretamente por impactos	1: 50.000 a 1: 100.000
Área de influência direta ou área de influência diretamente afetada por impactos	1: 5.000 a 1: 50.000
Área de ação estratégica	1: 10.000 – 1: 500.000
Limites municipais	1: 50.000 – 1: 100.000
Centros urbanos subordinados à área de ação	1: 500.000
Raios de ação	1: 2.000 a 1: 100.000
Corredores	1: 2.000 – 1: 25.000
Área de reassentamentos	1: 2.000 – 1: 25.000

Fonte: SANTOS (2004, pág. 47).

Org.: IZIPPATO, 2012.

Sendo assim, todos os detalhes e parâmetros devem ser bem observados e definidos, principalmente no atual momento onde a cartografia utiliza-se de ferramental altamente tecnológico, definido como cartografia digital. Esta utiliza os hardwares e softwares como apoio na caracterização e representação da superfície terrestre, e

exigem além de uma gama satisfatória de conhecimento da cartografia, compreensão e domínio das técnicas computacionais.

Escolhas equivocadas podem gerar distorções muitas vezes imperceptíveis, principalmente para aqueles que não observem tais detalhes, e assim a representação poderá não atingir seu objetivo real, ou ainda distorcer os dados, que devem retratar de forma o quanto mais possível e fiel à superfície terrestre.

Como foi afirmada a cartografia não se constitui pelo simples fato de representar ou desenhar a superfície do globo, ela deve obedecer no mínimo um conjunto básico de parâmetros (leis), que asseguram a confiabilidade de todo e qualquer documento registrado (cartografado).

1.3.1.1 Cartografia para Mapeamento Temático em Ambiente Digital

A cartografia de forma um pouco mais específica possibilita também pesquisas e representações de ambientes previamente determinados, são fenômenos individuais gerados, a partir de um mapa base. São rerepresentações mais detalhadas de algum fenômeno pré-determinado nos estudos, este mapeamento é denominado cartografia temática, com informações pontuais de uma área.

Segundo informações do IBGE (1998) o mapeamento exige aplicações da cartografia sobre uma coleção de dados e informações, para a representação gráfica da realidade que é perceptível e comunicada a partir da associação de um número de símbolos e outros recursos que irão caracterizar a linguagem da cartografia.

O século XIX marca o aparecimento de mapas com temas mais específicos, com características determinadas que se diferem dos mapas tradicionais. O tema a ser tratado pode ser tanto dados qualitativos como quantitativos estes mapas específicos são classificados como mapas temáticos (SILVA, 2003).

É o que se constitui em um novo mapeamento e/ou segundo mapeamento, a partir de temas que podem apresentar número elevado de possibilidades de variáveis e informações que podem ser tratadas. São estes que indicam a partir de dados sobrepostos em um mapa base o número efetivo de uma população, doenças, economia e etc. - dados quantitativos. A vegetação, solos, hidrografia, uso da terra, hipsometria, altimetria etc. - dados qualitativos.

Os processos de representação se diferem de forma bastante clara, em se tratando da cartografia convencional e a cartografia temática, Duarte (1991) de forma didática indica as principais diferenças Quadro 1 que está exposto abaixo:

Quadro 1: Particularidades da cartografia geral e temática

Cartografia Geral	Cartografia Temática
1. Quanto ao público que atende	
Amplamente diversificado.	Especializado e reduzido.
2. Quanto aos propósitos	
Grande diversidade.	Assuntos mais restritos.
3. Quanto aos elementos representados	
Elementos físicos ou a eles relacionados.	Qualquer elemento, até mesmo os de natureza abstrata (ex: densidade demográfica).
4. Quanto à durabilidade da informação	
Em geral, os documentos podem ser usados por longo tempo.	Duração mais limitada, pois os dados são superados com mais rapidez.
5. Quanto ao nível da Informação	
Maior ênfase para os dados qualitativos	Dados qualitativos e quantitativos
6. Quanto ao preparo do leitor	
Não exige necessariamente conhecimentos específicos para compreensão dos documentos.	Exige, em geral, conhecimentos especializados.
7. Quanto ao preparo do executor	
Documentos executados por especialista em cartografia.	Documentos podem ser executados por pessoas não especialistas em cartografia.
8. Quanto ao significado das cores	
Em geral, tem significado qualitativo.	Significado tanto qualitativo como quantitativo.

Fonte: Adaptado de DUARTE, 1991, pág. 22.

Org.: IZIPPATO, 2012.

Martinelli (1991) destaca que a cartografia temática tem função específica de registrar, tratar e comunicar informações. Tem

como propósito principal ressaltar as relações fundamentais entre conceitos previamente definidos de diversidade/similaridade (\neq), ordem (O) e proporcionalidade (Q). A cartografia temática deve transcrever estas relações através de relações visuais de mesma natureza sem ambiguidade para que não seja mentirosa (Figura 16).

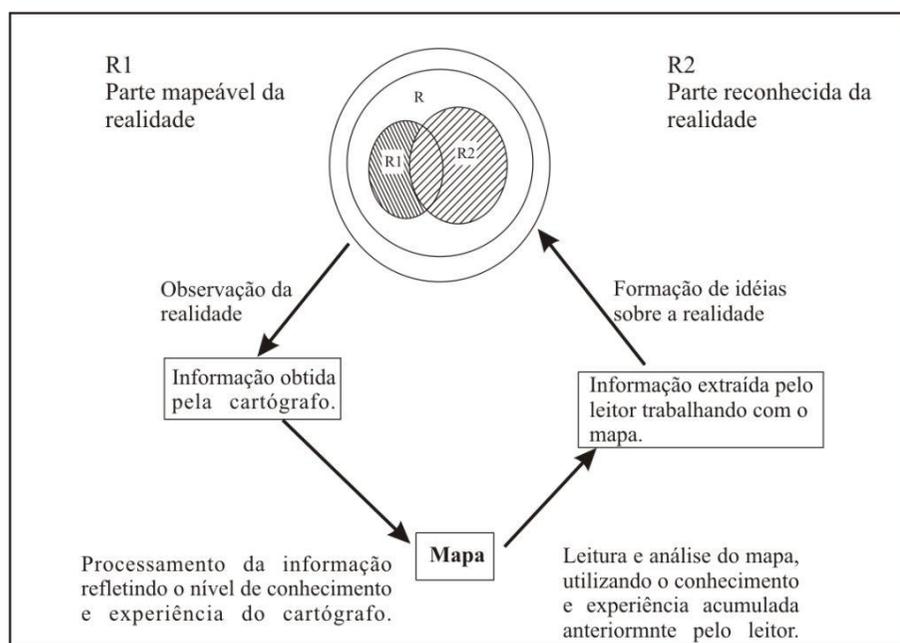


Figura 16: Processo de comunicação do mapa.

Fonte: MARTINELLI (1991, pág. 37).

Contudo estes mapas são manipulados atualmente em ambientes digitais (hardwares), a partir de softwares, e ganha maior

mobilidade de representação. Em se tratando do ambiente digital, mais especificamente os Sistemas de Informações Geográficas, possibilitam a manipulação através de armazenamento e processamento dos dados georreferenciados.

Permitem ainda a finalização destes mapas de forma bastante satisfatória e eficiente, facilitando a comunicação com o público leitor. Na verdade atualmente para os produtores de tais documentos, a manipulação e edição de mapas temáticos em ambiente digital é requisito fundamental em qualquer trabalho em que o produto final é o mapeamento.

No entanto a manipulação destes dados necessita de conhecimento específico e domínio dos dados cartográficos. Informações como a conversão da escala original para o mapa cartográfico digital em comparação com os dados que se apresentam a partir da manipulação no ambiente digital devem parecer de forma bastante clara em todo e qualquer mapeamento digital, para que o pesquisador e o leitor tenham o entendimento de tal cruzamento de dados e a edição do novo material, gerado, o mapa temático.

Informações dos dados digitais como a resolução espacial (distância na superfície terrestre na qual o dado pode ser captado e mapeado), e que está sendo utilizada em comparação com a escala da

carta topográfica, por exemplo, deve ser bem trabalhada e conhecida pelo manipulador de tais informações.

A Tabela 2 de Silva (2003) apresenta alguns exemplos de escalas em comparação com as respectivas resoluções espaciais que são utilizadas em ambientes digitais como no caso dos Sistemas de Informações Geográficas.

Tabela 2: Escalas e as respectivas resoluções espaciais.

Escala do Mapa	Faixa de Resolução Espacial	Resolução Espacial Ideal
1: 5.000	0,8 a 3 metros	1,3 metros
1: 10.000	1,5 a 6 metros	2,5 metros
1: 20.000	3 a 12 metros	4,2 metros
1: 30.000	4 a 18 metros	7,3 metros
1: 50.000	7,5 a 30 metros	12,7 metros
1: 75.000	11 a 45 metros	17,3 metros
1: 100.000	15 a 80 metros	25,4 metros

Fonte: SILVA, 2003, pág. 84.

Org.: IZIPPATO, 2012.

As cartas topográficas são também utilizadas no ambiente digital, e estes permitem uma constante modificação das escalas, porém estas modificações podem gerar equívocos por parte de usuários que não dominem os conceitos cartográficos, por isso a atenção deve ser sempre efetiva quando extrair/produzir/reproduzir novos dados para o efetivo mapeamento.

A Tabela 3 destaca, por exemplo, os dados com as respectivas escalas que podem ser observados nas cartas topográficas, que apresentam as condições do relevo (topografia), e os dados (distancias) das curvas hipsométricas, que estas apresentam.

Tabela 3: Padrão de exatidão de cartas topográficas.

Escalas	Planimetria		Altimetria*		
	PEC (mm)	Valor (m)	PEC	Equidistância (m)	Valor (m)
1: 50.000	0,5	25	½ equidistância	20	10
1: 100.000	0,5	50	½ equidistância	50	25
1: 250.000	0,5	125	½ equidistância	100	50
1: 500.000	0,5	250	½ equidistância	100	50
1: 1000.000	0,5	500	½ equidistância	100 ou 200	50 ou 100

(*) A equidistância das curvas de nível pode sofrer pequenas alterações, dependendo do tipo de relevo da carta.

PEC- Padrão de exatidão da carta.

Fonte: QUEIROZ FILHO, 2009, pág. 58.

Org.: IZIPPATO, 2012.

São conjuntos de operações com regras em sua simbologia, procedimentos, equipamentos, cores, materiais cartográficos originais e etc. que devem ser empregados tanto em mapas gerais como nos mapas digitais, é o que se pode convencionar como planejamento cartográfico.

Queiroz Filho (2009) destaca:

No meio digital a variação de escala destaca um novo aspecto: a diferença entre a escala de elaboração e de visualização. [...]. Com a facilidade de reprodução e de transmissão dos arquivos digitais, por vezes o usuário obtém um arquivo, mas não as referências sobre seu processo de produção. É necessário conhecer os parâmetros de elaboração de uma base de dados digital para evitar a propagação de erros e atestar um uso adequado à sua proposta de trabalho. Essas informações podem ser denominadas metadados (dados sobre os dados). Esse arquivo descreve o histórico do processo de obtenção e produção dos dados, seu conteúdo, sua qualidade e demais características (QUEIROZ FILHO, 2009, pág. 59).

Para finalizar, contudo o uso adequado da cartografia no mapeamento tem-se a legenda, etapa que finalizará o trabalho do profissional que desenvolve o documento. Tem peso importante assim como todas discutidas, pois é através destas informações que os dados serão interpretados.

Neste caso cabe o bom senso do usuário de seguir simbologia própria adequada, no caso de mapas temáticos o IBGE disponibiliza material de simbologia para classes de uso da terra a partir da composição de cores RGB (download livre no site: www.ibge.gov.br),

assim como existem trabalhos já desenvolvidos, com mapeamentos e legenda específica para estudos e planejamento ambiental*.

Quando todas estas informações apresentam-se de forma objetiva, simples e respeitando todos os padrões pré-estabelecidos, o mapeamento temático torna-se um ferramental eficiente, pois os mapas permitem uma leitura visual, dinâmica e rápida, facilitando muito a compreensão e a comunicação do produto cartográfico.

1.3.2 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto pode ser caracterizado de forma geral, como a ferramenta capaz de captar/registrar, informações de um alvo (objeto) pré-determinado, a partir de sensores, não sendo necessária a proximidade e/ou manuseio do mesmo.

Neste sentido de uma forma geral abriu-se precedente para diversas definições do que é e qual a função dos sensores remotos. Contudo, a de se destacar que em todas as definições, um ponto é convergente entre todas estas, o destaque da importância de não ser

*Trabalho do Frances Journaux, André. Légende pour une carte de L'environnement et de sa dynamique. Caen, Centre de Géomorphologie CNRS, 1975 desenvolveu simbologia própria na legenda para mapeamento de análise ambiental.

necessário, contato físico com o objeto de análise como pode ser verificado segundo alguns autores.

“Sensoriamento Remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície” (FLORENZANO, 2002, p.9).

“Sensoriamento Remoto é a obtenção de dados ou imagens de um objeto que está distante do sensor de amostragem. Isto inclui além das imagens de satélite e radar, as fotografias aéreas, digitais ou não” (PARANHOS FILHO, 2008, p.16).

Rudorff (2001) ressalta que:

Sensoriamento remoto é um termo utilizado na área das ciências aplicadas que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre. Estas imagens são adquiridos através de aparelhos denominados sensores remotos (RUDORFF, 2001, s/pág.).

Novo (2008) destaca que o Sensoriamento Remoto pode ser reconhecido de acordo com a lógica de sistema, neste sentido consideramos estes sensores de aquisição de dados como um sistema que pode ser subdividido em subsistemas, mais especificamente em 2 grandes subsistemas: 1) Subsistema de Aquisição de Dados de

Sensoriamento Remoto e Subsistema de Produção de Informações verifique em Figura 17.

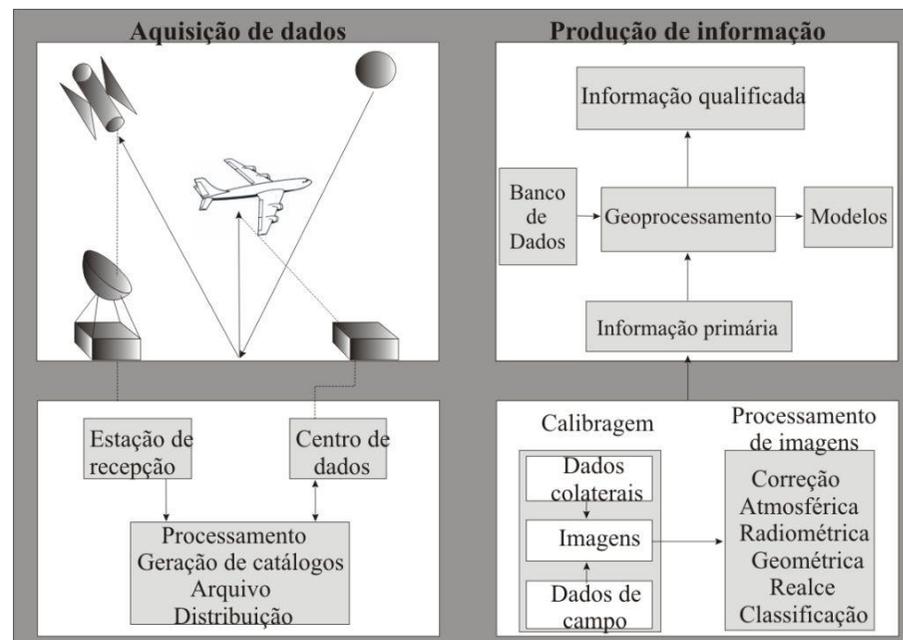


Figura 17: Subsistema que compõe o sistema de informações derivadas de Sensoriamento Remoto.

Fonte: NOVO, 2008, p.10.

Para fins, no entanto, do estudo (pesquisa) com parâmetros ambientais, os S.R. ao qual são referidos, são de forma mais exata os sensores da superfície terrestre, capaz de registrar o alvo, a partir da energia (radiação) eletromagnética (REM), neste caso para identificar

padrões da superfície, análise espacial, e também os S.R. responsáveis pelo registro topográfico a partir do radio detection and ranging (radar).

De acordo com Novo e Ponzoni (2001) para compreender melhor a definição do Sensoriamento Remoto “obtenção de dados através de registro de um objeto sem contato com o mesmo”, faz se necessário identificar os quatro elementos fundamentais da técnica, aos quais podem ser exemplificados pela Figura 18.

No centro encontra-se a Radiação Eletromagnética (REM), elemento de ligação entre todos os demais vértices, a *fonte* de REM no caso dos sensores passivos o sol ou a energia emitida pela terra, o *sensor* que registra a imagem do objeto também denominado *alvo*.

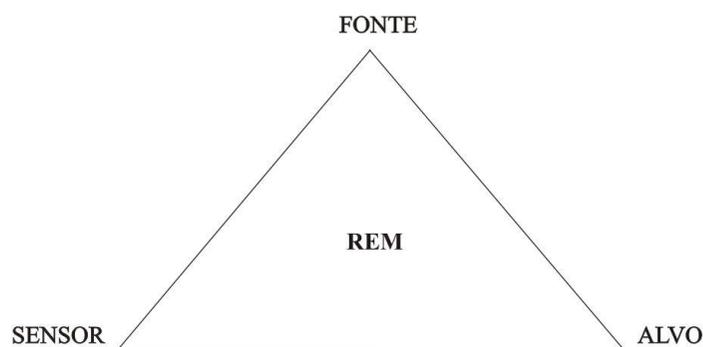


Figura 18: Esquema representativo dos quatro elementos fundamentais das técnicas de Sensoriamento Remoto.

Fonte: NOVO e PONZONI (2001, pág.6).

Os sensores responsáveis pelo registro de imagem proveniente da radiação (ondas) eletromagnética capturam as informações da superfície terrestre devido à interação que ocorre entre energia/matéria. A distribuição da radiação eletromagnética é representada pelo espectro eletromagnético³, os dados são obtidos na região do espectro que vai do visível (VIS) ao infravermelho.

A radiação do infravermelho não é perceptível ao olho humano, pode ser subdividido basicamente em três regiões do espectro: infravermelho próximo, médio e distante⁴. Esta se propaga através de ondas eletromagnéticas, que é emitida em frequência, número de vezes que uma onda se repete em unidade de tempo. O comprimento de onda é a distância entre dois picos de ondas.

Moreira (2001) discorre, no entanto, que os sistemas sensores se diferenciam e podem ser classificados dentre alguns aspectos quanto: **à fonte de radiação, ao princípio de funcionamento e ao tipo de produto**⁵.

Estes sensores remotos, devido à forma de obter o registro a partir das respostas do espectro eletromagnético podem ser

³ Ver em anexo C pág. 153 o espectro eletromagnético apresentado por STEFFEN (2001).

⁴ Ver em anexo D pág. 154 as subdivisões do espectro magnético de acordo com CHEN (1985, citado por NOVO, 2008).

⁵ Ver em anexo E pág. 155 a Classificação dos sensores segundo Moreira (2001).

denominados como sensores ativos, aqueles que não necessitam de energia externa para capturar as informações de um alvo, possuem fonte de energia própria, os sensores passivos ao contrário, necessitam de uma fonte de energia externa para realizar o imageamento do objeto, luz do sol e/ou calor emitido pela terra.

Sendo assim, existe uma efetiva diferença entre os sensores que registram os dados da superfície terrestre, definidos como sensores eletro-ópticos (registram imagens de forma infinita e sucessivas), pois estes dependem da energia solar ou calor emitido pela terra para captar os dados.

Nos radares as informações são registradas a partir da energia que retorna do pulso de radiação de microondas que é enviado pela própria antena, neste caso continua recebendo informações à noite e também com cobertura de nuvens.

Os sensores podem ser classificados de acordo com sua fonte de radiação e os tipos de produtos que podem apresentar após o registro das informações. Os sistemas sensores podem ser não imageadores e imageadores.

Os não imageadores são aqueles em que as informações são registradas a partir de gráficos e/ou perfis da superfície terrestre. Nos

sensores imageadores a função é projetar imagens como produto final, esta pode ser em forma de fotografia ou informações digitais.

Estas respostas aos sensores remotos. são obtidas em sistemas que podem ter como principio de funcionamento de registro um modelo que pode ser subdividida em três grandes grupos. Os sistemas de imageamento em quadra (**a**) sistemas de varredura Mecânica (**b**) e sistemas de varredura eletrônica (**c**), Novo (2008) discorre:

a. sistemas de quadra: nos sistemas de quadra a imagem de uma cena é obtida de forma instantânea, desta forma a imagem da cena é coletada e produzida será menos sujeita a oscilações da plataforma de aquisição.

b. sistemas de varredura mecânica: de forma diferenciada os dados não são coletados de forma instantânea, mas sim de forma sequencial. Na varredura mecânica o sistema é formado por um telescópio, na abertura encontra-se um espelho plano que oscila perpendicularmente ao deslocamento da plataforma. O movimento oscilatório faz com que a cena seja imageada linha por linha. Este sistema foi utilizado pelos detectores Multi-Spectral-Scanners (MSS) e Thematic Mapper (TM).

O sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) foi desenvolvido a partir do sensor TM.

Na varredura os dados são coletados compondo linhas que são perpendiculares à direção de deslocamento da plataforma, onde cada linha que é imageada é ainda subdividida em pequenos intervalos com dimensões iguais, são denominados como elementos de resolução ou pixel. As informações podem ser apresentadas em filmes fotográficos ou em forma digital (LUCHIARI *et al.*, 2009).

c. sistemas de varredura eletrônica: utiliza um sistema óptico grande-ocular, onde a cena é imageada em sua totalidade através de um arranjo linear de detectores, que podem ser do tipo Charge Coupled Detector (CCD), que é um *chip* de metal semicondutor que ao detectar a radiação produz uma carga proporcional ao número de fótons recebido, e cada chip da matriz linear de detectores corresponde a um *pixel* ao qual define a resolução da imagem, os sistemas de varredura eletrônica começaram a ser utilizados em 1980.

A evolução do sistema de varredura eletrônica permite atualmente que os sensores registrem o sinal proveniente do espectro a partir de regiões distintas de forma simultânea, até então os sensores

eram pancromáticos, toda energia proveniente do alvo era integrada em todos os comprimentos de onda. Com isso muitos dados específicos de interação do objeto e o comprimento de onda eram perdidos (NOVO, 2008).

Foi a partir desta problemática que os sistemas sensores eletro-ópticos evoluíram. Atualmente os sistemas imageadores permitem que as imagens de uma mesma cena sejam adquiridas de forma simultânea em diversas regiões do espectro, visível (VIS), infravermelho próximo (NIR), infravermelho de ondas curta (MWIR) e ainda o infravermelho termal (TIR), são sensores com sistemas de varredura multiespectrais, dados mais apurados sobre estes sensores podem ser obtidos em PREVIEW Project – FP6 <http://www.spacerisks.com/SpaceData/>.

Os sensores hiperespectrais permitem a aquisição de espectros contínuos para cada *pixel* do alvo imageado, foi desenvolvido na década de 1980 pela National Aeronautics and Space Administration.

Novo (2008) ressalta que existem divergências entre alguns autores para definir o que seria realmente um sensor hiperespectral, contudo consideram-se sensores que possibilitem a aquisição em pelo menos 100 bandas (visível ao infravermelho). O Quadro 2 apresenta as características de alguns sensores hiperespectrais considerando conceitos mais restritos acima de 100 bandas.

Quadro 2: Características dos sensores hiperespectrais.

Características técnicas de sensores hiperespectrais operacionais, com mais de 100 bandas espectrais contíguas.					
Nome	Região Espectral (mm)	Número De Bandas	Resolução Espectral (nm)	Origem	Data Inicial de operação
AVIRIS	0,38 – 2,50	224	10	JPL, USA	1987
CASI	0,40 – 1,00	288	2,9	ITRES Research, CA	1989
PHI	0,40 – 1,00	244	5	Shangai Int. Technology, China	1997
Hymap	0,45 – 2,48	126	13 a 17	Integrated Spectronics, Austrália	1997
Hyperion	0,40 – 2,50	220	10	TRW Inc, USA	2000
CHRIS		200		ESA, Europa	2001

Fonte: NOVO, 2008, pág. 77.

Org.: IZIPPATO, 2012.

Devido estudos mais apurados sobre a REM, pode-se perceber que a interação da energia e os objetos são refletidos e emitidos para todas as direções, e os sensores até este momento (multi e hiperespectrais), não consideravam estes fatores. Com isso percebeu-se a necessidade de sensores que registrassem as informações do espectro em uma cena de forma multiangular, estes apresentam

características multi e hiperespectrais. O Quadro 3 apresenta alguns dos principais sensores multiangulares.

Quadro 3: Características dos sistemas sensores multiangulares.

Características de sistemas sensores multiangulares: ATSR (Along Track Scanning Radiometer); POLDER (Polarization and Directionality of the Earth's Reflectance); MISR (Multiangle Imaging Spectroradiometer); CHRIS (Compact High Resolution Imaging Spectrometer).				
Características	ATSR	POLDER	MISR	CHRIS
Número de ângulos de visada	2	14	9	19
Ângulo máximo de visada	56	60	70,5	60
Tipo de visada	Para Frente	Para frente e para trás	Para frente e para trás	Para frente e para trás
Máximo tempo de Aquisição entre visadas extremas	2	4	7	7
Centro das bandas espectrais (nm)	555; 659 865; 1600	443; 490 565; 670 763; 765 865; 910	446; 558 672; 8.666	19 ou 62 (410-1.050 nm)
Resolução espacial na visada nadir	1 km	6 x 7 km	275 m; 1,1 km	25 m ou 50 m
Resolução Radiométrica	10 bits	12 bits	14 bits 12 bits	12 bits
Data inicial de aquisição	1995	1996	1999	2001

Fonte: NOVO, 2008, pág. 82.

Org.: IZIPPATO, 2012.

Nos sensores termais as características são parecidas com os sensores eletro-ópticos, pois operam na faixa do espectro do visível (VIS) e infravermelho próximo (NIR), contudo, o sinal detectado é mais fraco e menos sensível. Os detectores utilizados são o telureto de mercúrio e cádmio (HgCdTe), o germânio-mercúrio (Ge(Hg)). O sistema depende de refrigeração dos detectores para que as temperaturas sejam mantidas entre 30 e 77 K (NOVO, 2008).

O sistema de refrigeração é o nitrogênio líquido ou hélio, mas também podem utilizar em satélites as temperaturas do espaço. É importante destacar, no entanto, que alguns sensores eletro-ópticos, também possuem canais para dados termais, como o sensor Advanced Very High Resolution radiometer (AVHRR), possui três canais no infravermelho termal (NOVO, 2008).

Todos estes sensores são acoplados a bordo de satélites artificiais (missões), que os transportam para a aquisição de dados da superfície terrestre. São muitos os sensores desenvolvidos para infinitas variáveis. Mas as primeiras tentativas ocorreram no final da década de 50 e início da década de 60, e o objetivo era obter imagens orbitais. Programas espaciais como: Mercury, Gemini e Apollo forneceram às primeiras fotografias orbitais.

A missão Apollo 9 forneceram as primeiras fotografias multiespectrais da superfície da Terra. Mas a partir da década de 1990 com a evolução das tecnologias, as formas de aquisição de dados também mudaram, os sensores ficaram mais sensíveis e a capacidade do sensor remoto de transmitir, armazenar e processar tornou-se mais sofisticado. Os satélites antes grandes e pesados tornaram-se pequenos e mais leves. Ao longo dos anos foram vários os satélites acoplados a missões com diferentes finalidades⁶.

Estas imagens nada mais são do que a junção de diversos *pixels* que compõem e formam a própria imagem, do registro do espectro por sensores eletro-ópticos. Apresentam informações e características que devem ser bem conhecidas e distinguidas pelo usuário. Estas informações são conhecidas a partir das **resoluções** que dividem-se em radiométrica, espectral, temporal e espacial.

- Resolução radiométrica: compreende a capacidade do sensor de distinguir variações nos níveis de energia que é refletida, emitida ou retroespalhada que vai deixar a superfície do alvo. Apresenta a quantidade máxima de níveis de informações em que uma imagem poderá ser obtida pelo sensor. Neste caso os sensores que

⁶ No anexo F pág. 156 encontram-se algumas das principais missões e os respectivos satélites, segundo PARANHOS (2008), no decorrer dos últimos anos.

apresentarem maior capacidade de distinguir as diferenças na intensidade do sinal possui maior resolução radiométrica.

- Resolução espectral: corresponde a medida da largura das faixas espectrais existentes e a sensibilidade que o sensor possui em distinguir entre dois níveis de intensidade do sinal de retorno. Nos sensores as resoluções espectrais são definidas a partir das bandas, que representam as faixas do espectro eletromagnético, ao qual será discriminado cada alvo, devido à sensibilidade a cada tipo de REM.

O sensor TM e o TM+ por exemplo, a bordo do satélite Landsat⁷, possuem 7 bandas espectrais úteis para cada tipo de registro e uma pancromática, que tem como característica uma resolução espacial maior. De acordo com Figueiredo (2005):

O termo Pancromático significa uma banda mais larga que incorpora as faixas espectrais mais estreitas, por esta razão a quantidade de energia da banda Pancromática chega ao satélite com maior intensidade e isto possibilita ao sensor uma definição melhor (FIGUEIREDO, 2005, pág. 3).

⁷ De acordo com a bibliografia de PARANHOS (2008), as bandas do sensor remoto TM e TM+ apresentam características específicas e estas podem ser verificadas no anexo G pág. 158.

- Resolução temporal: será o intervalo de tempo que o satélite vai precisar para obter o mesmo registro de uma imagem no mesmo ponto e dependerá das características da plataforma no qual o S.R foi acoplado.

- Resolução espacial: é a dimensão no qual a superfície terrestre é imageada, menor área do terreno que um sensor poderá individualizar. É representada pelo *pixel* na imagem, sendo assim é a menor feição passível de ser detectada pelo S.R., ela dependerá sempre do campo de visada instantânea (Instantaneous Field of View – IFOV) do sensor.

Todas as características que compõem uma imagem são importantes, mas a resolução espacial e espectral são na realidade o que irá diferenciar uma imagem. Contudo é importante não confundir a resolução espacial com a escala de trabalho, eles estão relacionados, pois a resolução espacial define o menor objeto que será mapeado, então sua escala de trabalho deverá apresentar característica equivalente com a imagem, mas não são as mesmas iguais.

O grande problema na atualidade é exatamente com relação à escala de imageamento (sensor) x escala de trabalho/análise = produto

(mapeamento). Os dados devem ser correlacionados de acordo com sua possibilidade e não somente de acordo com a vontade do profissional. Compreender os erros gráficos e conhecer o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) é fundamental, para determinar a acurácia, precisão e os limites de aplicação.

Os órgãos nacionais: Estado Maior das Forças Armadas - EMFA; Diretoria do Serviço Geográfico – DSG e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, estabeleceram normas para a cartografia nacionais, que foram aprovadas pela Presidência da República e divulgadas através de dezenas de portarias, emendas, decretos e resoluções, todas relativas à legislação cartográfica (SILVA, 2003).

O decreto lei 243 de 28/02/1967 estabeleceu as diretrizes básicas da cartografia brasileira, o Sistema Cartográfico Nacional (SCN) e ainda a comissão de cartografia (Cocar). O decreto 71.267 de 25/10/1972 regulamentou as atividades de aerolevanteamento, a resolução PR 22 de 21/07/83 estabeleceu as regras para o levantamento geodésico brasileiro, que foi alterada pela PR 23 de 21/02/89 que também normatizou a utilização de Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

Com relação especificamente ao PEC foi o Decreto Lei 89.817 de 20/06/84 que formalizou as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia brasileira e criou dentre várias normas o PEC, que consta no Art. 8º § 1º - Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos⁸.

Além disso, existem também outros erros e parâmetros que devem ser considerado pelo profissional, Paranhos (2008) discorre que deve se levar em conta a relação entre a resolução espacial e o erro gráfico. Cada monitor onde a imagem é apresentada, por exemplo, possuem fatores que os diferenciam, por isso o erro de graficismo tem que ser considerado.

O valor foi determinado de acordo com a menor variável passível de ser identificada a olho nu e representada em uma escala sem auxílio de equipamentos. O valor estabelecido foi 0,2mm. Em teoria o valor da resolução espacial deveria considerar o erro gráfico para se obter o valor da escala de trabalho (PARANHOS, 2008).

A Tabela 4 apresenta as escalas de trabalho e os erros gráficos que estas podem possuir.

⁸ A Lei 89.817 de 20/06/84 pode ser verificada no anexo H pág. 159 além de outras normas que e foram estabelecidas para documentos cartográficos, que serão discutidos posteriormente.

Tabela 4: Escalas de trabalho e erros gráficos associados.

Escala	Erro de graficismo ou a dimensão do menor objeto Que se pode representar
1: 1.000	0,2m
1: 5.000	1m
1: 10.000	2m
1: 25.000	5m
1: 50.000	10m
1: 100.000	20m
1: 250.000	50m
1: 500.000	100m
1: 1000.000	200m

Fonte: PARANHOS, 2008, pág. 92.

Org.: IZIPPATO, 2012.

Além disso, o PEC determina e indica o quão eficiente e exato será os documentos cartográficos. Pelo decreto lei discorrido anteriormente, foi estabelecido também um erro padrão⁹, que permitiu juntamente com PEC estabelecer classes de erros padrões, e de acordo com essas regras foram estabelecidos às classes de cartas.

Estas irão variar entre A, B, C¹⁰ como podem ser verificados na Tabela 5 e os valores foram assim associados e indicados conforme foi determinado.

⁹ Consultar Lei 89.817 de 20/06/84 o Art. 8º que constam no anexo H pág. 159 o erro padrão.

¹⁰ As classes de exatidão podem ser consultadas na Lei 89.817 de 20/06/84 no Art. 9º que constam no anexo H pág. 159.

Tabela 5: Valores de PEC- Padrão de exatidão cartográfica e erro-padrão planimétricos determinados pelo decreto lei 89.817 (Brasil, 1984).

	Classe A	Classe B	Classe C
PEC¹	0,5mm	0,8mm	1,0mm
Erro Padrão²	0,3mm	0,5mm	0,6mm

1. PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica (Brasil, 1984; Brasil, 2005).

2. A lei considera Erro-Padrão, Desvio-Padrão e Erro-Quadrático como sinônimos.

Fonte: PARANHOS, 2008, pág. 93.

Org.: IZIPPATO, 2012.

Com isso foi possível também gerar e apresentar a Tabela 6 por Paranhos (2008), nesta foram considerados os valores para cálculos de PEC planimétricos que estão associados às diferentes escalas de trabalho, e as diferentes classes de cartas.

Tabela 6: PEC-Padrão de exatidão cartográfica planimétrica para as diferentes escalas de trabalho (Brasil, 1994; Brasil, 2005).

Escala	Classe A	Classe B	Classe C
1: 2.000	1m	1,6m	2,0m
1: 5.000	2,5m	4,0m	5,0m
1: 10.000	5,0m	8,0m	10,0m
1: 25.000	12,5m	20m	25,0m
1: 50.000	25m	40m	50m
1: 100.000	50m	80m	100m
1: 250.000	125m	200m	250m
1: 500.000	250m	400m	500m
1: 1.000.000	500m	800m	1000m

Fonte: PARANHOS, 2008, pág. 93.

Org.: IZIPPATO, 2012.

O PEC e o erro de graficismo são parâmetros importantes para determinar o valor verdadeiro ao qual uma imagem de satélite irá representar. Por isso é fundamental estabelecer critérios para a escolha da melhor resolução espacial de uma imagem e sua escala de trabalho.

Existem indicações para cada escala de trabalho e a utilização de uma resolução espacial ideal, mas é evidente que em muitos estudos não é possível atender tais especificações, então é necessário que o profissional que está produzindo o documento deixe claro ao leitor/usuário as informações quanto à escala de trabalho (documentos consultados), a resolução espacial da imagem e cuidado quanto aos tipos de cruzamentos e generalizações (PARANHOS, 2008).

Infelizmente o número de trabalhos que são produzidos e as informações que estão sendo associadas, com escalas incompatíveis são elevados, é importante e fundamental o conhecimento teórico dos dados cartográficos e dos sensores, para que a manipulação nos softwares (Sistemas de Informações Geográficas) seja realmente eficiente, e os resultados dos documentos (mapas) satisfatórios.

A Tabela 7 apresenta informações com relação a algumas resoluções espaciais, e a escala indicada para o trabalho.

Tabela 7: Resoluções espaciais e escalas de trabalho sugeridas para elaboração de cartas temáticas.

Resolução Espacial	Maior Escala de Trabalho Sugerida
1m	1: 5.000
10m	1: 25.000
15m	1: 40.000
20m	1: 50.000
30m	1: 80.000

*Valores para elaboração de cartas PEC – Classe A. A qualidade da correção (ortocorreção), a resolução e capacidade do sistema que processará as imagens interferem nestes valores e devem ser considerados.

Fonte: PARANHOS, 2008, pág. 94.

Org.: IZIPPATO, 2012.

Após a compreensão destes fatores a análise das imagens dependerá de cada usuário. O conhecimento de algumas variáveis de interpretação e/ou fotointerpretação é primordial. Os elementos como a tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização, são necessariamente fundamentais.

Segundo Loch (1984):

Fotointerpretação é definida pela Sociedade Americana de Fotogrametria como o ato de examinar e identificar objetos (ou situações) em fotografias aéreas (ou outros sensores) e determinar seu significado (LOCH, 1984, pág. 03).

Neste caso o fotointérprete deve possuir um bom embasamento teórico, com acúmulo de conhecimento e treinamento, para deduzir algumas situações onde não é possível o trabalho de campo. Por estes motivos que nos trabalhos ambientais é quase que indispensável o conhecimento da área estudada, para maior precisão do fotointérprete.

Os fatores que foram apresentados indicaram os diferentes aspectos e características das imagens, entretanto, um dos mais observados, discutidos e levados em consideração em trabalhos para uma análise que exige mais acurácia, é justamente a resolução espacial.

Os estudos de planejamento ambiental principalmente os que utilizam o recorte da Bacia Hidrográfica, estão exigindo detalhes maiores da área. Portanto as imagens que anteriormente atingiam satisfatoriamente as análises, evolução da cobertura terrestre, não o fazem. Com isso a tecnologia avançou de acordo com tais necessidades, a partir de sensores com uma alta resolução espacial.

Estes sensores eram utilizados para fins militares e não estavam disponíveis, mas as necessidades de dados mais detalhados permitiram o uso desta tecnologia pelas ciências da natureza, mesmo que ainda de forma restrita, pois estas são comercializadas, e por

valores ainda bem elevados, mais o fato é que estas revolucionam os estudos espaciais, devido o poder maior de discriminação dos alvos.

Mais o que poderia definir e diferenciar os Sensores Remotos de alta resolução dos outros sensores? Sendo assim estabeleceu-se que os “sensores de alta resolução” seriam aqueles que fossem capazes de realizar o registro da superfície terrestre com resolução espacial superior a 5m (NOVO, 2008).

O primeiro satélite que transportou um sensor de alta resolução foi EarlyBird da EarthWatch (fusão das empresas Ball Aerospace e WorldView), lançado em 1997 com sensor capaz de registro de imagem de 3m na pancromática e multiespectral de 15m.

Novo (2008) discorre que a empresa EarthWatch focalizou alvos a partir de centímetros, e em 2000 lançou o primeiro satélite QuickBird I. Paralelamente a Space Imaging construiu o primeiro satélite da série Ikonos com 1m de resolução no pancromático e 3m no modo multiespectral. E em 2001 a DigitalGlobe lançou o segundo satélite da série QuickBird resolução de 61 cm no pancromático e 2,44m no modo multiespectral.

As empresas que transportam tais sensores são privadas e de domínio principalmente norte americano, com interesses comerciais. As imagens, por exemplo, do satélite Ikonos como é informado por

Moraes Novo e Ponzoni (2001), é comercializada pela empresa CARTERRA, localizada em Denver, Colorado (EUA) no linke: <http://www.spaceimages.com>.

Outras imagens comercializadas são dos sensores de “baixa resolução espacial”. No Brasil estas são de responsabilidades do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que possui estação de recepção dos satélites Landsat, Spot e Cbers localizada em Cuiabá/MT (FIGUEIREDO, 2005).

No link <http://www.inpe.br> muitas informações podem ser adquiridas com relação aos Sensores Remotos, imagens dos satélites Landsat, Cbers, Terra 1, Aqua 1, ResourceSat-1, são disponibilizadas gratuitamente pelo INPE, e podem ser obtidas através de download no site <http://www.dgi.inpe.br>, através do catálogo de imagens.

Com relação ao satélite Landsat 5 do sensor TM, é importante destacar que as imagens a partir de 2012, não encontram-se mais disponíveis para o download gratuitamente, e não possuem data para retorno de suas atividades de imageamento. Os dados disponíveis gratuitamente no ano de 2012 são somente do sensor ResourceSat- 1 (23,5m x 23,5m de resolução espacial), e resolução temporal de 24 dias, e irá disponibilizar cenas de todo Brasil, segundo informações do INPE.

Mesmo sendo estas imagens de menor resolução espacial, muitos estudos ambientais são realizados de forma satisfatória, mesmo que alguns fatores possam limitar o levantamento de dados mais apurados¹¹. No caso de análises preliminares, principalmente em Bacias Hidrográficas, o levantamento de uso da superfície terrestre, é bastante eficaz.

A internet é um meio eficiente para busca de muitas informações, o Google através do software Google Earth, por exemplo, possibilita ao usuário, mesmo aqueles que não são especialistas cartográficos, a manipulação de dados geoespaciais, e mesmo que tais informações tenham limitações quanto à precisão das datas, ajudam na análise preliminar, o usuário neste sentido deve ter consciência quanto seus limites e não despreza-los.

Silva e Nazareno (2009) discorre que no Google Earth a projeção utilizada para o globo digital em 3D é a ortográfica, as coordenadas são geográficas no Datum WGS – 84. As regiões do planeta é constituídas através de mosaicos com diferentes resoluções espaciais, a partir dos satélites Landsat, Ikonos, QuickBird e Spot,

¹¹ De forma um pouco mais detalhada são apresentados em tabela no anexo I pág. 160 as resoluções e as respectivas escalas e sistemas sensores de alta e baixa resolução espacial segundo NEER (1999 citado por MOLLER, 2007).

estas são atualizadas com frequência mas não são do tempo real. As imagens em sua maioria apresentam resolução espacial de 15m.

Contudo, se os Sensores Remotos eletro-ópticos como percorrido até o momento, permitem o imageamento da superfície terrestre, os sensores por radar permitem o registro, de informações topográficas, os chamados Modelos Digitais de Elevação (MDE) do terreno, a partir de informações do espectro eletromagnético na região microondas.

Um radar executa três funções: ele transmite um pulso de microondas em direção a um alvo; ele recebe a porção refletida do pulso transmitido, após este ter interagido com o alvo (energia retro-espalhada) e ele registra a potência, a variação temporal e o tempo de retorno do pulso retro-espalhado (MORAES NOVO e PONZONI, 2005).

Muitos estudos que utilizam a Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento estão sendo apresentadas em mapas com elevações do terreno. Permite a aquisição de dados como hipsometria, declividade, características do relevo, delimitação da área drenada, a rede de drenagem, curvatura do terreno, orientação de vertentes, enfim dados da topografia são informações fundamentais e imprescindíveis na análise e planejamento territorial.

Em muitos trabalhos de graduação, artigos, monografias, teses atualmente utilizam de tal recurso, para coleta de tais informações, em sua análise espacial e fisiográfica nas Bacias Hidrográficas, correlacionando tais levantamentos, com a própria análise espacial de uso territorial, que são obtidas a partir de registro de sensor remoto, por fonte de radiação do espectro eletromagnético.

Além disso, estas imagens permitem um reconhecimento visual ainda em gabinete da topografia em que o planejamento será executado, viabilizando ações futuras, além de tornar o mapa mais próximo da realidade que será observada no campo.

Permite também após tratamento e técnicas digitais em Sistemas de Informações Geográficas, a extração de um número ainda maior de informações, características morfométricas e a apresentações de mapas em 3D, em suma uma gama infinita de variáveis a serem tratadas, produzidas e reproduzidas.

Na pesquisa sobre a BHCP, por exemplo, as informações extraídas a partir dos dados da imagem SRTM, permitirá o levantamento eficaz da topografia da área. Variáveis como hipsometria, drenagem, perfis longitudinal/horizontal e declividade, são resultados que serão obtidos utilizando das imagens da missão SRTM.

O sobrevoo da missão ocorreu entre os dias 11 e 22 de fevereiro de 2000, foram percorridas 16 órbitas por dia no total de 176 órbitas, que cobriu 80% da área terrestre do planeta entre as latitudes 60°N e 56°S. Os dados visaram á formação de um banco de dados mundial de MDE, elaborado por continente começando pela América do Norte (VELERIANO, 2004).

Ainda segundo Valeriano (2004) á conclusão dos dados de cada continente foi enviado ao National Imagery and Mapping Agency (NIMA) que editou, verificou e ajustou estas informações

segundo os padrões norte americanos de exatidão de mapas (National Map Accuracy Standards), que devolveu à NASA para distribuição pública por meio da USGS (United States Geological Survey). Valeriano (2004, pág. 20) destaca que “a missão usou o mesmo instrumento utilizado em 1994 no programa *aceborne Imaging Radar-C/X-Band Synthetic Aperture Radar (SIR-C/X-SAR)*, a bordo do ônibus espacial *Endeavour*”.

A seguir a Figura 19 apresenta a distribuição, cobertura e número de passagens do projeto SRTM por Valeriano (2004).

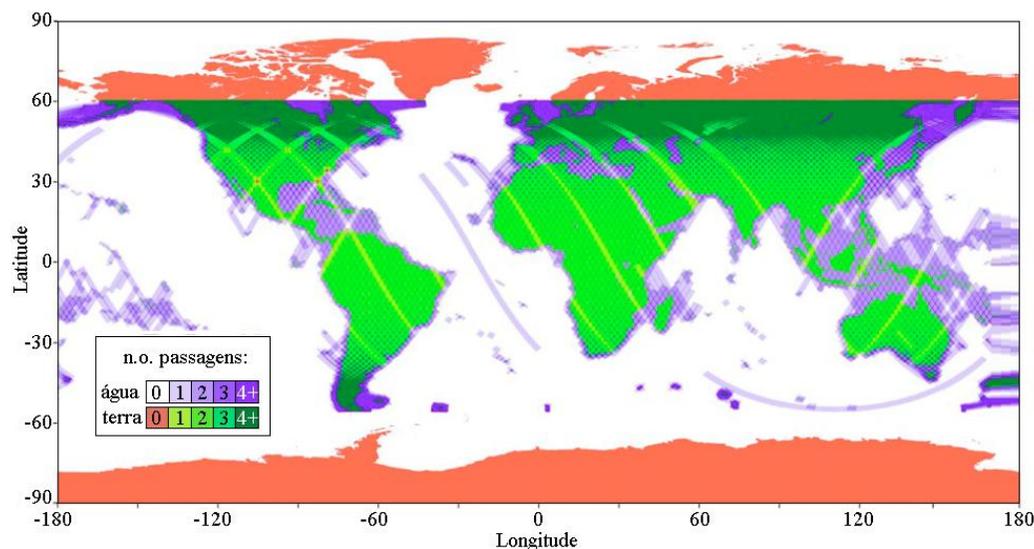


Figura 19: Distribuição da cobertura e número de passagens da missão SRTM. (Adaptado de JPL - <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>).
Fonte: VALERIANO (2004, pág. 21).

Estas imagens da missão SRTM estão disponíveis para a América do Sul desde 2003 para seu download no link: <http://seamless.usgs.gov> ou ainda com dados um pouco mais refinados/aprimorados no site: <http://www.dsr.inpe.br/topodata>, e estão disponíveis desde 06/05/2009 de forma gratuita.

É importante destacar ainda que estas imagens utilizaram como *Datum* o elipsóide de referência World Geodetic System de 1984 ou WGS-84 (sistema geodésico de referência mundial) e com os dados em z em metros inteiros.

Com relação às imagens SRTM é importante ressaltar que as imagens de MDE do terreno disponíveis pela United States Geological Survey (USCG) possuem resolução espacial de 90x90m, as imagens disponibilizadas pelo Topodata, devido seu refinamento, disponibiliza dados com resolução de 30x30m, o que facilita no cruzamento de imagens compatíveis com tais resoluções e escalas de trabalhos.

A iniciativa do Topodata foi realizar e propiciar a comunidade, informações refinadas partir de critérios e metodologias, segundo as informações da missão SRTM. Esta metodologia e informações foram bem discutidas por Valeriano e Rossetti (2010), em Topodata: seleção de coeficientes geoestatísticos para o refinamento unificado de dados

SRTM esta disponível no site: mtc-m19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc.../2010/.../publicacao.pdf.

1.3.3 Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)

O uso dos SIG's, como ferramenta de apoio a análise espacial é um requisito que se tornou fundamental. Mas como foi observado, no entanto, a manipulação desta ferramenta exige do usuário o conhecimento, mais do que isso o domínio das técnicas das ciências geográficas (cartografia e S.R.).

Mas o que poderia definir os SIG's, de forma geral, é que dentre os componentes que o integram tem-se o software propriamente dito (tecnologia), hardware, dados, usuários e metodologias de análise. Com relação aos SIG's[♦] no plural, pois trata-se dos diversos softwares (sistemas) disponíveis no mercado (pagos e/ou gratuitos)¹², destaca-se que esta é uma tecnologia que permite a manipulação (tratamento) de dados espaciais em ambientes necessariamente referenciados, os

♦ No trabalho a sigla será utilizada primeiramente no plural, pois caracteriza os vários softwares (sistemas) disponíveis, para em um segundo momento, no singular, caracterizar especificamente o software específico. .

¹² Atualmente estão disponíveis vários SIG's, e no anexo J pág. 161 pode ser visualizado alguns entre pagos e gratuitos de acordo com Davis e Câmara (2001). Contudo é importante destacar que a sigla GIS (do inglês *Geographic Information System*), também pode ser encontrada em muitas bibliografias para definir o SIG.

dados são geograficamente localizados por um conjunto de coordenadas.

Dentre as possibilidades destes softwares manipulados em hardwares é que estes podem caracterizar-se como capaz de realizar armazenamento, manipulação, tratamento e análise dos dados geográficos, espacialmente representados.

Ramos (2005) destaca que como qualquer programa de computador os SIG's são compostos por algoritmos que são transcritos em uma linguagem de programação, que são traduzidos para a linguagem de máquina denominada binária.

Dentre as varias definições dos SIG's, Davis e Câmara (2001) destaca que o termo é aplicado aos sistemas que realizam o tratamento computacional, dos dados que são geográficos, e recupera as informações considerando não apenas as características alfanuméricas, mas também a localização espacial.

As informações são organizadas, para manipulação, em um banco de dados, que deve ser bem estruturado, para que as informações sejam bem identificadas e tratadas pelo o usuário, estes podem gerar inumeráveis informações, isso irá depender sempre da necessidade que são pretendidas.

Um banco de dados, muitas vezes também chamado de base de dados, é um conjunto de

arquivos estruturados de forma a facilitar o acesso a determinadas informações que descrevem determinadas entidades do mundo real. [...]. um banco de dados geográficos (BDG) difere-se do convencional por armazenar além dos dados alfanuméricos, dados sobre a localização das entidades (MOREIRA, 2001, pág. 208).

Em se tratando de banco de dados é importante destacar ainda que este é manipulado através de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), Fitz (2008) discorre que dentro do SGBD existem dois tipos de informações, os espaciais e os alfanuméricos. Os dados espaciais são representados graficamente através de imagens, mapas temáticos ou planos de informações (PI's). Nos dados alfanuméricos as representações são através de letras, números ou sinais gráficos.

Ainda com relação aos dados espaciais destaca-se que a estrutura dos dados podem ainda apresentar-se como dados em estrutura vetorial ou matricial. Na estrutura vetorial são três as primitivas gráficas, os pontos, linhas e polígonos, que utiliza um sistema de coordenadas para sua representação.

Em estruturas matriciais (raster) os dados espaciais são representados por uma matriz com n linhas e m colunas, e que apresenta um valor z . Em uma imagem pode indicar, por exemplo, uma cor ou tom de cinza a ele atribuído, sendo assim em uma imagem

digital georreferenciada cada pixel apresenta um par de coordenadas, e um valor z associado (FITZ, 2008).

Em suma verificamos que as variáveis disponíveis para tratamento podem ser diversas, contudo assim como existem softwares gratuitos e disponíveis para download os bancos de dados também são ferramentas que estão sendo disponibilizadas pelo INPE e estão associados ao próprio, software livre, neste caso mais específico

o SIG Spring® (Sistema para Processamento de Informações Geográficas) disponível na home-page: <http://www.dpi.inpe.br/spring>. O banco de dados utilizado é o *Atlas Dbase*, e sua estrutura está organizado em projetos.

A Figura 20 de Davis e Câmara (2001) apresentam os principais componentes que integram os Bancos de Dados de uma forma geral em ambiente dos SIG's.

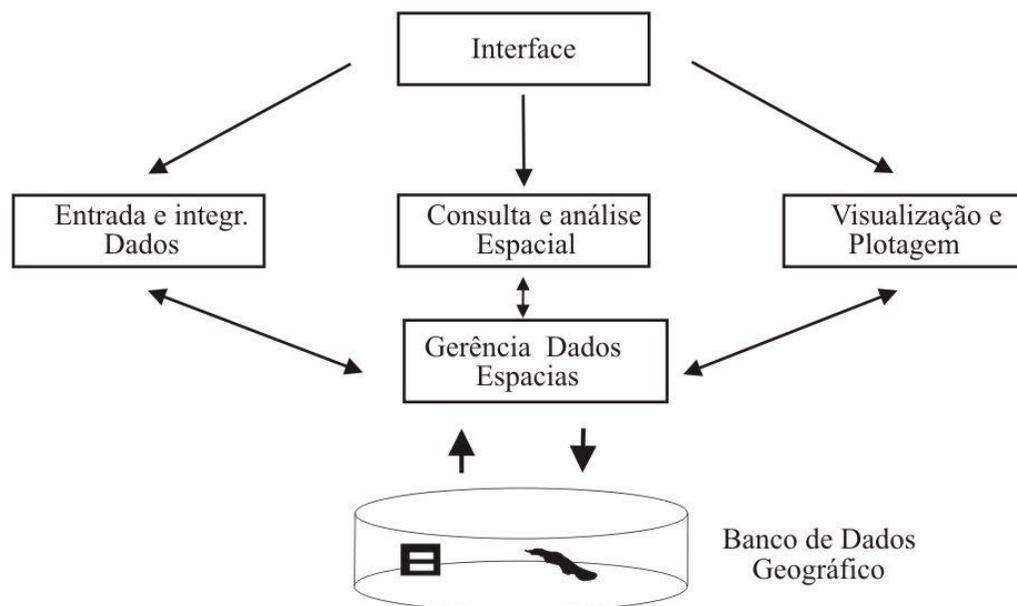


Figura 20: Estrutura geral dos sistemas de informações geográficas.
Fonte: DAVIS e CÂMARA (2001, pág. 03).

Estes componentes dos SIG's se relacionam da seguinte forma: Interface com o Usuário; Entrada e Integração de Dados; Funções de consulta e Análise Espacial; Visualização e Plotagem; Armazenamento e Recuperação de Dados (organizados sobre a forma de um banco de dados geográficos).

Ainda em se tratando do software livre que é disponibilizado pelo INPE o Spring® é utilizado, de forma bem satisfatória, pelos usuários e assim como os outros softwares pagos exige conhecimento apurado dos dados geográficos. É uma ferramenta de fácil acesso e que permite à confecção, eficiente, de mapeamentos diversos, e se tornou uma alternativa na área de geoprocessamento.

Sobre o SIG Spring® Santos et al. (2010, pág. 10) discorre que, o mesmo, é um banco de dados geográficos, para ambientes UNIX e Windows e possuem como características principais as seguintes:

- Opera como um banco de dados geográficos sem fronteiras e suporta grande volume de dados (sem limitações de escala, projeção e fuso), mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco;

- Administra tanto dados vetoriais como dados matriciais (“raster”), e realiza a integração de dados de Sensoriamento Remoto num SIG;
- Prove um ambiente de trabalho amigável e poderoso, através da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente programável pelo o usuário (LEGAL – Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico);
- Consegue escalonabilidade completa, isto é, ser capaz de operar com toda sua funcionalidade em ambientes que variem desde microcomputadores a estações de trabalho RISC de alto desempenho.

Além disso, estes novos softwares permitiram e viabilizaram ainda mais os trabalhos de planejamento ambiental, pois através destes o ambiente real é representado de forma dinâmica, facilitam não substituem é claro, a visita *in loco*, e dinamiza ainda mais o trabalho.

Estes SIG's possibilitam estimar o real, portanto esta ferramenta é fundamental para realizar a análise da área, em tempos passados e visualizar um futuro próximo ou não. E neste caso se ao ato de planejar as ações futuras pressupõem-se medidas mitigadoras localmente concentradas, estes SIG's são o ferramental mais adequado para atingir estes objetivos.



C
A
P
Í
T
U
L
O

II

2. METODOLOGIA

2.1 Considerações Metodológicas

O método e a teoria em qualquer ciência, é imprescindível para o desenvolvimento da pesquisa, facilita a apreensão dos objetos investigados, que em alguns momentos podem apresentarem-se tão complexo, que poderiam afetar os resultados. Por isso se justificam as fundamentações teóricas metodológicas, destacando assim o estabelecimento de um sistema único para análise e mapeamento, desenvolvimento de conceitos e procedimentos normativos na avaliação da paisagem e aplicação do próprio método adequado na elaboração das pesquisas ambientais (RODRIGUEZ *et al.*, 2010).

No caso do método adotado a partir do recorte das Bacias Hidrográficas, a análise sistêmica adequou-se perfeitamente, neste caso o ambiente é compreendido de forma holística, no intuito de realizar o estudo integrado do ambiente e dos componentes ambientais que estruturam uma Bacia Hidrográfica.

No trabalho as teorias aplicadas seguiram referências, clássicas, que trataram do assunto abordado em cada nível da pesquisa, e que associado ao uso das geotecnologias, permitiu a

elaboração do banco de dados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, onde foram definidos Planos de Informações (PI's) de dados georreferenciados.

Um Banco de Dados corresponde fisicamente a um diretório onde são armazenados Modelo de dados, com definições de Categorias e Classes, quanto projetos pertencentes ao banco. Os projetos são armazenados em subdiretórios junto com arquivos e dados: pontos, linhas, imagens orbitais e aéreas, temáticas, textos, grades e objetos. Os dados orbitais, cadastrais e temáticos disponíveis no Banco de Dados podem ser manipulados por métodos de processamento de imagens e análise geográfica (FERREIRA, 2008).

Para tanto foram levantados dados primários e secundários relevantes, e adotados os procedimentos metodológicos geográficos, estruturados conforme Libault (1971) para este modelo de pesquisa.

Considerando os níveis para levantamento de dados Libault (1971) aponta quatro a serem desenvolvidos: O **Nível Compilatório**, os dados serão compilados a partir do levantamento e seleção de dados; **Nível Correlativo**, as informações são inter-relacionadas a partir dos documentos que forem gerados para futura interpretação;

Nível Semântico é estabelecido às interpretações de acordo com os dados apurados no mapa e também no trabalho á campo e **Nível Normativo**, onde os dados da pesquisa servirão de modelo e subsidiarão a aplicação do produto pesquisado.

Considerando então o método a ser aplicado seguindo a proposta de análise de Libault (1971), a pesquisa foi estruturada de acordo com a sequência apresentada a seguir:

❖ Nível 1º Compilatório

Foram realizados o levantamento de documentação bibliográfica, cartográfica e iconográfica, a partir dos dados:

- Atlas Georreferencial de Mato Grosso do Sul (1990), escala 1: 1500000.
- Carta Topográfica com curvas de nível com equidistância de 40 metros e escala de 1: 100000. Impressa: Diretoria de Serviço Geográfico – Brasil. Fotografia aéreas de 1966 do AST – 10/USAF. Folha SF 22-V-B-VMI – 2593.1º Edição 1974.

- Informações (Pedologia e Geologia), do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA, 2008), escala 1: 250000 disponível em: <http://www.sisla.imasul.ms.gov.br/sisla>.
- Dados de Precipitação (média anual mensal) de 4 Estações Meteorológicas: Três lagoas- EFNOB (20°48'00"S a 51°43'00"W); Selvíria (20°21'45"S a 51°25'39"W); Castilho-Estação Jupiá (20°47'00"S a 51°37'00"W) e Garcias (20°35'54"S a 52°13'10"W) da Agência nacional das Águas (ANA) disponível em: <http://www.cpaembrapa.br/clima/>.
- Imagem do Satélite Landsat 5 sensor Thematic Mapper (TM): 1985, 1998 e 2011. **Bandas:** 3, 4 e 5 Órbita 223 Ponto 074. Resolução Espacial de 30 metros (INPE).
- Imagem de Radar (MDT) Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) 30m de resolução espacial TOPODATA/INPE (VALERIANO, 2008) Quadricula 20_525.
- Software: Spring@5.0/INPE, *ArcGis 10* e *Global Mapper 13* (licenciado pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-Aquidauana).

As informações foram então compiladas em ambiente SIG's a partir de um Banco de Dados Geográfico.

❖ Nível 2º Correlativo

Nesta fase todos os mapas temáticos foram elaborados: Geologia, Pedologia, Precipitação, Clinográfico e Orientação de Vertentes, que indicaram os aspectos físicos da área. O mapa de Fluvio-morfometria também foi desenvolvido, para indicar as características fluviais a partir dos levantamentos realizados de informações: areal, linear, hierarquia fluvial e padrão de drenagem.

O levantamento destas informações possibilitou a combinação dos dados físicos de pedologia, clinográfico e precipitação, adaptado segundo a proposta metodológica de Ross (1994) e Crepani *et al.* (2001), para elaborar o mapeamento de fragilidade ambiental potencial natural a erosão.

Os aspectos homem-meio ambiente e suas relações com a Bacia Hidrográfica foram analisadas, de acordo com a representação do mapa de Evolução de Uso da Terra e Cobertura Vegetal que foram gerados. Os dados resultantes deste último mapeamento foram também combinados com o mapeamento efetuado de Áreas de Preservação Permanente (App) de nascentes e margens, segundo o Código Florestal Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012: Art. 4 (BRASIL, 2012).

❖ Nível 3º Semântico

Aplicou-se a análise ambiental, início da fase final da pesquisa, foram apontadas as alterações no ambiente, com relação aos tipos de Uso da Terra e Cobertura Vegetal, na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, a partir dos produtos que foram gerados (mapas combinados, gráficos e tabelas).

❖ Nível 4º Normativo

Etapa final da pesquisa têm-se então as diretrizes do Uso da Terra e Cobertura Vegetal, com as indicações de um Plano Inicial de Recuperação e Manejo das Áreas de Preservação Permanente, e nas áreas potencialmente frágeis aos processos de erosividade, devido ao tipo de uso associado ao manejo inadequado.

A Figura 21 apresenta o organograma teórico-metodológico para desenvolver a pesquisa.

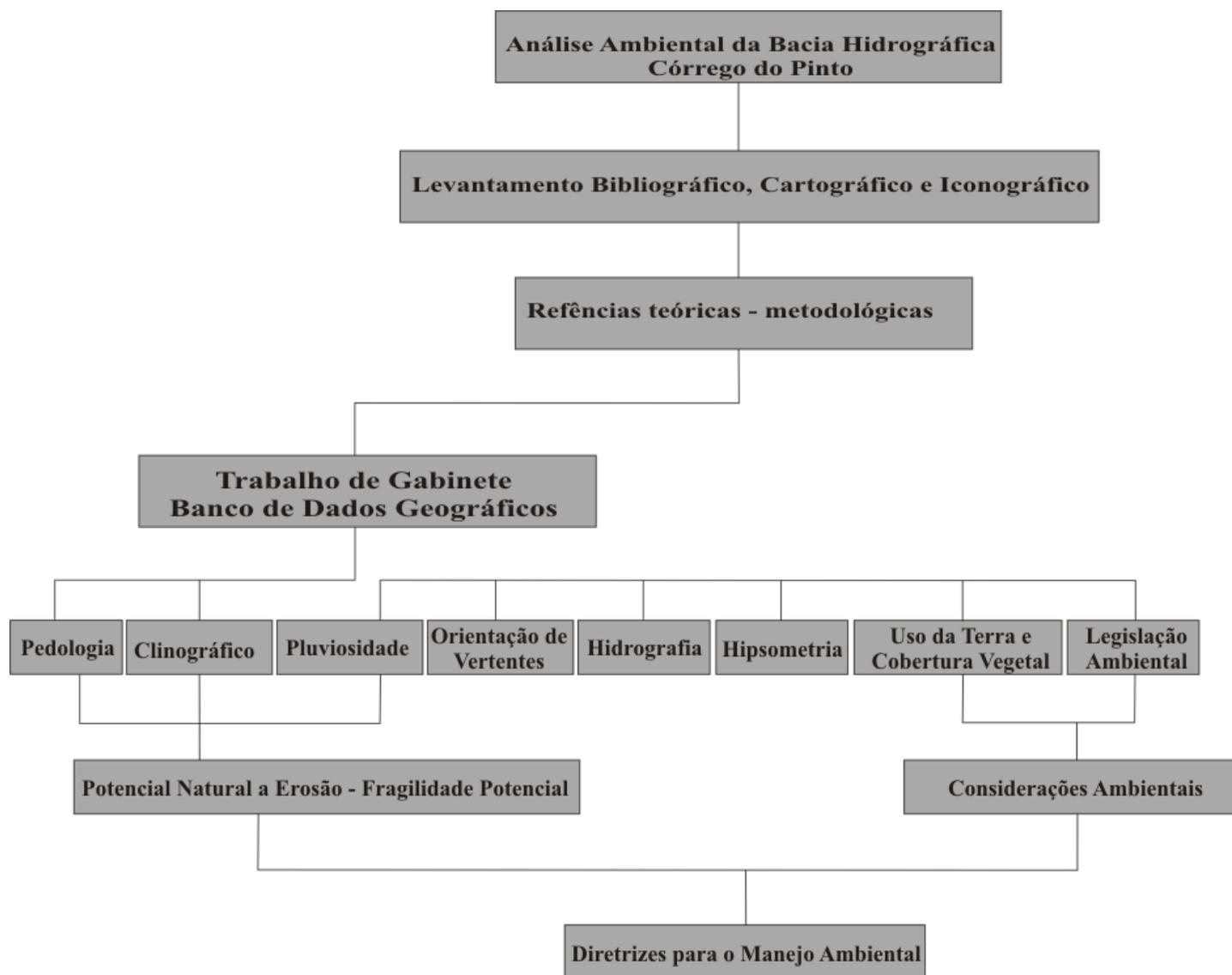


Figura 21: Fluxograma dos procedimentos teóricos-metodológico.

Fonte: Adaptado de BACANI (2010).

2.2 Procedimentos Operacionais e Teórico-Metodológicos

2.2.1 Digitalização dos Mapas Temáticos

Os mapas temáticos de Geologia e Pedologia foram *importados* do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA, 2008), com o *vetor* e convertido para *raster* no SIG ArcGis 10, e o recorte da área de estudo foi então executado (*arc toolbox* → *raster* → *raster processing* → *clip*).

Para o mapeamento dos índices de Precipitação, foram utilizados os dados das estações meteorológicas (média anual mensal), disponível entre o ano de 1945 a 1970. Foi desenvolvido pelo método de interpolação geoestatístico, interpolador determinístico univariado de médias ponderadas, denominado Inverso do Quadrado da Distância (IQD), no ArcGis 10 em *arc toolbox* → *geostatistical analyst tools* → *interpolation* → *IDW*.

“A interpolação por IQD supõe explicitamente que as feições mais próximas são mais semelhantes do que as mais separadas” (BACANI, 2010, pág. 106).

A Figura 22 apresenta o modelo de interpolação a partir das quatro estações meteorológicas.

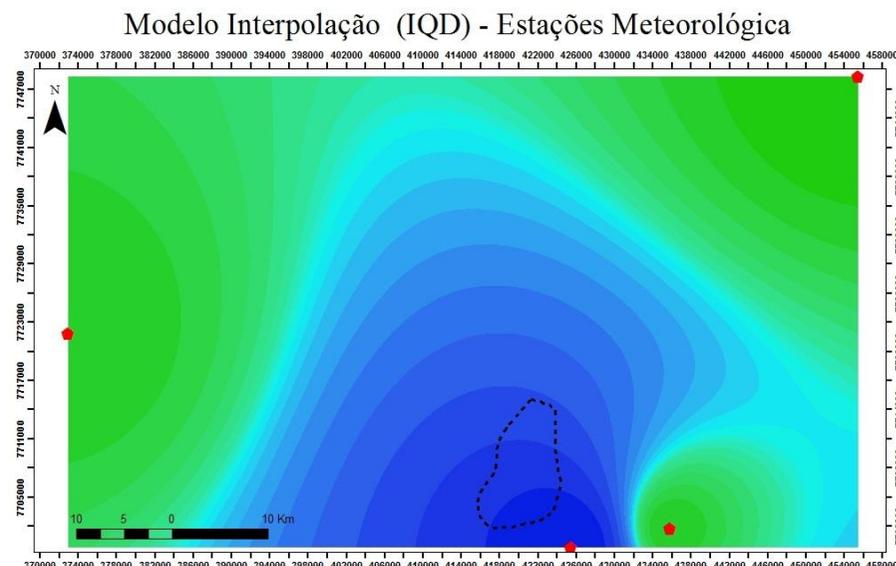


Figura 22: Modelo de Interpolação (IQD).

2.2.2 Modelo Digital do Terreno (MDT)

A Carta Topográfica digitalizada e a Modelagem Digital do Terreno 30m por Valeriano (2008) foram *importados* para o ArcGis 10 para determinar o limite da Bacia Hidrográfica, a partir da identificação dos divisores de água, o limite foi então traçado com o auxílio de curvas de nível com equidistância de 20m, geradas a partir do MDT: *arc toolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Surface* → *Contour*.

As informações dos perfis topográficos foram estabelecidas considerando as cotas altimétricas mais altas e baixas do relevo e os divisores de água no software *Global Mapper 13* com a ferramenta *measure tool*, e determinaram o intervalo dos dados referentes à altimetria.

Foram extraídos também os dados de: Hipsometria, Clinográfico e de Orientação de Vertentes. Para o mapa de Hipsometria em *properties* → *symbolology* → *classified* → *classes* → *color ramp*, os intervalos de classes foram estabelecidos: a) 174 a 290m, b) 290 a 310m, c) 310 a 330m, d) 330 a 350m, e) 350 a 370m, f) 370 a 390m, g) 390 a 410m, h) 410 a 430m.

O mapa Clinográfico foi gerado (*Arc Toolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *Surface* → *Slope*) e foram determinadas o declive segundo a adaptação da proposta metodológica de intervalos de 5 classe de Ross (1994) seguindo a ordem: a) 0 a 1%; b) 1 a 2%; c) 2 a 3%; d) 3 a 6%; e) > 6 %.

O mapa de Orientação de Vertentes expressou a variação da direção dos declives, e indicaram o fluxo esperado para o escoamento superficial. É uma medida em ângulo azimutal, medida angular no plano do horizonte a partir do norte geográfico no sentido horário, com o valor de 0° a 360°. Os intervalos estabelecidos em *Arc Toolbox*

→ *Spatial Analyst Tools* → *Surface* → *Aspect* foram: Norte (N); Leste (L); Sul (S) e Oeste (O).

2.2.3 Carta da Fragilidade Ambiental Potencial

A fragilidade ambiental potencial aos processos erosivos, foi elaborado de adaptação da proposta metodológica de Ross (1994) e Crepani *et al.* (2001). Com relação à proposta de Ross (1994) as classes de fragilidade são: 1 para muito baixa (maior resistência a processos erosivos) a 5 muito forte (o contrário) e Crepani *et al.* (2001) fragilidade: 1 para muito baixa, 2. média e 3 muito alta.

A carta de fragilidade ambiental potencial foi desenvolvida a partir do levantamento e análise integrada de aspectos físicos naturais básicos: clinográfico (relevo), pedologia e clima (precipitação). A partir da determinação de pesos a cada uma das variáveis hierárquicas.

- Pedologia: categoria muito fraca (1) a muito forte (5).
- Clinográfico: classes de fragilidade muito fraca (1) a muito forte (5).
- Precipitação: classes de fragilidade muito fraca (1) a muito forte (5).

Este dado foi adaptado a proposta de análise de precipitação de Crepani *et al.* (2001). Onde os índices de precipitação média anual (PMA), dados das estações meteorológicas, e duração do período chuvoso (DPC) determinam a intensidade pluviométrica (IP).

Equação (1):

$$PMA/DPC = IP$$

A relação entre a intensidade pluviométrica (IP) em uma área, indica então à **vulnerabilidade** a perda de solo, de acordo com Crepani *et al.* (2001). Segundo então a proposta de adaptação metodológica, a partir de regra de três simples, estabeleceu-se uma relação com as classes de fragilidade de Ross (1994):

Crepani et al., 2001 = 3 muito forte _____ 5 muito forte = *Ross, 1994*
valor vulnerabilidade (Crepani et al., 2001) _____ X fragilidade (Ross, 1994)

Os mapas foram então combinados a partir de uma operação de álgebra de campo (álgebra de mapas) combinado pelo método da sobreposição ponderada disponível no *ArcGis 10* (*Arc Toolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *overlay* → *weighted overlay*). Contudo, anteriormente os dados estavam disponíveis como *vetores* e foram

convertidos para *raster* e posteriormente reclassificados na ferramenta: *Arc Toolbox* → *Spatial Analyst Tools* → *reclass* → *reclassify*, para serem então combinados.

O resultado final foi à carta de fragilidade potencial natural à erosão, sintetizando os diferentes níveis de sensibilidade do ambiente frente a possíveis intervenções antrópicas, a partir da identificação das classes: fraca, média e forte.

2.2.4 Imagem de Satélite

A imagem do satélite Landsat 5 sensor TM 30m foi utilizada para digitalizar a drenagem, no Spring® 5.0. Foi definido o Plano de Informação (drenagem) na Categoria cadastral e editada na ferramenta *editar vetorial*. Logo após em *ferramenta* → *operações métricas* → *medidas* → *relatório de dados* foram extraídos a área, perímetro e comprimento para os cálculos fluvio-morfométricos (Quadro 4).

A metodologia segue proposta R. E. Horton (1945 citado por Christofolletti, 1980), analisando os principais índices: hierarquia, padrão de drenagem, análise areal e linear; também utilizadas por Villela e Matos (1975).

Quadro 4: Índices para análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto

L I N E A R	$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$	<i>Relação de Bifurcação (Rb)</i> – Segundo Horton (1945), é a relação entre o número total de segmentos de certa ordem e o número total dos de ordem imediatamente superior. Lembrando que seu resultado nunca será inferior a 2 km segundo Strahler, onde N_u é o número de segmentos de determinada ordem e N_{u+1} é o número de segmentos da ordem imediatamente superior.
	$Lm_u = \frac{L_u}{N_u}$	<i>Comprimento médio dos canais de cada ordem (Lm)</i> – A partir de cálculos torna-se possível obter o comprimento médio dos canais de cada ordem. onde Lm_u é o comprimento médio dos canais de ordem u .
	$RL_m = \frac{Lm_u}{Lm_{u-1}}$	<i>Relação entre os comprimentos médios (RLm)</i> – Os comprimentos médios dos canais de cada ordem irão ordenar-se segundo uma série geométrica, sendo no entanto o complemento do comprimento médio dos canais de cada ordem, onde RL_m é a relação entre os comprimentos médios dos canais.
	$R_{lb} = \frac{R_{lm}}{R_b}$	<i>Relação entre o índice do comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação (Rlb)</i> – desenvolvida por Horton é a relação entre o comprimento médio e índice de bifurcação. Se tais índices forem iguais o tamanho médio dos canais crescerá ou diminuirá na mesma proporção. Se não for, o que é mais comum, o tamanho dos canais poderá diminuir ou aumentar progressivamente com a elevação da ordem dos canais devido aos fatores hidrológicos, morfológicos e geológicos, onde R_{lb} é a relação entre o índice do comprimentos médio e o de bifurcação.
	$Eps = \frac{1}{2 \cdot Dd}$	<i>Extensão do percurso superficial (Eps)</i> – Irá representar a distância que as precipitações vão percorrer ao atingir a rede de drenagem, do interflúvio ao canal permanente. Neste índice é possível verificar o desenvolvimento hidrológico e fisiográfico das bacias, já que neste observar-se-á o escoamento superficial das gotas de chuva, onde Eps é a extensão média do escoamento.
	Área da bacia (A)	<i>Área da bacia (A)</i> – Será toda área onde ocorre o conjunto do sistema fluvial, que está projetada em um plano horizontal. Para obter estes dados foi utilizada carta topográfica, o próximo passo foi realizar uma divisão entre duas bacias, passando entre a maior cota.

A R E A L	Comprimento da bacia (L)	<i>Comprimento da bacia (L)</i> – Devido à diversidade nas propostas para se chegar aos resultados do comprimento da bacia poderá ocorrer em alguns casos diversidade no valor obtido. Sendo adotada a distância em linha reta entre a foz e um ponto determinado do perímetro.
	$K_f = \frac{A}{L^2}$	<i>Forma da bacia</i> – Para que se possa caracterizar a forma das bacias David R. Lee e G. Tomas Salles 1970 apud Christofolletti 1980, define o método onde, após realizar a delimitação da bacia, independentemente da escala, traça-se uma figura geométrica (círculo, retângulo ou triângulo) que possa cobrir da melhor maneira a bacia hidrográfica, onde K_f é o fator de forma da bacia, A é a área e L^2 é o comprimento do canal principal. Observa-se que através dos cálculos do fator de forma (K_f), será possível definir sua forma geométrica. Quando estes índices estiverem próximos de 1,0, a bacia apresentara a forma semelhante ao quadrado, quando o valor for inferior ao da unidade (1,0) a bacia terá forma alargada, e quanto maior for o valor, acima da unidade, mais alongada será a forma da bacia.
	$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$	<i>Coefficiente de compacidade (Kc)</i> – Segundo Villela e Matos (1975) este índice relaciona o perímetro da bacia hidrográfica e a circunferência da área igual à da bacia referente; quanto mais irregular for à bacia, tanto maior será o coeficiente de compacidade, onde K_c é o coeficiente de compacidade, P é o Perímetro.
	$D_h = \frac{N}{A}$	<i>Densidade hidrográfica (Dh)</i> – Neste índice os valores calculados, terá como resultado a comparação da densidade ou a quantidade de cursos de água que existem na área da bacia, sendo a relação entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia, este valor indica sua magnitude, onde D_h é densidade dos rios e N é o número total de rios.
	$D_d = \frac{L}{A}$	<i>Densidade de drenagem (Dd)</i> – Correlaciona o comprimento de todos os canais de escoamento com a área da bacia, tornando-se um importante dado, já que tem relação inversa com o comprimento dos rios. Observando que quanto maiores forem os valores da densidade de drenagem de um rio, menor será o comprimento dos afluentes que compõe a bacia. Lembrando que segundo Villela e Mattos (1975), o valor da densidade de drenagem pode variar de 0,5 km/km ² para as bacias que possuem drenagem pobre e 3,5 km /km ² para as bacias que possuem boa drenagem, onde D_d é a densidade de drenagem, L é o comprimento total dos canais e A a área.

$Cm = \frac{1}{Dd} \cdot 1000$	<i>Coefficiente de manutenção (Cm)</i> – Segundo S. A. Schumm (1956), esse índice tem a finalidade de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, é um dos índices de destaque para que seja possível caracterizar o sistema de drenagem, onde <i>Cm</i> é o coeficiente de manutenção.
$S_1 = \frac{H_{m\acute{a}x.} - H_{m\acute{i}n.}}{L}$	<i>Declividade do rio principal (S₁)</i> – Este índice apresenta o declive do rio principal é determinada em m/m, onde H _{máx.} É a altitude máxima (m); H _{mín.} é a altitude mínima (m) e L é o comprimento do rio principal (km).
$Sin = \frac{100(L - Ev)}{L}$	<i>Sinuosidade do canal principal</i> – Segundo Back é a relação entre a distância da desembocadura do rio e a nascente mais distante, medida em linha reta (Ev), e o comprimento do canal principal, onde Sin é o índice de sinuosidade (%); L é o comprimento do canal e Ev é o equivalente vetorial do canal principal (km).

Org.: IZIPPATO, 2012.

Com relação ao índice de sinuosidade destaca-se a Tabela 8 que apresenta as classes de sinuosidade do canal segundo Back.

Tabela 8: Classes de sinuosidade

Classes	Descrição	Limites
I	Muito reto	< 20%
II	Reto	20 – 29,9 %
III	Divagante	30 – 39,9 %
IV	Sinuoso	40 – 49,95 %
V	Muito sinuoso	> 50 %

Fonte: BACK, 2006.

Org.: IZIPPATO, 2012.

A drenagem foi em etapa posterior importado no formato *shapefile* (vetor) para o *ArcGis 10* e utilizado para determinar as Áreas de Preservação Permanente das nascentes e margens (*Arc Toolbox* → *Analyst Tools* → *Proximity* → *Buffer*).

Para as nascentes foram determinado assim como estabelecido o Código Florestal Brasileiro lei 12.651 de 25/05/2012 art. 4º inciso IV- no entorno das nascentes em qualquer situação um raio de proteção de 50m.

Para as margens do rio principal foram editados 2 buffers, o de 30m para os cursos que apresentaram 10m e na foz 200m, pois

apresentou em seu curso valores de 200m e superiores a 200m, assim como se estabelece a Lei Florestal vigente. Foi realizado o procedimento *merge em editor* → *start editing* para finalizar como um único buffer de Áreas de Preservação Permanente.

O mapa de evolução de Uso da Terra e Cobertura Vegetal foi desenvolvido no Spring® 5.0 a partir de técnicas de fotointerpretação. Com relação ao mapeamento inicial (1974) foi utilizada a carta topográfica, editada em *editar vetorial* e convertido para mapa temático. Segundo técnicas de *Processamento Digital de Imagem (DPI) Landsat 5 Sensor TM 30m*, foram extraídos os dados dos anos posteriores (1985, 1998 e 2011). As etapas foram subdivididas em: tratamento, manipulação e processamento.

1º Etapa: Tratamento e Manipulação da Imagem

O tratamento das imagens foi realizado após criar o projeto, no banco de dados (BH_Corrego_Pinto_MS). Ao executar o projeto o *georreferenciamento* da imagem foi executado (Figura 23).

Para determinar as bandas utilizadas, procurou-se a melhor resposta a “assinatura espectral” dos elementos da paisagem. Segundo Paranhos Filho *et al* (2008), os tipos de cobertura no solo, absorve porções específicas do espectro eletromagnético, o que diferencia as

respostas espectrais, resultando em uma “assinatura espectral” para cada tipo de cobertura do solo

Do satélite Landsat 5 sensor TM as bandas 3, 4 e 5, foram escolhidas, pois permitiram a identificação de espécies de vegetações (banda 3), limites de corpos de água, drenagens e áreas agrícolas (banda 4) e vegetação (banda 5).

Após importá-las o contraste foi executado a fim de melhorar a qualidade para a fotointerpretação, na opção *Equalizar Histograma*. A partir do contraste, foi feita composição colorida, salva como *sintética b3g4r5* (Figura 24). O recorte da área foi executado: *ferramentas* → *recortar plano de informação* → *executar*.

A classificação foi supervisionada, pixel a pixel. Neste sentido é atribuída a cada pixel a classe correspondente, sendo exigido do usuário conhecimento prévio da área, e utilizado o classificador Maxver com limiar de aceitação 99.9%. Segundo Spring® (2011) é o método estatístico de máxima verossimilhança pixel a pixel, considera ponderações de distâncias entre as médias digitais das classes com parâmetros estatísticos, sendo necessário um número razoável de “pixels” para o conjunto de treinamento, para que o mapeamento seja o mais preciso.

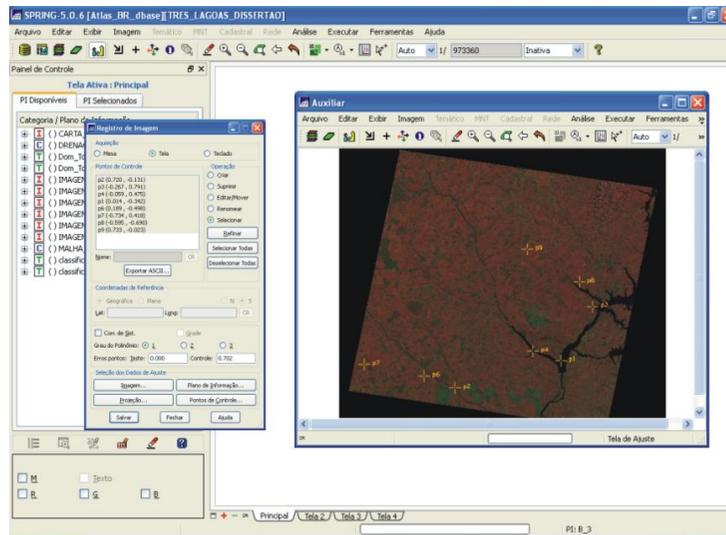


Figura 23: Georreferenciamento da imagem Landsat 5 sensor TM.

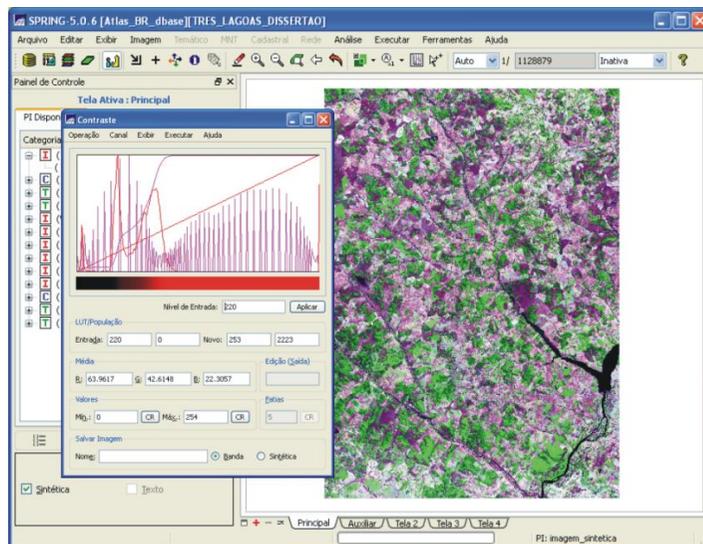


Figura 24: Contraste de imagem - b3g4r5 sintética.

2º Etapa: Processamento dos dados

Após a classificação o mapeamento foi executado. Ponzoni e Shimabukuro (2007) ressalta que a classificação digital, envolve reconhecimento dos padrões e objetos homogêneos aplicados ao mapeamento de áreas que pertencem a uma classe única de objetos da legenda ao qual é realizado o mapeamento.

Para os dados referentes à caracterização antrópicas foram identificadas quatro classes: remanescente Florestal e Cerrado (Figura 25), estando incluso as unidades de conservação e mata ciliar; a Pastagem incluem neste contexto as plantadas e nativas; a Drenagem e o Solo Exposto constituem as áreas degradadas (pasto) pelo uso excessivo e manejo ineficiente e áreas que estão sendo preparadas para o plantio.

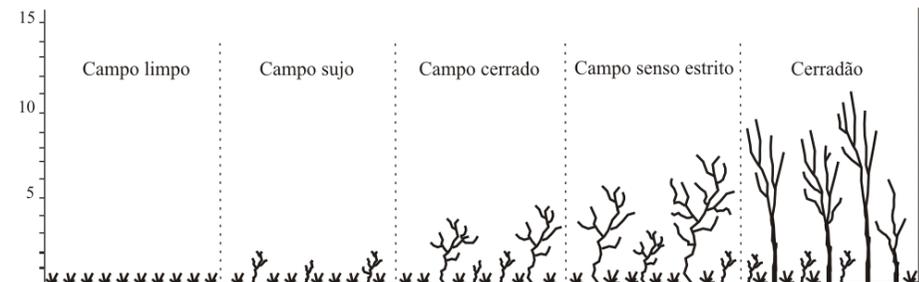


Figura 25: Ecótono cerrado

Fonte: ROSS (2003, pág. 179 citado por LEITE, 2011, pág. 141).

Saída “*In Loco*”

Após desenvolver a etapa do laboratório, o que inclui todos os levantamentos da área de pesquisa, com uso dos instrumentos específicos, técnicas, a próxima etapa do trabalho foi o campo, voltado neste caso específico a identificar as áreas já espacializadas na imagem de satélite, para que o mapeamento final fosse executado.

Sobre o momento do trabalho de campo Venturi (2009) ressalta que representa o contato do cientista com a realidade, é o momento de conhecê-la melhor, através de técnicas de observação e interpretação. No campo o cientista está submetido às dinâmicas que ocorrem na realidade que se deseja estudar.

Para a saída *in loco* foi definido preliminarmente oito pontos de análise e coleta de informações a partir da consulta de imagem de satélite Landsat 5 sensor TM (30m) e carta topográfica (Figura 24). As informações em campo foram coletadas com auxílio do GPS e registro fotográfico, acompanhado do uso de uma planilha adaptada de Leopold *et al* (1971 citada por Christofolletti, 1999, pág. 144)¹³. A Figura 27 apresenta a chave de interpretação desenvolvida a partir da saída *in loco*.

¹³ Ver em anexo K pág. 162 a planilha adaptada de Leopold *et al* (1971 citada por Christofolletti, 1999, pág. 143) para o trabalho *in loco*.

2.2.5 Análise Fitogeográfica

Com o acompanhamento e orientação do Prof. Arnildo Pott, Engenheiro Agrônomo, Ph. D., e professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFMS, foi realizado em *saída in loco* o levantamento das principais plantas em habitats da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, em Agosto e Dezembro de 2011, com auxílio de todos os equipamentos descritos anteriormente para coleta em campo.

A partir dos pontos 8 pontos foram selecionados os locais para a coleta fitogeográfica, observou-se no campo que a área apresentava certa homogeneidade na distribuição das principais plantas, sendo então estabelecido 4 pontos: 2, 3, 5 e 8 (Figura 26). O método foi executado em etapas de:

- **Coleta em campo:** as amostras das principais espécies foram coletadas para herbário e anotação de observações sobre principais características da vegetação. As espécies foram identificadas e após ser colhido o material foi prensado, para serem armazenadas no herbário CGMS da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.
- **Análise em gabinete:** a complementação das informações das espécies identificadas foi realizada através de consultas bibliográficas referente ao tema Fitogeografia, especificamente por meio de livros, periódicos, relatórios, dissertações e teses na biblioteca da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

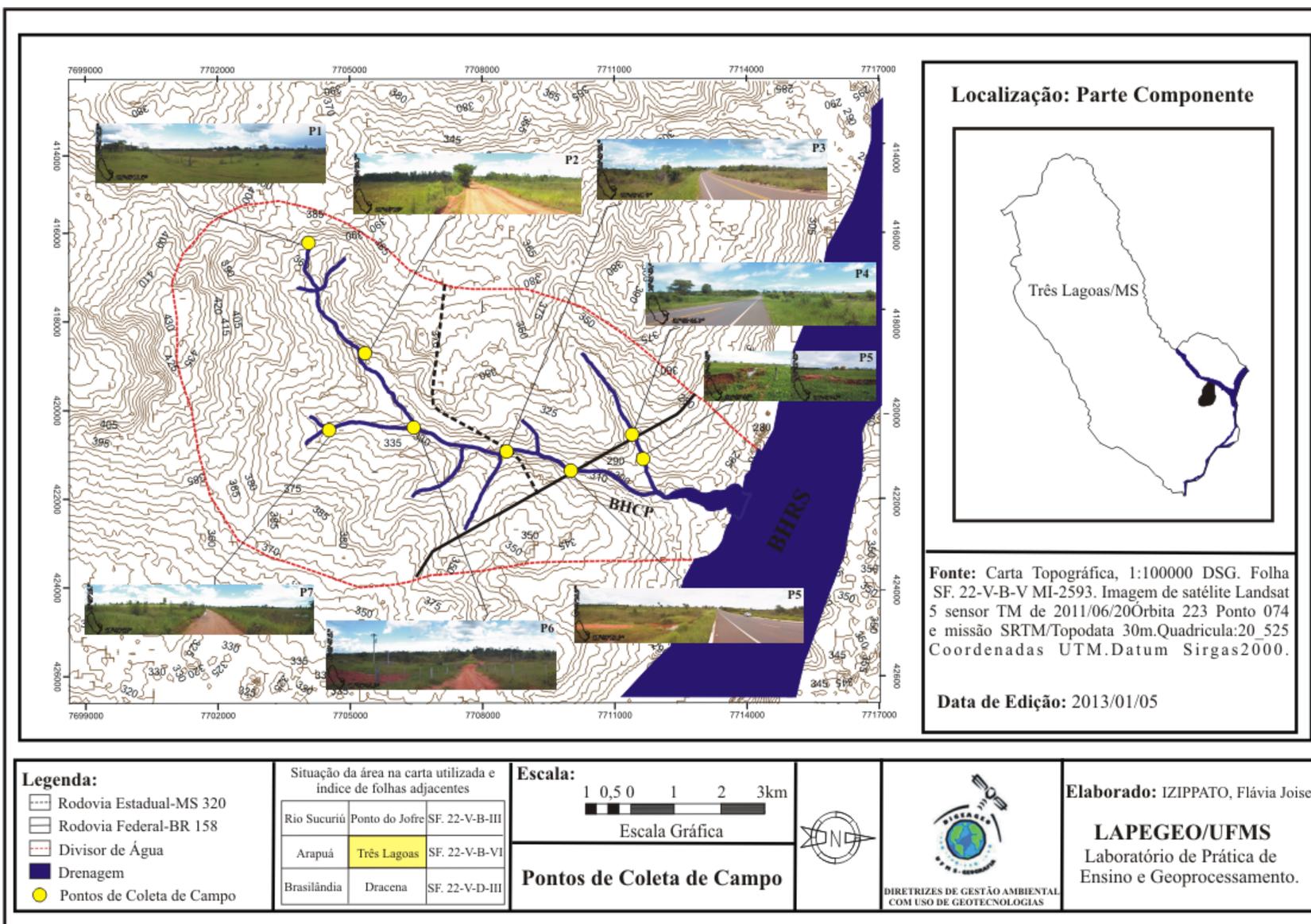


Figura 26: Mapa de coleta de campo da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Chave de Interpretação para Mapeamento Temático

Classes Temáticas	Área			Imagem de Satélite Composição Colorida B3G4R5	
<p>Remanescente Floresta; cerrado (Área de reserva e Mata ciliar)</p> 					
<p>Pastagem (Pasto nativo e plantado)</p> 					
<p>Solo Exposto (Locais para cultivo ou degradada)</p> 					
<p>Drenagem (Canal, açudes e represas)</p> 					

Figura 27: Chave de interpretação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.



C A P Í T U L O

III

3. RESULTADOS

3.1 Análise Pluviométrica

Os dados pluviométricos da média anual mensal (1970-2007), indicaram que as precipitações se concentram basicamente ao longo de 9 meses, segundo a proposta de Crepani *et al.* (2001), com índices mais intensos nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (verão) e os menores índices em junho, julho e agosto (inverno).

As características climáticas e a disponibilidade de precipitação é a principal variável a ser analisada nos estudos do ambiente, pois a precipitação é responsável direto pelo aumento ou diminuição no fluxo de abastecimento das drenagens, é o principal agente de enculturação dos relevos (intemperismo ou meteorização) e responsável direto nos fenômenos erosivos.

Bertoni e Lombardi Neto (1990) destaca que a chuva é o fator de maior importância na erosão dos solos. No entanto o volume e a velocidade dependem da intensidade da precipitação, sendo este o principal fator, chuvas mais intensas resultam em maior perda de solo.

É também responsável pelo direcionamento de políticas de planejamento econômico na agricultura, pois o plantio e colheita levam em consideração os períodos climáticos. Direciona as práticas

que visam o manejo adequado e eficiente na área, pois medidas adotadas em períodos desfavoráveis pode afetar todo trabalho a ser executado. O mapeamento pluviométrico da BHCP apresentou pouca variação, entre os valores máximos e mínimos de precipitação anuais mensais (138 mm), no entanto verificou-se certa desproporcionalidade com relação à distribuição dos índices de precipitação ao longo do alto, médio e baixo curso.

Os maiores índices de precipitação encontram-se acumulados na foz da BHCP, no ponto de confluência com o subsistema BHRS, com índices que atingem aproximadamente 950.5 mm a 999.8 mm médio anual mensal. As cabeceiras do alto curso, região sul da área da Bacia Hidrográfica, os valores totais são os menos representativos e atingem médias anuais mensais de aproximadamente 861.8 mm a 911.0 mm (Figura 28).

O alto curso onde encontra-se a nascente do rio principal (direção oeste), responsável principal pelo abastecimento da drenagem da Bacia Hidrográfica, apresentou valores intermediários de pluviometria. O total atinge valores de aproximadamente de 911.0 mm a 950.5 mm.

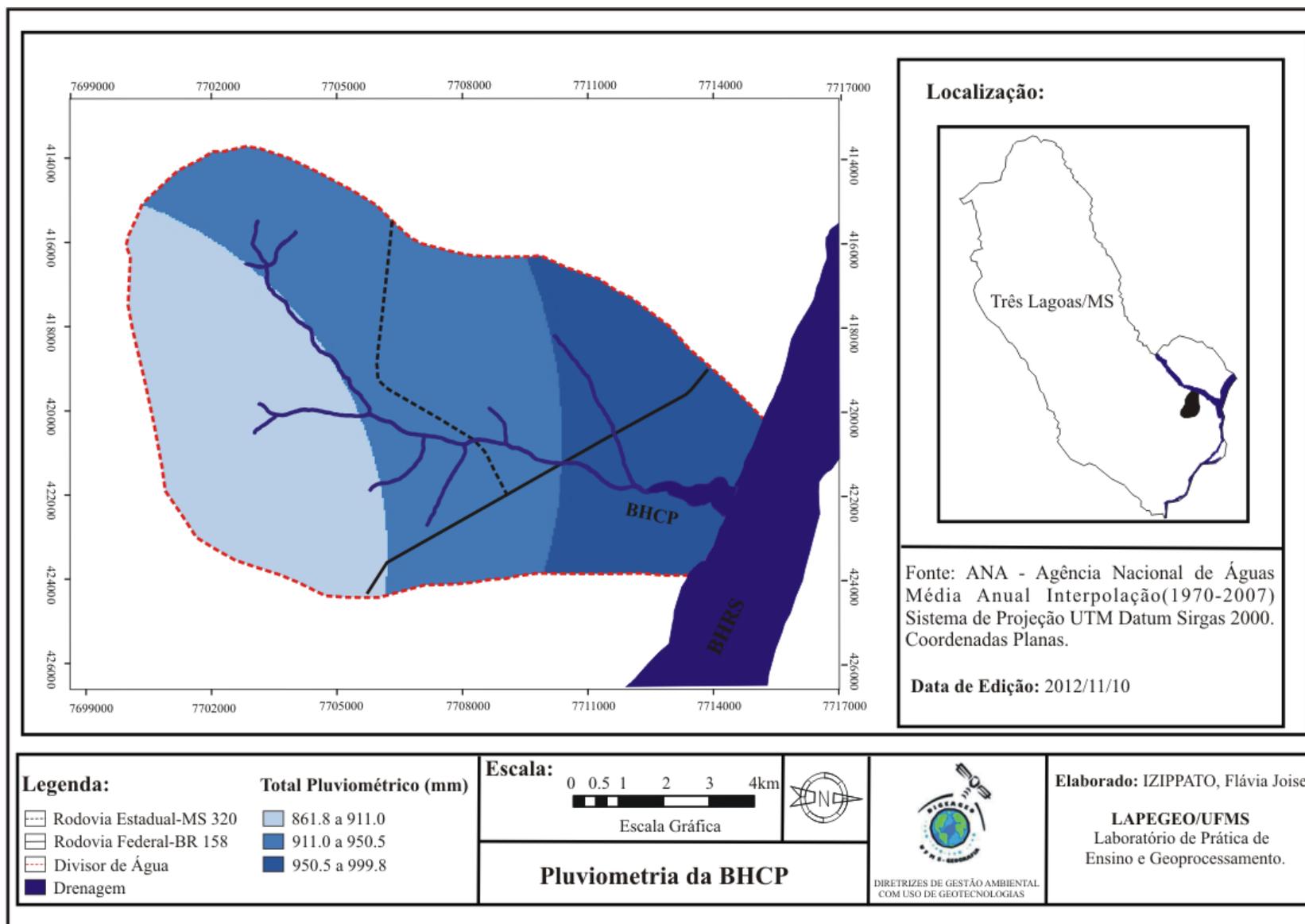


Figura 28: Mapa pluviométrico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

3.2 Análise Pedológica

O mapeamento pedológico (Figura 29) da área da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto indicou que são três os solos característicos: o Nitossolo distrófico e eutrófico com textura argilosa, Latossolo vermelho álico de textura franco-arenosa e o Latossolo vermelho escuro de textura média e argilosa, com grau de fragilidade muito baixa.

Com relação à espacialização pode-se destacar o predomínio, no alto curso - nascente do rio principal, do solo tipo Nitossolo distrófico e eutrófico, ocupa uma área de aproximadamente 29.8%. Segundo Embrapa (2009) este solo apresenta horizonte B nítico, com argila de atividade alta, e em sua constituição avançada evolução pedogenética pela atuação de ferratização, composição caulínica-oxídica, ou virtualmente caulínica ou hidróxi-Al entre camadas e cerosidade expressiva nas unidades estruturais.

O médio e baixo curso apresenta em comum o solo do tipo Latossolo, que é formado por material muito alterado e horizonte B latossólico, são normalmente profundos, e a intemperização é intensa. Ocorre concentração de argilominerais resistentes, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização (EMBRAPA, 2009).

No médio e em parte do baixo curso o predomínio é do solo tipo Latossolo Vermelho álico, ocupa aproximadamente 64.7%, são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresentar mais que 150 cm de espessura. Apresenta característica litológica composta por siltitos arenosos e arenitos de fino a médio e até grosseiros (EMBRAPA, 2009).

O Latossolo Vermelho escuro esta concentrado na foz da BHCP aproximadamente 5.5%. Neste tipo de solo, Embrapa (2009), o teor de Fe₂O₃ é de 8% a 18%, a boa drenagem interna é condicionada por elevada porosidade e homogeneidade de características ao longo do perfil, que resulta na elevada permeabilidade. A tabela 9 apresenta índices com os tipos de solo e os valores que ocupam na área.

Tabela 9: Tipos de solo, área ocupada e níveis de fragilidade.

Tipos de solo	Km²	%	Fragilidade
Nitossolo distrófico e eutróficos	23.5	29.8	1 (muito baixa)
Latossolo vermelho álico	51.0	64.7	1 (muito baixa)
Latossolo vermelho escuro	4.3	5.5	1 (muito baixa)
Total	78.8	100	

Fonte: Metodologia adaptada de Ross (1994).

Org.: IZIPPATO, 2012.

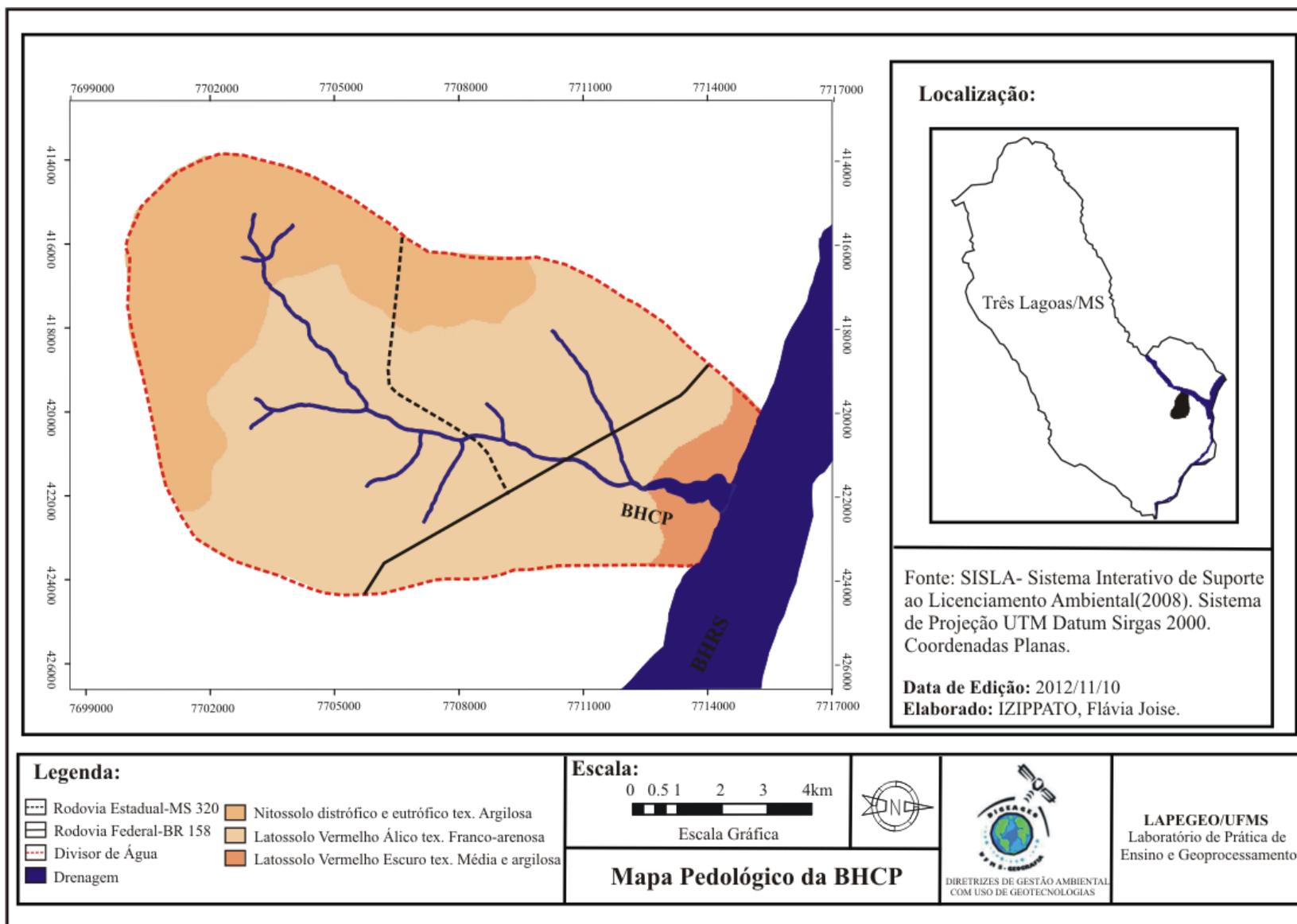


Figura 29: Mapa pedológico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

3.3 Análise Ambiental Fluvio-Morfométrica

3.3.1 Análise da Hidrografia

Assim como definido teórico e metodologicamente, a análise da hidrografia (morfometria) da BHCP segue a proposta de Horton (1945 citado por Christofolletti, 1980), e os primeiros dados correspondem às características físicas. Com relação à hierarquia fluvial o rio principal é de 3° ordem e apresenta valor métrico de aproximadamente 12.5 km. É formado a partir de 8 tributários distribuídos em: 7 canais de 1° ordem – 9.7 km e 1 canal de 2° ordem 2.5 km, sendo assim o comprimento total de drenagem de aproximadamente 24.7 km (Tabela 10).

Tabela 10: Análise hierárquica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Ordem i	Número de segmentos	Comprimento Total dos canais (km)
1°	7	9.7
2°	1	2.5
3°	1	12.5

Fonte: Imagem do satélite Landsat 5 TM (2011/06/20).

Org.: IZIPPATO, 2012.

As bacias hidrográficas podem ser classificadas de acordo com o conjunto de redes de drenagem que formam. A Bacia Hidrográfica

do Córrego do Pinto foi classificada de acordo com sua configuração como sendo de padrão **dendrítico** que segundo Christofolletti (1980), assemelha-se à configuração de uma árvore, onde a corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos e as correntes de menor categoria aos raminhos e folhas.

Seu escoamento global é do tipo **exorréico**, o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar (CRISTOFOLETTI, 1980).

Considerando o modo com que se formou o arranjo espacial o canal é **muito reto**. “Os canais retos são aqueles em que o rio percorre um trajeto retilíneo, sem se desviar significativamente de sua trajetória normal em direção à foz” (Christofolletti, 1980, p.105).

Em se tratando dos canais muito retos vale ressaltar que os fluxos de drenagem, tornam-se mais eficiente, pois os obstáculos proporcionados pelo relevo são menores, em consequência tem-se aumento do fluxo da drenagem e de material particulado se deslocando para as parte mais baixas (foz), o transporte é mais eficiente, tem-se assim então maior acumulo de material depositado (sedimentos), no subsistema correspondente - BHRS. A Figura 30 apresenta as características da hierarquia fluvial segundo metodologia de Horton (1945 citado por Christofolletti, 1980).

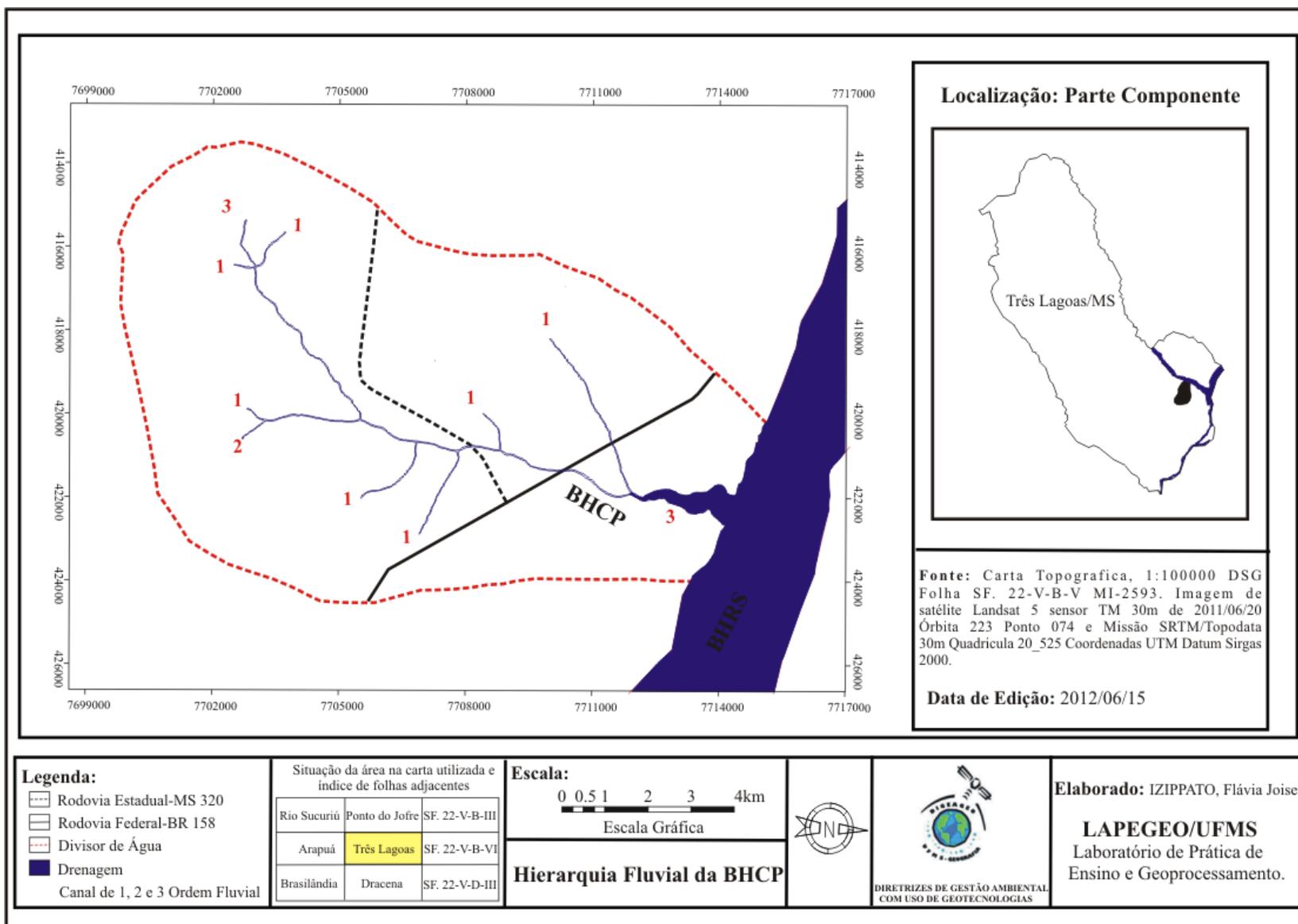


Figura 30: Mapa da hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Na classificação que corresponde aos cursos de água foi verificado que o rio principal é perene, encontra-se água durante todo período do ano, e alguns de seus tributários, são do tipo intermitente, o fluxo de água ocorre somente nos períodos de altas precipitações.

Com relação aos tributários apresentarem-se intermitente, a saída *in loco* em períodos diferentes (inverno e verão em 2011/2012/2013), apresentou uma particularidade a ser observada com relação a algumas nascentes. No verão, período com índices mais elevados de precipitação, foi possível verificar o afloramento de canais (olho d'água) na estrada de terra "Boiadeira", e que devido à baixa resolução da imagem utilizada (Landsat 5 sensor TM/30m de resolução espacial) e o período de obtenção das imagens (inverno), não foi passível a identificação em gabinete.

Por isso o trabalho discorre da importância da escala na pesquisa e a realidade do campo, quando o planejamento é o objetivo a ser alcançado. Estes afloramentos aparecem em trechos cortados por estrada de terra, sem nenhuma proteção ambiental. Estes afloramentos d'água alimentam o rio principal e devem estar protegidos segundo o que é determinado pelo Código Florestal Brasileiro 50 metros independentemente do tamanho, perene ou intermitente, no caso de nascentes deste tipo, atenção maior deve ser adotada (Figuras 31 a 34).



Figura 31: Nascente estrada "Boiadeira" sentido MS 320. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).

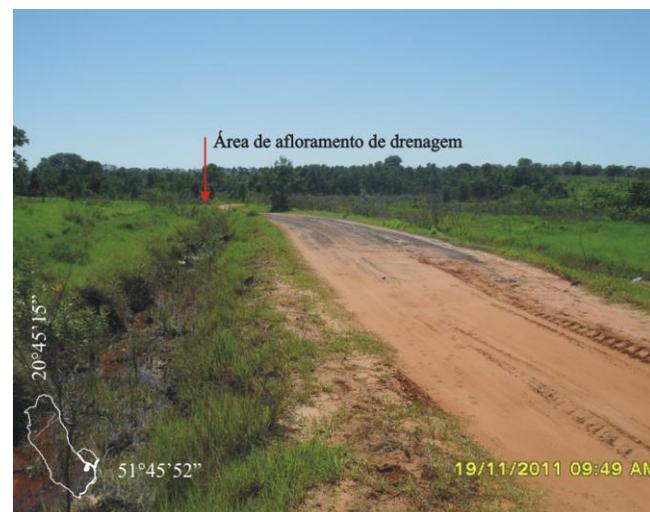


Figura 32: Nascente na estrada "Boiadeira" sentido MS 320. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).

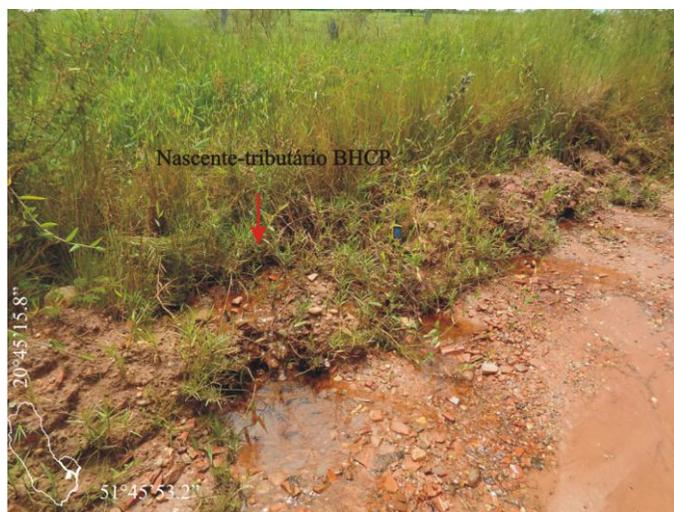


Figura 33: Nascente na estrada “Boiadeira” sentido MS 320. Foto: Flávia J. Izippato. (Julho, 2012).

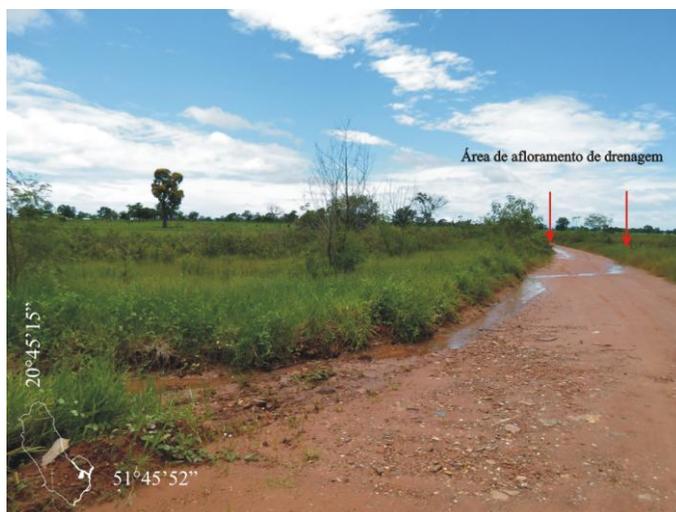


Figura 34: Nascente na estrada “Boiadeira” sentido MS 320. Foto: Flávia J. Izippato. (Janeiro, 2013).

3.3.2 Análise Linear da Rede de Drenagem

Com relação aos índices físicos da BHCP, os dados mostram que o **comprimento do rio principal** é 12.5 km. A **relação de bifurcação** dos canais de 1º/2º ordem é de 7.0 km, o de 2º/3º ordem é de 1.0 km, o último valor não está dentro dos padrões estabelecidos por Strahler (não ser inferior a 2), sendo assim, não ocorre uma proporcionalidade entre as extensões dos canais de 1º e 2º ordem.

Os **comprimentos médios dos canais de cada ordem** equivalem: para Lm 1º ordem – 1.4 km o de Lm 2º ordem – 2.5 km e Lm 3º ordem – 12.5 km. Os resultados demonstram que os canais aumentam seu comprimento de forma crescente, possibilitando um maior escoamento, e menor sujeição a inundações, em condições de equilíbrio natural. **A relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem** é R_{Lm} 3º/2º – ordem é 5.0 km, e R_{Lm} 2º/1º ordem – é 0.25 km.

A relação entre o índice do comprimento médio dos canais e o índice de bifurcação para R_{lb} 3º/2º ordem – 5.0 e R_{lb} 2º/1º ordem – 0.035. A **extensão do percurso superficial** da BHCP é 1.6 km, sendo esta a distância aproximada, que a gota da chuva terá que percorrer, em média no terreno, até atingir o canal principal.

3.3.3 Análise Areal da Rede de Drenagem

A **área** da BHCP é 78.8 km² aproximadamente. Utilizando o valor do perímetro da bacia que é de 36.0 km, foi possível realizar os cálculos para o **comprimento da BHCP**, no qual foi representado pela distância obtida em linha reta entre a foz e determinado ponto do perímetro, obtendo assim um comprimento de 10.9 km.

Para o índice do **fator forma** o valor é de 0.5 km/km² o que indica uma forma mais alongada assemelhando-se a um retângulo. Por ser mais estreita, a área estará menos sujeita as inundações, pois são menores as possibilidades das precipitações elevadas cobrirem a área total da bacia, pois os tributários drenam a água precipitada.

O **coeficiente de compacidade** é de $K_c = 1.14$ e a **densidade hidrográfica** 0.11 km/km². Para a **densidade de drenagem**, relação entre o comprimento de todos os canais de escoamento e a área da bacia, o valor é 0.31 km²/km, indicando que a bacia apresenta uma área com drenagem pobre. A área para **coeficiente de manutenção** mínimo para cada 1 metro de canal de escoamento será de aproximadamente 3225.8 m²/m. A **declividade do rio principal** é 20.5 m/km e o índice de **sinuosidade** do canal principal equivale a 12.8% classe I, sendo o canal muito reto.

3.4 Análise Hipsométrica

O mapeamento das classes hipsométricas, e também a interpretação da topografia das vertentes, a partir do perfil transversal, (alto, médio e baixo curso) e longitudinal (nascente até a foz), revelou as características da distribuição do relevo da área estudada. Os compartimentos do relevo mostrou relação direta com a altitude da área e com isso subsidiou o mapeamento clinográfico da Bacia Hidrográfica.

Considerando o índice de cotas altimétricas foram estabelecidos intervalos com equidistância de 20 metros, para determinar a diferenciação dos compartimentos, em um relevo de característica bastante aplainada, sendo determinados então 8 intervalos. Pode-se verificar que a BHCP estão entre a cota mínima 174 metros e 430 metros cota máxima, sendo o valor da **amplitude altimétrica máximo da bacia** $H_m = 256m$ Contudo a nascente do rio principal tem seu afloramento na cota de 350m. A diminuição dos intervalos hipsométrico faz-se no sentido decrescente de Oeste para Norte, sentido do fluxo da drenagem.

As interpretações das classes mapeadas indicaram que as cotas mais elevadas 430 a 410m apresentam aproximadamente 0.6% da área estudada, aproximadamente 0.5 km², corresponde ao menor índice de

área ocupada, juntamente com as cotas de 390 a 410m (2.8%) aproximadamente 2.2 km² (Gráfico 1).

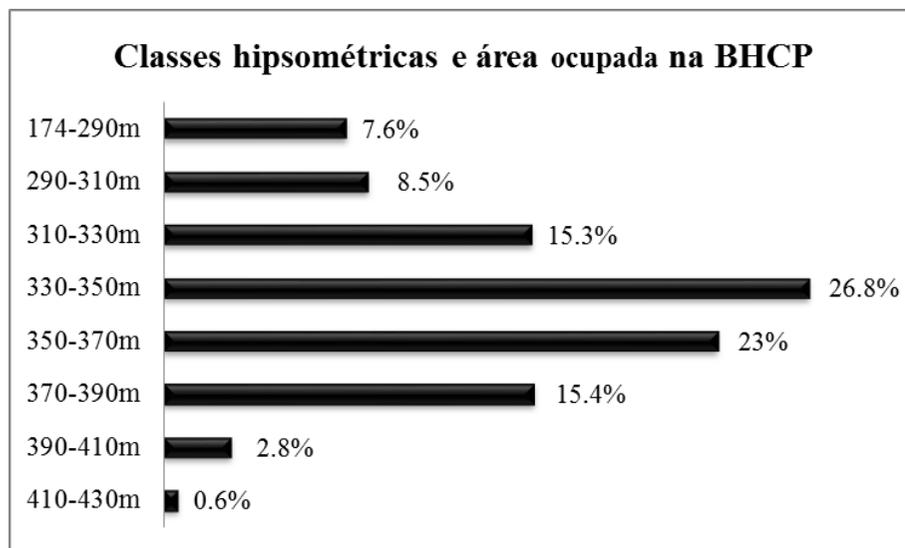


Gráfico 1: Classes hipsométricas e área ocupada na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Org.: IZIPPATO, 2012.

As cotas de 390 a 370m, área de influência do afloramento do rio principal, correspondem a 15.4% equivale á 12.1 km² e a cota de 370 a 350 apresenta 23% um total de 18.16 km², são compartimentos que afetam diretamente o processo de abastecimento das drenagens em direção ao rio principal.

A cota 350 a 330m ocupa a maior área da Bacia Hidrográfica, corresponde a 26.8% do total da área aproximadamente 21.1 km². O compartimento de 330 a 310m ocupa 15.3% (12.04 km²) e o de 310 a 290 corresponde a 8.5% (6.7 km²). Já na foz da BHCP as cotas de 174 a 290m apresentou 7.6% total de 6 km² (Figura 35).

Sobre o perfil topográfico transversal da BHCP este indicou a forma ao qual o vale fluvial está disposto. O canal apresenta as vertentes em forma de **V**, característica de drenagem encaixada, contudo a profundidade do canal é relativamente baixa. Os valores da amplitude altimétrica, não ultrapassam 40m (alto e médio curso) e aprofunda-se somente na foz (65m) (Figura 35). Indica então que no canal fluvial, a carga de sedimentos depositadas no fundo do vale é maior que o erodido, estando a drenagem mais próxima ao nível de base, como pode ser constatado também *in loco*.

O perfil longitudinal expõe o baixo índice de altitude, amplitude aproximada de 75m (nascente a foz). O índice altimétrico está associado diretamente, à profundidade baixa do canal verificado no perfil transversal e o relevo aplainado. Os dados de perfil topográfico indicam a fragilidade do ambiente frente aos processos de acumulo de material erodido e carregado pelo escoamento superficial.

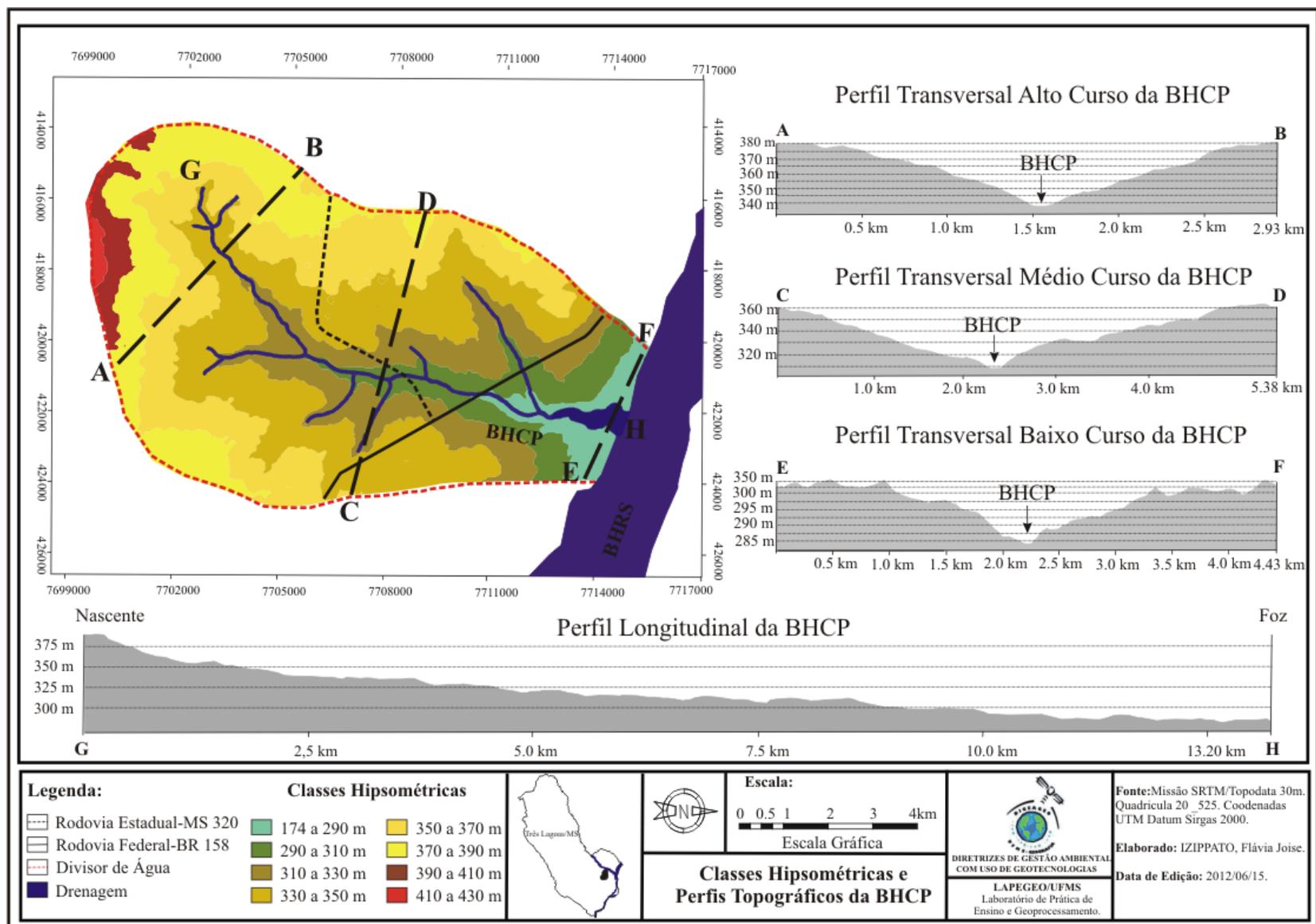


Figura 35: Mapa hipsométrico e perfil topográfico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

3.5 Análise Clinográfica

Com relação ao mapeamento clinográfico frente aos dados até o momento analisados, compartimentos do relevo, pode-se verificar a característica bastante aplainada. Os índices clinográficos mapeados na área da BHCP atingiram valores de representação mais elevados de no máximo > 6%, a classe ocupa com relação à área total da Bacia Hidrográfica aproximadamente 6.7 km². É o declive a apresentar maior risco de erosões, associados à altitude, devido ao fluxo maior de escoamento superficial gravitacional (Figura 36).

Os declives mais suaves são representados pelas classes de 0 a 1% e ocupa um total de 4.6 km² e o declive de 1 a 2% apresenta um total de aproximadamente 13.2 km² (Gráfico 2). Com relação aos relevos mais aplainados Lepsch (2002, p.158) ressalta que “o grau de inclinação do terreno, muito influencia na concentração, dispersão e velocidade da enxurrada e, em consequência, no maior ou menor arrastamento superficial das partículas de solos”.

Sendo assim conclui-se que relevos mais aplainados normalmente não apresentam problemas de degradação do solo, pois são menos atingidos pelos processos de depauperação ocasionados

pela erosão, no entanto o conjunto de fatores relacionados a ações antrópicas está alterando a dinâmica de funcionamento do ambiente em estudo como verificado pelo perfil topográfico.

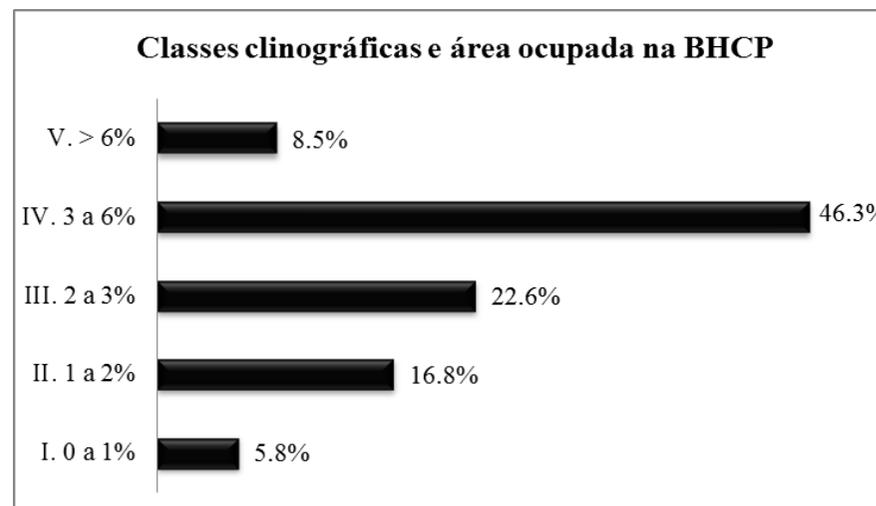


Gráfico 2: Classes clinográficas e área ocupada na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Org.: IZIPPATO, 2012.

Em se tratando de representatividade, portanto as classes que predominam na área da BHCP é a de 2 a 3% com valor aproximado de 17.8 km² e a classe de declive de 3 a 6% representa valores aproximados de 36.5 km², confirmando a característica aplainada da área (68.9%).

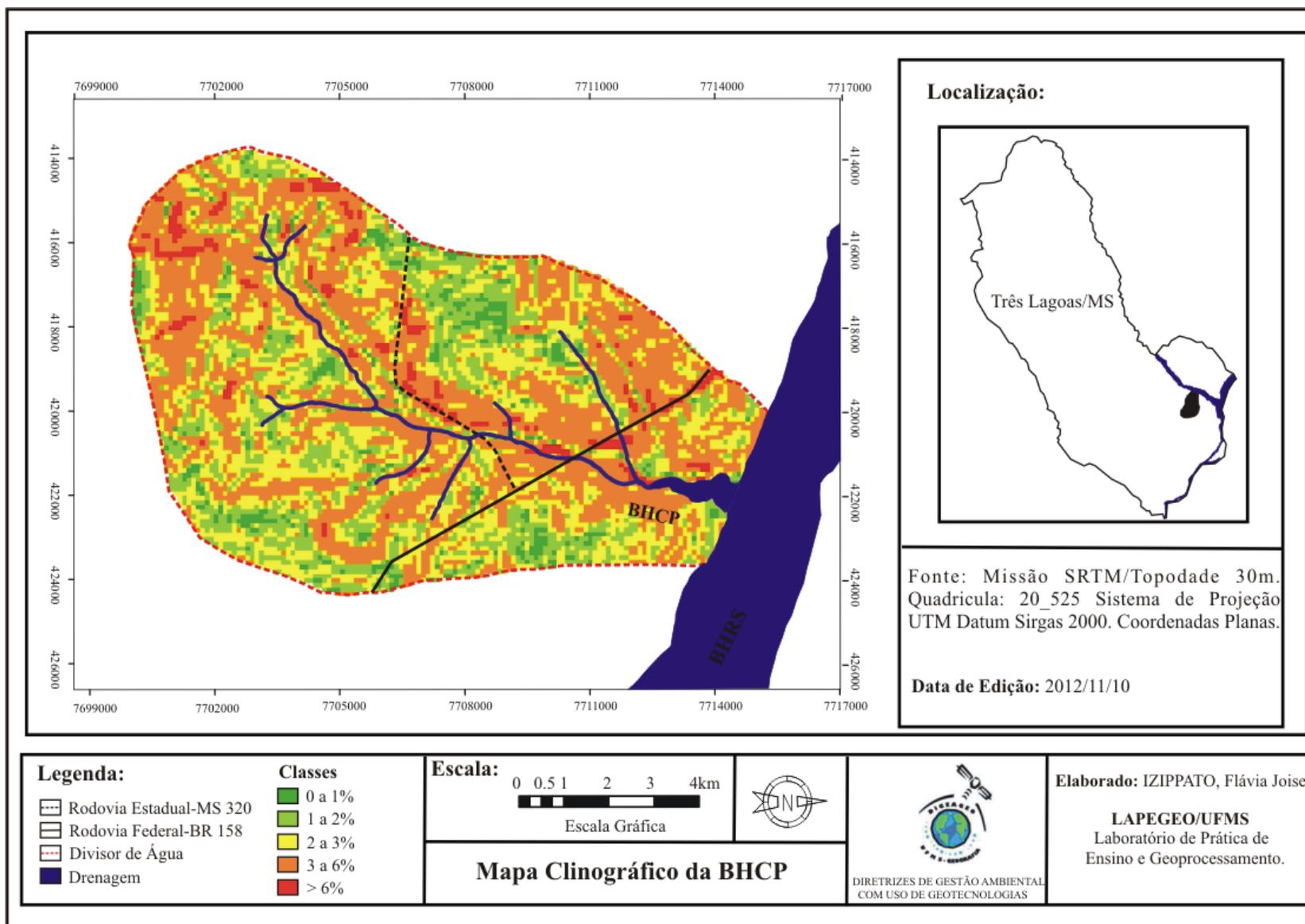


Figura 36: Mapa clinográfico da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Associando os valores de hipsometria as classes clinográficas pelo método da tabulação cruzada, foram identificados os valores totais de área ocupada. O compartimento de 350m (maior representatividade no mapeamento hipsométrico) apresentaram em área total os valores maiores de representatividade das classes clinográficas (20.5196 km²), assim como os valores totais da classe de 3 a 6% (maior representatividade no mapeamento) acumularam-se ao longo dos compartimentos de relevo (36.7034 km²) (Tabela 11).

Tabela 11: Tabulação cruzada dos índices de hipsometria e clinográfico.

	I. 0 a 1%	II. 1 a 2%	III. 2 a 3%	IV. 3 a 6%	V. > 6%
430 m	0.0189	0.0999	0.2835	0.8100	0.2187
410 m	0.0783	0.2196	0.4518	1.5678	0.5112
390 m	0.9027	2.3724	2.9349	4.8159	0.9378
370 m	1.1583	3.2031	4.3515	8.0982	1.2537
350 m	1.2699	3.8061	5.1165	9.1553	1.1718
330 m	0.3321	1.2996	2.2473	6.5592	1.1583
310 m	0.1395	0.5985	1.2249	3.5937	0.8793
290 m	0.6786	1.5804	1.0791	2.1033	0.5184
Área					
Total (Km²)	4.5783	13.1796	17.6895	36.7034	6.6492

Fonte: Imagem da missão SRTM/Topodata 30m.

Org.: IZIPPATO, 2012.

3.6 Análise Orientação das Vertentes

A orientação das vertentes é o índice que está relacionado diretamente com a forma do relevo e indicou o padrão geométrico da superfície terrestre, conseqüentemente a sujeição aos índices de iluminação solar na área da BHCP. O mapeamento apresentou as várias orientações ao qual o relevo está disposto, justificando assim as direções diversas do escoamento da Bacia Hidrográfica. As vertentes apresentaram orientação principalmente para o norte, leste e oeste (Figura 37).

O alto curso da BHCP apresenta o predomínio das vertentes orientadas para o norte. Com relação a vertentes orientadas para o norte Barros (2006) ressalta que são áreas menos suscetíveis a eventos climáticos adversos e com maior irradiância solar, e conseqüentemente de maior atividade fotossintética fornecendo condições propícias à cultura.

Já o médio e baixo curso pode ser dividido em dois sentidos de orientação geográfica, devido o seu predomínio no mapeamento, uma vertente voltada para o leste e outra para o oeste, corresponde diretamente à morfologia com que se configurou a vertente (V).

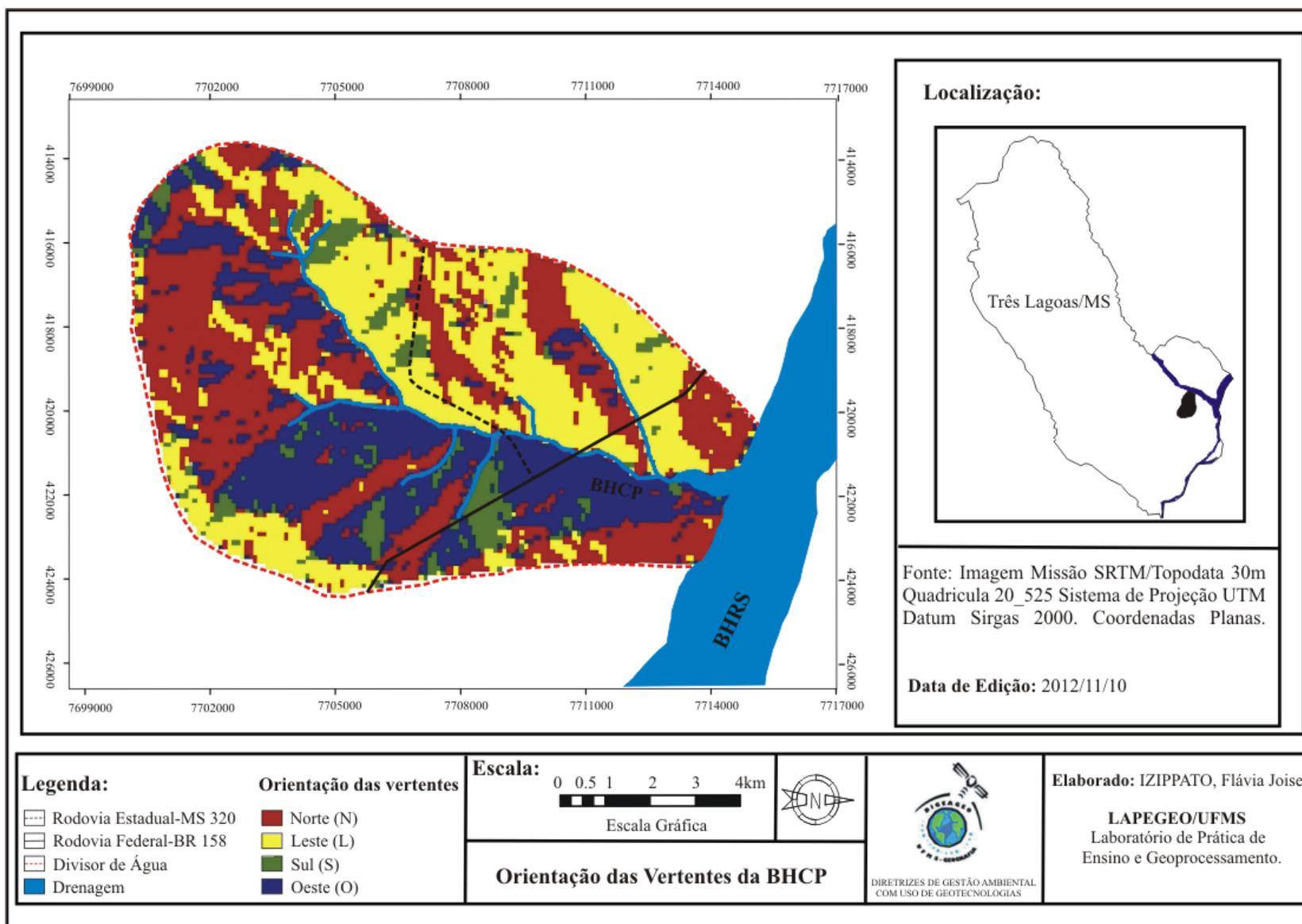


Figura 37: Mapa orientação de vertentes da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

3.7 Análise da Evolução do Uso da Terra e Cobertura Vegetal

A série temporo-espacial do mapeamento da evolução do uso da terra e cobertura vegetal apresentou as transformações que se configuraram ao longo dos anos na área da BHCP. A análise foi realizada a partir da extração de dados visuais da carta topográfica (DSG, 1974) e técnicas de fotointerpretação da imagem de satélite Landsat 5 sensor TM 30m.

O período de estudo iniciou-se na década de 70, e está diretamente associado ao processo de ocupação humana no município de Três Lagoas/MS ao longo dos anos. Foram analisados dados da década de 1974, 1985, 1998 e 2011, período de 37 anos. As classes identificadas na BHCP foram em 1974: floresta, bosque e cerrado (Figura 42). Em 1985 remanescentes de floresta e cerrado, drenagem e pasto nativo e plantado (Figura 43).

No ano de 1998 as classes identificadas foram remanescentes de floresta e cerrado, drenagem, pasto nativo e plantado e solo exposto (Figura 44) e em 2011 (Figura 45) as classes repetiram-se ao ano de 1998.

As características da área da BHCP no período de 1974 correspondem às paisagens naturais, com presença de vegetação típica

de ambientes onde as ações antrópicas não se sobrepõem a constituição de ambientes ainda naturais. As classes identificadas foram floresta e bosque, e ocupavam aproximadamente 20.2 km² da área total da Bacia Hidrográfica.

O cerrado ocupava neste ano aproximadamente 57.2 km² do total da área. Com relação à classe de cerrado vale ressaltar que compreendem o cerrado, cerradão, campo limpo e campo sujo, que era a característica da paisagem vegetal ainda em estágio natural do Mato Grosso do Sul.

Já os anos posteriores período de 1985 a 2011 (26 anos), é marcado pelo processo intenso de antropização e uso excessivo da área, reflexo como citado anteriormente, dos aspectos de ocupação do município. As áreas naturais foram quase que totalmente subtraídas, em detrimento unicamente do uso de pastagem para a pecuária.

Análises das imagens apontaram ocupação, principalmente nas primeiras décadas, do cerrado por pecuária, com evolução ao longo dos anos, devido os processos característicos da atividade econômica realizada, que visavam, o acúmulo territorial combinado à exploração, até atingir a depauperação das vegetações. Este modelo econômico se sobrepõem as práticas que visam à conservação ambiental através de práticas de manejo.

Em contrapartida foram plantadas, em substituição as vegetações degradadas, plantas típicas (gramíneas) para pecuária. A paisagem da BHCP evidencia as características então de uma paisagem intensamente antropizada (Figura 38). No ano de 1985 a pastagem já ocupava aproximadamente 51.7 km² da área total, esta evolução continua nos anos posteriores, em 1998 e o aumento na ocupação desta classe passa neste período para 58.3 km² e no ano de 2011 a classe atinge valores de 56.2 km² aproximadamente.



Figura 38: Plantio de pastagem. Foto: Flávia J. Izippato. (Janeiro, 2013).

Esta redução mesmo que mínima na pastagem no ano de 1998 para 2011 é explicada devido ao processo que começa a ser identificado e se acelerar na área, a categoria de solo exposto, áreas que sofreram pelo uso excessivo (pisoteio do gado) ou ainda são locais que estão sendo preparadas para o cultivo (pasto plantado). A área em 1998 apresentou 2.4 km² aproximadamente, contudo o ano de 2011 tem-se o aumento significativo (mais que o dobro), e representa 6.5 km² de toda a área. (Figura 39 e 40).



Figura 39: Área com intenso pisoteio do gado. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).



Figura 40: Área de pasto e solo exposto, preparada para plantio de pasto. Foto: Flávia J. Izippato. (Janeiro, 2013).

Devido está intensa substituição que o ambiente vem sofrendo no decorrer dos anos, as florestas e o cerrado apresentam-se apenas como categorias remanescentes (Figura 41). Em 1985 representava com relação à área total, apenas 23.4 km² aproximadamente da Bacia Hidrográfica, e em 1998 passa a ocupar 14.5 km². Em 2011 este processo continua a se acelerar e a área sofre novamente redução para 12.8 km². É importante destacar que esta classe representa as áreas de reservas e a mata ciliar.



Figura 41: Remanescente de cerrado. Foto: Flávia J. Izippato. (Janeiro, 2013).

O que se pode verificar no mapeamento é a quase total subtração de vegetação ao longo das margens e nascentes, que se encontram expostas aos processos erosivos, além disso, vale relembrar que a área também, como verificado anteriormente, está aumentando as áreas com solo exposto, se associado à falta então de vegetação nas margens, proporcionará em cenários futuros, o processo cada vez maior de assoreamento do canal principal. O quadro 5 apresenta os valores totais mapeados.

Quadro 5: Evolução do uso da terra e cobertura vegetal.

Classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal.	Período de análise (anos)							
	1974		1985		1998		2011	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Floresta e cerrado	73.8	98.2	23.4	29.7	14.5	18.4	12.8	16.2
Pasto nativo e plantado	*	*	51.7	65.6	58.3	74	56.2	71.3
Solo exposto	*	*	*	*	2.4	3	6.5	8.3
Água	*	*	3.7	4.7	3.6	4.6	3.3	4.2
Área total da BHCP	78.8	100	78.8	100	78.8	100	78.8	100

*Classe não mapeada.

Fonte: Carta Topográfica Três Lagoas, Folha - SF.22-V-B-V MI-2593 e Imagem de satélite Landsat 5 sensor TM 30m.

Org.: IZIPPATO, 2012.

Com relação aos dados referentes à classe de drenagem, estes apresentaram índices baixos que se mantiveram constante ao longo de todo o período analisado, entre 3.6 km² e 4.7 km² aproximadamente. Estes valores são justificados, pois o período ao qual foi determinada a análise da área de estudo foi o inverno. Neste período têm-se como característica climatológica os menores índices de precipitação.

Sendo este o fator a determinar os baixos índices de densidade da drenagem, vale destacar também que, a análise fluvio morfométrica já indicou que a densidade de drenagem da área é caracterizada como pobre. Grande parte das drenagens da BHCP são também intermitentes aparecem em períodos em que os índices de precipitações são mais elevados (verão), e não são passíveis de serem contabilizados na análise.

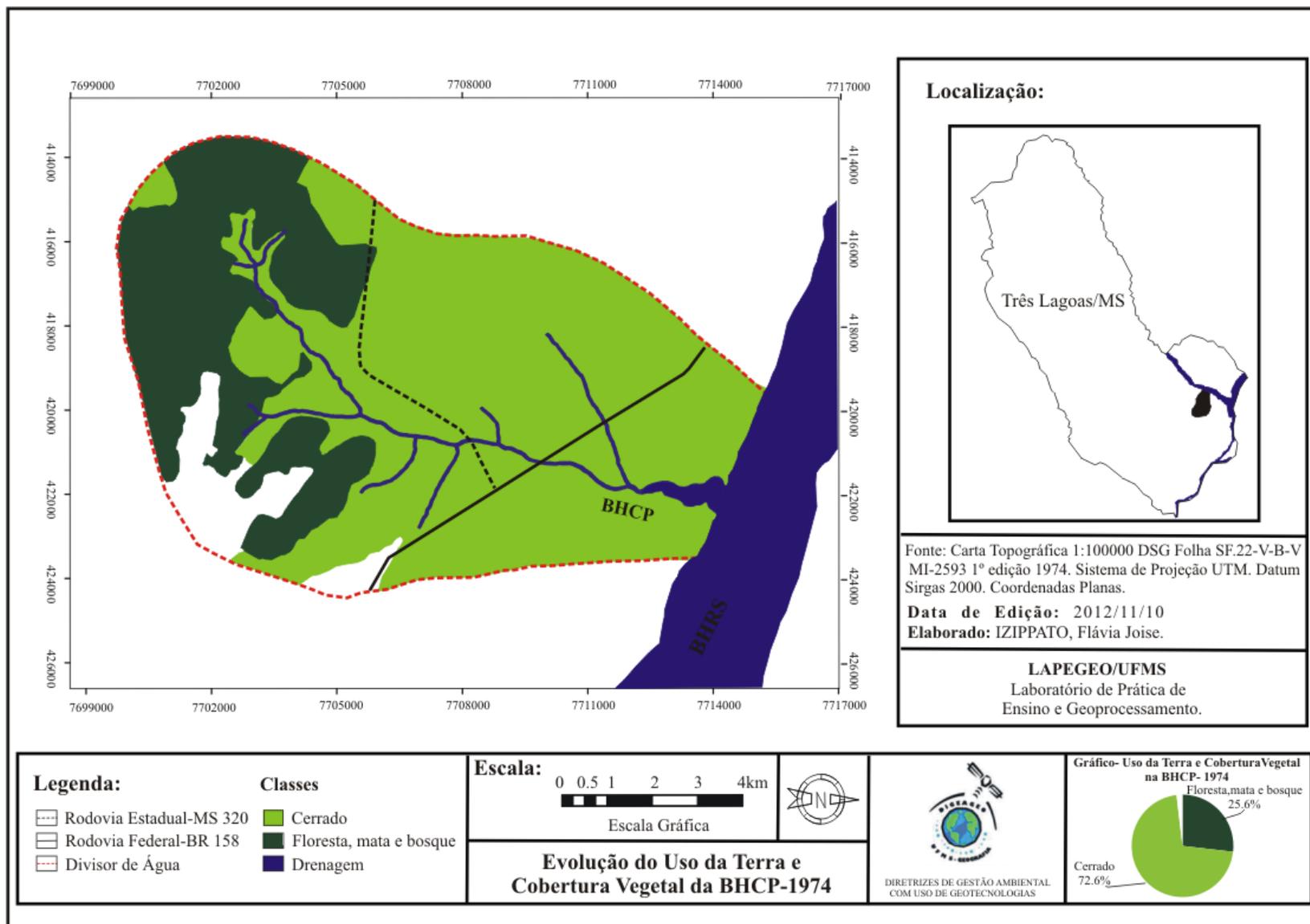


Figura 42: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal em 1974 na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

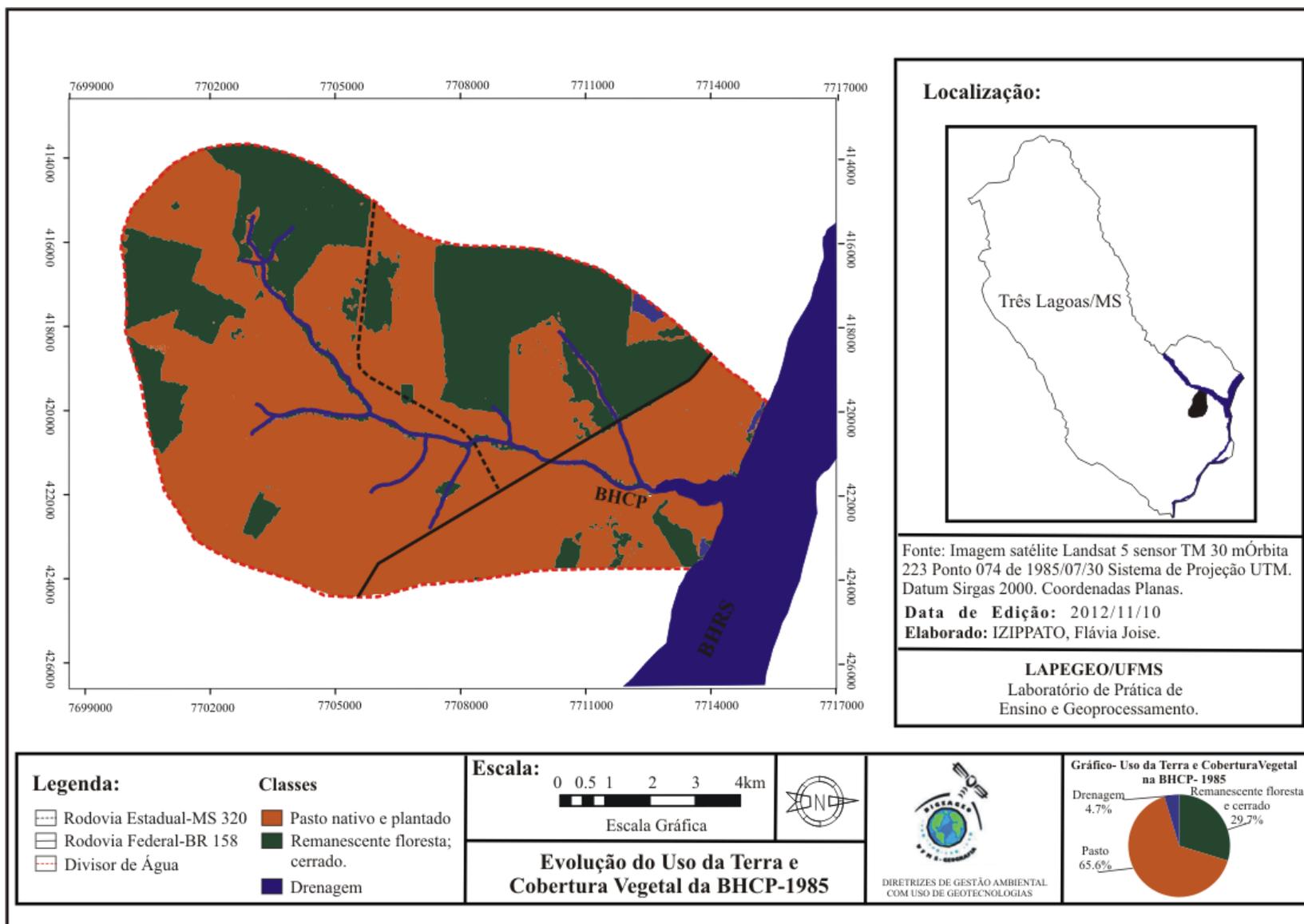


Figura 43: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal em 1985 na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

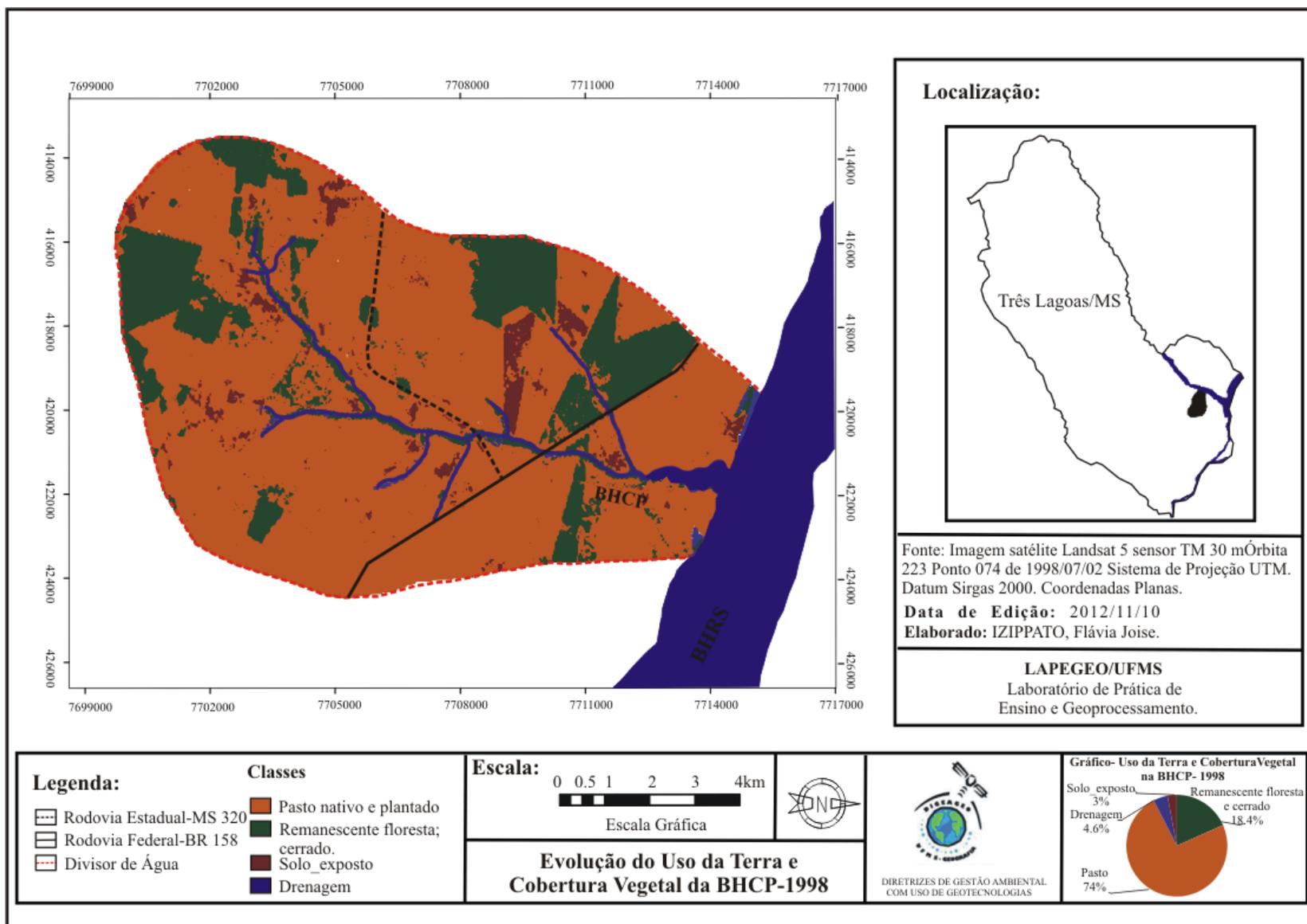


Figura 44: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal em 1998 na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

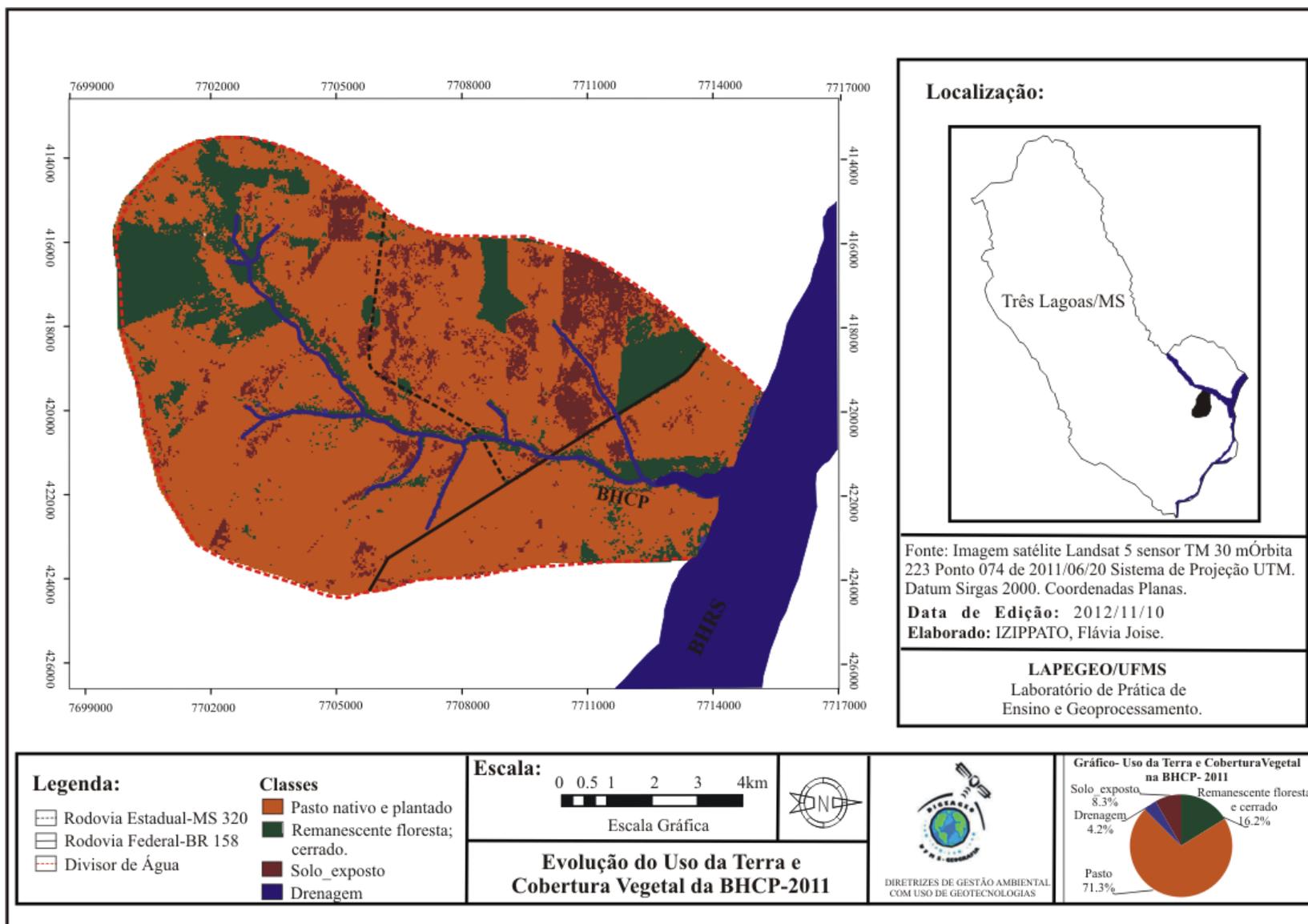


Figura 45: Mapa de evolução do uso da terra e cobertura vegetal em 2011 na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

3.8 Análise Fitogeográfica

A análise da Cobertura Vegetal ao longo de 37 anos, indicou intenso processo de substituição de vegetação natural (floresta e cerrado), em detrimento da pastagem. Com relação às principais plantas em habitats a análise fitogeográfica identificou:

Coleta 1: Nascentes e afluentes da BHCP, (Figuras 46 e 47), além das características: plantas de brejos e de cerradão, as principais espécies identificadas no campo úmido menos perturbado foram:

a) *Typha domingensis* Pers. (taboa): Segundo Silveira et al. (2007, p.678) é uma espécie rizomatosa que forma densos estandes em muitos ecossistemas aquáticos. Tende a ser dominante em comunidades de macrófitas aquáticas. Além de abrigar uma série de organismos, sua importância nos ecossistemas refere-se à grande quantidade de matéria orgânica produzida pela decomposição, e à participação da maior parte desta biomassa na teia alimentar de detritos.

b) *Ludwigia tomentosa* (Cambess.) Hara (cruz-de-malta): Planta daninha típica de várzeas úmidas de quase todo o país, onde é encontrada infestando canais de drenagem, beira de lagoas, pastagens

em áreas úmidas ou pantanosas e também lavouras de arroz irrigado. É mais comum no Sul do Brasil. Nativa, não endêmica do Brasil. Planta perene, ereta ou decumbente, subarborescente, muito ramificada, de caule angulado e pubescente, geralmente arroxeadas, com até 1 m de altura. Floresce intensamente durante as estações quentes do ano. Seu hábitat é Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e distribuição geográfica, Norte (Tocantins), Nordeste (Bahia), Centro-Oeste (Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul), Sudeste (Minas Gerais, São Paulo) e Sul (Santa Catarina) (LORENZI, 2008).

c) *Imperata tenuis* Hackel (sapé-fino): Gramínea aquática perene, cespitosa, até 1,3 m de altura, semente espalhada pelo vento; é pioneira e colonizadora de bancos de areia em córregos assoreados. Rebrotam bem do rizoma após fogo; tem distribuição no Brasil (POTT & POTT 2000, p. 244).

d) *Setaria paucifolia* (Mor.) Lindm. (capim-fino): Gramínea perene, cespitosa, até 2,2m de altura, lâminas foliares filiformes rígidas com nervura central crassa; distribui-se no Paraguai, Argentina e Brasil, do Mato Grosso até Minas Gerais e Rio Grande do Sul; ocorre em locais úmidos de declives até banhados (BOLDRINI 2001, p. 233-234)



Figura 46: Tributário da Bacia Hidrográfíca do Córrego do Pinto, estrada sentido MS 320. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).



Figura 47: Tributário da Bacia Hidrográfíca do Córrego do Pinto, estrada sentido MS 320. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).

Coleta 2: Alto curso, cabeceira do córrego, que é espraído, possui vegetação paludosa herbácea-lenhosa, de brejo (Figuras 48 e 49):

a) *Tabebuia insignis* (Miq.) Sandw. (ipê-branco): Segundo POTT & POTT (1994, p. 58) é uma árvore de 2-7m de altura, casca lisa clara, sensível ao fogo; solos encharcados, de buritizal (vereda) e mata ciliar; distribui-se da Guiana Francesa à Venezuela e à Bolívia e na maior parte do Brasil.

b) *Xylopia emarginata* Mart. (pindaíba-do-brejo): Planta perenifólia, heliófita, pioneira, característica de terrenos alagadiços onde chega a formar maciços homogêneos. Altura de 10-20m, com tronco de 30-40cm de diâmetro. Copa pequena e piramidal, com folhas estreitas, luzidias, glabras, de 4-6cm de comprimento. Ocorre principalmente em formações secundárias de quase todas as formações florestais, porém sempre em terrenos alagadiços de beira de rios. Sua ocorrência é na Bahia, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo. Graças à sua tolerância a terrenos alagadiços é indispensável na composição de florestas heterogêneas destinadas à recomposição de matas ciliares (beiras de rios e córregos) degradadas. Floresce entre os meses de novembro-janeiro. A maturação de seus frutos ocorre em setembro-novembro (LORENZI 2002, p.35).

c) *Virola sebifera* Aubl. (pau-de-sebo): Segundo Lorenzi (2002, p.266), planta de altura 8-16m, com tronco de 30-40cm de diâmetro. Semidecídua, heliófita, característica do cerrado e de formações secundárias. Folhas coriáceas, glabras na face superior, ferrugíneo-aveludadas na inferior, de 20-30cm de comprimento por 10-20cm de largura. Sua ocorrência é do Pará até São Paulo, no cerrado e na floresta semidecídua de altitude. Floresce em dezembro-fevereiro e abril-maio; os frutos iniciam a maturação em meados de julho, prolongando-se até setembro.



Figura 48: Tributários da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, estrada sentido MS 320. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).



Figura 49: Tributários da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, estrada sentido MS 320. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).

Coleta 3: Área próxima da foz do Córrego do Pinto, Rodovia MS 320, neste local a BHCP já possui canal definido (Figuras 50).

a) *Calophyllum brasiliense* Cambess. (guanandi): Segundo Marques & Joly (2000, p. 113), espécie típica de áreas inundadas, a saturação hídrica do solo e a consequente diminuição na quantidade de oxigênio disponível para o sistema radicular selecionaram, ao longo do processo evolutivo, plantas capazes de sobreviverem à inundação sazonal ou permanente. Nas espécies neotropicais as adaptações que

permitted to support this stress are quite diversified. The seeds of *C. brasiliense* are not photoblastic, surviving at least three months submerged, but germinate only in well-drained soil. Flooding does not inhibit the growth of the plant. On the contrary, for some species of local subjects to flooding, whose plants have growth inhibited by stress, the life cycle of *C. brasiliense* is adapted to temporary or permanent flooding. The diversification of the form of dispersal, the indifference in relation to light and the capacity to survive and grow in flooded soil are characteristics that contribute to the wide geographical distribution of the species, always associated with flooded areas.

b) *Tapirira guianensis* Aubl. (pau-pombo): Tree of 3-10m height, generally branched, dense crown, always green, with fruit in the rainy season. It has dense shade. It grows in clayey soils, is not toxic, but is not eaten. Native of the cerrado, riparian forest and forests. Prefers humid soils, but also grows in dry. It grows after deforestation, does not have thick bark, but survives fire and cutting, from underground organs, with great capacity to sprout. Pioneer, with rapid growth and recovery of degraded area, mainly riparian forest, it can also grow in subsoil and in gravel. Good windbreaker, difficult to fall.

It has a wide distribution in tropical America and Brazil (POTT, 2006, p.222).

c) *Xylopia emarginata* Mart. (pindaíba-do-brejo): This plant was identified and described in collection 2.



Figura 50: MS 320 Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto canalizada sentido BR 158. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).

Coleta 4: Local mais próximo da foz da BHCP, BR 158 onde ocorrem poucas espécies de plantas, devido à antropização da área de forma bastante intensa, com ocupação de pastagem até a margem do córrego, como indica a fotografia de campo (Figuras 51).

a) *Paspalum notatum* Pflügge (grama-batatais, grama-forquilha). Planta perene, 25-88cm de altura, com rizomas supraterrâneos de entrenós curtos, totalmente revestidos pelas bainhas velhas; ocorre dos Estados Unidos até Uruguai, Argentina e Brasil, da Bahia até o Rio Grande do Sul, em ambientes batante diversificados (OLIVEIRA & VALLS 2001, p. 219-220). Planta persistente propaga-se por sementes e por rizoma; tem um vigoroso sistema basal, que suporta o pisoteio do gado e dá proteção ao solo contra erosão (KISSMANN & GROTH 1997 pág. 679-684). Não fosse a densa cobertura desta gramínea, a erosão nesta área seria ainda maior.



Figura 51: Foz da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, BR 158. Foto: Flávia J. Izippato. (Janeiro, 2013).

3.9 Análise Fragilidade Ambiental Potencial

O mapeamento da fragilidade ambiental natural à erosão apresentou associação direta com a altimetria topográfica. As áreas de alta fragilidade enquadram-se na classe clinográfica < 6% e de fragilidade baixa foi mapeada nos locais onde se encontram os patamares de inclinação mais baixos (0 a 2%). A configuração predominante da área de estudo é a fragilidade média, a altitude não ultrapassa os índices 2 a 6% (Figura 52) Tabela 12 tem-se as relações.

Tabela 12: Relações de fragilidade da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS e morfologia, pedologia e clinografia.

Grau de Fragilidade	Morfologia	Pedologia	Clinografia
Alto	vertentes convexas	Nitossolo distrófico e eutrófico tex. argilosa Latossolo Vermelho álico- franco-arenosa	< 6%
Médio	vertentes convexas	Nitossolo distrófico e eutrófico Latossolo Vermelho álico- franco-arenosa Latossolo Vermelho escura tex. média e argilosa	2 a 6%
Baixo	vertentes convexas	Nitossolo distrófico e eutrófico Latossolo Vermelho álico- franco-arenosa Latossolo Vermelho escura tex. média e argilosa	0 a 2%

Fonte: Metodologia adaptada de Ross (1994).

Org.: IZIPPATO, 2012.

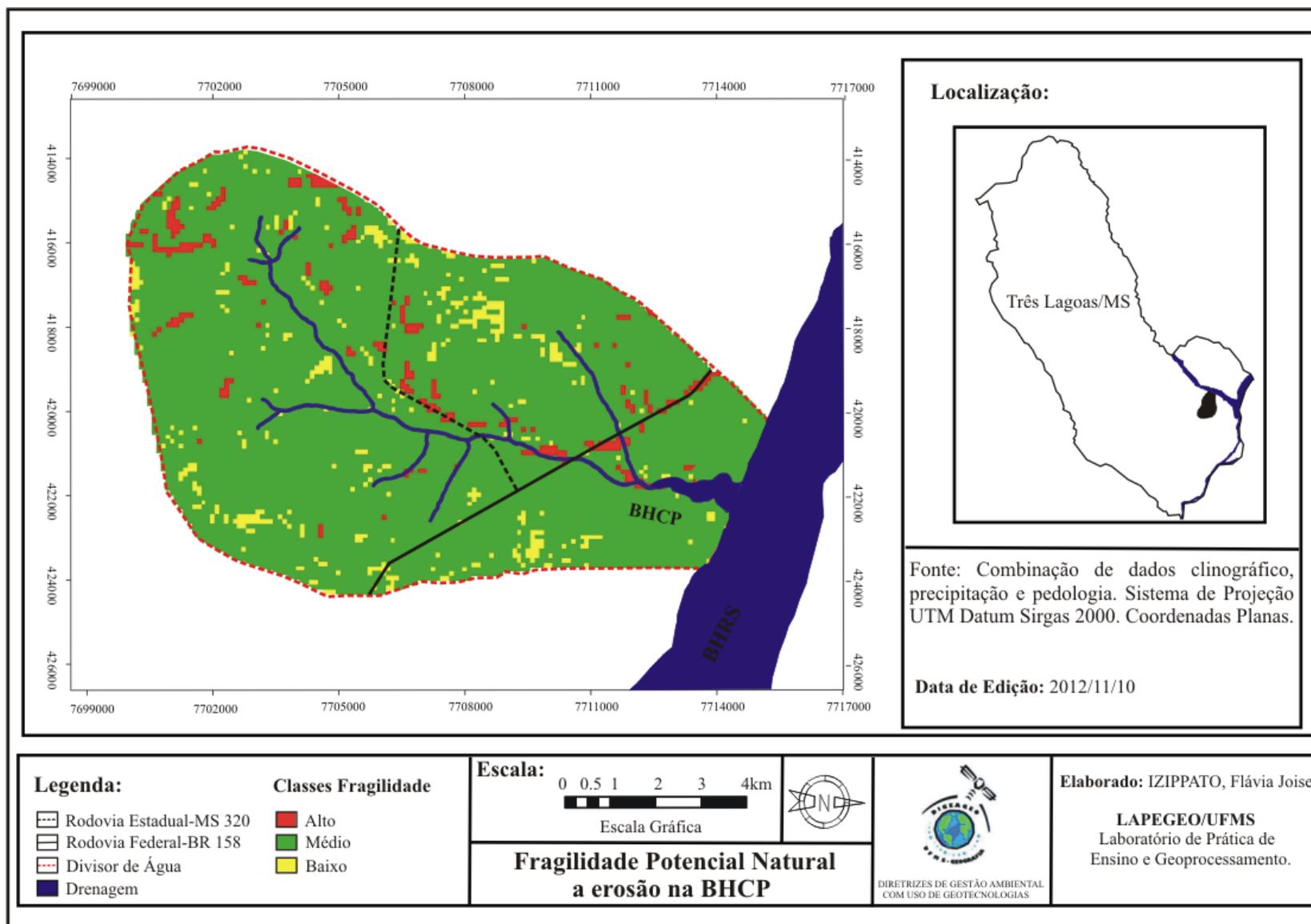


Figura 52: Mapa de fragilidade ambiental potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Contudo a análise como exposto anteriormente, considera a associação dos fatores naturais. A combinação de ações antrópicas e o manejo inadequado, no entanto potencializaram os processos erosivos e proporcionaram, mesmo no ambiente consideravelmente estável da BHCP- média fragilidade, condições extremamente frágeis aos processos de depauperação dos solos pela erosão.

Na BHCP a análise da evolução do uso da terra e cobertura vegetal indicou a expressiva subtração da vegetação florestal mais densa em detrimento do uso excessivo pela pecuária, este fator combinados ao manejo ineficiente que vem sendo executado na área, viabilizou em uma área com grau médio de fragilidade, ambientes potencialmente frágeis, devido processos de alterações avançados.

O processo de deposição de sedimentos se sobrepõe a erosão no ambiente específico das drenagens ao longo de todo canal (pontos de coletas) (Figura 53). A saída *in loco* na foz estrada BR158 ponto de coleta P5 (Figura 26) mapeado como de alta fragilidade, apresenta problemas com relação à erosão. No local foram verificados, desmoronamento das margens (Figura 54 e 55) e acúmulo de sedimentos no fundo do canal.



Figura 53: Drenagem com depósito de sedimentos nas margens ausência de APP. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).

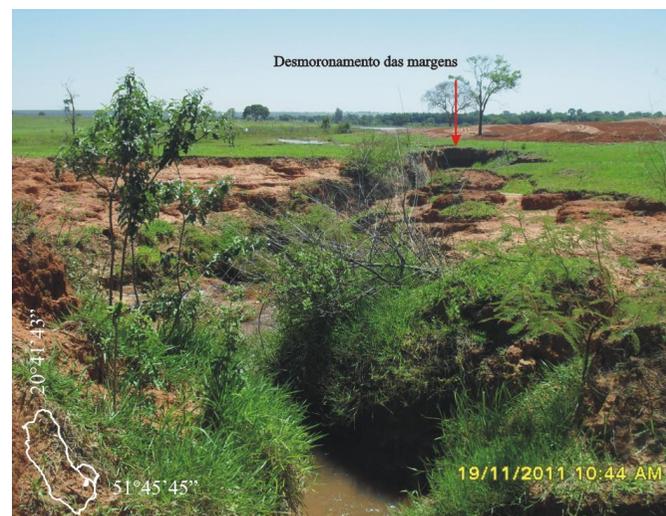


Figura 54: Erosão com desmoronamento das margens, sedimentação e ausência APP. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).



Figura 55: Erosão causando desmoronamento de margem. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).

3.10 Análise Legislação Ambiental

O mapeamento da legislação ambiental é o responsável por indicar o ordenamento territorial nos sistemas complexos das Bacias Hidrográficas. A partir da determinação do decreto Lei Nº 12.651 de 25/05/2012: Art. 4º foram estabelecidos os locais que se configuram como de preservação permanente, área mínima para manutenção e conservação, pois a cobertura vegetal no solo tem como efeito reduzir os processos de degradação dos ambientes. Por lei foram

estabelecidos cinco faixas marginais de preservação para os cursos de drenagem: 30 metros, 50 metros, 100 metros, 200 metros e 500 metros. E nas áreas de nascentes e olhos d'água 50 metros qualquer que seja sua constituição topográfica.

A vegetação além de diminuir a suscetibilidade a erosão, devido à estabilidade promovida pelas raízes das plantas, aumenta a umidade do solo e propicia uma resistência maior nos períodos de baixas precipitações. O acúmulo de material orgânico aumenta a infiltração, resultado do escoamento superficial mais lento, em consequência os níveis de arraste de material sedimentar também diminuem.

Foram mapeados ao longo do percurso da BHCP: mapas com largura de 30 metros, pois a drenagem apresenta largura inferior a 10 metros no alto e médio curso, nos trechos do rio principal e seus tributários (Figura 59). Á foz da Bacia Hidrográfica corresponde à calha mais larga, os valores são superiores a 200 metros, neste local foi editado *buffer* com largura de 200 metros. O mapa de APP's associado ao Uso da Terra e Cobertura Vegetal em 2011 indicou que as margens não apresentam a largura mínima de proteção vegetal, desde a nascente até a foz como estabelece a legislação, a ocupação é de pastagem associada ainda à classe de solo exposto (Figuras 56).



Figura 56: Margem com ausência de mata ciliar. Foto: Flávia J. Izippato. (Janeiro, 2013).

As nascentes foram mapeadas com distância de 50 metros, no entanto a *saída in loco* apresentaram novos afloramentos, olho d'água, que não foram passíveis de identificação e devem ser preservadas. Foram identificadas e mapeadas 9 nascentes, considerando o rio principal. Em todas se verifica o não cumprimento do Código Florestal Brasileiro (Figura 57 e 58).

Nota-se o desrespeito ao Código Florestal Brasileiro desde o 1º em 1934 aos dias atuais 2012, devido principalmente ao fato, da ineficiência dos órgãos de fiscalização e políticas públicas no Estado de Mato Grosso do Sul, no planejamento em Bacias Hidrográficas.



Figura 57: Afloramento de olho d'água ausência de APP estrada "Boiadeira". Foto: Flávia J. Izippato. (Janeiro, 2011).



Figura 58: Afloramento de olho d'água BR 158 ausência de APP. Foto: Flávia J. Izippato. (Novembro, 2011).

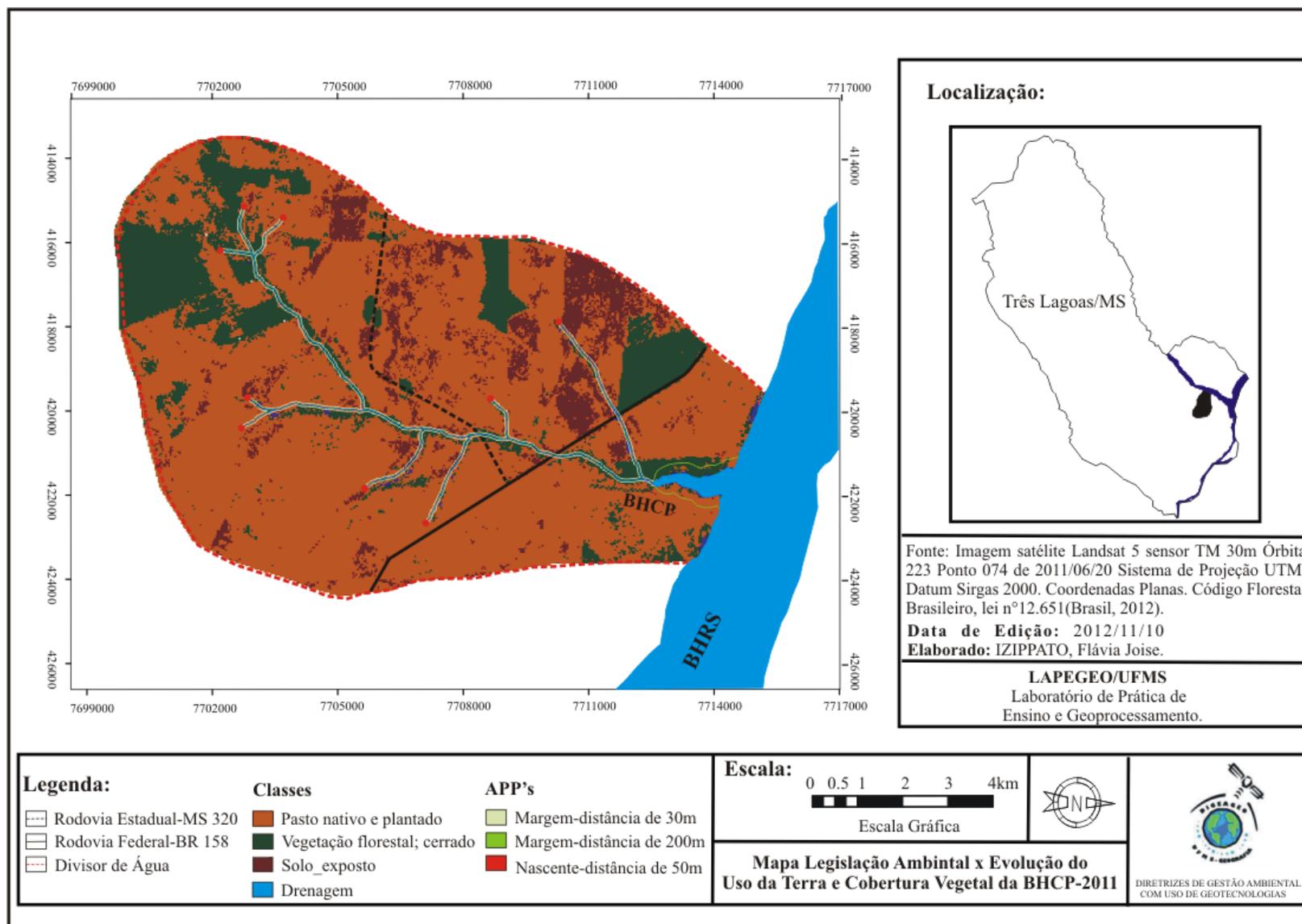


Figura 59: Mapa de legislação ambiental x uso da terra e cobertura vegetal em 2011 da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

3.11 Considerações sobre as Diretrizes para o Uso e Manejo Territorial na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS

Quadro 6: Diretrizes iniciais para o plano de recuperação e conservação na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.

Categorias	Quadro atual na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto	Indicações iniciais para recuperação e conservação da área
APP- Margens 30 metros 200 metros	São praticamente inexistentes no alto médio e baixo curso em detrimento do uso de pastagem. A vegetação mais densa são as áreas de reserva e a mata ciliar quando existentes são os remanescentes de cerrado (cerradão).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conscientização do proprietário local quanto à importância de recuperação destas áreas para conservação da BHCP e da propriedade, que terá água com mais qualidade. ▪ Delimitação e quantificação da área a ser recuperada. Nos locais onde problemas de erosões forem identificadas, medidas de recuperação devem ser executados anteriormente a qualquer procedimento de recuperação de mata ciliar. ▪ O plano de recuperação da mata ciliar deve ser executado a partir da regeneração de espécies vegetativas, para reintegrar a área as Áreas de Preservação Permanente. Com relação às espécies utilizadas é importante a escolha de plantas de rápido crescimento, que viabilize a proliferação de plantas invasoras (as mudas podem ser adquiridas, ou parte delas, através de tentativa de parceira junto às instituições CESP e Prefeitura Municipal de Três Lagoas/MS, para minimização dos gastos). As espécies devem, no entanto ser diversificadas: arbustivas, herbáceas e arbóreas, Na Figura 60 o mapa apresenta o modelo de espacialização de mata ciliar segundo Código Florestal Brasileiro (Figura 60).
APP- Nascentes 50 metros	As 9 nascentes mapeadas é ocupada por pasto, o cercamento quando realizado, não é associado ao plantio de espécies vegetativas mais densas. Afloramentos de olhos d'água são	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conscientização do proprietário e órgãos públicos quanto à importância de recuperação das nascentes, que é superior aos gastos, pois a água disponível torna-se mais abundante e de melhor

	cortados por estradas sem pavimentação (“Boiadeira”) e também na margem da rodovia BR 158.	<p>qualidade, suprimindo os gastos e a perda de parte da propriedade devido à necessidade de isolamento da área.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A primeira medida a ser adotada é o cercamento, com estacas de madeira a 50 m do olho d’água. Plantio de espécies diversificadas, plantas pioneiras e secundárias que se adaptam as condições de umidade (as mudas podem ser adquiridas, ou parte delas, através de tentativa de parceira junto às instituições CESP e Prefeitura Municipal de Três Lagoas/MS, para minimização dos gastos). O replantio provocará a recuperação natural do ambiente. A manutenção vegetativa deverá ser executada (irrigação e poda) até a percepção da total regeneração natural. Na Figura 60 o mapa apresenta o modelo de espacialização de mata ciliar em nascente segundo Código Florestal Brasileiro.
Pasto Nativo	É a principal paisagem a compor as características da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto e compreende as áreas de remanescente do cerrado (campo limpo e campo sujo).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conscientização do proprietário local quanto à importância de recuperação e manejo eficiente de pastagens. ▪ Os princípios de manejo das pastagens nativas correspondem: Controle de arbustos e plantas indesejáveis; Controlar a intensidade de pastejo pelo equilíbrio do número de animais com a forragem disponível na pastagem; Usar espécies animais adequadas à composição botânica e à disponibilidade de forragem (COSTA, 1976, p. 381).
Pasto Plantado	Substituição dos remanescentes do cerrado já em estágio de degradação e também substituição de pastagem antiga.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conscientização do proprietário local quanto à importância de recuperação e manejo eficiente de pastagens. ▪ Mesmo com característica de relevo aplainado práticas de construção de curvas de nível devem ser adotadas inicialmente a qualquer atividade de plantio. ▪ Os princípios de manejo das pastagens artificiais ou

		<p>cultivadas correspondem: Uso de fertilizantes, de acordo com a análise de solos; Manejo adequado do pastejo, mediante o equilíbrio do número de animais com a forragem disponível e distribuição uniforme dos animais na pastagem; Controle de arbustos e plantas herbáceas invasoras; Ressemeadura e plantio sempre que for necessário (COSTA, 1976, p. 381).</p>
Erosões	<p>Associadas principalmente a ausência de mata ciliar nas margens, pisoteio do gado que utiliza o córrego e seus tributários como bebedouro.</p> <p>Observou-se <i>in loco</i> carga acumulada de sedimentos nos canais fluviais, propiciando o fenômeno de assoreamento do canal, os principais aspectos de erosões verificadas nos pontos de coleta foram as laminar e por desmoronamento de margens devido uso de pastagem.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conscientização do proprietário local quanto aos danos ambientais provocados na BHCP e prejuízos à propriedade. ▪ Identificação dos tipos de danos ambientais (erosão a área está sujeita, delimitação e quantificação da área a ser recuperada. ▪ Indicar os conflitos existentes entre a forma de uso. No caso das erosões que estão causando o desmoronamento das margens, o próximo procedimento é priorizar a estabilização mecânica, devido os desmoronamentos em massas das margens, para posterior procedimento de recuperação ambiental. Para estabilizar a área, por exemplo, podem ser utilizados em associação com as curvas de nível para enfraquecer o fluxo das enxurradas e a velocidade, sacos de solo-cimento em locais mais planos. Em locais mais íngremes gabiões (estruturas armadas e flexíveis, drenantes e de grande durabilidade e resistência). Associado impreterivelmente com os procedimentos de recuperação das margens, por mata ciliar (APP). ▪ No caso das erosões do tipo laminar, a própria recuperação das matas ciliares já propiciara a proteção adequada para conter estas erosões. A construção de bebedouros para o gado deve ser adotada, pois o deslocamento dos animais (trilhos) são os responsáveis principais pelo aumento do fluxo de escoamento superficial, que promove o deslocamento do material erodido.

Fonte: Carta Topográfica Três Lagoas, Folha - SF.22-V-B-V MI-2593 e Imagem de satélite Landsat 5 sensor TM 30m.

Org.: IZIPATO, 2012.

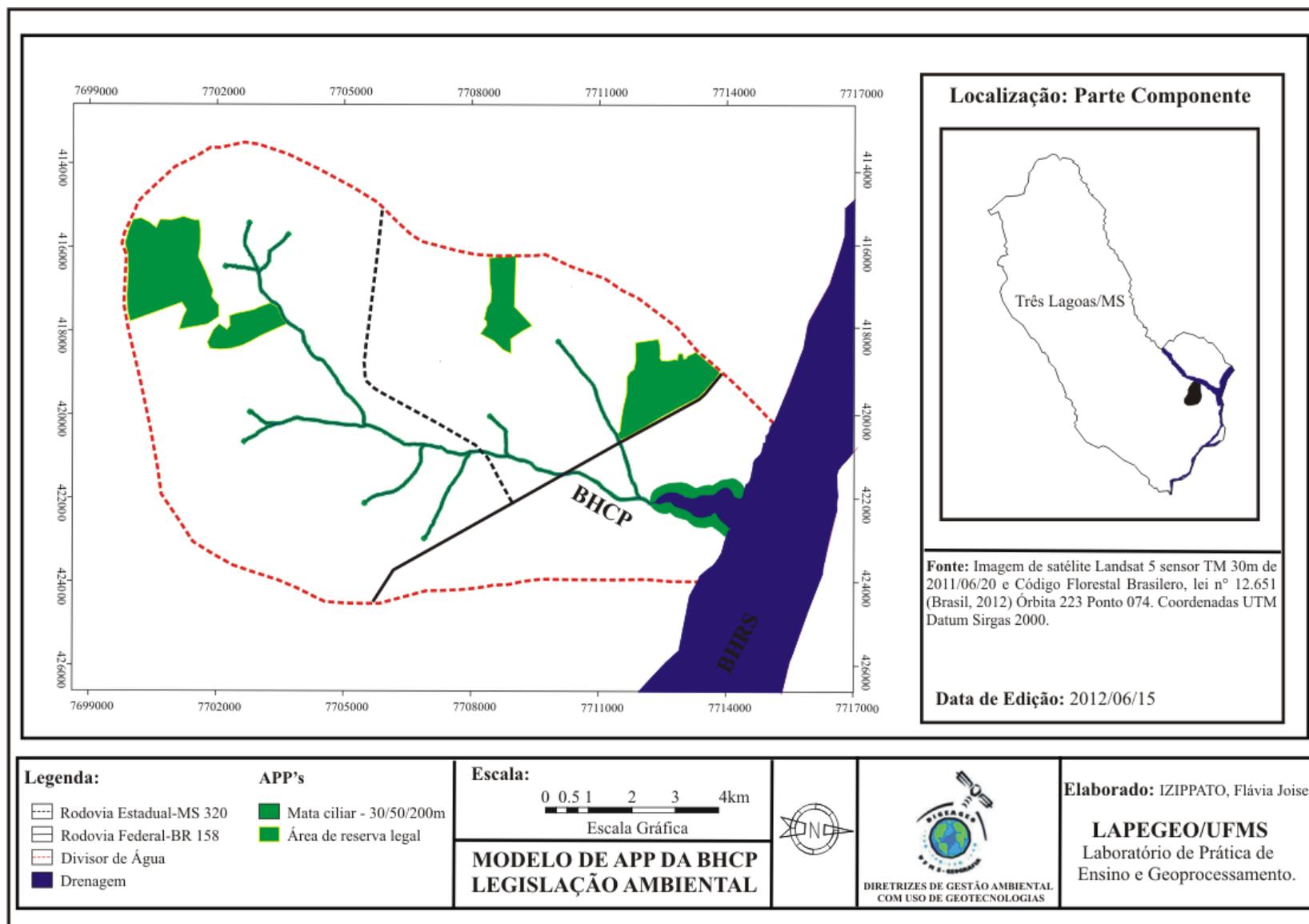


Figura 60: Mapa do modelo de área de preservação ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS segundo legislação.



C
A
P
Í
T
U
L
O

IV

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida a partir do uso das geotecnologias mostrou-se eficiente ao objetivo do trabalho, os dados subsidiaram a análise das características físicas, antrópicas e o grau de alterações ambientais, na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto. A associação entre os SIG's Spring® 5.0 e ArcGis 10, mostrou-se adequada e viabilizou a aplicação da metodologia proposta por Libault (1971), para os níveis de coleta de dados na pesquisa geográfica.

As informações permitiram analisar as condições de fragilidade natural do ambiente e indicar práticas de manejo de uso da terra. Com relação à metodologia aplicada, mostrou-se eficiente, contudo algumas dificuldades foram encontradas, devido às escalas disponíveis não apresentarem informações com níveis mais detalhados, foi necessárias adaptações compatíveis com o trabalho, para que os resultados atingissem satisfatoriamente os requisitos e as necessidades da pesquisa.

Com relação ao levantamento de informações, a imagem de radar foi fundamental para extração de dados planimétricos, e compreensão do relevo, indicaram que a área é bastante aplainada e de

baixa amplitude altimétrica, característica que influencia na baixa densidade de drenagem e no escoamento de superfície.

As informações de satélite comparadas ao cartográfico determinaram as características da evolução do uso da terra e cobertura vegetal e mostraram intenso processo de subtração de vegetação florestal e cerrado por pastagem, confirmados in loco. A identificação fitogeográfica da área mostrou baixo índice de plantas heterogênicas, típicas de vegetação do cerrado centro-oeste brasileiro. As principais espécies foram: *Imperata tenuis*, *Ludwigia tomentosa*, *Setaria paucifolia* e *Typha domingensis* em campo úmido menos perturbado; *Tabebuia insignis*, *Virola sebifera* e *Xylopia emarginata* em floresta paludosa nas áreas de cabeceira onde o córrego é espraçado; *Calophyllum brasiliense* e *Tapirira guianensis* em locais de mata ciliar remanescente com canal definido; *Paspalum notatum* em áreas melhor drenadas com pastagem cultivada e muito pisoteada.

O mapeamento da fragilidade ambiental natural à erosão indicou que a Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto apresenta médio grau de fragilidade, mas, no entanto o mau uso da terra vem propiciando alguns processos de degradação. Foram identificados

pontos de desmoronamento de margens, erosões e predomínio no canal principal de processos de sedimentação sobressaindo-se a erosão dos materiais carregados para o fundo do canal e estão propiciando assoreamento.

Estes dados foram confirmados, pois quando associados os mapas de uso da terra e cobertura vegetal ao mapeamento de legislação ambiental, verificou-se que ao longo do canal e em todas as nascentes mapeadas (9), não existe o cumprimento do Código Florestal Brasileiro vigente, a área mínima de proteção vegetal, responsável pela manutenção do ambiente é quase que inexistente, devido à presença de pasto nos locais.

Portanto pode-se considerar que as alterações e processos de degradações ocasionadas, correspondem diretamente ao fato do uso antrópico e manejo apresentarem-se ineficientes, sem manutenção e inadequados, associado à falta de medidas administrativas de fiscalização a legislação ambiental. O Mato Grosso do Sul não apresenta ainda políticas públicas efetivas de planejamento e manejo em Bacias Hidrográficas, para preservar estes ambientes frágeis, como o verificado no estado de São Paulo (Comitê de Bacias Hidrográficas).

Tendo em vista minimizar a depauperação na área, foram indicadas diretrizes ambientais iniciais, para propiciar a recuperação,

associando-a as atividades econômicas desenvolvidas pelos proprietários, ao manejo eficiente. Estas diretrizes visam recuperação imediata, a partir de soluções bastante simples e acessíveis aos proprietários, tendo em vista perspectivas de ganhos maiores economicamente e ambientalmente, sendo possíveis novas adaptações.

Dentre as diretrizes indicadas, a conscientização do proprietário foram requisitos iniciais. Todos os danos pontuados em App's (nascentes e margens), nas Erosões e Pastagens (nativa e plantada), são recuperáveis, se as medidas apontadas forem previamente adotadas.

A problemática relacionada à estrada de terra "Boiadeira", construída em área de afloramento de alguns olhos d'água, por critério de Legislação Ambiental tem que ser preservado em qualquer situação (50m), então deve ser verificado junto aos órgãos competentes. Neste caso os órgãos públicos de fiscalização (Promotoria do Meio Ambiente) e de administração pública (Prefeitura Municipal de Três Lagoas/MS) devem ser acionados para as possíveis soluções.

Tais medidas de recuperação, quando adotadas conjuntamente, propiciarão a recuperação da Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, local que se encontra bastante fragilizado, devido ao processo intenso do uso inadequado.

4.1 REFERÊNCIAS

- Arcgis/Arcinfo – Esri Inc. ArcGis Version 10. Environmental Systems Research Institute Inc. New York. 2012. 1 Cd Rom
- ARANHA-SILVA, Edima. Três Lagoas: uma interpenetração do rural com o urbano. (**Dissertação**) Faculdade de Ciência e Tecnologia – UNESP/ Presidente Prudente, 1992.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R e GUERRA, A. J. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.320 p.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.
- BACANI, V. M. **Geotecnologias aplicadas ao ordenamento físico-territorial da bacia do alto rio Coxim, MS**. 2010. Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.223p.
- BACK, A.J. Análise Morfométrica da Bacia do Rio Urussunga - SC. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia. Ano 7, no2, p. 07-115. 2006.
- BARROS, M. A. **Geotecnologias como Contribuição ao Estudo do Agroecossistema Cafeeiro de Minas Gerais em nível Municipal**. 2006. Dissertação de Mestrado – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 157p. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br> Acesso em: 22/11/2012.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.
- BERTONI, J e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990.355p.
- BORGES, R. de O.; NEVES, C. B. das e CASTRO, S. S. de. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente Determinadas pelo Relevo: Aplicação da Legislação Ambiental em duas Microbacias Hidrográficas no Estado de Goiás. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, vol. 12, nº 3, 2011. 109-114p. (número especial). ISSN 1519-1540.
- BOLDRINI, I. J. *Setaria P. Beauv.* In: LONGHI-WAGNER, H. M.; BITRICH, V.; WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J. (ed.) Poaceae. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, vol. 1. São Paulo: FAPESP/HUCITEC, 2001. Pág. 233-234.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da e BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340p.

_____ e SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 282p.

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, Diário Oficial da União, 2012.

CALDERANO FILHO, B. **Visão Sistêmica como Subsídio ao Planejamento Agro-Ambiental da Microbacia do Córrego Fonseca no Município de Nova Friburgo-RJ**. 2003, 235p. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CAMARGO, L. H. R de. **A Geoestratégia da Natureza: a geografia da complexidade e a resistência à possível mudança do padrão ambiental planetário**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 240p.

CÂMARA, G. e MONTEIRO, A. M. V. Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. (org.). **Introdução a Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, 2001. 345p. Disponível em: mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/Sergio/2004/.../ Acesso em: 05/03/2010.

CARTA TOPOGRÁFICA, Três Lagoas, Folha - SF.22-V-B-V MI-2593, Serviço Geográfico do Exército do Brasil, 1º ed., 1974.

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147p.

CUNHA, L. H. e COELHO, M. C. N. Política e Gestão Ambiental. In: CUNHA, S. B. da e GUERRA, A. J. T (Org.). **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 250p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p.

_____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236p.

_____. **A Aplicação da Abordagem em Sistemas na Geografia Física**. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro. vol. 52, nº 2 (abr./jun.), 1990. 21-33p. Disponível em: www.biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/.../RBG. Acesso em: 09/03/2012.

COSTA, B. M. da. **Tipos de Pastagens**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 13, 1976. Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 1976. 380-381p. Disponível em: www.agronline.com.br/agrociencia/pdf/public_47.pdf Acesso em: 15/02/2010.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico – Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: SAE/INPE, 2001.

CRUZ, C. B. M. e PINA, M. de F. Conceitos e Divisões da Cartografia. In: CRUZ, C. B. M.; PINA, M. de F. e PIRES, F. M. de

Á. **Leitura de Mapas e Técnicas de Localização em Campo**. Rio de janeiro: NADC/UFRJ, 2002.

_____. Forma da Terra e Sistemas de Coordenadas. In: CRUZ, C. B. M.; PINA, M. de F. e PIRES, F. M. de Á. **Leitura de Mapas e Técnicas de Localização em Campo**. Rio de janeiro: NADC/UFRJ, 2002.

_____. Escala e Erro Gráfico, Séries Cartográficas. In: CRUZ, C. B. M.; PINA, M. de F. e PIRES, F. M. de Á. **Leitura de Mapas e Técnicas de Localização em Campo**. Rio de janeiro: NADC/UFRJ, 2002.

DUARTE, P. A. **Cartografia Temática**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.145p.

_____. **Fundamentos de Cartografia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.148p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2º ed. Rio de janeiro: Embrapa, 2009.

FERREIRA, C. C. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto: Processamento de Imagens Orbitais de Sensores Passivos (CCD e TM) e Ativos (SRTM) como Subsídio para o Planejamento da Bacia Hidrográfica das Pitangueiras/SP**. 2008, Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

_____. **Geotecnologias aplicada a Criação e Organização de Banco de Dados Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú - MS/BR**. 2011. Dissertação Mestrado – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, Brasília, DF, 2005. Disponível em: www.conab.gov.br/conabweb/download/.../conceitos_sm.pdf Acesso em: 10/05/2012.

FITZ, P. R. **Cartografia Básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 143p.

_____. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160p.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélites para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

GUERRA, A. J. T e CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 2ª edição. Rio de janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 372p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 1ª edição. nº 1. Rio de Janeiro, 1992.92p.

_____. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro, 1998. 128p.

_____. **Manual Técnico do Uso da Terra**. Ed. 2, n. 7. Rio de Janeiro, 2006.

KASHIMOTO, E. M.; MARTINS, G. R. **Uma longa história em um grande rio: cenários arqueológicos do alto Paraná**. Campo Grande/MS: Oeste, 2005.

KISSMANN, K. G. & GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF. 2ª. ed., 1997 pág. 679-684.

LANDSAT-5. Disponível em: <http://dgi.inpe.br/catalogo/> Acesso em: 15 Março. 2012.

LEITE, E. F. **Zoneamento Ambiental Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga-TO sob a Ótica da Paisagem**. 2011, 231p. Tese (Doutorado em Geografia e Gestão do Território) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação do Solo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 177p.

LEMO, C. F. de; FIORI, A. P.; FIORI-OKA, C. e TOMAZONI, J. C. Erosões Concentradas Existentes na Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Rio Pitangui – PR. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, vol. 12, nº 3, Jan./Jun. 2011. 59-68p. ISSN 1519-1540.

LIBAULT, A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica: Métodos em Questão**. São Paulo: IGEO/USP, Nº 1, 1971.

LOCH, C. **Noções Básicas para a interpretação de imagens aéreas, bem como algumas de suas aplicações nos campos profissionais**. Ed. da UFSC. Florianópolis, 1984.92p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 1**. 4ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2002. 368p.

_____. **Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas e Tóxicas**. Instituto Plantarum. Nova Odessa, SP, 4ª ed. 2008. 672p. il.

LUCHIARI, A.; KAWAKUBO, F. S. e MORATO, R. G. Aplicações do Sensoriamento Remoto na Geografia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 240p

MACIEL, J. **Elementos de Teoria Geral dos Sistemas**. Editora: Vozes Ltda. Petrópolis, 1974. 404p.

MARTINELLI, M. **Curso de Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 1991. 180p.

MARQUES, M. C. M. & JOL, C. A. **Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas**. Acta bot. bras. 14(1). 2000. 113-120p. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v14n1/v14n1a10.pdf> Acesso em: 13/11/2011.

MELLO, N. A. **Gestão em Bacias Hidrográficas Urbanas para Superação de Comprometimento Ambiental**. Boletim Paulista de Geografia. AGB. São Paulo. nº 76 (dez.), 1999. 23-66p.

MILANI, Patrícia Helena. **Centralidade Urbana um estudo do centro principal de Três Lagoas/MS. 2009**. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

MIRANDOLA AVELINO, P. H. **A Trajetória da Tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na Pesquisa Geográfica**.

Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Três Lagoas/MS. nov. 2004, 21-37p.

_____. **Análise geo-ambiental multitemporal para fins de planejamento ambiental: um exemplo aplicado à bacia hidrográfica do Rio Cabaçal, Mato-Grosso, Brasil.** 2006; 317p. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MMA, Ministério do Meio Ambiente – **Gestão dos Recursos Naturais: subsídios à elaboração da agenda 21 brasileira.** Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio TC/BR/FUNATURA, 2000. 200p.

_____. **BIODIVERSIDADE**

BRASILEIRA: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília, DF. 2002. 340p. Disponível em: www.biodiversidade.rs.gov.br/.../BiodiversidadeBrasileira_MMA.pdf. Acesso em: 24/10/2011.

MÖLLER, M. Estudos de Qualidade e Aplicações Práticas de Dados de Scanner com Altíssima Resolução. In: BLASCHKE, T. e KUX, H. (Org.). **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores e métodos inovadores.** 2ª edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 303p.

MONTEIRO, C. A. e MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação.** São José dos Campos, SP, 2001. 249p.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** 3ª edição. São Paulo: Blucher, 2008. 363p.

_____. Ambientes Fluviais. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **GEOMORFOLOGIA: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318p.

_____. e PONZONI, F. J. **Introdução ao sensoriamento Remoto.** São José dos Campos. 2001. 68p. Disponível em: www.agro.unitau.br/...remoto/apostila_Sensoriamento_Remoto_Eul... Acesso em: 15/04/2012.

OLIVEIRA, C. R. & VALLS, J. F. M. *Paspalum* L. In: LONGHI-WAGNER, H. M.; BITRICH, V.; WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J. (ed.) Poaceae. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, vol. 1. São Paulo: FAPESP/HUCITEC, 2001, p. 219-220

PARANHOS FILHO, A. C. **Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: introdução às geotecnologias.** Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2008. 198p.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem.** Maringá. Programa de Mestrado em Geografia, 1988. 278p.

PEREZ FILHO, A. e QUARESMA, C. C. Ação Antrópica sobre as Escalas Temporais dos Fenômenos Geomorfológicos. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia.** Uberlândia: Universidade Federal de

Uberlândia, vol. 12, n° 3, 2011. 83-90p. (número especial). ISSN 1519-1540.

PHILIPP JUNIOR, A.; ROMÉRO, M. de A. e BRUNA, G. C. (Editores). Curso de Gestão Ambiental. Barueri, SP: Manole, 2004. 1045p.

PINTO, L. V. A. (et al) Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Rev. Cerne**, Lavras, v. 11, n°. 1, Jan./Mar. (2005), p. 49-60.

PIROLI, E. L.; DELATORRE, C. C. M. e ZANATA, J. M. Imagens ALOS, sensor PRISM, para atualização da hidrografia do alto rio pardo. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, XIV, 2011, Dourados/MS. **Anais...**Dourados/MS: UFMS, 2011.

PONZONI, F. J. e SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira, 2007. 127p.

POTT, A. & POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Brasília: Embrapa, 1994, p. 58.

_____ & SOUZA, T. W. de. **Plantas Daninhas de Pastagem na Região dos Cerrados**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006.

_____ **Plantas Nativas Potenciais para Sistemas Agroflorestais em Mato Grosso do Sul**. Disponível em: <http://saf.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/03.pdf>. Acesso em 24/10/2011.

_____. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília: Embrapa, 2000, p. 244

PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS LAGOAS – MS. Acessado em 18/10/2012. Disponível em: http://www.treslagoas.ms.gov.br/historia/nossa_historia/
QUEIROZ FILHO, A. P. de. A Escala nos Trabalhos de Campo e de Laboratório. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 240p.

RAMOS, C. da S. **Visualização cartográfica e Cartografia Multimídia: conceitos e tecnologias**. São Paulo: Editora UNESP, 2005. 178p.

ROCHA, M. R. da. **Sustentabilidade em sistemas agrícolas, manejo e diversidade genética de frutíferas nativas no cerrado**. Goiânia, 2008. Disponível em: http://www.vet.ufg.br/uploads/files/69/Projeto_PNPD_2008_-Sustentabilidade_em_Sistemas_Agr_colas_Manejo_e_Diversidade_Gen_tica_de_Frut_feras_Nativas_do_Cerrado.pdf. Acesso em: 12/10/2011.

ROMARIZ, D. de A. **Aspectos da Vegetação do Brasil**. 2°ed. São Paulo, Edição da Autora, 1996. 60p.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da e CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 3° Edição. Fortaleza: Edições UFC, 2010. 222p.

_____ e LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E. V.

da; RODRIGUEZ, J. M. M. e MEIRELES, A. J. de A. (Org.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011. 149p.

ROSS, Jurandyr L. S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 207p.

_____. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: FFLCH-USP, n°8, 1994.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, vol.16, 81-90p. 2005. Disponível em: www.geografia.ffeilch.usp.br/publicacoes/RDG/.../Roberto_Rosa.pdf Acesso em: 20/07/2012.

RUDORFF, B. F. T. **Produtos do Sensoriamento Remoto**. São Jose dos campos, 2001. 68p. Disponível em: www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm Acesso em: 10/05/2012

SALES, V. de C. **Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: abordagem crítica**. Rev. GEOUSP – Espaço e Tempo. São Paulo. n° 16, 2004. 125-141p. Disponível em: www.geografia.ffeilch.usp.br/publicacoes/Geousp/.../Artigo8.pdf. Acesso em: 09/03/2012.

SALLUN, A. E. M. **Aloformação Paranavaí: depósitos coluviais quaternários da bacia hidrográfica do alto Rio Paraná**. 2007. 125p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Universidade de São Paulo Instituto de Geociências, São Paulo. Disponível em:

www.teses.usp.br/teses/.../44/.../tde-31072007-1157591. Acesso em: 19/06/2012.

_____; SUGUIU, K. e SALLUN FILHO, W. Geoprocessamento para Cartografia do Alogruppo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Revista Brasileira de Cartografia**. vol.53 n° 03, Dez. 2007. 289-299p. ISSN 1808-0936. Disponível em: www.rbc.ufrj.br/_pdf_59_2007/59_03_9.pdf Acesso em: 19/06/2012.

_____. e SOBRINHO, J. M. A. Sedimentologia da Aloformação Paranavaí, Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Revista Pesquisas em Geociências**. Porto Alegre, RS. Vol. 35 n° 1. 2008. 85-107. ISSN 1807-9806. Disponível em: www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/.../07-350/.pdf Acesso em: 19/06/2012.

SÁNCHEZ, Luis H. **Avaliação de Impactos Ambientais: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495p.

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

_____; THOMAZIELLO, S.; e WEILL, M. de A. M. Planejamento da Paisagem. In: SANTOS, R. F. dos. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental: Desastres naturais ou fenômenos induzidos?**. Brasília: MMA, 2007. 192p. ISBN 9788577380800. Disponível em: www.inpe.br/geodesastres/.../Vulnerabilidade_ambiental_desastres... Acesso em: 04/03/2011.

SANTOS, Milton. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. São Paulo: 4° Ed. Rio de Janeiro: Record, 2002. 184p.

- SANTOS, A. R. dos; PELUZIO, T. M. de O. e SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2 Passo a Passo: aplicações práticas**. Alegre, ES: CAUFES, 2010. 153p. Disponível em: www.mundogeomatica.com.br Acesso em: 03/06/2012.
- SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental: Instrumentos, Esferas de Ação e Educação Ambiental**. 1ª edição. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009. 312p.
- SEPLAN. **Atlas multirreferencial**. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Fundação IBGE, 1990. 28p.
- SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. 236p.
- SILVA, J. X. da e MARINO, T. B. Inclusões: Digital, Social e Geográfica. In: SILVA, J. X. da e ZAIDAN, R. T. (Org.). **Geoprocessamento e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 328p.
- SILVA, L. A. e NAZARENO, N. R. X. de. **Análise do Padrão de Exatidão Cartográfico da Imagem do Google Earth tendo como Área de Estudo a Imagem da Cidade de Goiânia**. Natal, Brasil. 2009.1723-1730p. Disponível em: marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/.../1723-1730.pdf Acesso em: 10/06/2012.
- SILVA, F. C. F. Vegetação. In: IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1988. 268p.
- SILVEIRA, T. C. L.; SOUZA, G. C. de & RODRIGUES, G. G. Crescimento, Produção Primária e Regeneração de *Typha domingensis* Pers.: Elementos para a Avaliação do Uso Sustentável da Espécie. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl. 1, p. 678-680, jul. 2007.
- SOUZA FILHO, E. E. de; STEVAUX, J. C. Geologia e geomorfologia do complexo Rio Baía, Curutuba e Ivinheima. In: VAZZOLER, A. E. A. de M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S., (Org.). **A Planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos**. Maringá/PR: UEM. 1997.
- SPRING: **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**. Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers e Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun. 1996.
- SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/spring/>. Acesso em: 10 Março de 2011.
- STEFFEN, C. A. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. São Jose dos campos, 2001. 68p. Disponível em: www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm Acesso em: 10/05/2012.
- TUCCI, C. E. M. Visão dos Recursos Hídricos da bacia do Rio da Prata. Porto Alegre, 2004. Vol.1 227p. Disponível em: cicplata.org/marco/pdf/vision_3a/vision_integrada.pdf Acesso em: 19/06/2012.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RIMA, IIE, 2005. 248p.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 97p.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 8º ed. Rio Claro: Divisa, 2008. 227p.

UHLMANN, G. W. **Teoria Geral dos Sistemas: Do Atomismo ao Sistemismo (Uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta Proto-Teoria)**. São Paulo, 2002. 67p.
Disponível em:
www.institutosiegen.com.br/.../Teoria%20Geral%20dos%20Sistemas.
Acesso em: 09/03/2012.

VALERIANO, M. de M. **Modelo Digital de Elevação com Dados SRTM Disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos. 2004. 72p. Disponível em: mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/.../publicacao.pdf. Acesso em: 29/06/2012.

VENTURI, L. A. B. O papel da técnica no processo de produção científica. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 240p.

VILLELA, S. M. e MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Mc Graw- Hill do Brasil, 1975. 245p.

ZAVATINI, J. A. **A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul**. Tese de doutoramento – USP/FFLCH, São Paulo/SP, 1990.

_____. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. **Geografia**, n. 17, v. 2. Rio Claro/SP, 1992.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no Mato Grosso do Sul: estudos geográficos com vista a regionalização climática**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 214p.

4.2 ANEXOS

ANEXO A – POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

LEI Nº 9.433 DE 08 DE JANEIRO DE 1997

Capítulo I Dos Fundamentos

Art. 1º. A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

TÍTULO II DO SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Capítulo I Dos Objetivos e da Composição

Art. 32. Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos:

- I - coordenar a gestão integrada das águas;
- II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

"Art. 33. Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:"

(Redação dada pela Lei nº 9.984, de 17.07.2000)

"I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;"

(Redação dada pela Lei nº 9.984, de 17.07.2000)

"I – A - a Agência Nacional de Águas;"(AC)

(Inciso acrescentado pela Lei nº 9.984, de 17.07.2000)

"II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;"

(Redação dada pela Lei nº 9.984, de 17.07.2000)

"III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;"

(Redação dada pela Lei nº 9.984, de 17.07.2000)

"IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;"

(Redação dada pela Lei nº 9.984, de 17.07.2000)

"V - as Agências de Água."

(Redação dada pela Lei nº 9.984, de 17.07.2000)

ANEXO B – Código Florestal Brasileiro

Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

ANEXO C – Espectro Eletromagnético

O Espectro Eletromagnético

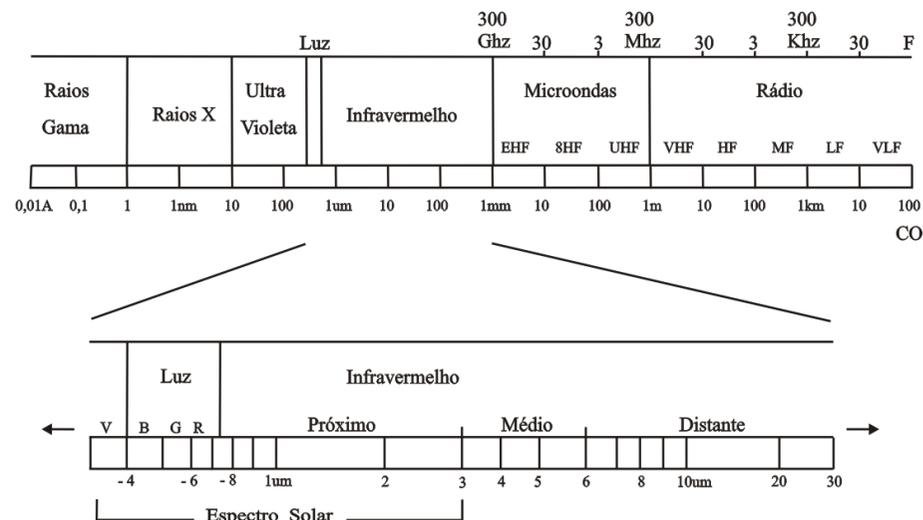


Figura 61: O espectro eletromagnético e suas principais regiões.

Fonte: STEFFEN (2001, s/pág.)

Segundo Steffen (2001, s/pág) Podemos destacar algumas bandas do espectro e suas características mais notáveis:

1. A pequena banda denominada **luz** compreende o conjunto de radiações para as quais o sistema visual humano é sensível;
2. A banda do **ultravioleta** é formada por radiações mais energéticas que a luz (tem menor comprimento de onda); é por isso

que penetra mais profundamente na pele, causando queimaduras quando você fica muito tempo exposto à radiação solar.

3. A banda de **raios X** é mais energética que a ultravioleta e mais penetrante; isso explica porque é utilizada em medicina para produzir imagens do interior do corpo humano.

4. As radiações da banda **infravermelha** são geradas em grande quantidade pelo Sol, devido à sua temperatura elevada; entretanto podem também ser produzidas por objetos aquecidos (como filamentos de lâmpadas).

5. O conjunto de radiações geradas pelo Sol se estende de 300 até cerca de 3000nm e essa banda é denominada **espectro solar**.

ANEXO D – Regiões Espectrais

Quadro 7: Regiões espectrais		
Nome da região	Nome do comprimento de onda	Comprimento de onda
Visível	Violeta	0,38 – 0,45 μm
	Azul	0,45 – 0,49 μm
	Verde	0,49 – 0,56 μm
	Amarelo	0,56 – 0,59 μm
	Laranja	0,59 – 0,63 μm
	Vermelho	0,63 – 0,76 μm
Infravermelho	Infravermelho próximo	0,80 – 1,50 μm
	Infravermelho de ondas curtas	1,50 – 3,00 μm
	Infravermelho médio	3,00 – 5,00 μm
	Infravermelho longo (Termal)	5,00 – 15 μm
	Infravermelho distante	15 – 300 μm
Microondas	Submilimétrica	0,01 – 0,10 cm
	Milímetro	0,10 – 1,00 cm
	Microondas	1,00 – 100 cm

Fonte: CHEN (1985, citado por NOVO, 2008, pág. 25).

Org.: IZIPPATO, 2012.

ANEXO E – Classificação dos Sistemas Sensores

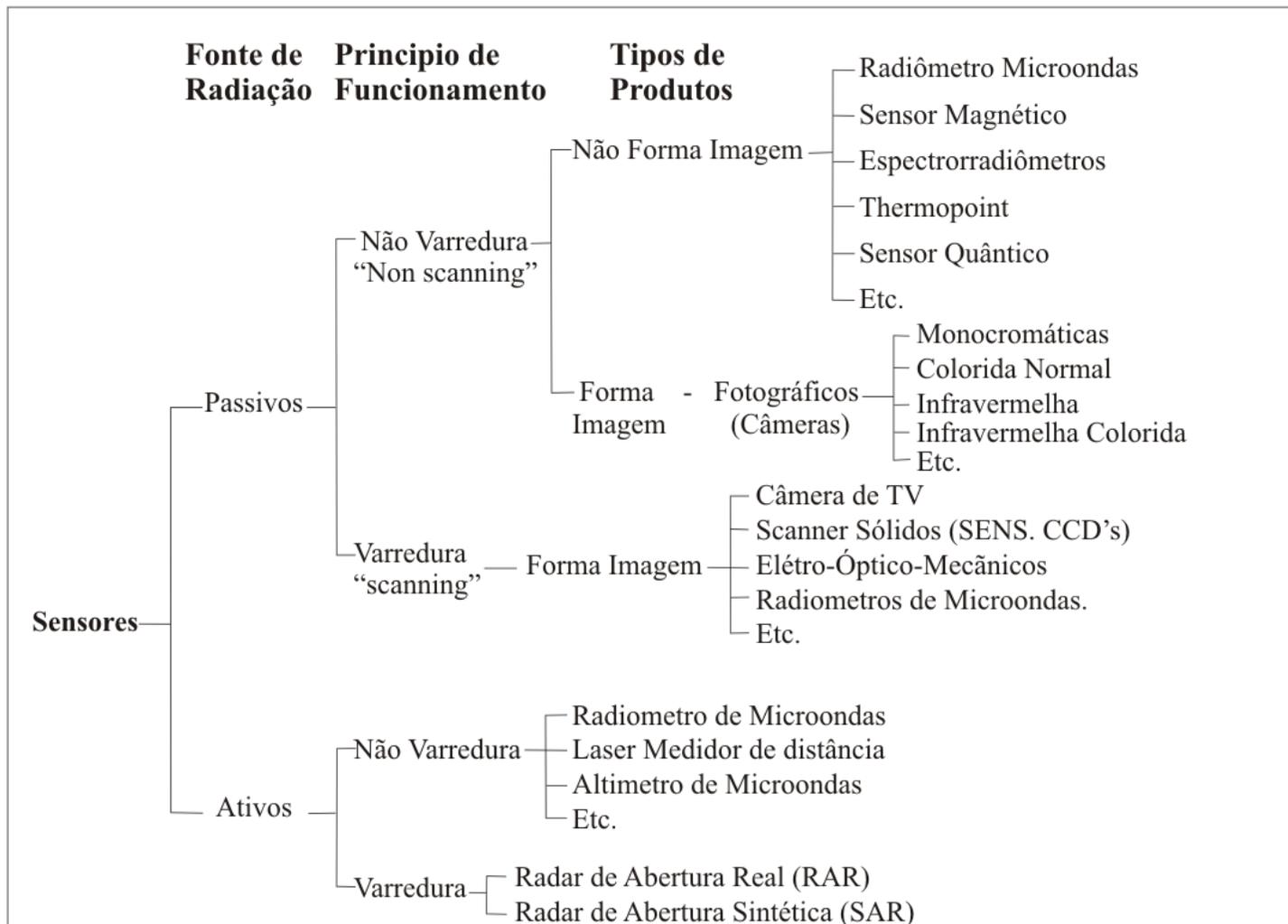


Figura 62: Classificação dos sistemas sensores quanto à categoria, tipo de produto e fonte de radiação.
Fonte: MOREIRA, 2001, pág. 104.

ANEXO F – Características dos Sensores dos Principais satélites

Quadro 8: Características dos sensores dos principais satélites.

Satélite/ Sensor	Lançamento	Tipo de Sensor	Produto	Resolução Espacial	Faixa Imageada	Resolução Temporal	Estereoscopia
LANDSAT 4 MSS	1982	Óptico/Passivo	4 bandas Multiespectrais	79m	185 km	16 dias	Não
LANDSAT 5 TM	1984	Óptico/Passivo	7 bandas Multiespectrais	30m Termal 120m	185 km	16 dias	Não
LANDAST 7 ETM+	1999	Óptico/Passivo	7 bandas Multiespectrais	30m Termal 60m	185 km	16 dias	Não
			Banda Pancromática	15m	185 km	1 – 4 dias	Não
SPOT 1/2/3 HRV	1986 1990 1993	Óptico/Passivo	4 bandas multiespectrais	20m	60 km	1 - 4 dias	Sim
			Banda Pancromática	10m	60 km	1 – 4 dias	Sim
SPOT 4 HRVIR	1998	Óptico/Passivo	4 bandas multiespectrais	20m	60 km	1 – 4 dias	Não
			Banda Pancromática	10m	60 km	1 4 dias	Não
SPOT 5 HRVIR	2002	Óptico/Passivo	Banda 4 – HI	20m	60 km	1 – 4 dias	Não
			4 bandas color	10m	60 km	1 – 4 dias	Não
			3 bandas color Banda Pan	5m	60 km	1 4 dias	Sim
			3 bandas color Banda Pan	2,5m	60 km	1 - 4 dias	Sim
IKONOS II	1999	Óptico/Passivo	4 bandas multiespectrais	4m	11,3 km	3 – 5 dias	Sim
			Banda Pancromática	1m	11,3 km	3 – 5 dias	Sim
QUICKBIRD	2001	Óptico/Passivo	4 bandas multiespectrais	2,4m	22 km	1 – 4 dias	Sim
			Banda Pancromática	0,6m	16,5 km	1 – 4 dias	Sim
EROS	2000	Óptico/Passivo	Banda Pancromática	1,8m	12,5 km	1 – 4 dias	Sim
IRS 1C- 1D/	1995	Óptico/Passivo	4 bandas multiespectrais	23,5m	141 km	24 dias	Não

Liss III	1997		Banda Pancromática	5,8m	70 km	5 dias	Sim
RADAR SAT I	1995	Radar/Ativo	Banda C (5,3 Ghz)	8 a 100m	50 – 500 km	4 – 6 dias	Sim
			Polarização HH				
CBERS 1 e 2 CCD – IRMSS WFI	2003	Óptico/Passivo	CCD – 5 Bandas Multiespectrais	20m	120 km	26 dias	Sim
			IRM – 1 B. Pan; 2 B. Infrav. Médio	80m			
			1 B Infraverm. Termal	160m			
			WFI – 2 B. Vermelho E infraverm. Próx	260m	900 km	5 dias	

Fonte: PARANHOS, 2008, pág.39.

Org.: IZIPPATO, 2012.

ANEXO G – Aplicações da banda do Satélite 5 e 7 sensor TM e TM+

Quadro 9: Orientações de aplicação de cada banda do satélite Landsat 5 e 7 sensor TM e TM+.

BANDAS	Intervalo espectral (µm) Landsat 5 (L5) e Landsat 7 (L7).	Principais características e Aplicações das Bandas dos Satélites Landsat (TM e TM+)
1	Azul 0,45 – 0,52 (L5 e L7)	Útil para estudos batimétricos, pois possui penetração em corpos de água com elevada transparência. Útil ainda para separar solo exposto (agricultura) e vegetação, além da distinção entre vegetação caducifolia e coníferas. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenoides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	Verde L5: 0,52 – 0,60 L7: 0,53 – 0,61	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água. Enfatiza picos de vegetação, o que é útil para verificar o vigor das plantas e diferenciar culturas.
3	Vermelho 0,63 – 0,69 (L5 e L7)	Discrimina perfis e espécies de vegetação. A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas com vegetação ou não (solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (campo, cerrado e floresta). Permite ainda a análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da avaliação da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.

4	Infravermelho Próximo L5: 0,76 – 0,90 L7: 0,78 – 0,90	Enfatiza o conteúdo de biomassa e auxilia na determinação de linhas de costa, limites de corpos de água e mapeamento da rede de drenagem, pois os corpos aquosos absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade nas à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (como aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	Infravermelho Médio 1,55 – 1,75 (L5 e L7)	Descrimina a umidade em plantas e no solo, servindo para observar o estresse e saúde da vegetação. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite. Consegue penetração em finas nuvens.
6	Infravermelho Termal 10,4 – 12,5 (L5 e L7)	Útil para mapeamento termal e estimativa da umidade do solo. Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água. Sua resolução espacial é de 120m no Landsat 5 e 60m no Landsat 7.
7	Infravermelho de ondas Longas L5: 2,08 – 2,35 L7: 2,09 – 2,35	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Útil para o mapeamento de rochas com alteração hidrotermal e depósitos minerais associados. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxila.
PAN	Pancromática L7: 0,52 a 0,90	Disponível apenas no Landsat 7, sua principal característica é a maior resolução espacial (15m), o que permite o trabalho em uma escala de maior de maior detalhamento do que as outras bandas.

Fonte: Modificado de Atus (2004, citado por PARANHOS, 2008, pág.30/31).

Org.: IZIPPATO, 2012.

ANEXO H – Lei 89.817

Classificação de uma Carta quanto à Exatidão

Art 8º - As cartas quanto à sua exatidão devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfica - - PEC, seguinte o critério abaixo indicado:

1. Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico - estabelecido.

2. Noventa por cento dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas-de-nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfico - Altimétrico - estabelecido.

§ 1º - Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos.

§ 2º - A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro-Padrão - PEC = 1,6449 EP.

§ 3º - O Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfica.

§ 4º - Para efeito das presentes Instruções, consideram-se equivalentes as expressões Erro-Padrão, Desvio-Padrão e Erro-Médio-Quadrático.

Classes de Cartas

Art 9º - As cartas, segundo sua exatidão, são classificadas nas Classes A, B e C, segundo os critérios seguintes:

a - Classe A

1 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 0,5 mm, na escala da carta, sendo de 0,3 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.

2 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico: metade da equidistância entre as curvas de nível, sendo de um terço desta equidistância o Erro-Padrão correspondente.

b - Classe B

1 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 0,8 mm na escala, da carta, sendo de 0,5 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.

2 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico: três quintos da equidistância entre as curvas de nível, sendo de dois quintos o Erro-Padrão correspondente.

c - Classe C

1 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 1,0 mm na escala da carta, sendo de 0,6 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.

2 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico: três quartos da equidistância entre as curvas-de-nível, sendo de metade desta equidistância o Erro-Padrão correspondente.

ANEXO I – Aplicação de escala de dados de Sensoriamento Remoto de Alta a Baixa Resolução Espacial

Tabela 13: Aplicação das respectivas escalas de aplicação de dados de sensoriamento remoto.

RESOLUÇÃO (M)	DESIGNAÇÃO	SISTEMA SENSOR	ESCALA DE TRABALHO
0,1 – 0,5	Altíssima resolução	Aerotransportado: HRSC-A	1: 500 – 1: 5.000
> 0,5 – 1,0	Muito alta resolução	Satélite: Ikonos (pancromático)	1: 10.000
4,0	Alta resolução	Satélite: Ikonos (multiespectral)	1: 15.000
> 4,0	Alta resolução	Aerotransportado: Daedalus	1: 15.000
> 4,0 – 12	Média resolução	Satélite: IRS (pancromático)	1: 25.000
> 12 – 50	Baixa resolução	Satélites: IRS (multiespectral) Satélite: Landsat ETM (pancromático + multiespectral)	1: 100.000
> 50 – 250	Muito baixa resolução	Satélite: Landsat MSS	1: 500.000
> 250	Resolução extremamente baixa	Satélite: NOAA, Meteosat	> 1: 500.000

Fonte: NEER (1999, citado por MÖLLER, 2007, pág. 231).

Org.: IZIPPATO, 2012.

ANEXO J – Principais SIG's Disponíveis no Mercado e Características

QUADRO 10: Principais SIG's disponíveis no mercado e suas características.

SIG/FABRICANTE	ESTRUTURAS DE DADOS	BANCO DE DADOS	EQUIPAMENTOS	OBSERVAÇÕES
APIC APIC Systemes	Vetorial Matricial	Orientado a objetos	UNIX, Windows	Produzido na França, tem muitas instalações na Europa
ARC/INFO ESRI	Vetorial – topológico Matricial	Relacional	UNIX, Windows	Produtos complementares incluem o Arc/CAD (apoiado em AutoCAD) e o Arc/View (ferramenta de consulta)
Auto Desk World (Auto Desk)	Vetorial	Relacional	Windows	Capaz de ler diretamente arquivos de diversos GIS
DB Mapa MaxiData	Vetorial	XBASE	Windows	Apoiado no MaxiCAD
Genasys Genasys	Matricial Vetorial	Relacional	UNIX, Windows	
GIS Plus Caliper	Vetorial	Relacional	Windows	O TransCAD, especializado m transportes, é baseado no GIS Plus
IDRISI Clark University	Matricial	Proprietário	Windows	Muito voltado para Aplicações Ambientais
MapInfo MapInfo	Vetorial	Proprietário XBASE	Windows	Principalmente utilizado como ferramenta de Desktop Mapping
Maptitude Caliper	Matricial Vetorial	Relacional	Windows	Mais usado como desktop Mapping
MGE Intergraph	Vetorial Matricial	Relacional	UNIX, Windows	Baseado no sistema de CAD MicroStation
Spring INPE	Matricial Vetorial	Relacional	UNIX, Windows	Permite uma integração entre vetores e imagens
Vision*GIS System House	Vetorial Matricial	Relacional	UNIX	Pioneiros no armazenamento de gráficos dentro do BD

Fonte: DAVIS e CÂMARA (2001, pág. 32).

Org.: IZIPPATO, 2012.

ANEXO K – Planilha de campo

Identificação de Alteração Ambiental

B.H. <u>Córrego do Pinto (P2)</u>		A. Modificação de regime		B. Transformação de terra e construção		C. Extração de recursos							
Curso: <u>Baixo</u> Data: <u>19/11/2011</u>		A. Introdução de flora e fauna exótica B. Modificação do habitat C. Alteração da cobertura superficial D. Alteração da drenagem E. Controle de rio e modificação de fluxo F. Canalização G. Irrigação H. Queimada I. Superfície ou pavimentação		A. Urbanização B. Instalação industrial e edifício C. Aeroportos D. Rodovias e pontes E. Estradas e picada F. Ferrovias G. Cabos e elevadores H. Linha de transmissão, oleoduto e passagens I. Barreiras, inclusive cercas J. Dragagem e retificação de canais K. Revestimento de canais L. Canais M. Barragens e açudes N. Erosão/ravinamento O. Assoreamento de canais P. Estruturas de recreação Q. Escavação e terraplanagem R. Túneis e estruturas subterrâneas		A. Escavação de superfície B. Abertura de poços e remoção de fluidos C. Dragagem D. Desmatamento e outros serviços madeireiro E. Pesca e caça comerciais							
Lat.: <u>20°45'16.5"</u> Long.: <u>51°45'51.9"</u>													
Alt.: <u>327m</u> Prec.: <u>9m</u>													
Observações: <u>Local onde é possível constatar o afloramento de água na estrada, em períodos de precipitações. Ocupação de vegetação de pastagem, córrego sem cercas e Apps. lado direito no sentido MS 320.</u>													
Características físicas e químicas	1. Terra												
	A. Solos							X					
	B. Formas de relevo							X					
	C. Característica ambiental local							X					
2. Água	A. Superfície							X					
	B. Subsolo												
	C. Qualidade												
	D. Temperatura												
	E. Recarga												

Figura 63: Modela de planilha de campo.

Fonte: Adaptado de LEOPOLD (1971 citado por CHRISTOFOLITTI, 199, pág. 144).