

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
NÍVEL MESTRADO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO
TERRITÓRIO**

**DISPONIBILIDADE E DEMANDA HÍDRICA A PARTIR DA ANÁLISE
AMBIENTAL DA REGIÃO DO ALTO CURSO DO RIO DOURADOS
EM PATROCÍNIO (MG)**

RENATO EMANUEL SILVA

Uberlândia/MG

2014

RENATO EMANUEL SILVA

**DISPONIBILIDADE E DEMANDA HÍDRICA A PARTIR DA ANÁLISE
AMBIENTAL DA REGIÃO DO ALTO CURSO DO RIO DOURADOS
EM PATROCÍNIO (MG)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território.

Linha de Pesquisa: Climatologia; Gestão e Manejo de Recursos Hídricos; Planejamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Washington Luiz Assunção

Uberlândia/MG

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S586d Silva, Renato Emanuel, 1987-
2014 Disponibilidade e demanda hídrica a partir da análise ambiental da
região do alto curso do rio Dourados em Patrocínio (MG) / Renato
Emanuel Silva. – 2014.

158 f. : il.

Orientador: Washington Luiz Assunção.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Rio, Dourados (MG) - Teses. 3. Análise ambiental
– Patrocínio (MG) - Teses. 4. Patrocínio (MG) – Abastecimento de água –
Teses. I. Assunção, Washington Luiz. II. Universidade Federal de
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 910.1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Área de Concentração Geografia e Gestão do Território



RENATO EMANUEL SILVA

**DISPONIBILIDADE E DEMANDA HÍDRICA A PARTIR DA ANÁLISE
AMBIENTAL DA REGIÃO DO ALTO CURSO DO RIO DOURADOS
EM PATROCÍNIO (MG)**

Orientador Professor Dr. Washington Luiz Assunção - UFU

Professor Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira – UFU

Professor Dr. João Donizete Lima – UFG – Catalão - GO

Data: ____/____ de 2014

Resultado: _____

Aos meus pais, irmã, cunhado,
sobrinha, familiares e amigos

AGRADECIMENTOS

A Deus, criador de todas as coisas, por me conduzir em todos os momentos, A virgem Maria por sua intercessão e zelo maternal.

Ao Orientador Prof. Dr. Washington Luiz Assunção pela amizade, orientação, otimismo e por abrir as portas da Universidade Federal de Uberlândia. Ao Professor Dr. Paulo Cesar pelas contribuições na qualificação deste trabalho. A Prof. Msc. Marisa Diniz, sempre incentivando a permanência dentro da Geografia, este trabalho foi inspirado no seu exemplo. Ao Prof. Dr. Vanderlei pelas contribuições, não apenas na qualificação, mas ao longo de toda a pós graduação, as quais permitiram o desenvolvimento deste trabalho. Ao professor João Donizete Lima pelas valiosas sugestões na defesa final deste trabalho.

A Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa da Pós Graduação pela estrutura e provimento de condições para a realização desta pesquisa. Aos professores das disciplinas, Silvio Carlos, Jorge Brito e Vera Lucia Salazar Pessoa. A Yara e ao João pela amizade e atenção junto à secretaria do PPGEIO. Aos membros do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos e do Laboratório de Cartografia.

Aos meus pais José Alves e Suely pelo exemplo, amor, conselhos e orações. A minha irmã Iara, pela compreensão e companhia. A Isabel, minha afilhada, minha alegria em meio à rotina maçante de estudos. Ao meu cunhado e irmão Lucivânio, pela atenção em todos estes anos e pelas pescarias que eram um descanso em meio aos compromissos. Aos meus avós que me inspiraram a percorrer as nascentes do rio Dourados, este trabalho é um esforço, dentro da geografia, de homenagear as terras de nossa história. Aos meios tios e primos pelas orações. Ao meio padrinho Ismael e aos amigos Armando e Aline pela companhia em campo.

Aos amigos cujas contribuições foram além da teoria, e na prática se mostraram verdadeiros companheiros. Laís com sua dedicação a minha causa de uma maneira única, acreditando, quando eu não mais acreditava. Giliander, um irmão para todas as horas, sempre aconselhando e incentivando. Ao Gabriel pela dedicação e amizade. A Mariana pela amizade sem igual, pela participação em campo e pela parceria acadêmica. Ao Henrique cujo exemplo e atenção foram inspiradores. A Juliana pelas partilhas e apoio. Gratidão que estendo aos amigos e Dane Marx Katia, Patrícia, Mateus Ramos, Samuel e Diego Mota.

Aos amigos de Patrocínio, Caio, Ana Luiza, Nara, Vinicius, Eder, Edenis, Jaqueline, Leandro, Erica, Allan Natalia, Cesar, Luciana e Juliano, meus afilhados Mateus, Higor, Hersio, Jéssica que souberam compreender minhas ausências e humores, vocês me sustentaram. A Keila, Tamires, Welber e Leonardo pelas agradáveis viagens semanais de Patrocínio a Uberlândia, ainda bem que vocês estavam comigo. Aos amigos do Colégio ABC/ANGLO pelo apoio, sacrifício e dedicação, para que se tornassem possíveis as viagens e a pesquisa.

Nas terras guardiãs de minha história. Onde
o ventre da memória continua a me levar.
Beiradas onde corre o velho rio, são
nascentes de caminhos que ainda estou a
procurar...

Padre Fábio de Melo

RESUMO

A região do alto curso do rio Dourados (afluente esquerdo do rio Paranaíba) compreende uma área com cerca de 194 km² na porção centro norte do município de Patrocínio/MG. Destacam-se as atividades agrícolas com ênfase a cafeicultura, agricultura temporária e pecuária. A bacia é fonte para captação de água para a cidade de Patrocínio. As atividades humanas geram impactos que podem contribuir para o comprometimento quali/quantitativo da disponibilidade hídrica. Surge, portanto, a necessidade de estudar a disponibilidade e potencialidade hídrica desta área, partindo da análise ambiental. Para tanto foram realizados trabalhos de campo, correlacionados as imagens de satélite Landsat e BlackBrigde com o objetivo de compreender a evolução da ocupação humana sobre a área de 1985 a 2010. Também foram realizados estudos climato-hidrológicos (1980 a 2010). Deste modo foram conhecidos os índices de precipitações, dias consecutivos sem chuva, balanço hídrico climatológico (conforme Thornthwaite & Mather), os veranicos e a duração das estações secas. Ainda foram obtidos os dados de vazões extremas (mínimas e máximas), bem como analisado o uso e a disponibilidade hídrica por meio das outorgas informadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e da estimativa do crescimento do consumo de água pela cidade de Patrocínio (MG). Os resultados mostram que a área tem sido sistematicamente ocupada por atividades agrícolas e o aumento da mancha urbana. Deste modo são significativas as alterações no escoamento superficial e nos processos de infiltração, bem como os impactos relativos a destinação incorreta do lixo e a exposição dos cursos fluviais aos impactos antrópicos. A análise climática e hidrológica, por meio da estatística descritiva, dos gráficos de período de retorno, o tabelamento das séries histórica, dos levantamento de dias significativos sem chuva e das vazões extremas e específicas, permitiu observar a relação entre as estações secas e chuvosas com os índices de vazões. A associação expressa pelo balanço hídrico climatológico, mostra que na estação seca, ou no prolongamento da mesma, pode ocorrer necessidade de acionamento de sistemas de rega para alguns tipos agrícolas como é visto no caso da horticultura. Os usos dos recursos hídricos dentro da bacia, pressionam sua disponibilidade, que também esta sendo comprometida pela diminuição da vazão de alguns cursos. Logo o crescimento da cidade de Patrocínio/MG pode enfrentar problemas relativos a questão do abastecimento. Os resultados associados revelam a necessidade de uma plano gestor que compreenda a bacia como produtora de água e que busque parceria com os envolvidos, orientando-os para um comportamento racional frente aos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Uso e Disponibilidade hídrica, Análise Ambiental, Alto curso da bacia do rio Dourados – Patrocínio (MG).

ABSTRACT

The region of the upper course of Dourados river (left tributary of the Paranaíba river) has an area of about 194 sq km in the north central portion of the city of Patrocínio / MG . Stand out agricultural activities with emphasis on coffee growing, temporary agriculture and livestock. The basin is the source of capturing water for the city of Patrocínio. Human activities generate impacts that may contribute to impaired quality/quantity of water availability. Arises, therefore, the need to consider the availability and water potential of this area, starting from the environmental analysis, so were done fieldwork correlated to imagery satellite Landsat and BlackBrigde with the aim of understanding the evolution of human occupation of the area from 1985 to 2010. Climato-hydrological studies (1980-2010) were also performed. This way, were known, the rates of precipitation, the consecutive days without rain, climatic water balance (according to Thornthwaite & Mather), the dry spells and the duration of dry seasons. Still, were obtained data from the extreme flows (minimum and maximum) and analyzed the use and availability of the water as informed by the “*Instituto Mineiro de Gestão das Águas*” (IGAM) and the estimated growth of water consumption by the city of Patrocínio (MG) . The results show that the area has been systematically occupied by agricultural activities and increasing urban sprawl. Thus, are significant the changes in superficial runoff and infiltration processes, as well as, the impacts of improper waste disposal and river courses exposure to the anthropic impacts. The climatic and hydrological analysis, from descriptive statistics, return period graphics, tabulating of historical series, checking the significant days without rain and extreme and specific capacity, allowed observing the relationship between the dry and rainy seasons with flow rates. The association expressed by the water balance, shows that in the dry season, or in its extension may have the necessity of irrigation systems for some types of agriculture as seen in the case of horticulture. The use of water resources within the basin pushes its availability that is also being compromised by reducing the flow of some courses. Soon Patrocínio’s growth may face problems related to water supply. The associated results reveal the need of a plan manager who understands the basin as a producer of water and seek partnership with involvers , guiding them to a rational behavior toward water resources.

KEYWORDS: Use and availability water, Environmental Analysis , Upper course of the Dourados River basin - Patrocínio (MG)

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Períodos de Desenvolvimento com ênfase nos recursos hídricos.....	36
Quadro 2: Metodologia para início das estações secas e chuvosa.....	43
Quadro 3: Dados de interpolação para precipitações.....	48
Quadro 4: Chave de interpretação para os sistemas BlackBridge e Landsat.....	51
Quadro 5: Indicadores de impactos ambientais	124
Quadro 6: Precipitação (1980-2010) – Estação Charqueada do Patrocínio	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo Hidrológico	27
Figura 2: Tela de entrada de dados do Estimador de temperatura.....	36
Figura 3: Imagem Landsat do Domo de Serra Negra.....	59
Figura 4: Exemplo simplificado do Domo de Serra Negra	67

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1: Exutório da área de estudo.....	63
Foto 2: Serras do Gavião e Cruzeiro.....	65
Foto 3: Área de drenagem córrego Feio.....	70
Foto 4: Chapadão Coromandel.....	70
Foto 5: Abandono de Margem – Córrego Taquara	74
Foto 6: Transposição de águas por canal artificial	74
Foto 7: Eucaliptos abandonados	95
Foto 8: Lavouras Temporárias.....	97
Foto 9: Lavoura cafeeira	97
Foto 10: Irrigação por gotejamento.....	98

Foto 11: Carreadores em lavoura de café.....	101
Foto 12: Solo Arado	103
Foto 13: Cultivo temporário na área do córrego da Barrinha.....	105
Foto 14: Alto curso do rio Dourados – Solo exposto.....	105
Foto 15: Areieira.....	106
Foto 16: Maquinário na areieira.....	107
Foto 17: Degradação de área de pastagem.....	103
Foto 18: Margem degradada com pisoteio de rebanho bovino.....	109
Foto 19: Canal artificial rompido	109
Foto 20: Queimada na confluência do Taquara e Cava.....	110
Foto 21: Retirada da cobertura do solo	111
Foto 22: Abertura de ruas.....	112
Foto 23: Lixo no córrego da Estiva.....	113
Foto 24: Lixo na proximidade do aeroporto.....	114
Foto 25: Abertura de bairro	114
Foto 26: ETE - DAEPA	122
Foto 27: Estação de Captação de Água.....	151

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Climograma Estação Charqueada do Patrocínio (1980 -2010).....	56
Gráfico 2: Principais coberturas do Solo (1985).....	88
Gráfico 3: Principais coberturas do Solo (1995).....	91
Gráfico 4: Principais coberturas do Solo (2005).....	93
Gráfico 5: Principais coberturas do solo (2010).....	98
Gráfico 6: Evolução do uso do solo.....	99
Gráfico 7: Precipitação e dias com chuva.....	125
Gráfico 8: Curva de permanência das precipitações	127
Gráfico 9: Precipitação Máxima Diária.....	129
Gráfico 10: Número de dias sem chuva	130
Gráfico 11: Balanço Hídrico Climatológico	131
Gráfico 12: Duração das Estações Chuvosa e Seca	134

Gráfico 13: Período de Retorno, Precipitações máximas	138
Gráfico 14: Período de Retorno dias sem chuva	139
Gráfico 15: Hidrógrafa	141
Gráfico 16: Vazão Específica	145
Gráfico 17: Vazão Especifica media mensal.....	147
Gráfico 18: Precipitação e vazão específica	148
Gráfico 19: Vazões diár. máx. e vazões máx. médias mensais.....	152
Gráfico 20: Vazões máximas diárias e linha de tendência	152
Gráfico 21: Período de retorno vazão máximas	153
Gráfico 22: Vazões mínimas diárias mensais	155
Gráfico 23: Vazão mínima de sete dias/ano (m ³ /s)	155
Gráfico 24: Período de Retorno de vazões mínimas	156
Gráfico 25: Curva de Permanência	158
Gráfico 26: Estimativa de crescimento populacional	166

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Localização da bacia do rio Dourados.....	14
Mapa 2: Localização do alto curso da bacia do rio Dourados.....	16
Mapa 3: Comunidades Rurais Dourados.....	19
Mapa 4: Localização da Estação Charqueada do Patrocínio	38
Mapa 5: Alto curso da bacia do rio Dourados - Geologia.....	61
Mapa 6: Alto curso da bacia do rio Dourados - Hipsometria.....	64
Mapa 7: Alto curso da bacia do rio Dourados - Declividade.....	66
Mapa 8: Alto curso da bacia do rio Dourados - Geomorfologia.....	68
Mapa 9: Alto curso da bacia do rio Dourados - Hidrografia.....	72
Mapa 10: Modificações no sistema hidrológico.....	77
Mapa 11: Alto curso da bacia do rio Dourados - Pedologia.....	80
Mapa 12: Alto curso da bacia do rio Dourados - Aptidão da Terra.....	81
Mapa 13: Alto curso da bacia do rio Dourados - Uso do Solo (1985).....	87
Mapa 14: Alto curso da bacia do rio Dourados - Uso do Solo (1995).....	89
Mapa 15: Alto curso da bacia do rio Dourados - Uso do Solo (2005).....	92
Mapa 16: Alto curso da bacia do rio Dourados - Uso do Solo (2010).....	94

Mapa 17: Alto curso do rio Dourados - Projeção do Crescimento urbano.....	115
Mapa 18: Alto curso do rio Dourados – Estradas.....	117
Mapa 19: Localização das fontes poluidoras e unidades mitigadoras.....	123
Mapa 20: Outorgas.....	161

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores mensais e diários da ETP para o alto curso do rio Dourados ...	42
Tabela 2: Parâmetros morfométricos	75
Tabela 3: Quantidade de água consumida por cultura.....	102
Tabela 4: Eventos com chuvas significativas no período de aragem.....	104
Tabela 5: Projeção do crescimento urbano para a área de estudo	116
Tabela 6: Degradação das faixas marginais de preservação	119
Tabela 7: Estatística descritiva das precipitações máximas.....	128
Tabela 8: Estatística descritiva dias sem chuva significativa.....	129
Tabela 9: Extrato das informações do Balanço hídrico	133
Tabela 10: Quantidade de ocorrências de veranicos.....	136
Tabela 11: Meses de ocorrência dos veranicos	137
Tabela 12: Vazões médias e extremas anuais.....	149
Tabela 13: Vazões máximas anuais.....	151
Tabela 14: Vazões mínimas anuais.....	154
Tabela 15: Vazão x Permanência	157
Tabela 16: Relação cursos fluviais/área.....	159
Tabela 17: Valores de Q7,10 e 50% da Q7,10 principais cursos fluviais	160
Tabela 18: Outorga e Disponibilidade por trecho	163
Tabela 19: Estimativa de captação de água no córrego Feio (2015-2040).....	165
Tabela 20: Estimativa de captação de água para o córrego feio (acrécimo 30%)	166

LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional das Águas

BHRD – Bacia Hidrográfica do Rio Dourados

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPA – Caminhos Preferenciais da Água

DAEPA – Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística

IEF – Instituto Estadual de Floresta

IG/UFU – Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão Das Águas

Igpb – International Geosphere-Biosphere Programme

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LACAR – Laboratório de Cartografia – IG/UFU

LCRH – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – IG/UFU

PRODECER – Programa de Cooperação Nipo - Brasileiro Para o Desenvolvimento dos Cerrados

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

UFV – Universidade Federal de Viçosa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Justificativa.....	12
1.2 Objetivo Geral.....	13
1.3 Objetivos Específicos.....	13
1.4 Localização da área de Estudo.....	14
1.5 Panorama socioeconômico – Patrocínio/MG.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 Análise Ambiental	23
2.2 Elementos da bacia hidrográfica.....	26
2.3 Legislação relativa aos recursos hídricos no Brasil.....	33
3.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
3.1 Fontes de dados.....	37
3.2 Tratamento e análise geoestatística dos dados.	39
3.3 Trabalho de Campo	49
3.4 SIG aplicado a análise ambiental	49
3.5 Calculo de estimativa da população de Patrocínio de 2015 a 2050	52
4. RESULTADOS	54
4.1 Análise Ambiental.....	54
4.1.1 Clima.....	54
4.1.2 Geologia.....	57
4.1.3 Geomorfologia.....	62
4.1.4 Morfometria da bacia hidrográfica	71
4.1.5 Solo	74
4.1.6 Uso e Ocupação do Solo	83
4.1.7 Análise dos impactos ambientais a partir da evolução do uso e ocupação.....	100
4.1.8 Uso e ocupação nas Áreas de Preservação Permanente.....	118
4.1.9 Qualidade da Água na Estação Charqueada do Patrocínio.....	120
4.2. Analise Climato-Hidrológica	125
4.2.1 Precipitação.....	125
4.2.2 Balanço Hídrico Climatológico.....	131
4.2.3 Duração das Estações Secas e Chuvosas.....	132
4.2.4 Análise da Vazão.....	139
4.2.5 Vazão específica.....	144
4.2.6 Vazões extremas.....	148
4.3. Uso e Disponibilidade hídrica.....	158
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	168
6. REFERÊNCIAS.....	174

1 - INTRODUÇÃO

O planeta Terra tem sido palco de intervenções antrópicas que alteram os ambientes e redirecionam recursos. No esforço de adequar os espaços para o uso humano, conforme expõem Drew (1998), é possível que ocorram efeitos colaterais para o meio em questão. A evolução dos meios e técnicas de exploração elevou o grau de transformação da paisagem. É evidente que a oferta de recursos do planeta está em declínio e que uma avaliação e reflexão dos modelos de ocupação e alteração do espaço são urgentes. A necessidade de rever os modelos de ocupação passa pela compreensão do espaço apropriado e do comportamento humano frente aos recursos que lhe são caros.

Entre estes recursos á água, sustento da vida e que viabiliza o desenvolvimento humano, tem sido alvo de ações questionáveis. Ignorando a sua essencialidade, grupos humanos poluem as águas, escasseiam o recurso e agridem os mais diversos mananciais. Tudo em nome de uma ocupação desordenada.

A dependência da água deveria ser expressa pela preservação dos mananciais e o uso racional dos recursos hídricos. Porém impera a contraditória relação entre o homem e este bem inestimável. A deterioração da quantidade e da qualidade do recurso demanda estudos sobre estas conflitantes relações e a necessidade de uma nova abordagem sobre a água. Na busca por espaços que potencializam a compreensão das características hidrológicas e suas relações com os perfis de ocupação, geradores de impactos ambientais, sugere-se o conceito de bacia hidrográfica. As bacias hidrográficas, como defende Guerra (1996), possibilitam a delimitação da área (ambiente de drenagem limitado pelos interflúvios) e do levantamento de diversas variáveis como: índices pluviométricos; fluviométricos; o escoamento superficial e os processos antrópicos relacionados a estas variáveis.

Como exemplo desta realidade, tem-se o alto curso da bacia do rio Dourados no município de Patrocínio (MG). A região, como aponta Grasso (2010), tem sido alvo de pesquisas para extração de fosfato. A mineração pode gerar um cenário conflituoso, pois a bacia fornece água para a cidade de Patrocínio (MG) que deve crescer com a instalação das mineradoras e demandar uma maior captação de água para consumo. Se não preservados, estes mananciais não atenderão tal necessidade e mais do que isso, poderão ser comprometidos pelas atividades minerárias.

Para compreender este cenário, o presente trabalho foi estruturado em quatro partes: Introdução, Referencial Teórico, Procedimentos metodológicos e Resultados. A Introdução apresenta uma breve reflexão sobre a questão da água. É na introdução que se encontra a caracterização da área, com foco no desenvolvimento humano e sua relação com os cursos fluviais da região. Clima, geologia, geomorfologia e solos foram abordados na Análise Ambiental (4 -Resultados), por entender como sugerido por Santos (2004), que tais dados são relativos a análise da área de estudo. O Referencial Teórico apresenta a importância da análise ambiental como etapa do planejamento ambiental, discute o ciclo hidrológico com foco especial na bacia hidrográfica. A terceira parte diz respeito às metodologias e materiais empregados para a realização deste estudo, traz os métodos relativos as estimativas climáticas e das variáveis hidrológicas, bem como os mapeamentos das características ambientais e os cálculos de população para a cidade de Patrocínio/MG.

Os resultados estão contidos no quarto setor, onde se encontram análise ambiental, passando pelo papel do homem naquela paisagem e os principais impactos gerados, sempre com ênfase nos recursos hídricos. Também foram analisados vieses da dinâmica climática (com ênfase no regime pluviométrico, duração das estações, veranicos e balanço climático) e hidrológica (vazões, extremas, períodos de retorno, vazões específicas) incluindo a análise das outorgas para demanda hídrica. Por fim seguem as considerações finais e referencias bibliográficas.

1.1 – Justificativa

A área do estudo que foi testemunha, ao longo de quase 200 anos, da agricultura e pecuária tradicionais, tornou-se palco, nas últimas quatro décadas, de diversas transformações. Entre elas: o avanço da mancha urbana e o desenvolvimento do agronegócio que modernizou as relações de produtividade no campo (SILVA E ALLAN SILVA, 2012). As propriedades ali instaladas possuem forte relação com os cursos fluviais, sendo comum a associação das sedes das fazendas aos chamados regos (cursos fluviais artificiais), com os mais diversos usos. Também o abastecimento da cidade de Patrocínio depende inteiramente desta bacia por meio do córrego Feio (principal afluente do alto curso do rio Dourados).

Esperava-se uma realidade conservacionista para uma área com tamanha importância hídrica para o município. Mas o que existe é o descaso frente à necessidade de preservação dos recursos naturais em diversos setores da bacia. Alguns trechos do rio Dourados e de seus afluentes não possuem mata ciliar, com efluentes urbanos e rurais lançados nestes cursos. Há também o problema com estradas erodidas e o lançamento de lixo em diversos locais.

É preocupante o cenário atual, haja vista que a bacia de estudo tem potencial para abastecer novas demandas na cidade de Patrocínio. Justifica-se esta pesquisa pela necessidade que a área escolhida possui de um estudo sistemático e coerente que forneça dados ambientais, climáticos e hidrológicos para futuras demandas de planejamento focado na preservação dos meios naturais e no uso consciente dos recursos necessários ao desenvolvimento das atividades humanas, entre eles principalmente a água.

1.2 - Objetivo Geral

Avaliar a disponibilidade e a demanda hídrica da região do alto curso do rio Dourados (Patrocínio/MG) a partir da análise ambiental e de variáveis climáticas e hidrológicas.

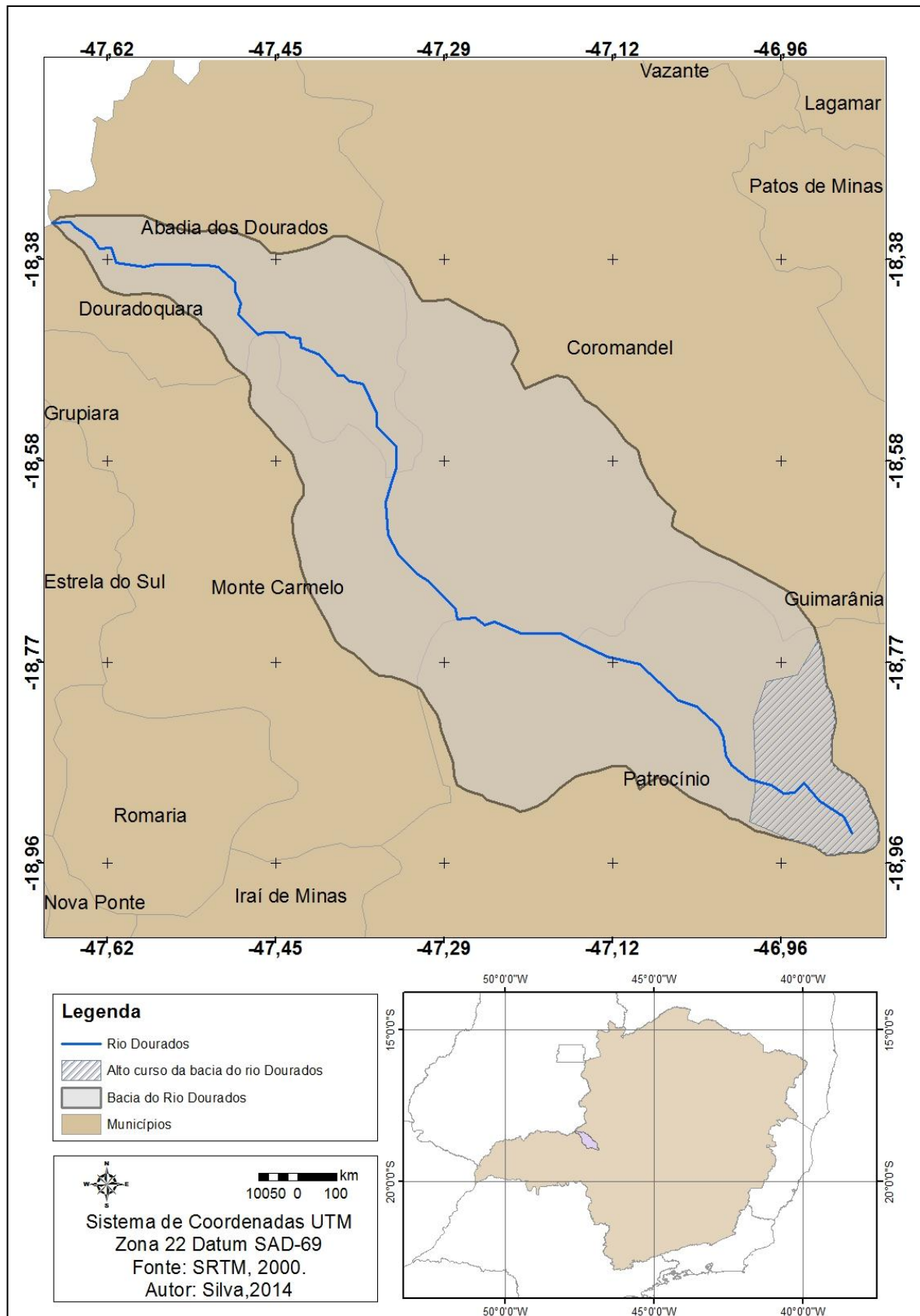
1.3 - Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento dos atributos ambientais, identificando os impactos da ação antrópica sobre os mesmos;
- Analisar as características climáticas e hidrológicas a partir dos dados fornecidos pelas estações de medições presentes dentro desta bacia;
- Avaliar a disponibilidade e a demanda hídrica da área, frente às condições dos cursos fluviais e a realidade de consumo ali instalada.

1.4 - Localização da área de estudo

Ao longo de seu curso o rio Dourados (Mapa 1)., que nasce em Patrocínio (MG), abrange áreas dos municípios de Coromandel (MG), Monte Carmelo (MG), Abadia dos Dourados (MG) e Douradoquara (MG). Suas águas são exploradas de diversos modos, passando pela pesca, lazer, irrigação, dessedentação animal, abastecimento urbano e rural (Silva et al 2012). A desembocadura, junto ao Rio Paranaíba (margem esquerda), se dá na área do lago da UHE de Emborcação no município de Douradoquara.

Mapa 1: Localização da bacia do rio Dourados – em destaque a área de estudo correspondente ao alto curso desta bacia.



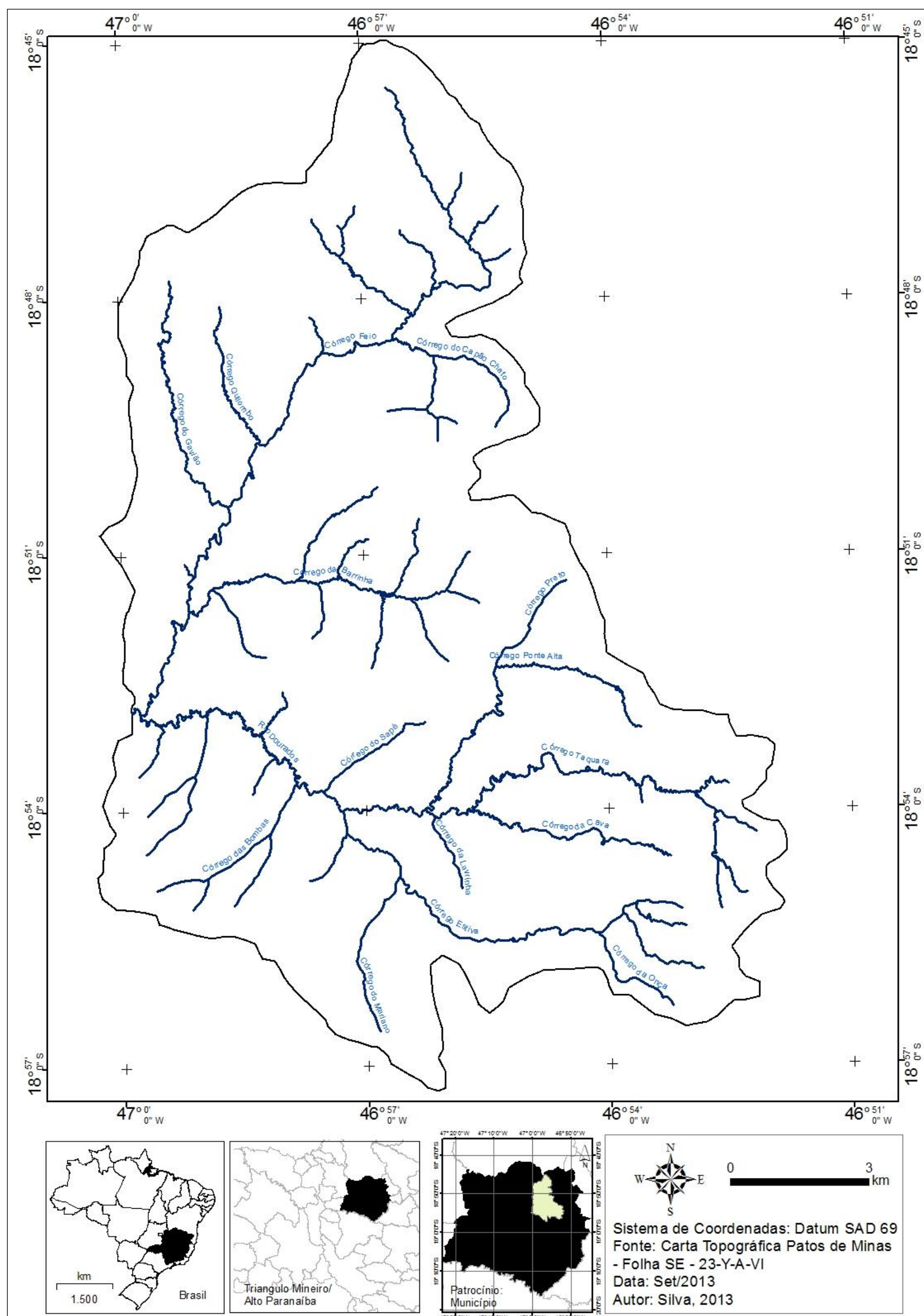
Em relação ao presente estudo, a área da pesquisa equivale ao alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Dourados (BHRD). Sua localização compreende os paralelos de 18° 47' 51" e 18°57' 31" sul e os meridianos de 46° 59' 31" a 46° 52' 01" a oeste Greenwich (mapa 02). A região do alto curso da BHRD é marcada pelo considerável número de cursos fluviais formadores do rio Dourados. Os principais são os córregos Taquara, Cava, Estiva, Preto, Lavrinha e Feio.

O clima, conforme aponta Mendes (2008), é marcado por duas estações, o inverno seco e ameno contrasta com o verão quente e úmido. O regime climático, estabelecido pela alternância destas estações, apresenta média pluviométrica de 1458 (mm) anuais concentradas no verão de outubro a março. Quanto às médias térmicas, o verão apresenta cerca de 23° C e o inverno entre 18 e 19° C.

Sobre à geologia, a área está no encontro entre as rochas do Arco da Canastra (formação Cubatão do grupo Ibiá e rochas do grupo Canastra) com as rochas dos grupos Paraopeba e Paranoá (formação Bambuí). Estas últimas sofreram metamorfismo durante o final da reativação Wealdeniana (no Mesozoico). Os topos mais elevados apresentam cobertura terciária com concreções ferruginosas. As rochas do Arco da Canastra correspondem a filitos, micaxistos e quartzitos ao passo que nas formações paraopeba e Paranoá são encontrados principalmente siltitos argilosos e ortoquartzitos.

Em relação as morfoestruturas, Machado (2001) apresenta que a formação Paraopeba corresponde a uma planície aluvionar com médias altimétricas de 900 metros. Já a formação Paranoá deu origem ao domo de Serra Negra, uma estrutura circular resultante dos empurrões intrusivos da reativação Wealdeniana. Seu topo é plano (1240 m), circundado por patamares estruturais que apresentam variações altimétricas entre 1000 e 1200 metros. Estes patamares são cortados pelos cursos fluviais que formam o rio Dourados.

Mapa 2: Alto curso da bacia do rio Dourados - Localização



Ainda em relação ao relevo, a área que se estende do centro da bacia até as fronteiras norte e oeste representa um relevo intensamente dissecado, onde os cursos fluviais estão em contato direto com as rochas do grupo Canastra. Este setor é representado pelos interflúvios do Rio Dourados com o córrego Barrinha e deste com o córrego Feio. Inclui ainda o chapadão Coromandel, com cobertura terciária (topos planos), e as serras do Gavião e Cruzeiro, com 1100 metros de altitude, dispostas de sul ao norte e separadas pelo rio Dourados que corre por uma falha geológica.

Os principais solos da região, segundo Matos (2006), são os latossolos que estão presentes em vários setores. Como exceção tem-se os Patamares estruturais de Serra Negra, os fundos de vales do rio Dourados e dos córregos Feio e Barrinha onde surgem cambissolos. Na faixa correspondente as serras do Cruzeiro e Gavião são notados neossolos litólicos. Cada uma das características aqui citadas, em referencia aos aspectos físicos da bacia, serão discutidos no setor referente a Análise Ambiental.

1.5- Panorama Socioeconômico – Patrocínio (MG)

Oficialmente a cidade de Patrocínio surgiu em 1772 por decorrência de pessoas que se instalaram as margens do córrego Rangel (afluente da bacia do rio Aráguasri) e nos córregos formadores do rio Dourados. Logo o histórico de desenvolvimento da bacia do alto curso do rio Dourados tem estreita relação com a cidade de Patrocínio já que as duas regiões estão conectadas, tendo a cidade avançado sobre a bacia. Quanto ao nome da região, é comum para os moradores da área se referirem as nascentes deste rio como a região de Dourados (fala-se

em região ou comunidade de Dourados como apontaram Allan Silva e Silva (2012) neste caso estão inclusos diversas comunidades rurais como sugere o mapa 3. Estas comunidades são uma forma importante de pensar e organizar os espaços locais, permitindo inclusive a utilização de seus Conselhos Comunitários para aproximação dos moradores e mesmo para divulgação dos resultados deste trabalho.

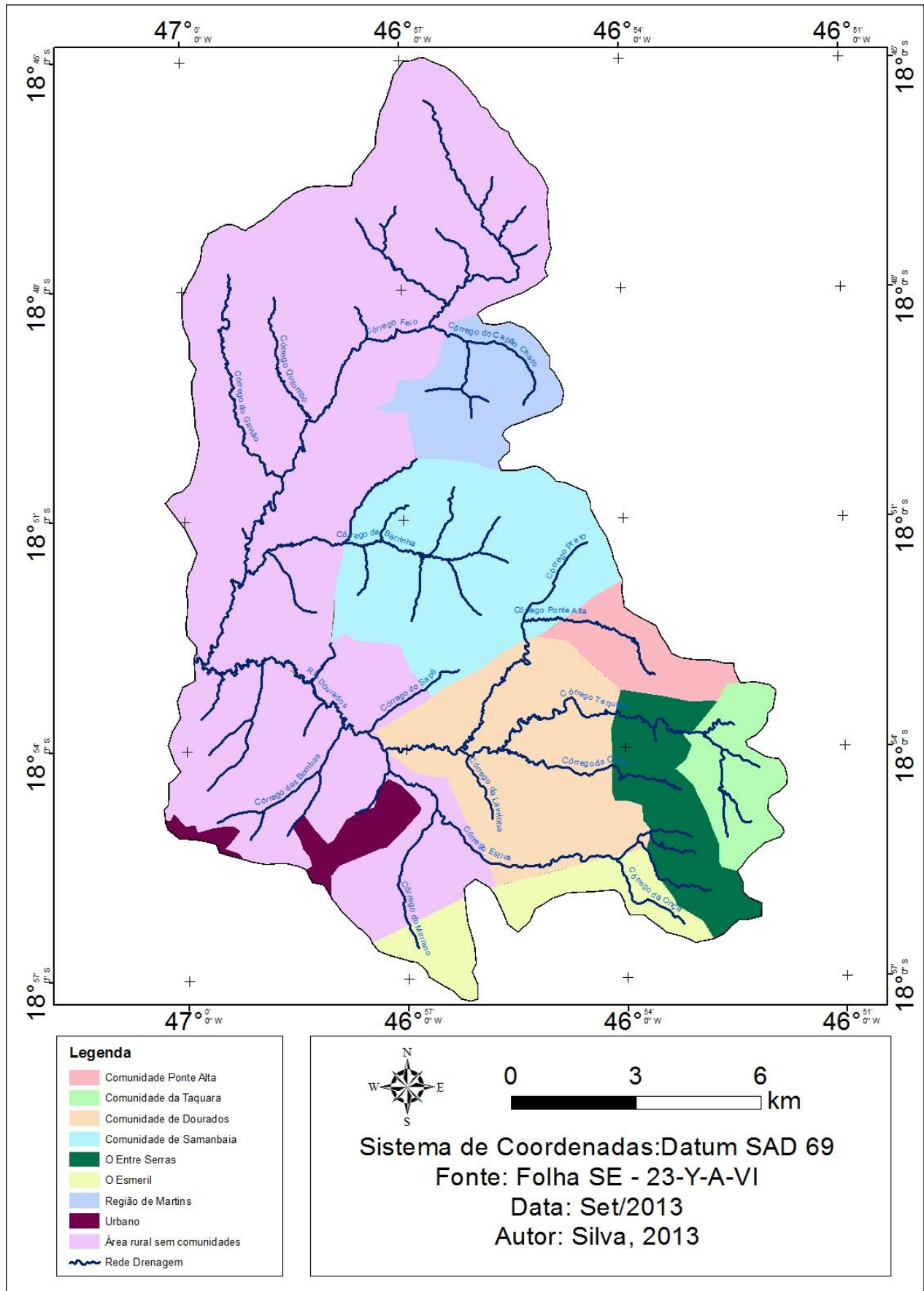
Identifica-se as regiões da Lavrinha, a Ponte Alta, o núcleo de Dourados propriamente dito, a região do Entre Serras e a Taquara. Para além destas áreas, fazem parte das nascentes do rio Dourados à comunidade da Samambaia, a região dos Martins (pequeno núcleo urbano) e as Serras do Gavião e do Cruzeiro (próximas à confluência do córrego Feio com o rio Dourados). É muito comum que toda área seja considerada como a região dos Dourados, e é deste modo que será denominada ao longo do trabalho.

No caminho percorrido para compreender o processo de ocupação sobre a região, foram necessários o cruzamento de dados de fontes bibliográficas como: Souza Junior (2002) e Lourenço (2005) que discutiram aspectos históricos do município e da região. Já os processos de modernização, que se deram na região a partir dos anos de 1970, estes foram alvos de pesquisas por Pêsoa (1988), Silva (2008) e Allan Silva e Silva (2012).

A ocupação em Patrocínio se torna significativa, no final do século XVIII, quando foram descobertas três fontes salitrosas na região. Por consequência ocorreu à instalação de moradias junto a aquelas fontes.

Outros bebedouros foram sendo descobertos nas proximidades. Os Bebedouros do Salitre, Serra Negra e Marrecas deram origem, da mesma forma que em Araxá, a um arraial: Patrocínio. Dessa forma, houve uma grande expansão da pecuária de corte sobre os chapadões do Alto Paranaíba e Alto Rio das Velhas, entre 1800 e 1820, orientada de um lado pela presença das fontes de água salgada e, de outro pelas picadas, a de Goiás e a do Desemboque, que tornavam possível o acesso ao mercado do Rio de Janeiro. (LOURENÇO, 2005, p. 117)

Mapa 3: Alto curso da bacia do rio Dourados - Comunidades Rurais



Foi identificada, durante trabalho de campo, uma área dentro do núcleo da comunidade de Dourados onde antes havia uma fonte salitrosa. Para além da área de estudo, outras duas fontes existiam, uma cuja localização é Salitre e a outra no Domo de Serra Negra (área do hotel homônimo). Neste caso considera-se possível que a fonte das Marrecas em Dourados, o que indicaria a chegada de moradores para aquela área, desenvolvendo principalmente a pecuária entre outras atividades agrícolas. A fonte salitrosa de Dourados deveria ser menos expressiva que as demais, já que foi abandonada por volta de 1950.

A produção agrícola, em via de regra seguia a lógica das necessidades, se plantava o que era da “época” e os produtos eram destinados à família, aos familiares e vizinhos mais próximos. Caso houvesse um excedente neste processo era direcionado aos comércios de Patrocínio. Os produtos mais comuns a serem vendidos eram o fumo, o queijo, leite e hortaliças, também se empregava trocas por sal e outros produtos que não se podia obter no campo. (ALLAN SILVA; SILVA, 2012, p. 6)

A presença destes agricultores, convertendo pastagem e vegetação natural em áreas agrícolas, guarda relação com a fertilidade do solo da área (CASSETI, 2005) considerada maior que a fertilidade do entorno regional, marcado por terras acidas com pouca vocação agrícola para as técnicas da época (SILVA, 2008).

Enquanto o entorno da região era marcado por vastas fazendas produtoras de gado, a região de Dourados apresentava uma agricultura bastante diversificada. Sendo ali produzido cana de açúcar, milho, mandioca, arroz, feijão, fumo, taioba, couve, repolho, inhame, cará, açafrão, tomate, alho, jiló, quiabo, pimentão, bem como diversos tipos de frutas como laranja, goiaba, manga, banana, jabuticaba, coco. As áreas de criações de gado eram otimizadas por meio dos pastos e da presença de algumas nascentes. Além do gado bovino eram também importantes às criações de suínos, equinos e aves como galinhas, patos, perus e galinhas da angola. (ALLAN SILVA; SILVA, 2012, p.6)

As narrativas históricas relatam que quando os primeiros grupos entraram na região de Dourados, com seus pequenos rios, vaus de fácil transito, bosques poucos explorados, terras férteis e planas, não é de se admirar que se detiveram naquela região. A partir desta instalação, por muitas décadas as mudanças ocorreram de forma lenta, não apenas na região

de Dourados, mas também na cidade de Patrocínio. A pecuária e a agricultura arcaica (principais fontes de renda e a região) mantinham estas áreas, de certo modo, desarticuladas dos grandes centros.

Os anos se passaram e as famílias gradualmente foram ocupando os espaços da região. A pecuária e a agricultura rudimentares seguiram quase sem mudanças até os anos de 1970. Contudo, como expuseram Allan Silva e Silva (2012), a ocupação de Dourados, embora tenha se mantido quase que inalterada por cerca de 150 anos, não tardou a sofrer também mudanças oriundas a chegada da modernização agrícola do Cerrado.

Com este marco modernizador a região de Patrocínio passou por modificações no rural e urbano. Houve o fortalecimento de instituições agrícolas com a presença de escritórios e revendas. Também novas fazendas, com modelos administrativos empresariais, passaram a oferecer possibilidade de emprego (SILVA, 2008). Como resultado a cidade de Patrocínio se desenvolveu para atender as demandas agrícolas do cerrado. O perímetro urbano cresceu, chegando a ocupar áreas da bacia do rio Dourados.

Segundo o Senso 2010 do IBGE, a população de Patrocínio, era de 82.471 habitantes. Em relação à economia, do total de R\$ 1.377.050, 00 gerados no ano de 2010, 378.013 (28%) tem sua origem na agropecuária, 190.180 (13%) na indústria e 808.857 (59%) no setor de serviços.

Em Patrocínio o agronegócio permeia diversos setores da economia, fazendo com que muitos empreendimentos do segundo setor (indústria) e também do terceiro (serviços) se tornem dependentes do campo. É o que se nota em fábricas de rações, adubos, beneficiamento de alimentos e outros produtos agrícolas. Além de uma variada gama de empresas de comércio especializadas no campo, que vão desde mantimentos básicos para as fazendas até

atendimentos específicos de suplementos, implementos agrícolas e maquinários pesados, passando por consultoras ambientais e agrícolas.

Sobre à pecuária, o manejo de bovinos, suínos e a criação em granja de frangos se destacam. Os suínos guardam relação com os investimentos de um frigorífico instalado em Patrocínio em 1998, e que em 2008 criou uma unidade de manejo de matrizes suínas, dentro da região do alto curso do rio Dourados. Atualmente são quatro granjas instaladas na área de estudo.

Quanto à agricultura, cultivos permanentes e temporários são desenvolvidos na apropriação dos territórios do bioma Cerrado. No ano de 2010, soja e milho eram os principais cultivos temporários e o café o mais importante cultivo permanente. Ainda sobre o café, sua área total (em 2010) era maior que a soma de todas as outras atividades agrícolas no município. A cultura cafeeira atrai trabalhadores que ocupam bairros periféricos levando ao crescimento horizontal da cidade de Patrocínio, o que pressiona ainda mais a questão dos recursos naturais.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - Análise Ambiental

Dentro da perspectiva das atividades relacionadas ao meio ambiente é necessário distinguir as diferentes etapas envolvidas. Fala-se em análise, zoneamento, planejamento e gestão ambiental. Sanchez (2008) vê a Análise ambiental como a etapa de levantamento e descrição das condições ambientais encontradas em um determinado espaço. Para Santos (2004) a análise ambiental compreende a seleção, entrada de dados e compreensão de elementos ambientais de uma determinada área. Logo podem ser levantados aspectos relativos ao clima, geologia, geomorfologia, recursos hídricos, vegetação, uso e ocupação das terras, atividades econômicas diversas entre outros.

A localização das variáveis ambientais, dentro de uma área, e suas inter-relações podem ser chamadas de zoneamento ambiental. Segundo Montano et al (2007) este conceito é considerado como o esforço para relacionar as características ambientais e as demandas de uso e ocupação de um determinado espaço. Buscando estabelecer a distribuição espacial das atividades humanas, de maneira que sejam preservados os recursos hídricos, a qualidade do solo e a conservação da biodiversidade.

Uma vez conhecidas as características da área e sua disposição no espaço, suas demandas de preservação e riscos de degradação, é necessário planejar a abordagem que se fará sobre aquele espaço. Assim Santos (2004) vê o planejamento ambiental como a etapa de estudo para adequação do uso, controle e proteção ambiental. Ela deve busca atender as necessidades das comunidades localizadas na área, ou que guardam alguma relação com aquele espaço, também devem lidar com as demandas governamentais definidas por uma legislação de cunho ambiental.

Um importante papel destinado ao planejamento é, ainda, o de orientar os instrumentos metodológicos, administrativos, legislativos e de gestão para o desenvolvimento de atividades num determinado espaço e tempo, incentivando a participação institucional e dos cidadãos, induzindo a relações mais estreitas entre sociedade e autoridades locais e regionais. É importante frisar que a ênfase do planejamento está na tomada de decisões, subsidiadas num diagnóstico que, ao menos identifique e defina o melhor uso possível dos recursos do meio planejado. Deve-se minimamente reconhecer o dinamismo dos sistemas que compõem o meio. Assim como planejar implica identificar, selecionar e destinar recursos, para que isso seja feito de maneira adequada é necessário localizá-los e conhecê-los em quantidade e qualidade, bem como ter clareza sobre os objetivos para os quais eles serão dirigidos. Em suma, é necessária alguma forma de espacialização dos recursos apresentados pelo diagnóstico, bem como o conhecimento dos conflitos decorrentes de sua conservação ou uso. (SANTOS 2004, p24)

A gestão ambiental figura, segundo Santos (2004), como uma etapa posterior ao planejamento ambiental, quando propostas sugeridas pelo planejamento são desenvolvidas. Logo se diz que a fase de aplicação, administração, controle e monitoramento das atividades desenvolvidas para o meio é a gestão ambiental.

Como o presente trabalho busca fornecer informações a respeito da condição ambiental da área de estudo, uma maior ênfase é dada a questão da análise ambiental. Logo não se pode apenas apontar características físicas de uma área e sugerir que determinados ambientes estão degradados. É necessário o comprometimento por parte do pesquisador que deverá, além de uma aprofundada compreensão do ambiente físico, buscar nas diversas esferas da sociedade um amplo entendimento da participação humana naqueles processos.

A análise representa o caminho para compreender as potencialidades e as fragilidades da área de estudo, da evolução histórica de ocupação e das pressões do homem sobre os sistemas naturais. Também esclarecem sobre os acertos e os conflitos do uso da terra e os impactos passados, presentes e futuros. Estas avaliações consideram variações temporais, espaciais e escalares, em um processo de ir e vir (sempre em dupla direção), em diversas combinações. Forma-se retratos da área que, comparados, somados e interpolados, ressaltam as principais características e fornecem indícios da dinâmica da região. (SANTOS, 2004, p.34)

A estruturação da análise corre por um variado conjunto de disciplinas. Os conhecimentos conjugados permitem ao pesquisador uma abordagem coerente sobre o espaço, onde os elementos devem respeitar sua ordenação e evolução. Como sugestão, para Santos (2004), seriam apresentados em primeiro plano o clima e geologia, seguidos por outros elementos como geomorfologia, hidrografia, pedologia, até se chegar aos elementos referentes à ação do homem naquele espaço (como a evolução dos perfis de uso e ocupação do solo). Este traçado facilita a pesquisa e permite que o informe final seja de alcance para diferentes interessados. Constituindo um meio de divulgação das necessidades da área e promovendo o interesse por ações de planejamento da mesma.

O estado do meio costuma ser avaliado por temas relacionados aos aspectos físicos (climatologia, geologia, geomorfologia, pedologia, hidrologia) e biológicos (vegetação e fauna). As pressões são verificadas pela avaliação das atividades humanas, sociais e econômicas (uso da terra, demografia, condições de vida da população, infraestrutura de serviços). (SANTOS, 2004, p.73)

Importa evidenciar que antes de se discutir a apropriação humana, é necessário se aprofundar nas características naturais, pois foram estas que sofreram um rompimento das condições pré-existentes e que agora suscitam interesse e preocupação (MENDONÇA, 1999). Nos estudos em uma bacia hidrográfica, com vistas na disponibilidade e demanda hídrica priorizam-se também as questões ligadas à produção da água, a conservação dos mananciais bem como o papel desempenhado nestas áreas pela população (TUCCI, 2002). Os trabalhos ligados à análise ambiental, nas temáticas hídricas, são considerados por Nucci (1996) como importantes componentes do planejamento ambiental, para o pesquisador a questão dos recursos hídricos necessita que as atividades referentes ao uso e ocupação sofram uma abordagem que possua como foco a perpetuação do sistema natural.

Para a análise ambiental, Sanchez (2007) tece comentários sobre a integração de três fatores fundamentais nestes trabalhos: o aporte bibliográfico existente, os recursos dos Sistemas de Informações Geográficas e os trabalhos de campo. As áreas de estudo fornecem uma

importante base de discussão para o trabalho e podem revelar caminhos iniciais para tal atividade.

Os resultados da análise do meio físico derivam de uma revisão sistemática dos levantamentos anteriormente procedidos sobre a base de dados dos recursos naturais. As análises desse material e dos produtos do sensoriamento remoto, além dos trabalhos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre, constituem os meios utilizados para o alcance dos objetivos propostos. (SOUZA et al, 2009, p.30)

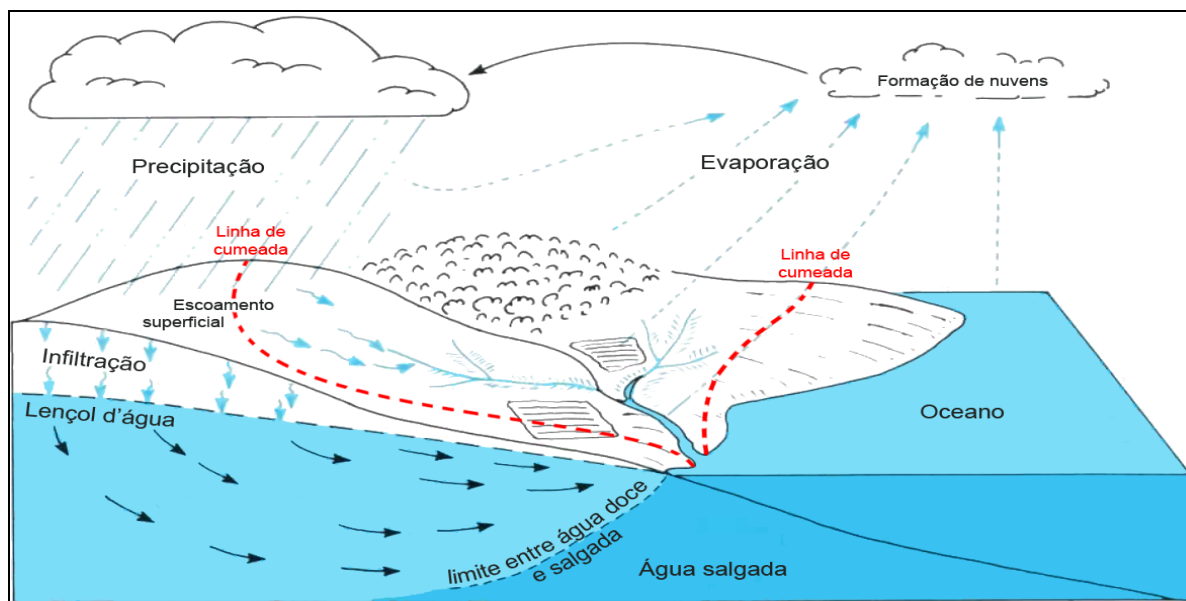
O produto da análise ambiental como expõem Sanchez (2007) é um arcabouço informacional que permite aos interessados pela área em questão, refletir sobre suas condições. Neste caso os dados, mapas, fotografias e apontamento de locais com determinadas condições ambientais, permitirão tomadas de decisões que tenham por foco a melhor relação entre a sociedade e os elementos naturais.

2.2. - Elementos da bacia hidrográfica

O ciclo hidrológico (figura 1) pode ser entendido como a continua circulação de água que se processa ao preço da energia solar (guardando ainda relação com a gravidade e a rotação terrestre) responsável por manter o balanço entre o volume de água na terra e a umidade na atmosfera, Silveira (2002).

O fluxo sobre a superfície terrestre é positivo (precipitação menos evaporação), resultando nas vazões dos rios em direção aos oceanos. O fluxo vertical dos oceanos é negativo, com maior evaporação que precipitação. O volume evaporado adicional se desloca para os continentes pelo sistema de circulação da atmosfera e precipita, fechando o ciclo. Em média, a água importada dos oceanos é reciclada cerca de 2,7 vezes sobre a terra através do processo precipitação – evaporação antes de escoar de volta para os oceanos (IGPB, 1993) Este ciclo utiliza a dinâmica da atmosfera e os grandes reservatórios de água, que são os oceanos ($1.350 \cdot 10^5 \text{ m}^3$), as geleiras ($25 \cdot 10^5 \text{ m}^3$) e os aquíferos ($8,4 \cdot 10^5 \text{ m}^3$). Os rios e lagos, biosfera e atmosfera possuem volumes insignificantes se comparados com os acima. (TUCCI, 2006, p.1)

Figura 1: Ciclo Hidrológico



Fonte: Sigried, 2013.

É no estágio terrestre do ciclo hidrológico que se encontra a base de interesse deste trabalho. A fase representada pela bacia hidrográfica, é onde a precipitação atinge a superfície e segue caminhos múltiplos até se concentrar em um manancial, infiltrar ou retornar a atmosfera pelos processos de evaporação e transpiração¹. Na etapa correspondente a bacia hidrográfica o homem possui meios de consumir a água e alterar sua dinâmica. Compreender o funcionamento de uma bacia hidrográfica, sua evolução e condição atual é relevante para o entendimento da ação humana sobre estes espaços. E desta forma definir medidas que poderão ser tomadas a partir do estabelecimento do uso dos recursos hídricos neste sistema. Como sugere Silveira (2002), a bacia hidrográfica é testemunha de processos verticais (precipitação, evapotranspiração, umidade e fluxo no solo) e horizontais (escoamentos superficiais, dos rios e do subsolo).

Entre fatores possíveis de serem pesquisados dentro da bacia hidrográfica estão a precipitação, vegetação, solo, escoamentos superficial, uso da Terra, etc. Tais elementos

¹ Transpiração é a transformação da água de estado líquido para gasoso do solo, plantas e superfícies livres devido a radiação, vento, e outras características físicas.

contribuem de forma significativa para o dinamismo hidrográfico dentro da bacia, e causam respostas, passivas de serem notadas em diversos setores e de modo especial no exutório (LIMBERGER E CORREA, 2005).

A água chega à bacia hidrográfica por meio da precipitação. Do total das chuvas que se direcionam a superfície parte não chega à mesma, pois é evaporada ainda na queda ou interceptada pela vegetação.

A precipitação atinge o solo por (A) atravessando a vegetação da floresta (em média 85% da precipitação incidente) ou; (b) por meio dos troncos (1 a 2% da precipitação). A diferença é a interceptação. Estes valores podem variar muito de acordo com a magnitude da precipitação, pois exige uma capacidade máxima da vegetação. Os valores indicados geralmente se referem ao total anual. (TUCCI, 2006, p.3)

Sendo assim o volume de água incidente sobre uma bacia hidrográfica precisa ser mensurado, a fim de contribuir com informações valiosas ao trabalho do planejador ambiental. Tais mensurações se dão, segundo Pinto (1976), pela “altura de água precipitada e acumulada sobre uma superfície plana e impermeável”, e é realizada por aparelhos previamente instalados como os pluviômetros e pluviógrafos.

Durante a precipitação, a vegetação se comporta como fator atenuante do impacto das gotículas no solo. Sua importância diz respeito à capacidade de alterar a velocidade, fluxo e volume das águas apresentando-se ainda fundamental no balanço de energia, como apontam Tucci e Mendes (2006). A retirada da vegetação pode causar danos severos ao solo, ou aumentar as cheias de curto prazo, contudo em longo prazo podem significar a queda das vazões dos cursos fluviais. Ao contrario processos de reflorestamento podem gerar índices fluviométricos melhor distribuídos no ano hidrológico (TUCCI; CLARKE 1997).

Do volume de água precipitada que atinge o solo, uma parte infiltrará no mesmo e outra escoará sobre sua superfície. Dar-se a lógica dos caminhos preferenciais da água (CPA) que

baseados na declividade do terreno, em sucros e ravinas bem como na gravidade, conduzem a água ao nível de base (MENDIONDO; TUCCI, 1997). A fragilidade destes processos frente a ação humana pode causar marcas duradouras no sistema hidrológico

As modificações naturais e artificiais na cobertura vegetal das bacias hidrográficas influenciam o seu comportamento hidrológico. Essas alterações produzem os mais variados impactos sobre o meio ambiente e a disponibilidade dos recursos hídricos (TUCCI; CLARKE, 1997 p.135)

O potencial de penetração da água nos solos (infiltração) possui relação com os tipos e os usos destes solos. A capacidade de infiltração independe da quantidade de precipitação, ou seja, diz respeito somente à capacidade infiltrar água neste solo (LANNA, 2002). Ambientes desprovidos de vegetação geralmente apresentam solos compactados e com baixa capacidade de infiltração o que pode significar maior escoamento superficial acompanhado de tendências erosivas. Deste modo, progressivamente áreas com maior cobertura vegetal serão propícias a infiltração, o inverso será o aumento do escoamento superficial (TUCCI E MENDES, 2006).

Por exemplo, estradas, caminhos percorridos pelo gado sofrem forte compactação que reduzem a capacidade de infiltração, enquanto o uso de maquinário agrícola para resolver o solo durante o plantio pode aumentar a infiltração. De outro lado, essa mesma capacidade de infiltração varia com o tipo de solo e com suas condições de umidade. Um solo argiloso pode ter uma alta capacidade de infiltração quando estiver seco, no entanto, após receber umidade pode se tornar quase que impermeável (MENDES; TUCCI, 2006, p.4)

O volume de água presente no escoamento superficial deve ser monitorado, em especial a vazão, coeficiente de escoamento superficial, tempo de concentração, frequência (Pinto 1976). A velocidade com que a água escoar pode, por exemplo, interferir nos processos de infiltração, o que contribui para elevados picos de vazão, que levam grande volume de água para o sistema fluvial.

Entende-se a vazão como o volume de água escoado por unidade de tempo em uma determinada seção de curso d'água. A expressão destes valores é dada em metros cúbicos por

segundo (m^3/s) ou em litros por segundo (l/s), (TUCCI, 2002). Um importante método de organização dos dados das vazões de uma determinada seção é o hidrograma. Tratam-se de gráficos vazão/tempo em que a distribuição da vazão é resultado da complexa interação de todos os componentes do ciclo hidrológico desde a precipitação até o ponto de medição.

Reafirmando o caráter sistêmico da bacia, Tucci (2002) considera que diversos fatores influem na nas respostas obtidas no hidrograma. Entre estes elementos estão a intensidade das precipitações, condições superficiais da bacia (densidade de drenagem, declividade), cobertura vegetal, uso do solo bem como modificações nos rios.

Portanto a frequência de uma vazão, em um determinado ponto (seção) do curso d'água, é o número de vezes que ocorrem o mesmo valor da vazão em um intervalo de tempo (PINTO, 1976). O mesmo autor considera o coeficiente de deflúvio como a relação entre a quantidade total de água escoada pelo ponto de medição e o total de água precipitada na bacia de contribuição.

O coeficiente de deflúvio viabiliza análises ligadas à atuação humana sobre a bacia hidrográfica. O homem pode reter a água ou potencializar a velocidade do escoamento em direção ao exutório da bacia, pode comprometer processos de infiltração ou preservá-los. A concentração temporal da bacia se refere ao tempo médio do início do evento chuvoso até que toda a bacia hidrográfica esteja contribuindo com a seção de estudo, Pinto (1976).

Entre os objetivos da mensuração, nivelamento e monitoramento da água que escoar na superfície de uma bacia, principalmente nos canais fluviais, existe a preocupação com a disponibilidade hídrica. Este é um conceito que supera a ótica do consumo humano e atualmente é tratado em conjunto com as águas que são responsáveis pela manutenção dos ecossistemas aquáticos e associados.

Por disponibilidade hídrica entende-se a quantidade de água que esta disponível em um determinado corpo hídrico para atividades humanas. A disponibilidade hídrica varia nas dimensões do tempo e espaço, e somente pode ser definida após estudo do regime hidrológico da bacia (CRUZ E TUCCI, 2001) A noção de disponibilidade leva necessariamente em conta a continuidade do ecossistema aquático. Por isso a necessidade de uma legislação que regulamente este uso, de forma a garantir as condições ecossistemas do manancial bem como impedir a ocorrência de conflitos entre os usuários de água de uma mesmo manancial.

A disponibilidade hídrica é entendida como a parcela vazão que pode ser utilizada pela sociedade para o seu desenvolvimento, sem comprometer o meio ambiente aquático. De outro lado a vazão resultante no rio após o uso da água é denominada aqui de vazão remanescente. Esta vazão tem a finalidade de manter a integridade do sistema fluvial conservando o meio ambiente aquático. A disponibilidade hídrica tem condicionantes de variabilidade no tempo e no espaço e não está limitada ao uso consuntivo, mas também às alterações que pode produzir no hidrograma do rio em relação às condições pré-existentes. Estes condicionantes possuem restrições quantitativas e qualitativas estabelecidas para: (a) atender os diferentes usos ao longo do tempo e do espaço; e (b) manter a integridade ambiental como citado acima. (CRUZ; TUCCI, 2007, p.112)

O IGAM, a fim de preservar os ecossistemas aquáticos, estabelece um valor de segurança para a retirada de água dos mananciais. A retirada de um curso fluvial não deve ser maior que o valor de 50% da $Q_{7,10}$ (menor vazão registrada ao longo de 7 dias em um período de 10 anos), deste modo garante-se a metade deste valor para a manutenção dos ambientes naturais.

Fala-se na retirada de água para os usos consuntivo e não consuntivo. Segundo Possas (2011), o uso consuntivo é aquele que a água é retirada do manancial, havendo a diminuição da disponibilidade espacial e temporal. São exemplos a dessedentação de animais, irrigação, abastecimento público, processamento industrial e demais situações associadas à captação de água. Já o uso não consuntivo concerne àquele em que a água, após servir algum propósito, retorna a fonte originária em quase sua totalidade. São exemplos à navegação, recreação, piscicultura, hidroeletricidade.

A disponibilidade guarda relação com a necessidade de preservar os recursos hídricos, dentro da bacia, para que seu potencial de uso não represente conflitos entre os diversos usuários e que perpetue as condições de uso sempre respeitando a vazão necessária para manter os ecossistemas aquáticos e associados (MOURA et al, 2008).

Já a demanda hídrica é a quantidade de água que esta sendo solicitada pelo usuário naquele ponto (quantidade de água necessária para o desenvolvimento de alguma atividade). A demanda da bacia é o conjunto de todas as solicitações aceitas pelo órgão regulador. É importante salientar que a demanda nem sempre é convertida em uso, mas que o uso não deve ultrapassar o valor estabelecido na demanda. Para Cruz e Tucci (2001) a demanda pode ser estimada a partir do cadastramento de usuários, questão que implica na necessidade de continua atualização da base cadastral de uma determinada bacia.

Além da água que passa pelo exutório da bacia hidrográfica, existe aquela perdida para o sistema atmosférico por meio da evapotranspiração. O estudo do balanço hídrico climatológico permite compreender este processo frente ao input de água (precipitação), apontando períodos onde exista falta ou excesso de água no solo para as plantas.

Nem toda água da precipitação fica naturalmente disponível, quer para as comunidades bióticas quer para as populações humanas. Em qualquer ambiente natural, uma certa quantidade de água precipitada retorna à atmosfera pelo processo de evapotranspiração. Na maioria dos lugares ocorre que em certas épocas do ano o input hídrico atmosférico se verifica em quantidade inferior a necessidade de água. Assim sendo, os totais pluviométricos devem ser analisados considerando as relações entre esses valores e o output potencial, que constitui a quantidade de água evapotranspirável sob condições ideais de fornecimento de água. Este output é expresso pela evapotranspiração potencial (EP) que representa a capacidade potencial máxima de água evapotranspirável em função da temperatura e do tempo/hora de luz solar para cada mês. Isto significa que através do conhecimento do potencial de evapotranspiração pode-se inferir o volume de água necessária, os períodos sazonais de excesso e de déficit de precipitação com as indicações sobre cheias e vazantes dos rios e , o que é mais importante para os planos de aproveitamento agrícola, reconhecer os meses em que as culturas, de acordo com suas necessidades particulares, dispõem de maior ou menos quantidade de água no solo. (NIMER; BRANDÃO, 1989 p. 17)

Entende-se o balanço hídrico como a metodologia de calculo da disponibilidade de água no solo para as comunidades vegetacionais, Tubelis e Nascimento (1980). Os valores levados em

conta são o da precipitação frente à evapotranspiração potencial e a capacidade de armazenamento de água no solo.

2.3 – Legislação relativa aos recursos hídricos no Brasil

Ainda pensando na água, como recurso de uso comum, é importante observar as leis que operam sobre o direito de uso, assim como definem regras para a conservação das fontes hídricas. No Brasil alguns episódios são considerados essenciais no que se refere ao atual estágio legislativo da gestão da água, enquanto recurso, e a bacia hidrográfica enquanto espaço de análise como sugerem Magalhães Junior (2010), Tucci e Mendes (2006):

- Em 1934, o Decreto 24.643 estabeleceu o Código das Águas. A água é tratada como propriedade privada. Para Magalhães Junior (2010), por um longo período o foco era a oferta e diminuição da escassez de água por meio de projetos ligados à construção de represas e outras formas de empreendimento.
- 1964, a partir do golpe militar era estabelecida a centralização político-administrativa nas mais diversas áreas do poder público, o que acabou por incluir as políticas dos recursos hídricos, de modo especial o abastecimento e a gestão dos esgotos. A centralização gerou ineficiências nos processos de abastecimento.
- 1988, Constituição Nacional (Nova Carta). Influenciada por acontecimentos internacionais traz uma nova dimensão da água, como recurso e como bem público. Nas questões ligadas ao meio ambiente ocorrem mudanças significativas baseadas em uma proposição integrada, assumindo, pois, que o desenvolvimento da nação passa pela conservação do meio ambiente.

O domínio público sobre a água e a definição da bacia hidrográfica como ponto de partida para planejamentos atestavam o caráter modernizador da legislação de 1988. A água deixava então, conforme a lei de 1934, de ser propriedade particular e passava ao domínio público. A Constituição Federal ainda previa a criação de um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, bem como a definição de critérios para a outorga do uso da água.

Embora se admita um avanço na proposição da Constituição, somente a partir da lei 9.433 de 1997 que de fato foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Inspirada na lei francesa 64-1245, de 16.12.1964 a proposta brasileira possui quatro títulos: da Política Nacional de Recursos hídricos; do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; das Infrações e Penalidades e das Disposições Gerais e Transitórias. O presente estudo lida com os dois primeiros títulos.

A lei 9.433 se preocupa com a perpetuação dos recursos hídricos por meio da sustentabilidade de seu uso, traça diretrizes gerais para uma gestão sistemática voltada a qualidade das águas nos mananciais e em uso pelos consumidores. Também define os procedimentos para outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Por fim orienta para a importância do engajamento da sociedade neste processo por meio dos conselhos estaduais e dos comitês de bacias hidrográficas.

Como já citado existe um regimento que determina a quantidade de água que pode ser capitada de um manancial. Trata-se da Resolução conjunta SEMAD – IGAM nº 1548, de 29 de março de 2012 estabelece a disponibilidade hídrica para o Estado de Minas Gerais, o qual abriga a bacia deste estudo, partindo de um cálculo de vazão de referência.

Art. 1 – Fica estabelecida a Q7,10 (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência) como vazão de referência a ser utilizada para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado.

Art.2 – O limite máximo de captações e lançamentos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado, por cada seção considerada em condições naturais, será de 50% (cinquenta por cento) da Q7,10, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% (cinquenta por cento) da Q7,10.

Em caso de estruturas de barramento o usuário, garantindo a vazão mínima à jusante deste ponto (vazão residual mínima), poderá fazer uso de uma quantidade maior que a proposta em captação direta em cursos fluviais sem barramento. Fala-se neste caso em até 100% da Q7, 10.

Art. 4 – Quando o curso de água for regularizado pelo interessado, a vazão outorgada poderá ser superior ao limite máximo estabelecido na bacia hidrográfica, aproveitando-se o potencial de regularização, desde que seja mantido o fluxo residual mínimo a jusante, estabelecido na bacia

Quanto a preservação da vegetação nas faixas marginais dos cursos fluviais e demais mananciais, a lei 12.651 de 25 de maio de 2012 apresenta as dimensões das áreas que devem se preservadas em seu segundo Capítulo:

- I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).
 - 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;
- II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
 - a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

Após várias décadas com um foco econômico, nota-se uma mudança de eixo, nas políticas ligadas as águas, com uma abordagem mais próxima de questões socioambientais, tal mudança é gradativa e inspirada em adequações internacionais. O quadro 1 percorre justamente esta evolução na visão política das águas para o Brasil e países desenvolvidos, a

comparação permite notar etapas que de alguma forma influenciaram também nos processos de uso dos recursos hídricos em bacias, como esta apresentada neste trabalho.

Quadro 1: Comparação dos Períodos de Desenvolvimento com ênfase nos recursos hídricos

Período	Países Desenvolvidos	Brasil
1945-1960 Crescimento industrial e populacional	<ul style="list-style-type: none"> • Uso dos recursos hídricos: abastecimento, navegação, energia, etc. • Qualidade da água dos rios • Controle das enchentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventário dos recursos hídricos; • Início dos empreendimentos hidrelétricos e planos de grandes sistemas
1960-1970 Início da preservação ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de efluentes; • Medidas não estruturais para enchentes. • Legislação para qualidade da água dos rios 	<ul style="list-style-type: none"> • Início da construção de grandes empreendimentos hidrelétricos; • Deterioração da qualidade da água de rios e lagos próximos a centros urbanos.
1970-1980 Início do controle ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Legislação ambiental • Contaminação de aquíferos; • Deterioração ambiental de grandes áreas metropolitanas. • Controle na fonte da drenagem urbana, da poluição doméstica e industrial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase em hidrelétricas e abastecimento de água; • Início da pressão ambiental; • Deterioração da qualidade da água dos rios devido ao aumento da produção industrial e concentração urbana.
1980-1990 Interações do Ambiente Global	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos Climáticos Globais; • Preocupação com conservação das florestas; • Prevenção de desastres; • Fontes pontuais e não pontuais; • Poluição rural; • Controle dos impactos da urbanização sobre o ambiente • Contaminação de aquíferos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do investimento em hidrelétricas. • Piora das condições urbanas: enchentes. Qualidade da água; • Fortes impactos das secas no Nordeste; • Aumento de investimentos em irrigação. • Legislação Ambiental
1990-2000	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento Sustentável; Aumento do conhecimento sobre o comportamento ambiental causado pelas atividades humanas; • Controle ambiental das grandes metrópoles; Pressão para controle da emissão de gases, preservação da camada de ozônio; • Controle da contaminação dos aquíferos das fontes não pontuais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Legislação dos recursos hídricos • Investimento no controle sanitário das grandes cidades; • Aumento do impacto das enchentes urbanas; • Programas de conservação dos biomas nacionais: Amazônia, Pantanal, Cerrado e Costeiro; • Início da privatização dos serviços de energia e Saneamento.
2000- Ênfase na água: metas das Nações Unidas	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da visão mundial da água; • Uso integrado dos recursos hídricos; • Melhora da qualidade da água das fontes difusas: rural e urbana • Busca de solução para conflitos transfronteiriços; • Desenvolvimento do gerenciamento dos recursos hídricos dentro de bases sustentáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avanço do desenvolvimento dos aspectos institucionais da água; • Privatização do setor energético e de saneamento; • Diversificação da matriz energética; • Aumento da disponibilidade de água no Nordeste; • Planos de Drenagem urbana para as cidades.

Fonte: Tucci e Mendes (2005)

3 – MATERIAIS E METODOLOGIA

3.1- Fontes de dados

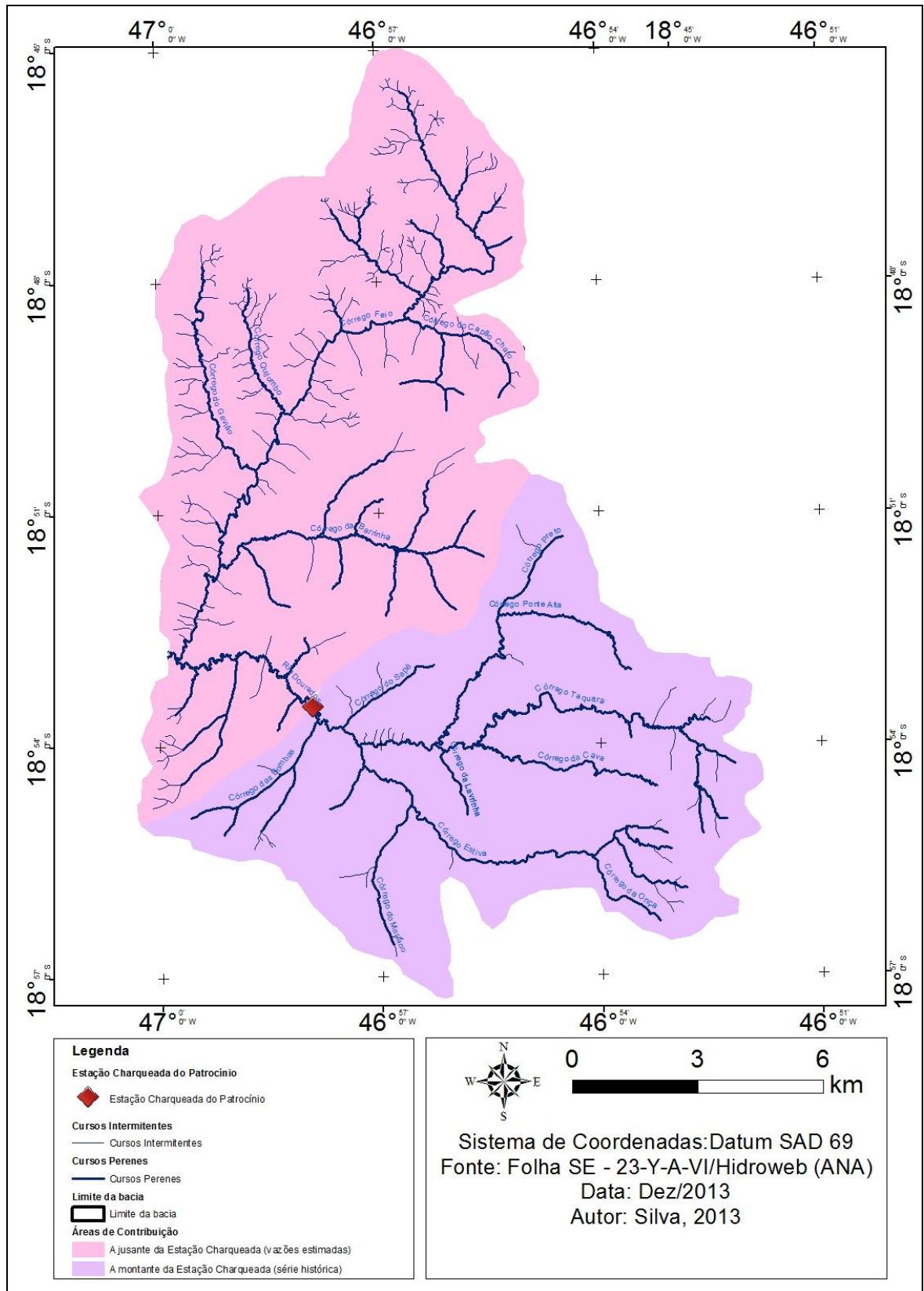
- **Precipitação e Vazão:** Hidroweb da Agência Nacional das Águas disponível em: <http://www.hidroweb.ana.gov.br/> na Estação 1846002 (para chuva) e a Estação 60100000 (para vazão) ambas na Charqueada do Patrocínio. Para os dados de precipitações foram necessários os apoios das Estações 01946005 (Salitre) e 01917006 (Ponte João Candido). Como a Estação Charqueada do Patrocínio encontra-se na área central da bacia de estudo, os dados de vazão, aqui analisados, são referentes à área a montante deste ponto (mapa 4). Os demais cursos fluviais, a jusante, tiveram suas vazões estimadas pelo método de coeficiente modificado (discutido mais a frente).
- **Temperaturas:** Estimadas pelo procedimento desenvolvido por Novais e Assunção (2010) baseado em uma regressão múltipla linear que conjuga a temperatura (variável dependente) com altitude, latitude e longitude (variáveis independentes). Charnet, et al (1999) lembram que o coeficiente de correlação múltiplo, aquele capaz de lidar com a variável dependente e as independentes, mede a “força” ou “grau” de relacionamento entre tais variáveis (figura 2). Os dados foram validados a partir das Normais Climatológicas do Brasil (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET).

Figura 2: Tela de entrada de dados do Estimador de Temperatura

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA LINEAR						
Altitude:	906	Município: Patrocínio MG - Charq. Latitude e longitude em graus e décimos de graus				
Latitude:	18,9					
Longitude:	46,966					
						Temp.Est.
Janeiro	25,3647	0,186151	0,00560437	0,112997	0,94	23,02
Fevereiro	26,5073	0,185570	0,00553801	0,091455	0,93	23,21
Março	24,5729	0,262232	0,00544252	0,156385	0,96	22,99
Abril	23,8086	0,460150	0,00509255	0,221168	0,95	21,84
Mai	22,8704	0,552452	0,00465660	0,229670	0,92	19,92
Junho	24,1997	0,633490	0,00480673	0,218271	0,93	19,05
Julho	19,3297	0,641427	0,00509414	0,330528	0,93	19,05
Agosto	12,5133	0,628241	0,00493090	0,493722	0,91	20,27
Setembro	15,1033	0,688942	0,00513752	0,510375	0,93	22,33
Outubro	18,8003	0,624257	0,00550874	0,431918	0,95	23,25
Novembro	19,9533	0,392559	0,00544291	0,307999	0,93	23,00
Dezembro	22,8347	0,247034	0,00546014	0,184212	0,96	22,83
ANO	20,5278	0,436680	0,00522254	0,284500	0,95	21,85

Fonte: Novais; Assunção (2010)

Mapa 4: Localização da Estação pluviométrica/fluviométrica Charqueada do Patrocínio



- **Demanda hídrica:** dados fornecidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) no domínio www.igam.mg.gov.br/ e pelo Atlas Digital das Águas do Estado de Minas Gerais desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) disponível em: www.atlasdasaguass.ufv.br.
- **Captação e Abastecimento de Água:** *Dados fornecidos pelo Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio (DAEPA).* Foram obtidas informações dos valores captados, índices de perdas até o consumidor bem como informações sobre o manejo com efluentes.
- **Cartografia e Ambiente SIG:** Provenientes do Laboratório de Cartografia (LACAR) - IG/UFU a Carta Topográfica do IBGE - Patos de Minas (Folha SE. 23 – Y – A - VI), fornecida no formato digital e convertida a folha impressa. Também do LACAR foi obtida a imagem do Sensor Blackbrigde/Rapdeye (2010) contendo a área da pesquisa (a imagem foi cedida ao LACAR pelo IEF). Por fim imagens Landsat (1985,1995,2005) e ResourceSat-1 (2012, 2013) foram captadas no site do INPE disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.
- **Dados do Município de Patrocínio/MG:** Necessários principalmente na compreensão da dinâmica e evolução populacional do município (realização de estimativas populacionais e análises de demandas hídricas) foram angariados no IBGE.

3.2 - Tratamento e análise geoestatística dos dados.

A partir dos dados pluviométricos, ao longo da série histórica 1980 - 2010, foram realizados estudos relativos aos totais mensais; valores máximos diários; número de dias sem chuva significativa; identificação dos veranicos e dos períodos chuvosos e secos. Em relação as variáveis hidrológicas, o estudo buscou identificar: as vazões extremas (máxima, mínima e mínima de sete dias); as vazões médias, vazões específicas, a curva de permanência e os períodos de retorno para vazões máximas e mínimas e os valores da Q_{7,10} para a outorga. Este caminho metodológico é sugerido por diversos autores como Tucci (2002), Pinto (1976).

Também podendo ser observado em pesquisas desenvolvidas para bacias na área do Cerrado como no trabalho de Queiroz (2012) que realizou a análise e avaliação da demanda e da disponibilidade hídrica no alto e médio curso do rio Uberabinha.

Conforme proposta de Holtz (1976) in Tucci (2002), primeiro os dados foram processados, sendo detectados dias com falhas de dados, como aquelas marcações realizadas em dias não existentes, precipitações absurdas que não seriam possíveis de terem ocorrido, ausência de dados relativos a vazão. Para uma ausência de dados, em uma sequência de falhas de precipitação no mês de setembro do ano de 2009, os postos de João Candido e Salitre forneceram informes para comparação. Após este processo, as análises seguiram para a tabulação, tratamento e composição gráfica, nos softwares Hidro 1.2 (software livre da Agência Nacional das Águas) e SisCAH (software livre do Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa) . Já o Excel, software de planilha da Microsoft, permitiu a organização dos dados em tabela, gráficos bem como tratamento estatístico.

Ainda no Excel foi possível a obtenção da linha de tendência, que apresenta a evolução dos valores analisados naqueles gráficos. Importante considerar que esta linha faz uma referencia aos dados passados, não devendo ser considerada como um arranjo para inferências futuras. Para a desenvolvedora do programa Excel, a Microsoft, a linha de tendência linear “é uma linha reta de melhor ajuste para conjuntos de dados lineares simples”.

A formula obtida automaticamente no Excel é representada matematicamente pela equação:

$$y = mx + b$$

onde mx são os valores que geram a inclinação e b trata da interseção dos dados

Para análise climato-hidrológica a estatística descritiva foi necessária, estando presente neste trabalho as medidas de tendência e de dispersão. Em relação as medidas de tendência central, a média, moda e mediana são utilizadas na hidrologia a fim de apontar os valores que

orientam a compreensão geral dos dados hidrológicos obtidos. A média é compreendida como uma posição frequentemente usada e apresenta um significado importante para as estimativas das médias populacionais, em especial os dados da hidrologia.

A média aritmética tem significado hidrológico importante. Suponha que um reservatório deverá estabelecer uma regularização total das vazões em dada seção fluvial. Regularização total significa que as vazões defluentes do reservatório serão constantes. Caso não haja evaporação ou outro tipo de perda hídrica e a entrada de água no reservatório seja unicamente pela aleatoriedade do curso fluvial, a média aritmética é a regularização plena que se pode obter no reservatório hipotético definido previamente. (Lanna, 2002, p.92)

Naghettini e Pinto (2007) consideram que a média aritmética apresenta risco de déficit, devido a pontos atípicos na série de dados, por isso sugerem o uso da mediana. Nas palavras de Lanna (2002, p. 93): “mediana é o valor que é superado (e não superado) por 50% das ocorrências. Em um histograma de frequências seria o valor que determina áreas iguais à direita e a esquerda”. Já a moda é entendida como o valor amostral que ocorre com maior frequência, e é obtida a partir do polígono de frequências relativas (NAGHETTINI E PINTO, 2007). Comumente se diz moda ou modo (para programas de planilhas) o valor que por mais vezes repete em um grupo de dados.

A amostra pode apresentar uma variedade de pontos, se comparados ao valor central da mesma, é necessário considerar o grau desta variabilidade, expresso pelas medidas de dispersão. Logo se tem a amplitude, a variância e o desvio padrão. (NAGHETTINI E PINTO, 2007). A amplitude, embora considerada a mais simples e intuitiva medida de dispersão, permite observar a distancia que existe entre o máximo e o mínimo valor presente na amostragem. Como estes valores extremos podem estar distantes da realidade dos valores intermediários, é importante lançar mão de outra medida de dispersão, o desvio padrão.

Apresentando um grau de imunidade maior, o desvio padrão eleva ao quadrado os desvios em relação a média, sendo necessário o calculo da variância, expressa pelo quadrado das

dimensões da variável original. Logo o desvio padrão é muito usado por levar em conta os valores extremos presentes na amostragem. Vale a ressalva de Lanna (2003) em que se verifica que quanto maior o produto da raiz quadrada da variância (desvio padrão), maior será a flutuação da variável em torno da média.

A análise do balanço hídrico climatológico, com base em uma equação de continuidade do reservatório modelo (TUCCI 2002), seguiu-se o caminho proposto por Thornithwaite e seu aluno Matter (1955) baseado na temperatura e no fator de correção a partir da latitude e do período do ano. Para o processamentos dos dados do balanço hídrico, optou-se pela operação de Rolim e Sentelhas (ESALQ/USP), desenvolvida em 1998 como um modelo adaptado as latitudes brasileiras.

Através dos resultados do balanço hídrico climatológico foram determinados os veranicos e as durações das estações chuvosas e secas. Como base metodológica tem-se as proposições de Assunção (2013):

- a) A definição das estações chuvosa e seca parte da distribuição diária dos eventos chuvosos significativos.
- b) O dia chuvoso é aquele onde a precipitação foi maior que a evapotranspiração potencial (ETP) daquele dia.
- c) A ETP diária é obtida dividindo o valor mensal pelo número de dias que o mês apresenta.

A tabela 1 que apresenta os valores da ETP mensal conforme Thornthwaite (1948) e os valores diários, conforme a operação sugerida.

Tabela 1: Valores mensais e diários da ETP para o alto curso do rio Dourados

Mês	Thornthwaite1948	Dias no mês	ETP diária
jan	105,3	31	3,5
fev	98,2	28	3,2
mar	102,5	31	3,3
abr	83,5	30	2,8
mai	65,7	31	2,1
jun	55,1	30	1,8

jul	56,7	31	1,8
ago	67,5	31	2,9
set	86,6	30	2,9
out	103,5	31	3,3
nov	101,8	30	3,4
dez	106,2	31	3,4

Fonte: LCRH, 2013

A partir da obtenção dos dias chuvosos foi possível realizar a análise dentro da série histórica 1980-2010 da Estação Charqueada do Patrocínio. Seguindo Assunção (2013), utiliza-se as “leis básicas para a determinação da duração das estações seca e chuvosa na região central do Brasil” conforme expressam o quadro 2.

Quadro 2: Metodologia para determinação do início das estações secas e chuvosas

Início e duração da estação chuvosa
<ul style="list-style-type: none"> • Rompimento do incremento do déficit hídrico no solo, estabelecimento dos excedentes hídricos (chuvas maiores que a ETP); • Os períodos chuvosos tem início quando se verifica a ocorrência de chuvas acima dos 20 mm, ou 40 mm acumulados em até 4 dias. A partir desses pontos as chuvas são frequentes e repõem a ETP; • Considera-se iniciada em outubro úmido quando novembro manter os índices pluviométricos superiores a 60% da ETP mensal; • Contudo mais de 12 dias no início de Novembro, fazem com que o início da estação chuvosa seja após este hiato de precipitações; • Maio somente será considerado úmido caso abril tenha apresentado chuvas que repuseram a ETP mensal; • Dezembro, janeiro e fevereiro são meses chuvosos. Períodos com déficit hídrico mensal nestes meses estão associados a veranicos.
Início e duração da estação seca
<ul style="list-style-type: none"> • Caso chova abundantemente em maio, mas abril tenha sido seco, estas serão chuvas isoladas; • Chuvas bem distribuídas em setembro apenas serão o início da estação chuvosa se outubro não apresentar mais de 12 dias sem chuvas.; • O início da estação seca esta caracterizado quando ocorrerem mais de 8 dias seguidos sem chuva; • Também 8 dias seguidos com nenhuma precipitação maior que a metade da ETP diária abrem a estação seca; • Após os 8 dias com as características elencadas a cima, somente será considerada estação seca instalada se as chuvas se tornarem raras. Do contrário estes 8 dias serão classificados como veranicos; • Junho, julho e agosto são meses secos. Períodos de excedente hídrico nestes meses estão associados com invernico.

Fonte: ASSUNÇÃO (2012). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Os valores da Evapotranspiração diária também permitiram o estabelecimento da ocorrência de veranicos (NIMER; BRANDÃO, 1989), que são períodos de estiagem em meio a estação chuvosa. Os veranicos podem comprometer uma safra agrícola mesmo em meio uma estação recordista de índices pluviométricos. Seguindo a proposta de Assunção e Leitão Junior (2006), que guarda relação com as observações realizadas por Nimer e Brandão (1989), os veranicos foram classificados conforme sua duração:

- Inapreciáveis: duração menor que seis dias e pouca significância sobre as lavouras;
- Fracos: de 7 a 8 dias, danos baixos as lavouras;
- Médios: de 9 a 12 dias, podem apresentar danos mais significativos;
- Fortes: 13 a 18 dias, com danos sérios as lavouras;
- Muito fortes: duração maior que 18 dias e comprometimento, em muitos casos, totais das safras.

A tarefa de estabelecer a ocorrência e duração dos veranicos passa pela identificação de dias consecutivos sem chuva dentro do período iniciado na segunda quinzena de dezembro até a primeira quinzena de março (período em que possíveis veranicos seriam mais significativos para as perdas agrícolas):

- a) Dias com precipitações menores que a metade da evapotranspiração diária, foram considerados sem chuva significativa, pois a mesma não seria capaz de repor o déficit hídrico daquele período de estiagem.
- b) Quando houve, em meio a um período de veranico, uma precipitação com valor 1,5 vezes maior que a ETP, um dia foi descontado do período de veranico.
- c) As precipitações ao se tornarem maiores que 1,5 vezes a ETP diária considera-se a interrupção do período de estiagem.

Para o estudo das vazões, relativo ao setor a montante da Estação Charqueada do Patrocínio, foram necessárias análises da hidrógrafa (compilada no software SisCah) tanto do período total da série histórica, quanto de cada um dos 31 anos desta série. Já a curva de permanência foi obtida seguindo 3 etapas: Escolha das durações que serão utilizadas; determinação dos valores da série diária do posto; ajuste da distribuição estatística para cada duração. A vazão

específica por sua vez é determinada dividindo a vazão da secção fluvial (m³/s) pela área total que contribui para aquela seção (km²), logo o resultado é dado em m³/s/km².

A vazão extrema foi definida por distribuição estatística. Como no caso da Estação Charqueada do Patrocínio, não existia o linigrafo (aparelho que mede a variação de nível de um corpo d'água) para fornecer a vazão máxima instantânea, foi necessário utilizar a vazão máxima diária. Quanto a falhas de dados, estas ocorreram no período da seca, não prejudicando a amostragem dos picos de vazão, conforme sugerido por Tucci (2002).

Seguindo a sugestão de Plínio Tomaz (2002), foram identificados valores de retorno extremos, de vazão e precipitações, por meio da distribuição de Gumbel desenvolvida em 1941. Para o presente trabalho baseou-se nos cálculos propostos por Righeto (1998) para os intervalos de anos: 2,5,10,15,25,50,100.

É proposto que se encontrem as variáveis necessárias β e α .
Onde:

$$\beta = 6^{0,5} \cdot S / \pi$$

$$\alpha = (\mu - 0,577 \cdot \beta)$$

S = desvio padrão,
 μ = média
 $\pi = 3,14$.

Uma vez encontrados os parâmetros α e β . Deve-se aplica-los na formula:

$$\frac{P(1 \text{ dia}; T) - \alpha}{\beta} = -\ln(-\ln(1/F(P(\text{dia}; T))))$$

Onde:

$F(P(\text{dia}; T)) = 1 - (1/T)$
T= período de retorno e
ln= logaritmo neperiano.

Através do Método Racional Modificado com o coeficiente de retardo foi possível estimar os valores máximos das vazões para os canais de drenagem da bacia. E deste modo estabelecer também o valor da Q7, 10 para cada canal.

Para o Método Racional Modificado sugere-se a formula

$$Q = \frac{C \times I \times A \times p}{3,6}$$

Onde:

Q= Vazão em m³/s

C= Coeficiente adimensional de Escoamento da Bacia

I= Intensidade precipitação (mm/h)

A= Área de drenagem da Bacia em (km²)

P = coeficiente do Método racional modificado.

Para as variáveis citadas na formula do Método Racional Modificado sugere os seguintes caminhos:

A) Área de drenagem da bacia

Uma vez que as áreas da bacia tenham sido definidas pela relação carta topográfica/ambiente SIG, foram estabelecidas suas dimensões, e níveis altimétricos. Como se tratam de vários canais e também de diversos pontos de outorga, foram definidas áreas de sub-bacias para os cálculos necessários tanto para a vazão máxima, quanto par ao Q7,10.

B) Encontrando o Coeficiente do método modificado p.

Para o coeficiente do método modificado, necessário as características do escoamento superficial da bacia, utilizou-se a versão viável até bacias com 150 km². Tal escolha atende a demanda deste estudo, pois a análise de cada curso fluvial expressa áreas sempre menores que o máximo estipulado.

Segundo a equação:

$$P = 0,278 - 0,00034 \times A$$

Onde

P = coeficiente do método modificado

0,278 e 0,00034 = constantes

A = área total da bacia.

C) Intensidade de precipitação para área:

A área do estudo está enquadrada na área homogênea (321) conforme a metodologia da COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), sugerida pelo IGAM (2010).

1 - Encontrar a duração da precipitação para essa área.

$$t = \frac{57 \times L^3}{H^{0,385}}$$

Onde,

L é o comprimento do Talvegue da vertente em km².

H é a diferença de nível altimétrico entre as curvas topográficas.

2 - Definindo o valor das constantes para a região do exutório de cada canal, conforme metodologia de regionalização e disponibilidade de interpolação dos dados pelo software Plúvio 2.1

Fórmula de medida de intensidade de precipitação para essa área:

$$I = k \times tr^a / (b + t)^c$$

Onde,

I é a intensidade de precipitação

K, b, a, c, = constantes expressas no quadro 3

Tr= Tempo de retorno = 25

Quadro 3: Constantes da interpolação de dados de precipitação para o alto curso da BHRD

exutório	k	a	b	c
Dourados/ sem feio	4918,938	0,187	31,978	1,032
Feio/ sem dourados	4924,172	0,187	31,998	1,032
Dourados/ área total	5165,789	0,189	32,912	1,046
Estiva	5589,795	0,191	34,519	1,066
Barrinha	4990,61	0,188	32,23	1,034
Preto com Ponte Alta	5657,896	0,192	34,782	1,07
Taquara	5684,8662	0,192	34,887	1,071
lavrinha	5670,163	0,192	34,829	1,07
Dourados/ sem estiva	5589,802	0,191	34,519	1,066
Cava	5688,705	0,192	34,901	1,071

Fonte: PLÚVIO 2.1 Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

D) Encontrando o valor de vazão mínima ($Q_{7,10}$)

O valor da vazão mínima durante 7 dias em um período de retorno de 10 anos, permite compreender os valores para outorga nos exutório ou nos pontos dos canais. Para isso, utilizou-se via Excel os seguintes cálculos:

$$Q_{7,10} = \text{Fator de Inferência mínimo} \times \text{Rendimento mínimo} \times \text{Área da Drenagem}$$

$$Q_{7,10} = 0,9094 \times 30,4 \times 2,5 = 69,11 \text{ l/s}$$

O cálculo de 50% da $Q_{7,10}$ é importante, por se tratar do valor que pode ser outorgado em um canal para o Estado de Minas Gerais (IGAM, 2010).

$$Q_{7,10_{50\%}} = Q_{7,10}/2$$

3.3 - Trabalho de Campo

O trabalho de campo tem papel fundamental na ciência Geográfica, ele permite que as suposições emitidas a respeito da área de pesquisa sejam comprovadas ou refutadas (MENDONÇA, 1999). As atividades dos trabalhos de campo foram necessárias para a realização da análise ambiental, em especial para a compreensão das ações humanas sobre a região do alto curso do rio Dourados com vistas fundamentais aos recursos hídricos.

A abordagem da paisagem seguiu o caminho sugerido por Francisco Mendonça (1999) para diagnósticos em pequenas bacias. Neste sentido Mendonça defende a necessidade de atingir os diversos setores da bacia e tratar cada quadrante apresentando as características que o mesmo possui do ponto de vista da ocupação humana ou da existência de áreas preservadas.

O campo ainda permitiu que as chaves de identificação, utilizadas nos mapeamentos do uso do solo, fossem melhor qualificadas por meio da confirmação da verdade terrestre dos alvos das imagens analisadas. Também fenômenos não apontados pelas imagens de satélite e fotografias aéreas foram melhor avaliados em campo.

3.4 - SIG aplicado à análise ambiental

Inicialmente, as imagens Landsat foram registradas no SPRING 5.2.3. Este software livre, de responsabilidade o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, permite tratar imagens de satélite para diversos trabalhos em ambiente SIG. Como base referencial foi utilizada a carta topográfica de Patos de Minas do IBGE na escala de 1: 100.000. Também foi realizado

contraste no SPRING, via equalização do histograma, e formado um mosaico com estas imagens.

A equalização de histograma é uma técnica a partir da qual se procura redistribuir os valores de tons de cinza dos pixels em uma imagem, de modo a obter um histograma uniforme, no qual o número (percentual) de pixels de qualquer nível de cinza é praticamente o mesmo. Para tanto, utiliza-se uma função auxiliar, denominada função de transformação. A forma mais usual de se equalizar um histograma é utilizar a função de distribuição acumulada distribuição de probabilidades original. (MARQUES FILHO, 1999 apud REIS, 2012, p.25)

Para o mapeamento multitemporal do uso do solo, a fim de estabelecer parâmetros para análise da ocupação na área de estudo, foram utilizadas imagens TM/Landsat nos anos de 1985, 1995, 2005 (definida com as bandas do verde, vermelho e infravermelho próximo (5R3G4B)) e Blackbrigde 2010 (com a composição colorida BGR para as bandas Red – (630 á 690 μm), Green (520 á 590 μm); Near IR (0,76 - 1,2 μm)). A identificação dos usos de ocupação foram realizadas por meio da interpretação visual através da tela de computador. Veloso et al (2013) consideram o método da seguinte forma:












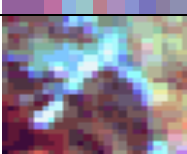

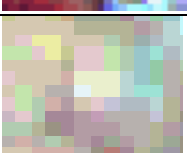


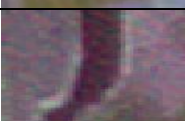

O método da interpretação visual dos alvos consiste no processo de extração de informações das imagens de satélites ou ortofotos por meio de identificação das feições contidas nas imagens no qual o analista tem que atribuir significado a essas feições através de um conhecimento técnico para atribuir esse significado. É bom salientar que é de grande importância ter conhecimento da área de estudo para o bom resultado do trabalho final, onde os trabalhos de campo são essenciais para o sucesso do mapeamento. (VELOSO ET AL, 2013, p. 4)

Por meio destes argumentos se estabelece as chaves de interpretações, que neste trabalho foram realizadas nos parâmetros de uso terra/solo pois, como lembra Rosa (2009), é etapa substancial para a organização e reorganização do espaço. A chave de identificação para o presente trabalho foi gerada a partir dos estudos de Veloso et al (2013) que aplicaram o modelo de chave de identificação justamente na área do presente estudo, (quadro 4).

O trabalho foi realizado no software Arc Gis Map 9, de propriedade do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, por meio do recorte da área de interesse. Na sequência a partir da chave supracitada foram identificadas as áreas de uso (classificação

visual aferida em campo) onde se percebeu as classes de Cultivo, Pastagem, Vegetação Natural, Área Urbana e a área de extração de areia (areieira).

Quadro 4: Chave de interpretação para os sistemas Blackbridge e Landsat

Categorias	Padrões Características de Interpretação (Blackbridge)	Exemplos (Blackbridge)	Padrões Características de Interpretação (Landsat)	Exemplos (Landsat)
Vegetação Natural	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Irregular; • Cor: Verde escuro; • Textura: Grosseira. 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Irregular; • Cor: vermelho escuro; • Textura: Grosseira. 	
Pastagem	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Regular; • Cor: Verde Claro; • Textura: lisa. 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Regular; • Cor: Verde Claro; • Textura: lisa. 	
Cafeicultura	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Regular/tracejado • Cor: Verde Escuro; • Textura Médi 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Regular • Cor: vermelho Escuro; • Textura Média 	
Cultivo temporário	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Regular • Cor: Verde médio; • Textura: lisa 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Regular • Cor: azul claro; • Textura: lisa 	
Área Urbana	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Geométrica • Cor: Cinza, Branco • Textura Grosseira 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Geométrica • Cor: Cinza/marrom • Textura Grosseira 	
Areieira	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Irregular; • Cor: Cinza Claro • Textura: Lisa Moderada 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Irregular; • Cor: Cinza Claro/branco • Textura: Lisa Moderada 	
Solo Exposto	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Irregular ou geométrica • Cor: Branco/cinza • Textura: Lisa 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Irregular ou geométrica • Cor: Branco/cinza • Textura: Lisa 	
Horticultura	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: geométrica/regular • Cor: Cinza escuro • Textura: lisa. 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: geométrica/regular • Cor: Cinza escuro • Textura: lisa. 	
Silvicultura	<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Regular/linear • Cor: verde escuro; • Textura: Média 		<ul style="list-style-type: none"> • Forma: Regular; • Cor: vermelho; Escuro; • Textura: Média 	

Fonte: VELOSO et al (2012) Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Para os mapas de Geologia, Geomorfologia e Pedologia foram fundamentais os trabalhos de Machado (2002), Casseti (1981), Torres (1977), Grasso (2010) e Mota (2006) assim foi possível identificar estes componentes na área. Destaca-se o trabalho de Machado que foi a única a pesquisar também a geologia do arco da canastra relativa as áreas do córrego Feio.

Para declividade e hipsometria foram utilizadas as curvas de níveis oriundas da Carta Topográfica IBGE (Folha SE. 23 – Y – A - VI) com equidistância de 40 metros. As linhas foram compiladas por meio da digitalização das mesmas em ambiente SIG. A partir da atribuição dos valores nas curvas de níveis foi possível gerar o mapa de declividade em graus (5 classes). O mesmo procedimento, de identificação e valoração das curvas níveis, também permitiu gerar o mapa de hipsometria com as cotas altimétricas da bacia do alto curso do rio Dourados. Para organizar tais cotas foram sugeridos os intervalos de 40 metros, partindo de 880 metros (nível de base) aos 1240 (topo do domo de Serra Negra).

3.5 - Cálculos para estimativa da população de Patrocínio de 2015 a 2050

Estimar o crescimento populacional de Patrocínio é passo necessário para os apontamentos relativos ao consumo de água. Neste caso segue-se o exemplo de Queiroz (2012) que cruzou dados do crescimento da População de Uberlândia e estimou o avanço da mesma e consequente aumento do consumo dos recursos hídricos. Para tanto se baseou nos dados da “Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 1980-2050 – Revisão 2008” publicado pelo IBGE e disponível no site do instituto. Os anos considerados cobrem, com intervalo de cinco anos, o período de 2015 a 2050.

As três formulas utilizadas nos cálculos foram:

$$P_i(t) = a_i P(t) + b_i$$

$$a_i = P_i(t_1) - P_i(t_0)$$

$$b_i = P_i(t_0) - a_i P(t_0)$$

onde:

$P_i(t)$ = população estimada de Patrocínio para o ano de referencia (2015,2020,2025... 2050)

$P_i(t_1)$ = população em Patrocínio em 2010

$P_i(t_0)$ = População em Patrocínio em 2000

$P(t)$ = população estimada do Brasil no ano de referencia = Projeção da População por sexo e idade: 1980 – 2050)

$P(t_1)$ = população do Brasil em 2010

$P(t_0)$ = população do Brasil em 2000

a_i = coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor i (Patrocínio) em relação a área maior (Brasil)

b_i = coeficiente linear de correção

É importante ressaltar que a metodologia de crescimento populacional aqui mencionada e utilizada por diversos trabalhos, inclusive na área de recursos hídricos como no trabalho de Queiroz (2012), é uma estimativa que pode diferir do crescimento real da população da área alvo de estudo. Logo os valores aqui trabalhados devem ser considerados como um esforço de reflexão sobre um cenário estimado e não como uma regra definida.

4 - RESULTADOS

4.1 - Análise Ambiental

Em nome de conhecer melhor a região do alto curso da BHRD, foi realizado a análise ambiental. Os aspectos ambientais são aqueles que concernem uma variedade de características naturais e antrópicas de um dado lugar. Estes aspectos são fundamentais ao desenvolvimento dos estudos ligados a organização do espaço (SANCHEZ, 2007). São tratados neste capítulo as características físicas e biológicas da área, passando pelos perfis de ocupação humana e sua evolução.

Para tanto, são apresentadas as características da área, tais como: clima, geologia, geomorfologia, hidrografia, pedologia, aptidão agrícola, uso do solo e fatores que geram impactos ambientais ou que os amenizam. Estes fatores permitem uma posterior análise integrada dos aspectos hidrológicos do alto curso do rio Dourados.

4.1.1 - Clima

Neste tópico são tratados os fatores que influem na dinâmica climática da região na qual se insere a área de estudo, apresentando os comportamentos climáticos gerais observados e os mecanismos atuantes do clima. Quanto as discussões relativas a caracterização pluviométrica e o balanço climato-hidrológico, estas se encontram no setor referente a análise climato-hidrológica.

A compreensão dos fatores climáticos da região encontra espaço em análises na esfera estadual ou regional. Neste caso exercem influencia sobre o clima regional (onde se localiza o

Estado de Minas Gerais) as massas de ar Tropical Continental (TC), Tropical Atlântica (Ta) e Polar Atlântica (Pa) e Equatorial Continental (MENDES, 2008). Tais influências são observadas na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, onde encontra-se a área de estudo, havendo predominância de um clima caracterizado pela alternância de duas estações. O verão perdura de outubro a março com temperaturas e umidade mais elevadas. Segundo Assunção (2002) esta estação é quente e úmida, resultado da atuação predominante da massa tropical Atlântica, frente a ausência da interferência da massa Polar. O inverno, por sua vez, seco e ameno corresponde aos meses de abril a setembro, não raras vezes se estendendo até outubro. Segundo Alves e Vianello (1991) a área de estudo sofre influência de alguns fatores que passam a caracterizar esta sucessão estacional:

(...) Sistemas frontais que predominam no inverno, com poucas chuvas e geadas. No verão, as temperaturas elevadas e as chuvas abundantes associam-se, principalmente ao aquecimento superficial e às linhas de instabilidade. O relevo é importante fator na distribuição das temperaturas e precipitações (intensificando frentes e as linhas de instabilidade). A região se acha também sob ação dos sistemas atmosféricos de grande escala: Anticiclone do Atlântico Sul, Baixada do Chaco, Alto da Bolívia, Alto polar, Corrente de Jato e etc. (ALVES e VIANELLO, 1991:434.).

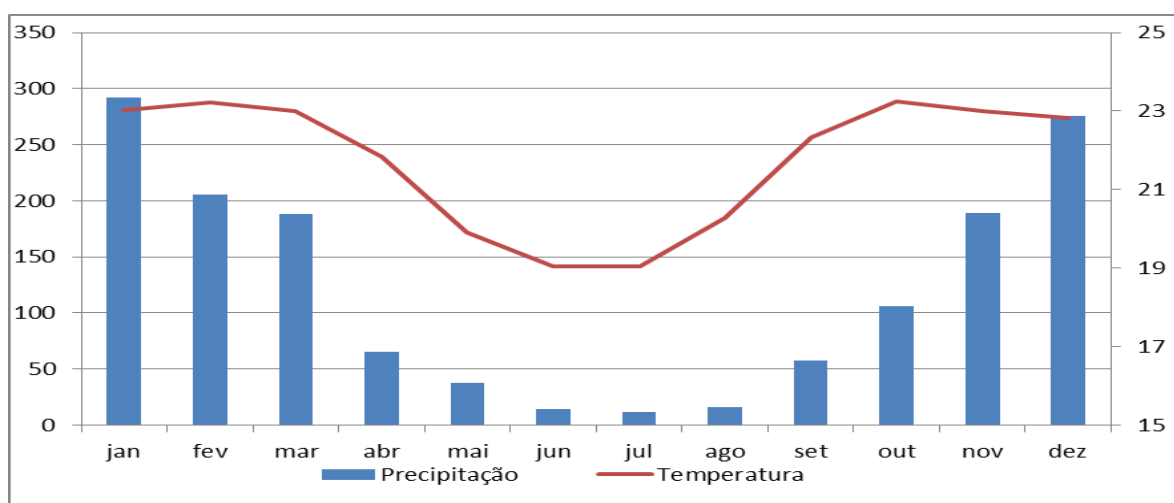
Nimer (1979) alerta que a influência do relevo deve ser conjugado aos sistemas de circulação atmosférica, pois ao atuarem em dada região no decorrer do ano são responsáveis pela dinâmica climática fundamentais em estudos como o proposto aqui. Nota-se ainda que o regime pluviométrico não é bem distribuído ao longo do ano hidrológico. Em áreas mais elevadas dentro desta mesorregião são observados índices pluviométricos maiores, sendo que as nascentes do rio Dourados se beneficiam justamente desta componente orográfica.

O período seco ocorre de abril a setembro, não raramente prolongando até meados de outubro, repercutindo num déficit hídrico que induz a irrigação em várias áreas de cultivos. Vale ressaltar que no município de Patrocínio-MG, possui áreas favorecidas pela altitude, com precipitações melhor distribuídas no decorrer do ano hidrológico, mantendo um excedente hídrico nestes locais. (MENDES, 2008, p.6)

Ayoade (2004) defende a necessidade de compreensão dos volumes precipitados bem como a distribuição sazonal das chuvas. Tal importância se dá pelo fato destas variações pluviométricas terem efeito sobre diversas atividades humanas. Por se tratar de uma região semiúmida, onde as alturas pluviométricas apresentam elevadas amplitudes e podem comprometer as atividades humanas e a vigência ambiental, se torna ainda mais necessária a compreensão destas questões.

Para o período analisado (gráfico 1), identificou-se que o verão apresenta os maiores índices de precipitação, do total de 1458 mm anuais, 1312 mm, em média, ocorrem nesse período (90%). O inverno por sua vez é mais seco com precipitações médias acumuladas de 146 mm (10% do volume médio total anual). Sobre as médias térmicas, estas são elevadas no verão, acima dos 23° C, (na área de estudo janeiro, fevereiro, outubro e novembro são os meses mais quentes). No inverno elas se tornam amenas (médias entre 17 e 19 ° C). Para Nimer (1979) a localização do Estado de Minas Gerais sugere a prevalência de uma uniformidade climática em relação aos mecanismos atmosféricos de modo especial na circulação das massas de ar. As temperaturas regionais são influenciadas principalmente por fatores geográficos como o relevo, latitude e longitude.

Gráfico 1: Climograma Estação Charqueada do Patrocínio - Média Histórica 1980 - 2010



Fonte: LCRH, HIDROWEB (2010) – Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

4.1.2 - Geologia

Quanto a geologia local, ou seja o entendimento dos aspectos e disposição das rochas e das terras sobre as quais vivem as populações (Caillex apud Guerra 2010), foram relacionados trabalhos de campo e consultas bibliográficas. São citados os trabalhos de Caseti (1981)², que desenvolveu estudos relativos a estruturação da Paisagem de Serra Negra, também Torres (1977)³, Grasso (2010)⁴ e Machado (2001)⁵.

O alto curso da bacia hidrográfica do Rio Dourados encontra-se inserido em um complexo ambiente geológico (mapa 4). Tamanha complexidade se deve a condição de transição entre três grupos de rochas do pré-cambriano (grupos Ibiá, Canastra e Bambuí) e a atuação de um fenômeno intrusivo durante o mesozoico. Este fenômeno é definido como intrusões básico-alcalinas caracterizadoras do Domo de Serra Negra.

São nos setores constituídos pelo grupo Bambuí que se dão as principais nascentes do Rio Dourados. Este grupo apresenta, naquela porção, duas formações: Paranoá e Paraopeba. Ambas sofreram as alterações a partir de intrusões ocorridas a cerca de 83 milhões de anos no período Cretáceo. As rochas foram então arqueadas e metamorizadas por contato durante a reativação Wealdeniana. Embora esta reativação seja muito relacionada aos derrames basálticos na bacia sedimentar do Paraná, a mesma também teve efeitos em áreas de escudos cristalinos, como lembram Petri e Fulfaro (1969), culminando na formação de estruturas tanto intrusivas quanto extrusivas.

A reativação Wealdeniana marca um capítulo na história geológica do Brasil. Instalada no final do Jurássico, com rápida evolução, chegou ao início do Cretáceo e atenuou-se em seguida. Na Bacia do Parnaíba e, principalmente, na Bacia do Paraná, a reativação manifestou-se por grandioso vulcanismo basáltico. Esse vulcanismo não

² Estrutura e compartimentação da paisagem de Serra Negra

³ Prospeção aluvionar no complexo ultramáfico – alcalino de Serra Negra

⁴ Petrologia do Complexo Carbonatítico de Serra Negra, MG

⁵ Estruturação da Paisagem no Município de Patrocínio –MG

se restringiu a estas bacias, aparecendo igualmente sob a forma de diques espalhados pelas áreas pré-cambrianas. (PETRI; FULFARO, 1969, p. 341)

Dentre os diques formados neste período, está o Domo de Serra Negra, que como espõem Caseti (1981) e Torres (1977) é uma estrutura complexa tanto no ponto de vista da litologia quanto dos processos (litogenese e gliptogenese)⁶ atuantes para a evolução da paisagem. Sua formação remonta ao mesozoico, quando o centro sul brasileiro foi palco da reativação citada. O processo foi responsável pelos derrames basálticos na bacia do Paraná e pela constituição do corredor no qual estão inseridas as estruturas alcalinas de Poços de Caldas, Tapira, Araxá, Salitre, Serra Negra (Município de Patrocínio) e Catalão.

De grande importância para o país foi a chamada Reativação Wealdeneana (Almeida 1967), cujo início ocorreu quando ainda não se tinham esvanecido os tempos jurássicos. Estes tempos, que compreendem a parte mais nova do Jurássico e a parte mais antiga do Cretáceo, caracterizaram-se por imensas manifestações vulcânicas do tipo de fissuras e pelo aparecimento das fossas tectônicas, localizadas principalmente nas atuais regiões costeiras. (PETRI; FULFARO 1969, p 187)

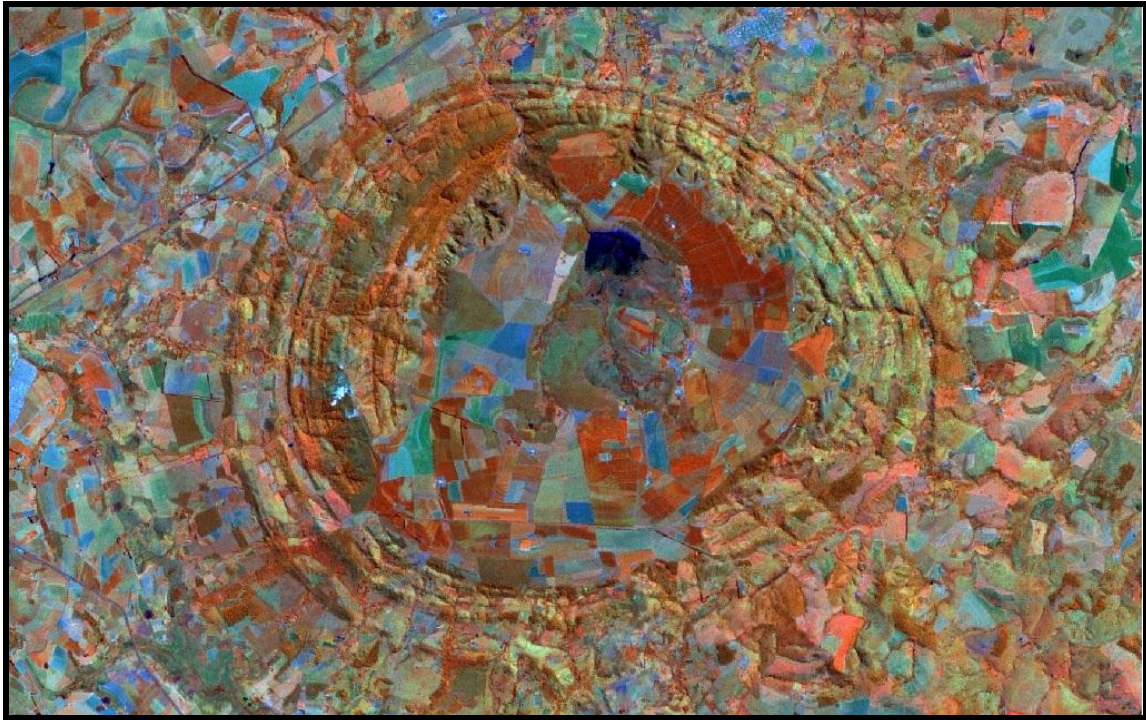
Os processos recorrentes deram origem as condições variadas, desde os vulcanismos até intrusões, formando corpos domicos como Serra Negra. As datações realizadas por Hassui e U.G. Cordani (1968), Amaral et Al (1967) e Gomes et al (1990) sugerem algo em torno dos 80 milhões de anos atrás. O Domo é circular com uma área de 500 km² (figura 3), suas intrusões básico-alcalinas, que formam o core magmático, afloram principalmente no norte e no noroeste da cimeira⁷. Estes afloramentos não são mais nítidos devido à cobertura terciária formada por uma capa (concreções ferruginosas testemunhas de um clima mais seco), composta por fragmentos de quartzo e magnetita cimentados por limonita (Caseti, 1981).

⁶ Litogenese: Fase do ciclo geológico correspondente a cobertura sedimentar. Gliptogênese: Fase do ciclo geológico na qual se verifica o domínio do escavamento, representado pela última fase do respectivo ciclo. Guerra 2011

⁷ São rochas ultrabásicas com teores de silício inferiores a 45% e alcalinas (sienitos), rochas com alto teor de potassa/soda e baixo teor de quartzo, sendo rochas pouco resistentes ao intemperismo.

Estudos realizados pela Fosfertil (Fertilizantes Fosfatados S.A), baseados em prospecções na cimeira de Serra Negra, de 2003 a 2009, tem indicado a presença de fosfato naquela área.

Figura 3 - Imagem de Satélite Landsat (composição de cores) - Domo de Serra Negra



Fonte: Montanari (2006).

A intrusão de Serra Negra levantou, por falhamentos, as rochas pré-cambrianas do grupo Bambuí e em alguns setores, como alerta Grasso (2010), das rochas do grupo Canastra. Estas rochas foram inclinadas e sofreram metamorfização. Casseti (1981) e Torres (1977) são concordantes que as rochas sofreram maiores inclinações conforme mais próximas do corpo intrusivo. Por estes planos inclinados se desenvolveram a hidrografia da região.

Na adjacência do core intrusivo encontram-se os chamados Patamares Estruturais (MACHADO, 2001), que formam sequencias de anéis quartzíticos, no entorno do Domo, intervalados por áreas com rochas menos resistentes (folhelhos siltitos). A origem destes patamares guarda relação com as rochas encaixantes que foram submetidas ao metamorfismo por contato e inclinadas no processo intrusivo já citado (CASSETI 1981). Os anéis mais

próximos do corpo intrusivo sofreram maior inclinação e metamorfismo e não por acaso são os mais elevados e resistentes.

Os patamares são marcados pela alternância de topos elevados e vales assimétricos. São identificados quartzitos feldspáticos de granulação fina e siltitos argilosos. As cristas da formação Paranoá correspondem a quartzitos, por vezes conglomeráticos com estratificação cruzada, e aos folhelhos silticos e argilosos, menos resistentes contribuindo para a formação de vales assimétricos (CASSETI, 1981).

Na formação Paraopeba (correspondente a área com menor processo de arqueamento e por consequência com menores inclinações, ver mapa 5) encontram-se ortoquartzitos (especialmente nas áreas próximas ao patamares estruturais), arenitos feldspáticos e folhelhos argilosos e silticos. As características dos folhelhos permitiram a rápida evolução das vertentes originando condições para uma planície de recepção. Ali se depositaram materiais, conforme sugerido por Casseti (1981), oriundos das áreas mais elevadas do Complexo de Serra Negra.

As estruturas da formação Paraopeba fazem contato nas bordas oeste e noroeste com as rochas do grupo Canastra. São estruturas antigas do pré-cambriano, que possivelmente sofreram algumas reativações ao longo do fanerozóico, experimentando relativa calma tectônica a partir do cenozoico, o que contribui para o estabelecimento e primazia dos processos de gliptogênese.

O Arco do Alto Paranaíba (ou Canastra), que limita a bacia a nordeste deve ter sido estrutura muito antiga, desde o Pré Cambriano, reativada em diversos intervalos de tempo no Fanerozóico. Não existe indício de que sedimentos da bacia tenham jamais ultrapassado esse arco, nem mesmo os do Cretáceo, de grande amplitude no território brasileiro. (PETRI;FULFARO, 1969, p.27)

Na formação canastra são identificados quartzitos, filitos e micas. Destas rochas destaque para os quartzitos que são mais resistentes e contribuem para uma maior perduração das formas. Tomando como referência a bacia hidrográfica de estudo, esta formação ocupa desde uma faixa estreita a sudoeste, tornando se a estrutura dominante na região norte, por onde se desenvolve a drenagem do Córrego Feio (principal afluente do alto curso do rio Dourados). Já em uma estreita faixa com orientação norte-sul (no limite ocidental da bacia) encontram-se formações quartzíticas mais resistentes. No chapadão Coromandel a resistência, segundo Casseti 1977, é assegurada pela presença de concreções ferruginosas, em especial no extremo norte da área entre Serra do Gavião e o Chapadão Coromandel.

4.1.3 - Geomorfologia

No contexto regional, a geomorfologia revela que o alto curso do rio Dourados está integrado na área de dobramentos antigos, do Pré-Cambriano, da Faixa Brasília com estruturas dobradas e falhadas. É área divisora entre a Bacia Sedimentar do Paraná a sudeste e a Bacia Sedimentar do São Francisco a nordeste, como sugere Hassui (1984). Para além deste autor somente levantamentos morfológicos esporádicos em grande amplitude como o trabalho de Ross (1991), que classifica esta área como integrante dos Planaltos e Serras Minas-Goiás.

No contexto da área de estudo Casseti (1981) esboçou o primeiro mapeamento geomorfológico, porém seu trabalho não compreende toda a região do alto curso do rio Dourados, excetuando o setor das nascentes do córrego Feio. Preenchendo esta lacuna, está o trabalho de Machado (2001), que estabeleceu o mapeamento geomorfológico do município de Patrocínio, permitindo identificar as três unidades morfoesculturais referentes ao alto curso da BHRD: 1º Domo de Serra Negra e Áreas adjacentes, 2º Planície aluvionar, 3º Relevo intensamente dissecado com altas cristas e drenagem incisiva.

Sobre a hipsometria da bacia é possível perceber, conforme o mapa 6 que existe uma considerável variação altimétrica com o nível de base em torno dos 880 metros e os setores mais elevados na casa dos 1240 metros. As áreas mais elevadas estão no leste da bacia, no topo de Serra Negra (1200 a 1240 m), onde nasce o córrego Taquara, seguido pelos patamares estruturais (1040 a 1200 m) nas nascentes dos córregos Ponte Alta, Estiva e Cava. Outro setor que apresenta elevadas altitudes está no norte da bacia no chapadão Coromandel com variações entre os 1080 e 1160 metros.

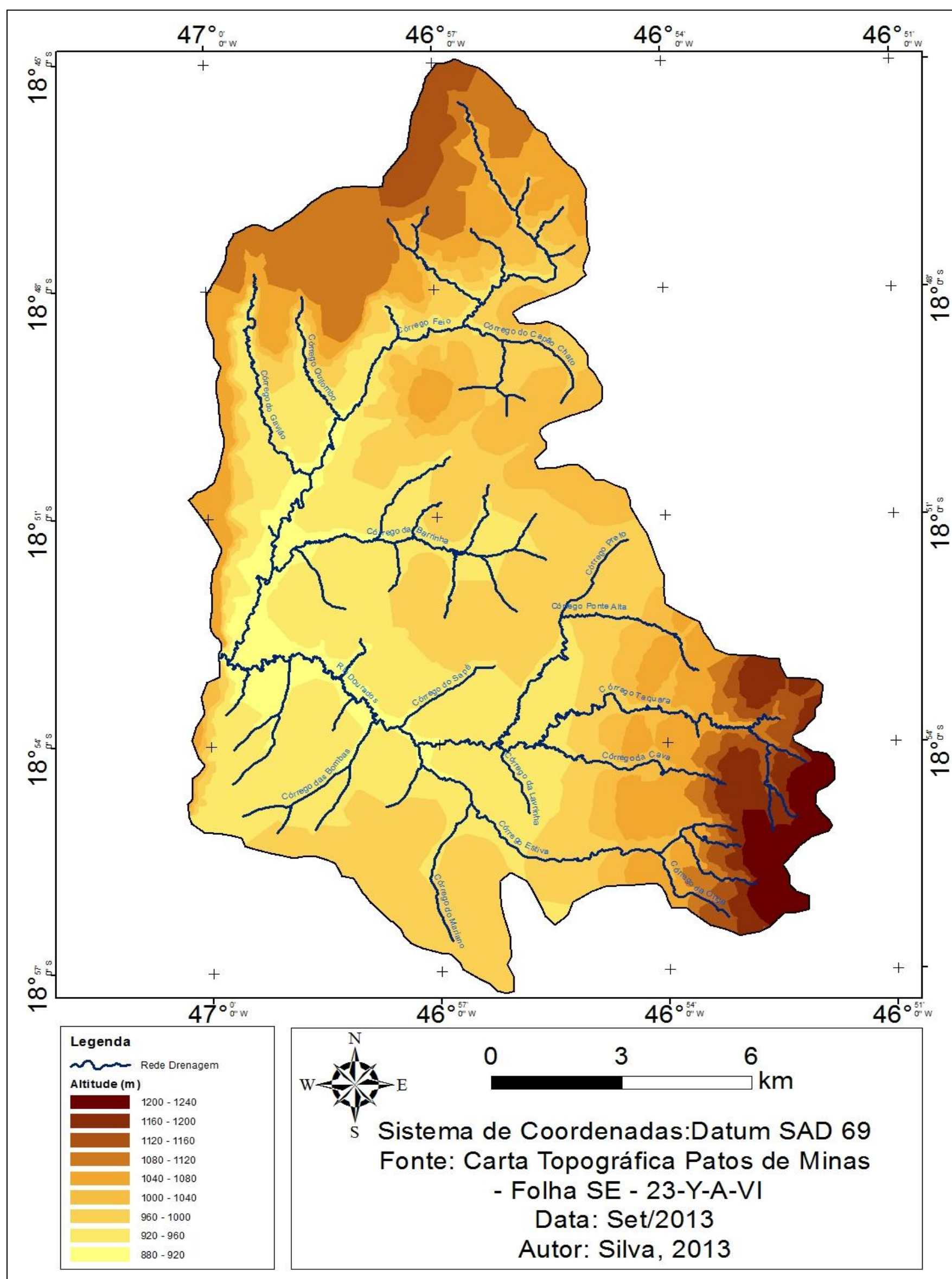
A planície que se estende, em uma faixa semicircular, do sul da área de pesquisa até a borda leste, bem como os interflúvios entre o rio Dourados e o córrego Feio, apresentam altitudes entre os 900 e 1000 metros. Por fim as cotas próximas aos 880 metros são relativas ao nível de base da região (foto 1), no exutório da área, atingindo os limites exteriores das serras do Cruzeiro e Gavião, que funcionam como paredões disposto de sul para o norte com altitudes por volta dos 1100 metros.

Foto 1: Alto curso da bacia do rio Dourados - Exutório da área de estudo.



Fonte: Silva (2013)

Mapa 6: Alto curso da bacia do rio Dourados - Hipsometria



Quanto à declividade (mapa 7), a maior parte da bacia apresenta baixos índices, entre 0 e 3 graus. Estes são correspondentes à planície aluvionar na confluência dos córregos Taquara, Cava, Lavrinha e Preto e no amplo interflúvio entre o rio Dourados e o Córrego da Barrinha. Também nos topos das serras do Gavião e Cruzeiro, bem como do chapadão Coromandel e do Domo de Serra Negra.

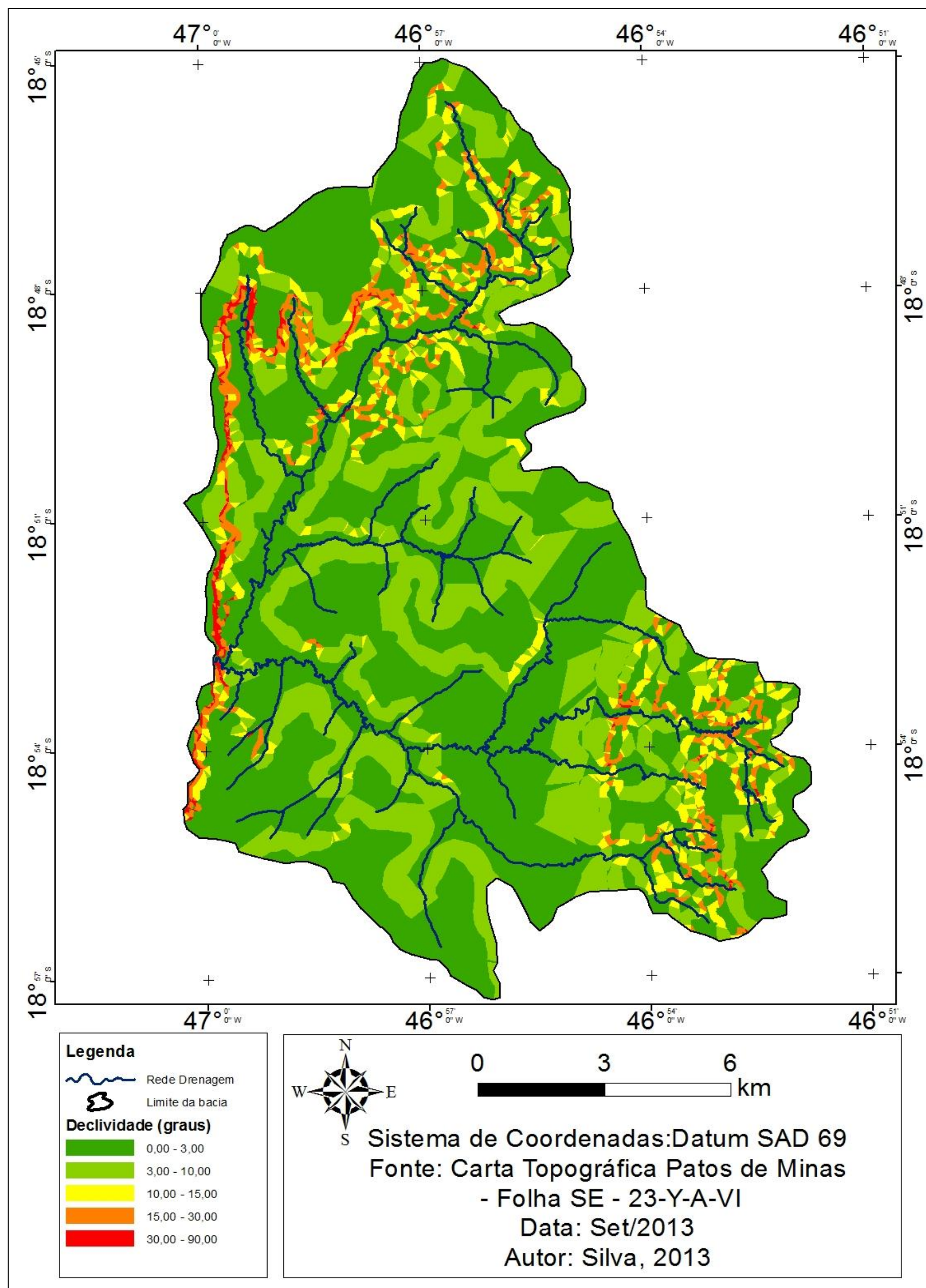
Já declividades entre 3 e 10 graus são notadas nas rampas coluviais, nas encostas dos patamares estruturais de Serra Negra, bem como em faixas de transição para os fundos dos vales do rio Dourados e dos córregos da Barrinha e Feio. As declividades entre 10 e 30 graus são perceptíveis nos patamares estruturais de Serra Negra e na região das nascentes do córrego Feio, na borda do chapadão Coromandel. As maiores declividades, acima dos 30 graus, são expressas principalmente pelas frentes livres das serras do Gavião e do Cruzeiro onde quartzitos afloram em bruscas rupturas de declive (foto 2).

Foto 2: Alto curso da bacia do rio Dourados - Serras do Gavião (1º plano) e Cruzeiro (fundo) com suas rupturas de declive marcam os limites ocidentais da área de estudo.



Fonte: Silva (2013)

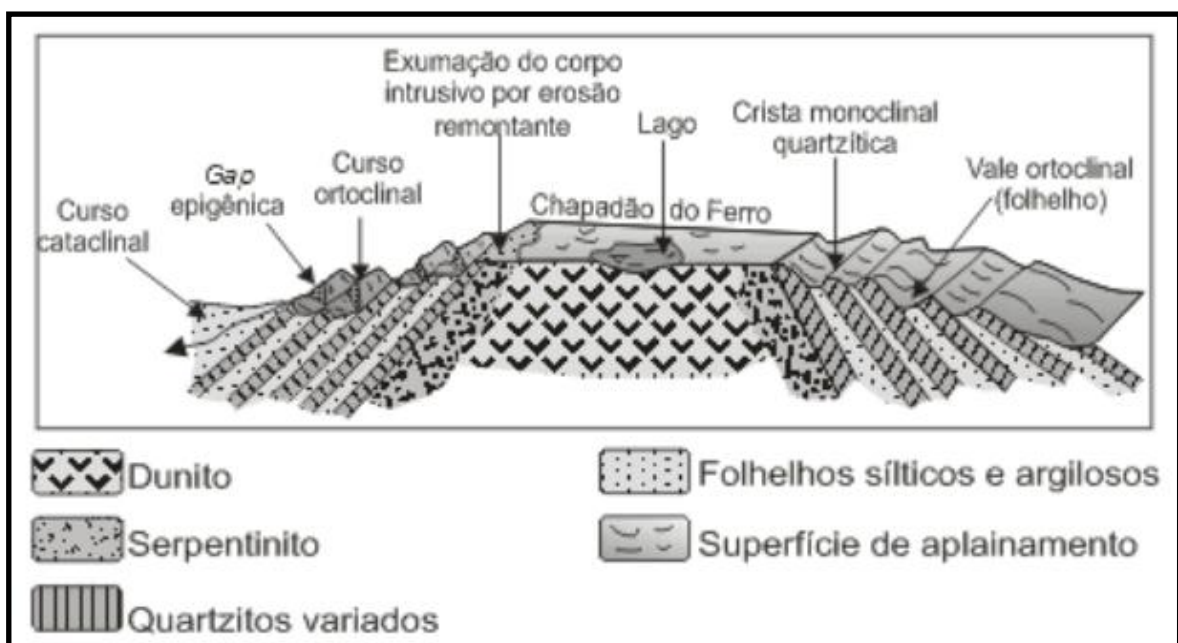
Mapa 7: Alto curso da bacia do rio Dourados - Declividade



As informações relativas a declividade e hipsometria, os trabalhos de campo e o mapeamento proposto por Machado (2002) permitiram identificar as 3 principais morfoestruturas encontradas na área (mapa 8). O primeiro setor se refere ao Domo de Serra negra e áreas adjacentes. Este termo, portanto, inclui a cimeira, bem como os Patamares estruturais que a circundam. Quanto à bacia de estudo, a porção noroeste do topo de Serra Negra está inserido na mesma. Neste ambiente a carapaça ferruginosa tem garantido a resistência de uma cimeira plana com poucas variações no terreno (em torno dos 1250 metros).

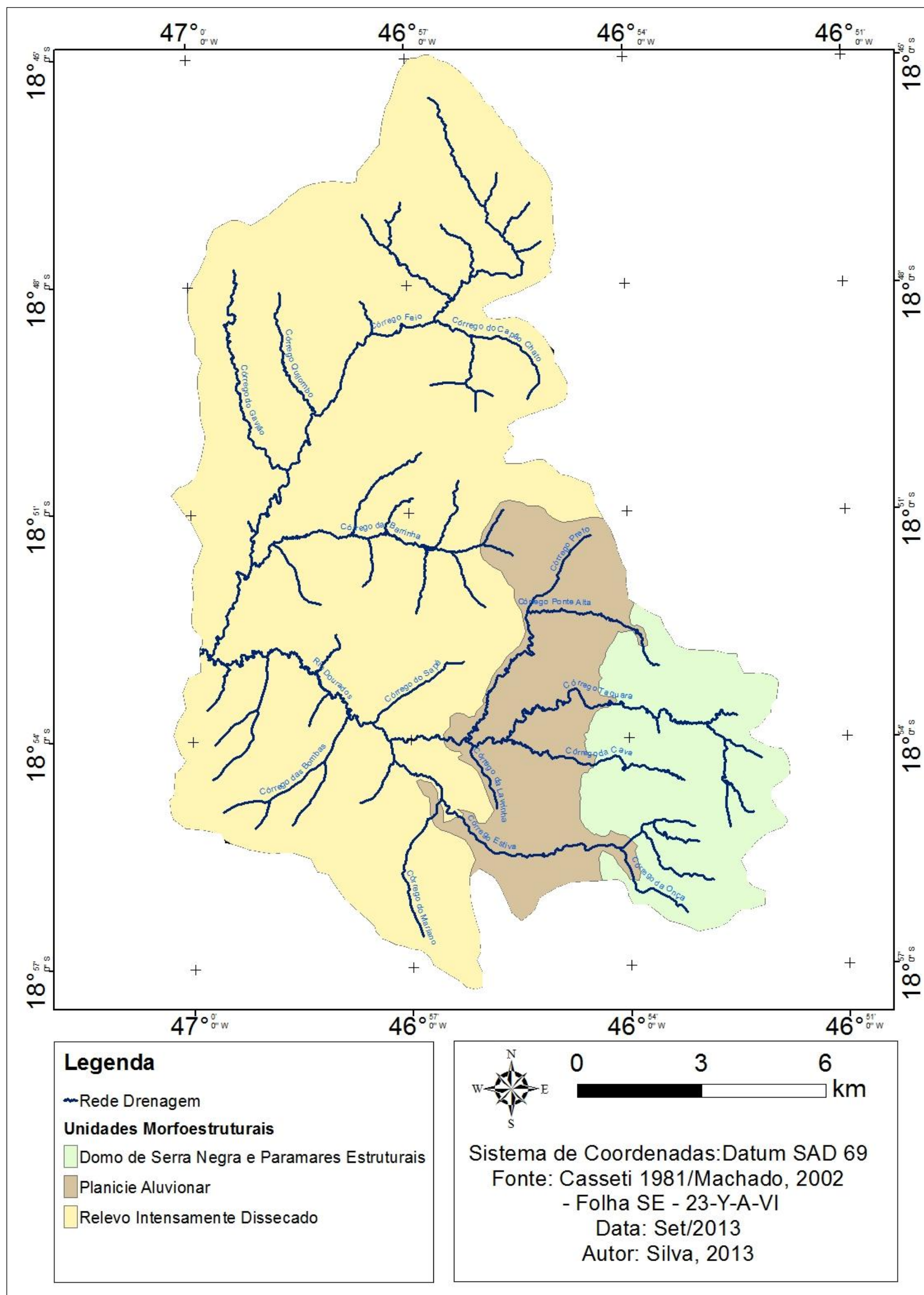
A partir do topo de arrasamento terciário, estão àqueles setores cortados por falhas normais, que recebem o nome de patamares estruturais e descrevem semicírculos elevados, intercaladas por vales assimétricos. Segundo Casseti 1977, apresentam variações altimétricas, resultantes do gradiente de inclinação destas rochas. A figura 4 apresenta a ideia de degraus que se elevam na direção do topo ferruginoso que cobre as rochas básico-alcalinas. As rochas resistentes correspondem aos topos, os folhelhos, de menor resistência, respondem pelos vales assimétricos.

Figura 4: Esquema simplificado do Domo de Serra Negra.



Fonte: CASSETI (2005, p.39)

Mapa 8: Alto Curso da bacia do rio Dourados - Geomorfologia



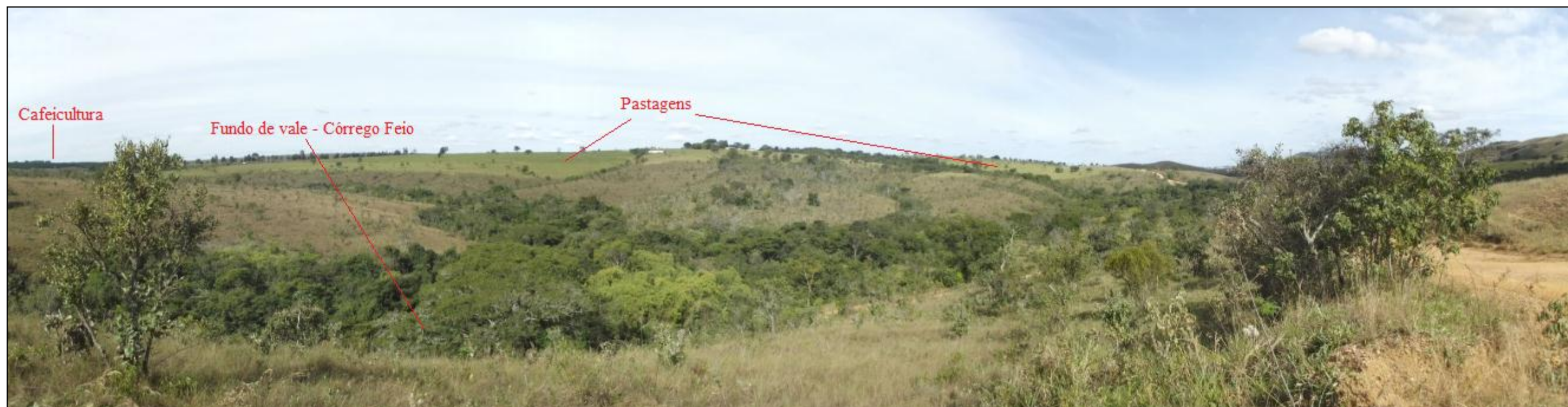
Comumente a escarpa de uma crista monoclinal quartzítica apresenta-se íngreme (com 40 metros ou mais de altura), enquanto o reverso da mesma se desenvolve de maneira mais suave (aproximadamente entre 10 e 30 % de declividade), explicada por depósitos de cobertura eluvio-coluviais que mascaram e reduzem os declives em relação as atitudes das camadas (mergulho entre 40 e 65°). (CASSETI, 1981, p.70)

O setor que se estende desde as abas dos patamares estruturais até o contato entre o grupo Bambuí e o Arco da Canastra foi classificado, por Machado (2001), como Planície aluvionar. São áreas baixas, no comparado com outros setores, entre 950 e 980 metros, com pouca variação altimétrica no terreno. As áreas próximas às cristas monoclinais apresentam rampas de colúvios, conferindo uma maior inclinação desta porção.

A parte relativa ao grupo Canastra apresenta, segundo Machado (2001), relevo intensamente dissecado com altas cristas e drenagem incisiva. Parte da área possui interflúvios amplos e suaves com altitudes entre 1000 e 1060 metros, apresentando vertentes côncavas seguidos de fundos de vales encaixados com afloramentos rochosos (fotos 3 e 4).

No norte da bacia destaca-se o chapadão Coromandel que possui são bordas movimentadas e topo plano com potencial para agricultura. Nestes setores as formas elevadas que atingem médias de 1100 metros, apresentam topos em cristas com intensas rupturas de declive, marcando os chamados free face, voltados para o leste. Estas serras do Arco da Canastra constituem o limite oeste do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Dourados. Uma falha geológica, de orientação leste – oeste, marca o caminho que o rio descreve para fora da área de estudo (CASSETI 1981).

Foto 3: Alto curso da bacia do rio Dourados - Área de drenagem do Córrego Feio, enquanto o fundo de vale esta recoberto por mata ciliar no topo dos interflúvios agricultura e pastagem dividem o espaço



Fonte: Silva (2013)

Foto 4: Alto curso da bacia do rio Dourados - Chapadão Coromandel com presença de áreas de pastagens e agricultura como a silvicultura.



Fonte: Silva (2013)

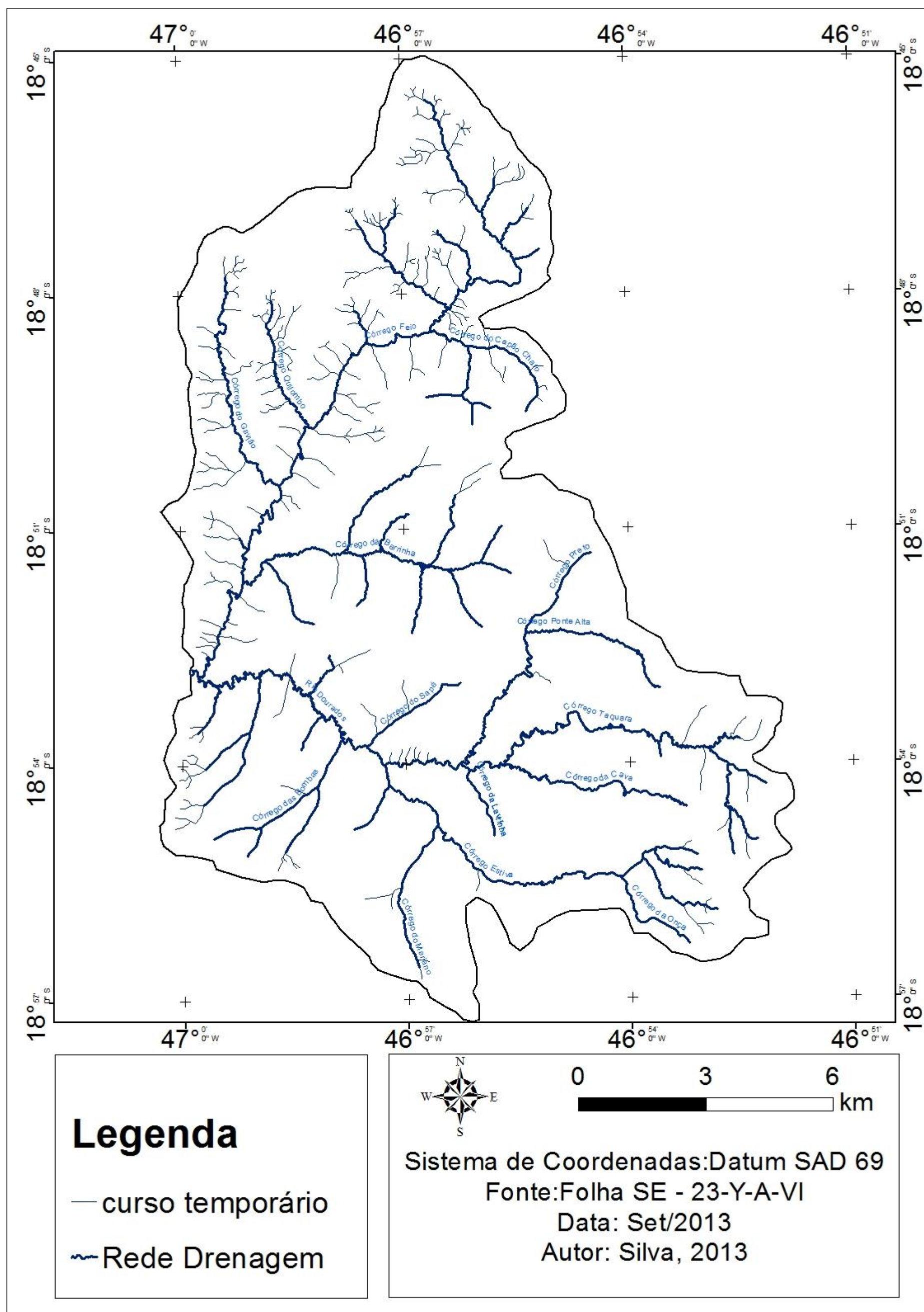
4.1.4 - Morfometria do alto curso da bacia do rio Dourados

Por se tratar de um estudo que traz a preocupação com a disponibilidade hídrica, o conhecimento do escoamento nos canais fluviais bem como suas características dinâmicas exercidas pela atuação da água (sobre os sedimentos, leito fluvial, deposição e esculturação topográfica) traz significativas contribuições. Motivo pelo qual são abordados, elementos da geomorfologia fluvial relativa às características do comportamento dos canais (mapa 9).

A hidrografia no setor domico remonta sua origem no arqueamento das formas. A drenagem centrífuga resultante foi orientada pelas linhas de falhas radiais, dando origem a três bacias, ao norte e a leste a bacia do Espírito Santo, ao nordeste e oeste a bacia do rio Dourados e no oeste e sul bacia do ribeirão Salitre. Os canais formadores do alto curso da BHRD originados no complexo têm três origens. As nascentes do Taquara estão na transição entre estes patamares e o topo do Domo. Já nos patamares estruturais estão as origens dos córregos Ponte Alta, Cava, Onça e Estiva. O terceiro caso seria de córregos que nascem na área periférica do Domo, como os córregos da Lavrinha, Preto, Mariano, Ponte de Terra.

Os anéis dos Patamares estruturais são concêntricos e nas suas camadas, representadas pelos folhelhos foram desenvolvidos posteriores tributários ortoclinais, encaixados nos anéis. Estes cursos tributários, que geraram uma diversificada configuração dos vales, são observados principalmente nas nascentes do Estiva, como o córrego Onça, ou em pequenos cursos d'água que fluem na direção do córrego Taquara.

Mapa 9: Alto curso da bacia do rio Dourados - Hidrografia



Uma vez superados os anéis concêntricos de Serra Negra os cursos fluviais atingem a Planície Aluvionar na periferia do Domo. O local está sobre os folhelhos argilo-siltosos materiais provenientes da degradação das encostas que circundam o domo, apresentam textura grosseira, fazendo com que a permeabilidade do solo seja maior, o que leva a densidade hidrográfica da periferia ser menor que a dos patamares estruturais. (CASSETI 1981)

Por se tratar de uma área com vertentes suaves e inumadas, ao longo do terciário e quaternário (CASSETI, 1981), a força de transporte dos cursos fluviais é menor contribuindo para a deposição de materiais. Fator observado, em campo, na formação de canais meandantes, bem como das áreas alagadiças em setores dos córregos Taquara, Lavrinha, Estiva e na confluência do Ponte Alta com o córrego Preto.

O córrego Taquara apresenta trecho meandrante, compondo inclusive meandros abandonados, onde observa-se a questão dos depósitos com materiais que formam os chamados terraços fluviais (foto 5). Embora não se refira a este trecho do Taquara, Casseti (1981) encontrou em uma área próxima com o mesmo fenômeno e a ele atribuiu a seguinte explicação:

Ao longo da borda da planície de inundação do Rio Espírito Santo, observam-se depósitos de seixos retrabalhados (sub-ovalados e sub-arredondados) pouco acima e abaixo do nível atual das águas, recobertos por materiais argiloso e turfáceos da calha aluvial, tais calhaus são representados por quartzo e quartizitos com diâmetro entre 12 e 15 centímetros no eixo maior, recobertos por menores, com diâmetro inferior a 2 e 3 centímetros, envoltos por materiais argilosos de coloração pardacenta. A grosseira triagem do material, que na escala granulométrica decresce em direção à superfície, pode ser explicada pela própria energia do relevo. (CASSETI 1981, p. 77)

Cita-se ainda a existência de diversos canais fluviais artificiais, antigos e que foram feitos aproveitando a pouca variabilidade altimétrica da planície, existindo inclusive transposição de águas, como observada no caso das águas retiradas dos córregos da Estiva e Cava, e que são lançadas por fim no Córrego da Lavrinha (Foto 6).

Foto 5: Alto curso da bacia do rio Dourados - Abandono de margem no córrego Taquara, revelando grandes seixos de quartzos, também a presença de capim braquiária nas margens desnudas.



Fonte: Silva, 2013

Foto 6: Alto curso da bacia do rio Dourados - Canal artificial (rego) transpondo água do córrego da Cava para o córrego da Lavrinha.



Fonte: Silva (2012)

A drenagem no setor correspondente ao grupo Canastra é definida por cursos desenvolvidos sobre as áreas acidentadas. O córrego Feio e seus formadores, juntos na soleira das estruturas mais elevadas são os representantes principais. De maneira geral, estes córregos apresentam drenagem incisiva trabalhando no aprofundamento dos vales.

Quanto aos parâmetros morfométricos (tabela 2) os dados obtidos permitem algumas análises relativas ao comportamento hidrológico da bacia. A bacia do alto curso do rio Dourados é de 4ª ordem (Classificação de Strahler, 1952), indicando ser razoavelmente ramificada, de modo especial no setor dos patamares estruturais. A bacia possui área de 194 km² e perímetro de 76,59 km, o comprimento do canal principal é de 27,75 km, a rede de drenagem total apresenta 294 km.

Tabela 2: Alto curso da bacia do rio Dourados – Parâmetros morfométricos

Parâmetros	Valores e unidades
Área	194,795 (km ²)
Perímetro	76,59 (km)
Comprimento do Canal princ.	27,75 (km)
Comprimento total da drenagem	294 (km)
Ordem no nível de base	4ª (ordem)
Fator de forma	0,8
Coefficiente de compacidade	1,53
Densidade hidrográfica	1,01 (canal/km ²)
Densidades da drenagem	1,52 (km/km ²)
Índice de sinuosidade	2,05
Altitude máxima da bacia	1240(m)
Altitude mínima da bacia	880 (m)
Amplitude altimétrica	360 (m)

Fonte: Silva (2013)

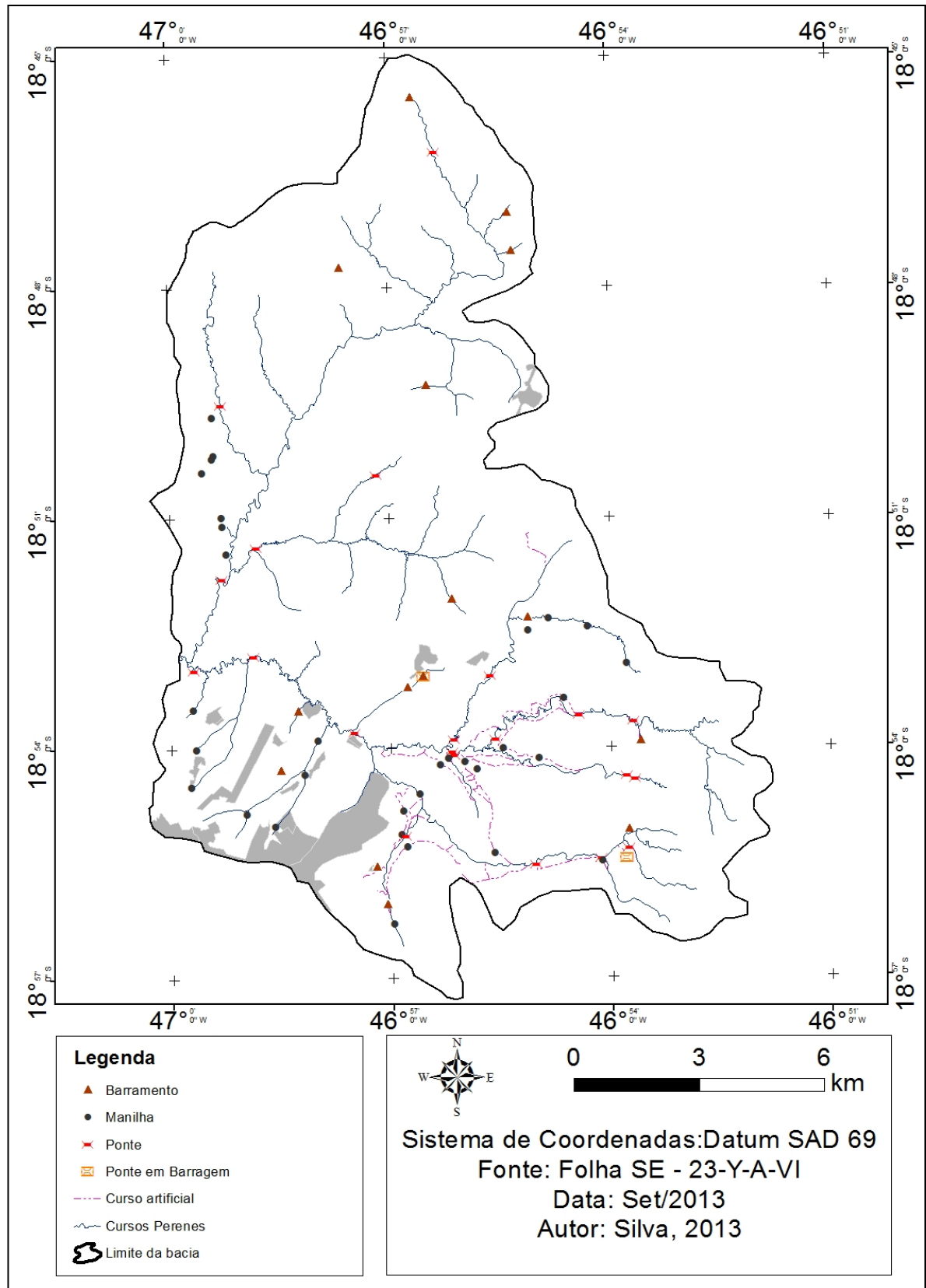
Em relação a densidade de drenagem, são 1,52 km/km², conforme Christofolletti (2006) se tem uma capacidade de drenagem entre regular e boa, o que indica a existência de ambientes bem drenados, por um sistema de escoamento bem desenvolvido. Em relação aos canais temporários e efêmeros, são nitidamente mais encontrados nas rochas do grupo canastra, o

que sugere que ali existem rochas resistentes a infiltração e potencializadoras do escoamento superficial, o contrário é notado na região da planície aluvionar de Dourados. Sobre a densidade hidrográfica ou como prefere Christofolletti (2006) a densidade dos rios, tem-se a média de 1,01 canal por km² o que é considerado baixo e com tendência para a geração de novos cursos fluviais.

O fator de forma permite analisar o poder que a bacia possui de apresentar picos de enchentes, como no caso da bacia de estudo este valor ficou em 0,8 percebe-se tratar de uma bacia pouco comprida e com alto potencial para picos de enchentes. Significa dizer que o tempo de concentração será menor e que esta bacia apresenta uma tendência a circularidade. Um bom indicador desta tendência é o coeficiente de compacidade com valor de 1,53, ainda próximo a 1 (forma circular exata), também sugerindo um menor tempo de concentração. Quanto ao índice de sinuosidade do canal principal o valor de 2,05 sugere que o canal principal é tortuoso

Ainda existe a questão das obras dentro da bacia que causam impactos sobre os cursos fluviais da área. São barramentos, manilhas, pontes e cursos artificiais que acabam por alterar a dinâmica da bacia hidrográfica. Os barramentos representam ambientes onde a mata galeria foi suprimida e muitas vezes existem problemas relativos a regularidade da vazão a partir destes pontos. Manilhas e pontes respondem por episódios onde o curso fluvial pode estar sofrendo pressão do fluxo, pela concentração do mesmo, via alteração do leito do rio. A concentração da água pode gerar problemas a montante do ponto como erodibilidade das margens. Os canais artificiais funcionam como dispersores de águas podem não retornar ao leito principal, O mapa 10 apresenta justamente a disposição destes elementos na bacia de estudo.

Mapa 10: Alto curso da bacia do rio Dourados - Modificações no sistema hidrológico



4.1.5 - Solos

No que se refere aos solos da área, conforme estudo da EMBRAPA realizado por Mota et al (2004) e Mota (2006) e levantados nos trabalhos de Casseti (1981) e Neto et Al (2009), foram identificados Latossolos, Cambissolos, Gleissolos e Neossolos . Os latossolos por sua vez apresentam variações, sendo encontrados na área de estudo: latossolos vermelho ácrico, latossolo vermelho distrófico, latossolo vermelho-amarelo distrófico e latossolo vermelho-amarelo distroférico. A partir dos mapas de solos e aptidão da terra da EMBRAPA, se tornou viável gerar produtos cartográficos, onde o mapa 11 apresenta os tipos de solo e o mapa 12 a aptidão da terra.

O latossolo vermelho ácrico localiza-se na área corresponde as superfícies suaves entre os córregos Feio e Preto, área do grupo Canastra. Mota (2006) considera os solos desta área portadores de boa aptidão a diversos tipos de manejos, são muito intemperizados, apresentando textura de argilosa a muito argilosa. Apresentam hipodistrófico, isto é ácidos, álicos, com poucos nutrientes abaixo da camada arável, o horizonte A com cor bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), Mota (2004).

A Planície aluvionar apresenta alguns setores com Latossolo vermelho distrófico junto aos patamares estruturais, com leve inclinação das rampas coluviais, por onde passam os cursos do Taquara, Cava e Estiva. Este tipo de solo tende a se formar justamente em superfícies planas ou suavemente onduladas, pouco comum em ambientes acidentados. É considerado por Mota (2006) um solo com boa aptidão para diversos cultivos, permitindo desde o uso de técnicas tradicionais a ações de mecanização. Existem texturas desde médias, passando por argilosas, até muito argilosas. São geralmente bem drenados e tem sua origem do desgaste físico das rochas in situ. Segundo a EMBRAPA, esta é uma classe de solos utilizada com

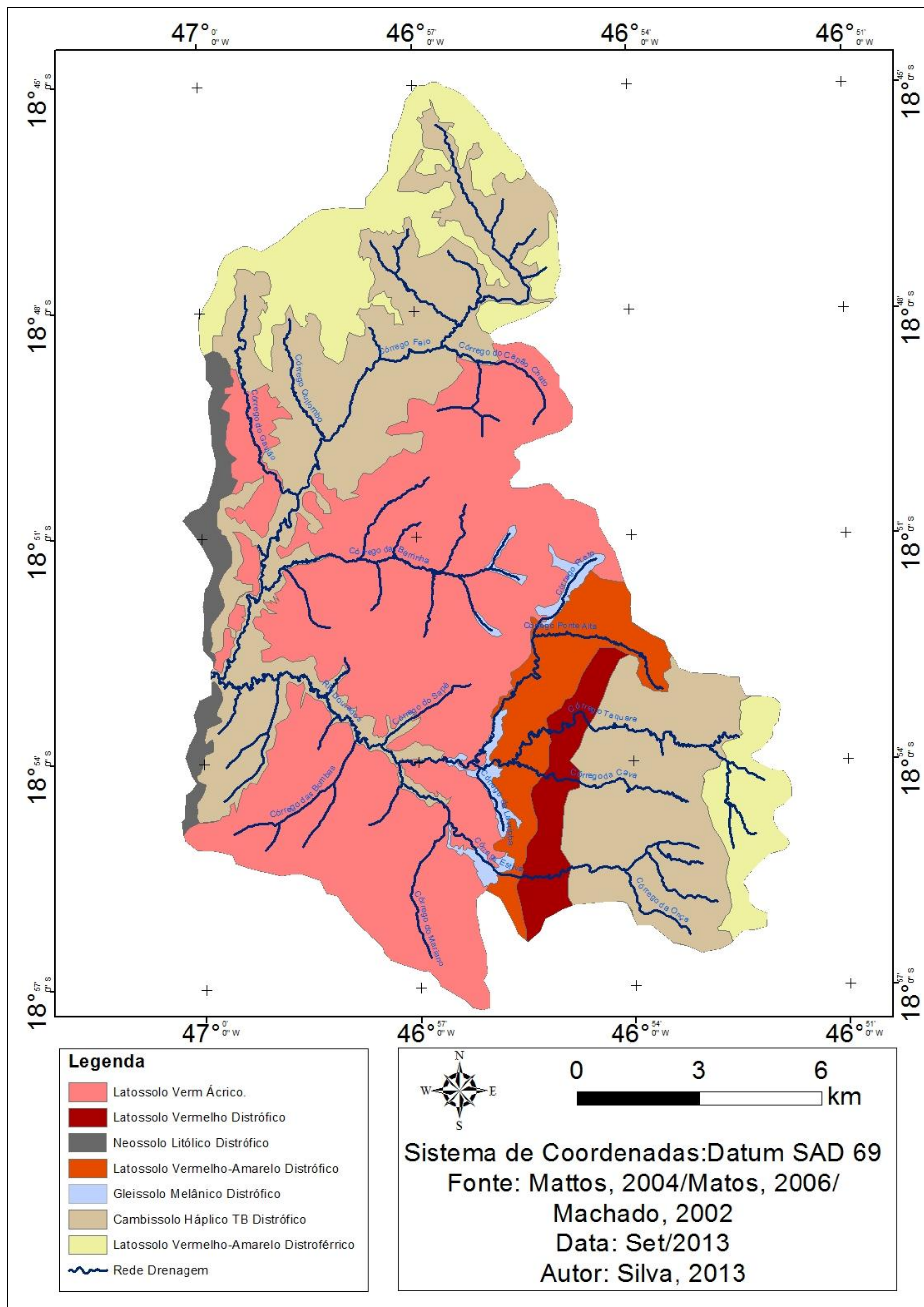
maior frequência por lavouras de arroz, café, cana-de-açúcar, milho, soja, além dos usos com pastagens e reflorestamento com eucalipto.

Os chamados latossolos vermelho-amarelo são encontrados na área em duas tipologias, o distrófico e o distroférico. O latossolo vermelho-amarelo distrófico, esta presente em trechos da planície aluvionar, nos setores onde o córrego Taquara meandra e apresenta alguns terraços fluviais. Apresenta textura de média a muito argilosa, são solos minerais e bem drenados. (MOTA et al 2004).

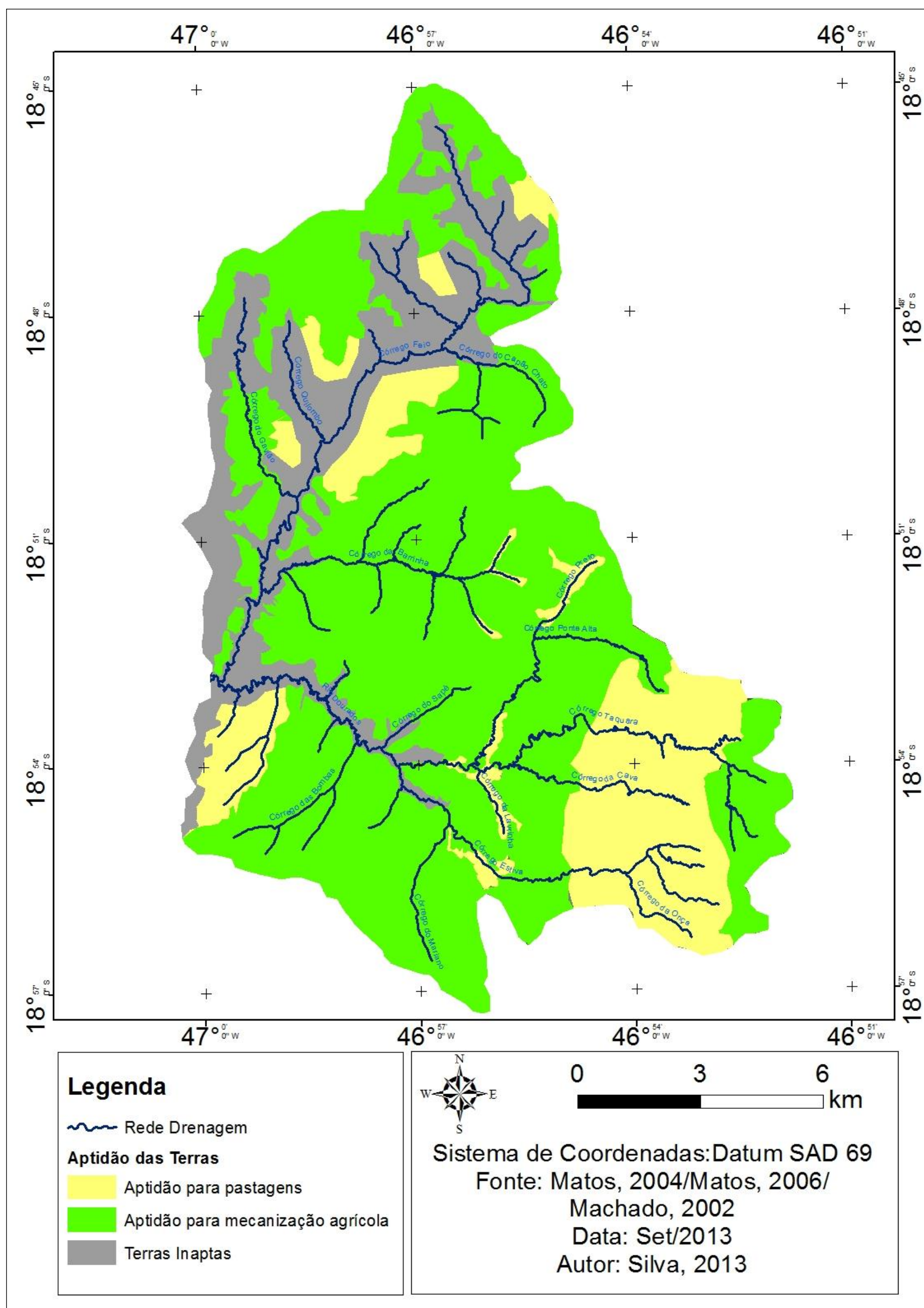
O latossolo vermelho-amarelo distroférico, apresenta baixa fertilidade e altos teores de ferro nos horizontes subsuperficiais, se localiza em setores mais elevados na nascente do Taquara (cobrindo a maior parte da cimeira de Serra Negra) e também do chapadão Coromandel. Em comum, as duas áreas possuem a presença de carapaça ferruginosa como indicou Machado (2001). Estas concreções levam estes setores a serem classificados como aptos a práticas agrícolas que disponham de meios e técnicas modernas (MOTA, 2006). São solos de altitudes superiores aos 1100 metros. Sua textura varia de argilosa a muito argilosa, possui tendência à existência de horizonte A moderado ou proeminente, podendo ser álico ou epiálico.

Os chamados cambissolos háplicos compreendem solos mineralógicos, apresentam horizonte B incipiente, não são hidromórficos. Por se tratarem de solos jovens, são pouco desenvolvidos, pois os processos pedogenéticos ainda são iniciais, assim não apresentam horizonte A úmico (Mota et al 2004). Na área de estudo foram identificados setores com cambissolo háplico Tb Distrófico nos patamares estruturais, no vale do córrego Feio, ao longo dos baixios do Chapadão Coromandel e das Serras do Gavião e Cruzeiro, e parte do vale do Rio Dourados (mais especificamente da confluência do Córrego Estiva até o encontro das águas do Dourados com o Feio).

Mapa 9 : Alto Curso da Bacia do Rio Dourados - Solos



Mapa 10: Alto Curso da Bacia do Rio Dourados - Aptidão dos solos



Estas são áreas consideradas pela Embrapa inaptas para atividades agrícolas e que são ideais para a preservação de fauna e flora. Não por acaso, boa parte da bacia do córrego Feio, que abastece a cidade de Patrocínio, se encontra neste tipo de solo. Nas áreas dos folhelhos Paranoá, nos vales ortoclinais entre as cristas Monoclinais é possível que a presença de materiais oriundos do topo de Serra Negra, como os pertencentes a rocha dunito, tenham favorecido aqueles solos a uma fertilidade maior, como aponta Casseti (1981).

Quanto aos Gleissolos, estes se encontram próximos a alguns cursos fluviais nos ambientes planos. Assim é possível notar esta tipologia na área de confluência do Ponte Alta com o Preto e a jusante deste setor, ainda no córrego Preto no encontro deste com o Rio Dourados. Também na confluência dos córregos Taquara, Cava e Lavrinha formadores do Rio Dourados e nos setores que se estendem das margens deste ponto seguindo na direção montante ao longo do Lavrinha até as suas nascentes deste e acima na direção do córrego Estiva.

Os Gleissolos, para Mota et al (2004), correspondem aos solos hidromórficos, apresentam excesso de água e são comuns de ambientes alagadiços com vegetações higrófilas. Possuem horizonte glei sob o horizonte H hístico, são horizontes ricos em matéria orgânica, resultado do depósito de resíduos vegetais, de modo especial nas camadas superiores. Na área de estudo foi identificado o Gleissolo Melânico Distrófico. Este solo apresenta baixa saturação por bases nas camadas mais próximas a superfície, são geralmente encontrados em áreas de surgente, junto a bordas de chapadas e também em superfícies aplainadas, com ligação ao ciclo Velhas e aos depósitos sedimentares do holoceno e quaternário. Neste caso apresentam horizonte A proeminente textura média.

Quanto ao uso agrícola, a água em excesso, que é parte fundamental da definição destes solos, acaba por contribuir para a baixa oferta de oxigênio, existindo a pouca disponibilidade de nutrientes. Evidencia-se ainda a fragilidade destes ambientes que não são favoráveis ao uso de

maquinário agrícola. No passado estes solos foram utilizados, na região de estudo, para o cultivo de arroz e a formação de pastagens. Atualmente perdura apenas a pecuária e em alguns setores os campos higrófilos foram abandonados. (SILVA; ALLAN SILVA 2012)

Os Topos das serras do Cruzeiro e Gavião apresentam em sua cobertura Neossolos litólicos distróficos (MOTA, 2004). Este solo possui características minerais, com horizontes A, C e R ou somente A e R, em alguns casos, como nas serras do Gavião e Cruzeiro, se observa o início de horizonte B. Em relação ao horizonte A, ocorre diretamente sobre a rocha ou quando existe sobre o horizonte C, este último não apresenta grande desenvolvimento, o que lhe confere pequena espessura de camada. As texturas nestes casos apresentam desde média à argilosa (argilas apresentam baixa atividade), cascalhos são comumente encontrados. A acidez, os fragmentos rochosos, a susceptibilidade a erosão e a presença de ambientes acidentados, conferem a estes solos franca limitação ao uso agrícola e de forma especial a mecanização. O cenário de desenvolvimento destes solos são aqueles marcados pelas rochas do Pré-cambriano, diz-se neste caso os xistos, quartzitos entre outros.

4.1.6 - Uso e ocupação do solo

As alterações da superfície da bacia produzem impactos sobre o escoamento, provocando alteração do comportamento das enchentes, vazões mínimas e nas vazões máximas. Altera ainda as condições ambientais locais e conseqüentemente a jusante da área. Como exemplo deste fato, Bosch e Hewlett (1982), citados por Tucci e Mendes (2006), fizeram estudo com 149 bacias experimentais ao longo de três décadas, estes estudos levaram em consideração desde fragmentos de bacias que puderam ser comparados entre si, até bacias sem modelo para comparação, servindo o estudo da alteração da paisagem ao longo do tempo e a mudança de vazão.

Geralmente áreas que tiveram sua condição natural modificada, seja pelo avanço urbano, ou pelos processos do rural, apresentam alterações também quanto à infiltração e o escoamento superficial, estas alterações são provenientes de diversas manifestações humanas como: desmatamento; extração seletiva de madeira; cultura de subsistência; culturas permanentes; culturas anuais e por fim impermeabilização do solo por cobertura urbana.

O entendimento da ocupação da área de estudo também é válido como meio de compreender a importância dos recursos hídricos no estabelecimento de determinadas atividades bem como observar a pressão sobre estes mesmos recursos. Os comportamentos que definem as tipologias de uso e ocupação podem revelar uma maior ou menor degradação dos meios, permitindo ainda raciocinar sobre as formas de ocupação que se deram antes do período estudado e as preferências por determinadas áreas para alguns tipos de atuações humanas.

Logo é importante lidar com alguns comportamentos que, ao longo da história de ocupação da região de Dourados, foram geradores de impacto ambiental. Para tanto compreender como os moradores da área se relacionavam com a paisagem e as informações que obtinham por meio da tradição, é um meio possível de visualizar como alguns setores foram ocupados à exaustão, enquanto outros praticamente se mantiveram inalterados ao longo de décadas. Por exemplo, alguns fragmentos de vegetação que ainda persistem na planície aluvionar de Dourados, como a mata mesófila em alguns setores, dão a entender que anteriormente uma vegetação densa cobria toda aquela região entre os córregos. Não por acaso o córrego Taquara, também chamado de Cedro, apresentava uma vasta mata de cedros que cobriam desde seu médio curso até para além das margens sulistas do córrego da Cava.

É justamente essa vegetação, correlacionada a uma área plana, como sugere Lourenço (2005) que seria um indicador de boas terras, para os moradores que imigravam de Araxá, no início do século XIX, para a região de Patrocínio.

Averiguamos, por meio de depoimentos de antigos moradores da região em estudo, quais eram as espécies de árvores que, uma vez encontradas, mostravam a presença de terras de cultura: “jatobá de cultura, ipê amarelo, ipê roxo, bálsamo e peroba rosa”. (LOURENÇO, 2005, p.174)

Seguindo o caminho de Lourenço (2005), também moradores de Dourados foram entrevistados com o objetivo de identificar os motivos que levavam a escolha de uma área para cultivo ou pecuária. Segundo Manuel Faustino, morador da região desde a década de 1930, escolhiam para serem abertas, aquelas áreas onde encontravam árvores como o cedro, jatobá do mato, angico, tamborilo, sangra d’água, canjerana, jaracatiá e peroba rosa.

A citação de espécies como sangra d’água e jaracatiá mostram o interesse, destes agricultores, por áreas muito úmidas com solos hidromórficos e também as margens dos córregos. Neste último caso, vários setores dos córregos da Taquara, Preto e Cava foram desmatados a exaustão, tendo as margens sido ocupadas, em alguns momentos, por atividades agrícolas e atualmente por pastagens.

A não ocupação do vale do córrego Feio também tem relação com o modo como os moradores se relacionaram com aquelas paisagens. Segundo Faustino, quando seus antepassados entraram em Dourados, atraídos inicialmente pelo salitral das Marrecas, (hoje fazenda do espólio do Senhor Graciano) também foram cercadas as regiões do córrego Feio. Mas aquela região não era interessante ao cultivo, como indicado pelo nome do córrego, aquela era uma região “feia”, ou seja, acidentada de mais e de difícil acesso para a criação de gado.

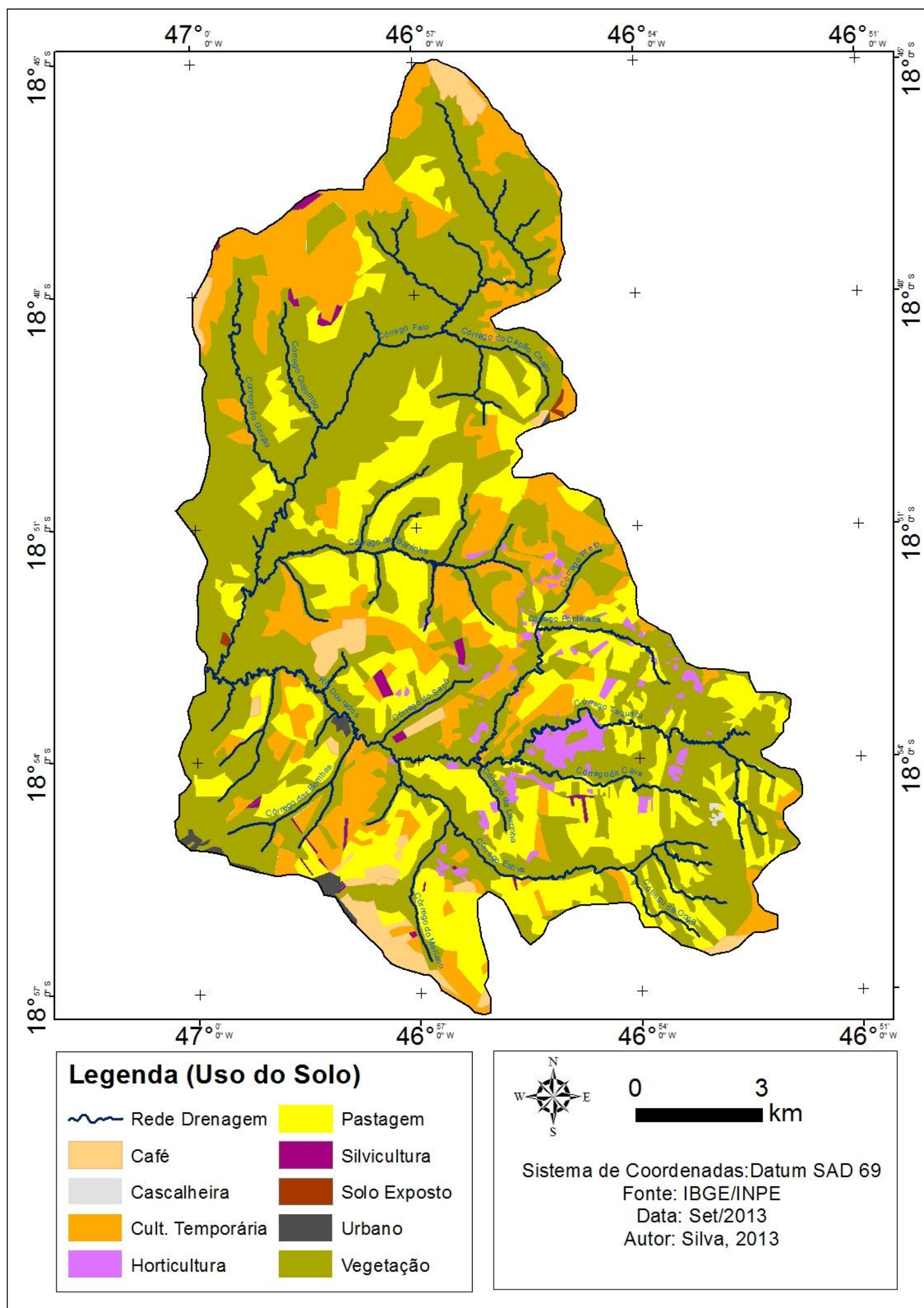
Nota-se que até o começo da década de 1980, quando se dá o início do recorte temporal desta pesquisa, predominava na região as relações tradicionais de apropriação do meio rural. Situação que se transformaria substancialmente ao longo das três décadas seguintes, tanto para os produtos, quanto nas formas de apropriação do espaço e no surgimento de uma nova

cultura dominante (cafeicultura). É um período de expansão da mancha urbana de Patrocínio, conversão de usos do solo e supressão de áreas verdes. São justamente esses fenômenos que foram analisados por meio da espacialização dos tipos de uso e da vegetação para os anos de 1885, 1995, 2005 e 2010.

Em 1985 ainda existia um predomínio das atividades tradicionais (mapa 13), a criação de gado bovino era a atividade que tomava a maior parte da bacia, cerca de 20% do total (43 km²). Estas pastagens ocupavam principalmente a planície aluvionar de Dourados e as regiões do córrego da Barrinha. As lavouras temporárias cobriam aproximadamente 33,5 km² ou 17% do total, surgiam em duas condições. Ao norte se encontravam lavouras extensas, com as modernas técnicas agrícolas já relacionadas ao plano de desenvolvimento e integração do Cerrado, aqui representados pelo PRODECER (Programa Nipo Brasileiro para desenvolvimento do Cerrado). Outra região se refere as proximidades da cidade de Patrocínio e as nascentes dos córregos Barrinha e Preto, com a chamada agricultura tradicional (técnicas rudimentares em propriedades de pequeno porte).

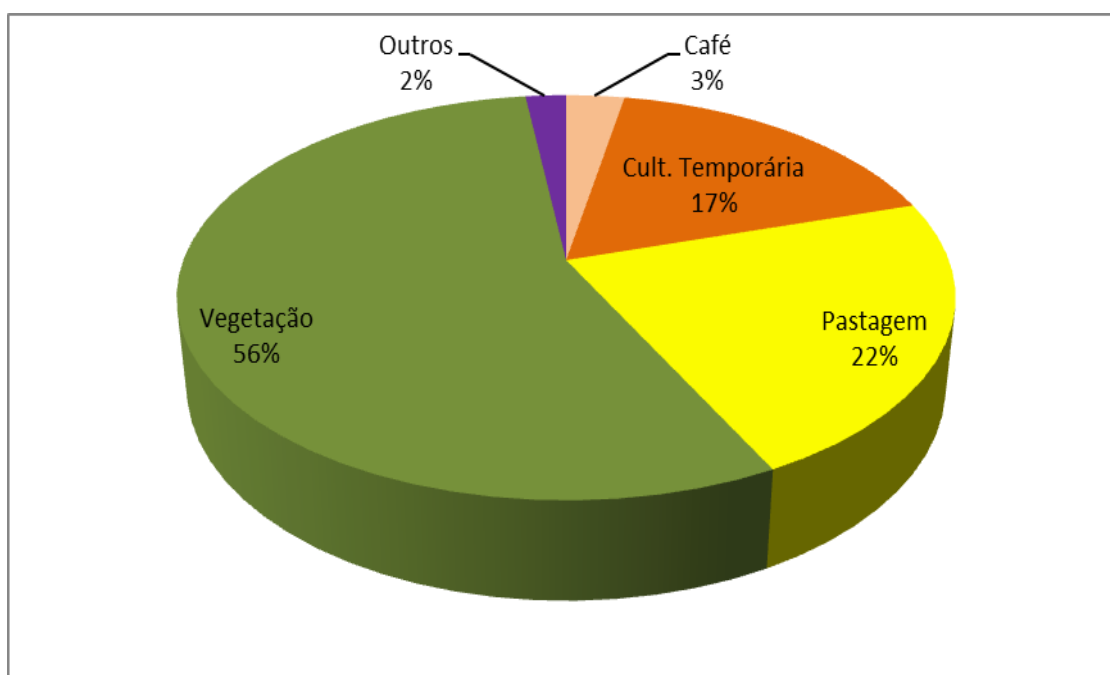
O Café, que nos próximos recortes temporais apresentará um crescimento substancial, possuía uma pequena participação de 5,6 km² relativos a apenas 2,8% da área. Uma atividade a ser destacada neste período é a horticultura. Ocupando 3,5 km², apresentava importância para a segurança alimentar daquelas famílias, que se beneficiavam de solos férteis e dos canais artificiais como sugerido por Silva; Allan Silva (2012) e Casseti (2005), os principais produtos eram: feijão; arroz; mandioca; milho; açafrão; cará; pimenta; cebola; milho e hortaliças diversas. Outros perfis de ocupação humana como áreas urbanas, solo exposto, silvicultura e areieira correspondem a apenas 0,81% do total da área. O que sugere, por exemplo, que a impermeabilização urbana neste período ainda é pequena, bem como são pouco significativos os processos erosivos em locais com solos expostos.

Mapa 13: Alto curso da bacia do Rio Dourados - uso do solo (1985)



Já às áreas com vegetação natural, ocupavam a maior porção da bacia, com 107 km², o que corresponde a 55% do total. Notou-se que o modelo de ocupação em Dourados é gerador de danos aos mananciais. Esta questão foi observada nos casos em que a pastagem, horticultura e culturas temporárias ocuparam áreas que deveriam estar voltadas a preservação. As margens de córregos como o Estiva, Cava, Taquara, Lavrinha, Preto e Ponte alta apresentavam uma considerável condição de degradação, com trechos de margens expostos. Quanto as nascentes, as mesmas se mostram preservadas. O gráfico 2 apresenta a porcentagens das principais coberturas do solo para o ano de 1985.

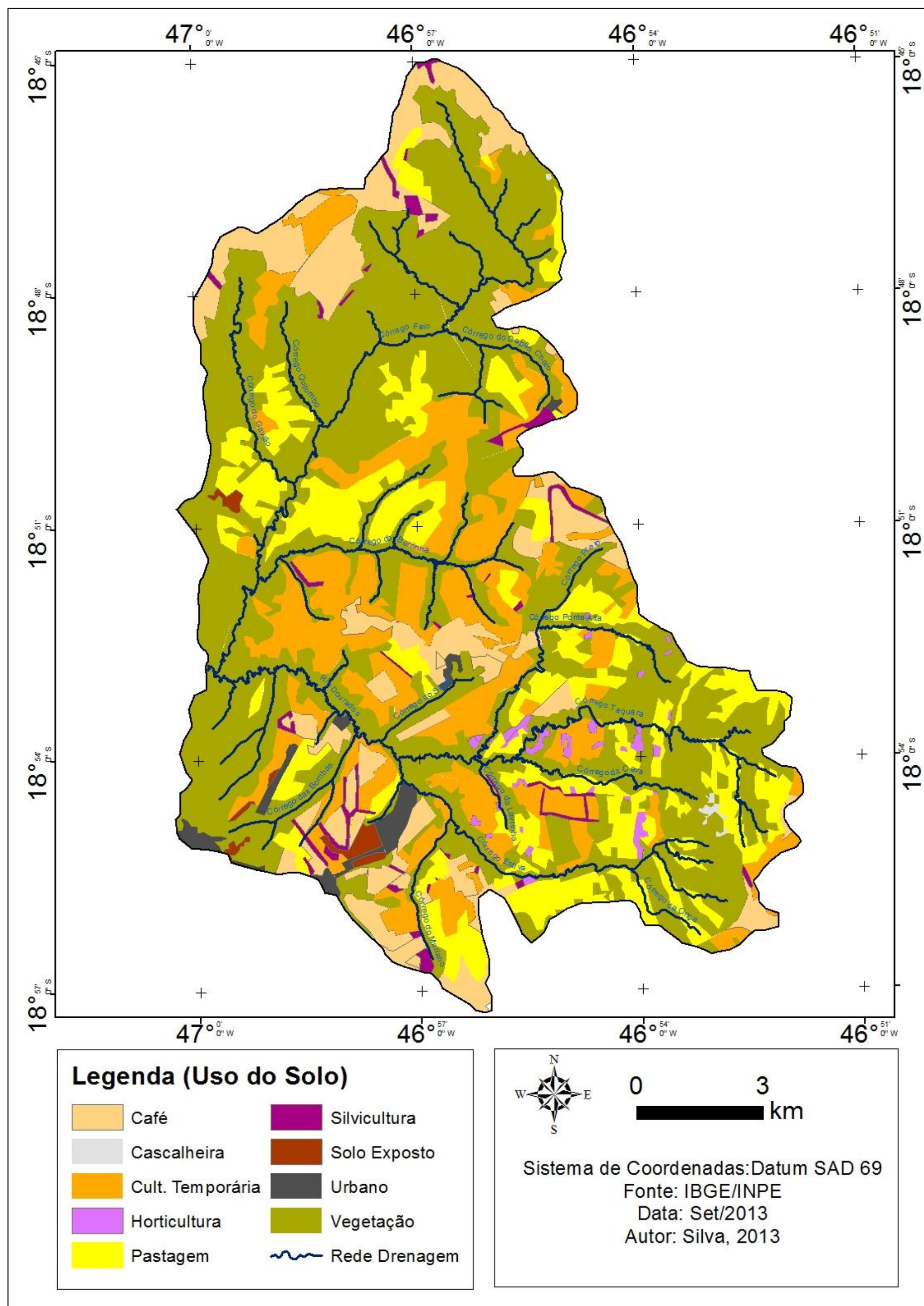
Gráfico 2: Alto curso da bacia do rio Dourados - Principais coberturas do solo (1985)



Fonte: INPE Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

O avanço da modernização agrícola contribuiu para a conversão do uso do solo em diversos setores, as mudanças eram bastante perceptíveis em 1995. A grosso modo, é possível notar que a cultura cafeeira ganhou espaço sobre áreas antes dedicadas a lavoura temporária, é uma tendência que na década seguinte transformará consideravelmente a paisagem do alto curso do Rio Dourados. É importante frisar que em meados da década de 1990 a cultura temporária avançou substancialmente em áreas antes ocupadas pela pastagem (mapa 14).

Mapa 14: Alto curso da bacia do rio Dourados - uso do solo (1995)

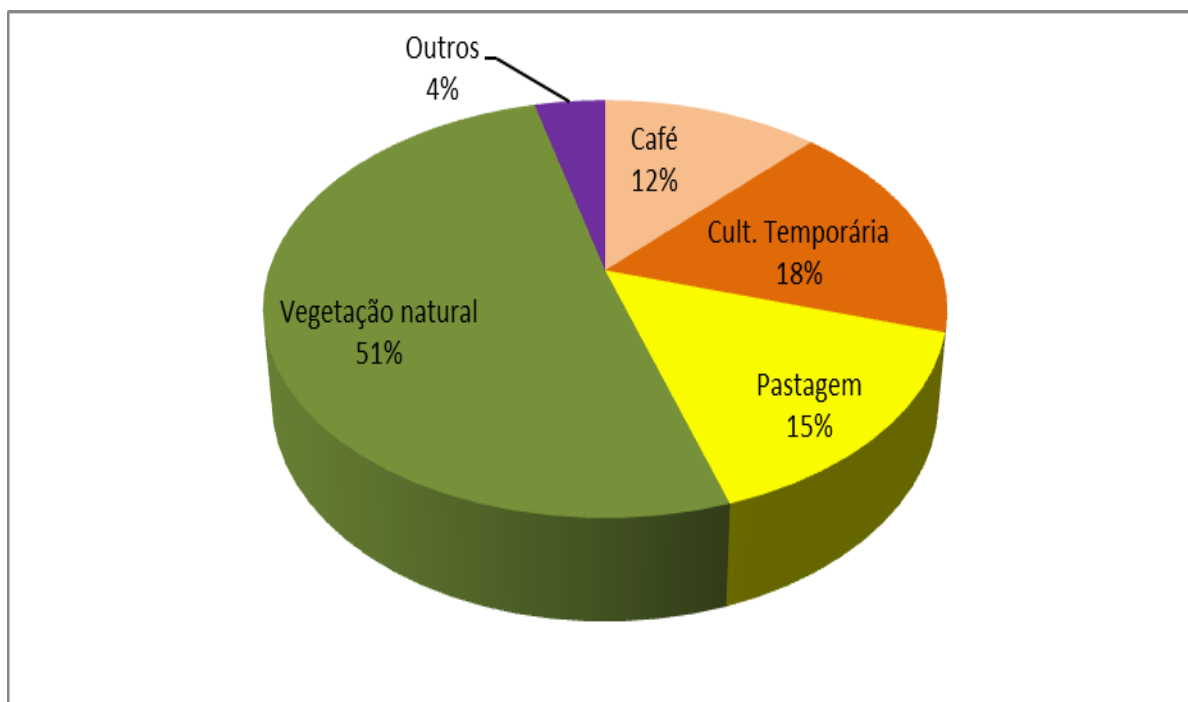


A lavoura temporária substituída pelo café na porção norte da bacia e avançando sobre a pastagem na área central manteve basicamente a mesma quantidade de espaço ocupado, isto é 34 km² (17% do total). A pastagem reduziu-se na área central em solos mais férteis e avançou na área do córrego Feio de relevo acidentado e de solos rasos. Neste período a ocupação pelas pastagens representava 15% do total da área, de 29 km².

O café antes limitado a poucas propriedades, já predominava no norte da bacia, surgindo também em fragmentos na faixa central e na porção sul, correspondendo a 23 km² de área cultivada (12,5%). A Horticultura, além de ter sido mais fragmentada, foi reduzida para menos da metade em relação à análise de 10 anos antes. Ela foi substituída pela lavoura temporária graças à troca do campo pela cidade por um grande número de famílias (SILVA E ALLAN SILVA 2012).

O perímetro urbano teve um crescimento de 2,5 km², pois no final da década de 1980 dava se início a uma série de transformações na vertente sul do córrego Capão Tamanduá que dariam origem ao bairro de Serra Negra. A silvicultura chegou a quase 3 km² de área. As áreas verdes sofreram redução de 8 km², nota-se que a redução não foi maior uma vez que as alterações ocorridas na bacia se deram principalmente pelas mudanças de uso e ocupação e não somente pela abertura de novas áreas. O relato de entrevistados e uma análise das imagens de satélites sugerem que, na estruturação do bairro Serra Negra, uma área com nascente foi suprimida junto ao córrego Estiva. O Gráfico 3 apresenta os tipos de cobertura do solo para o ano de 1995.

Gráfico 3: Alto curso da bacia do rio Dourados - principais coberturas do solo (1995)

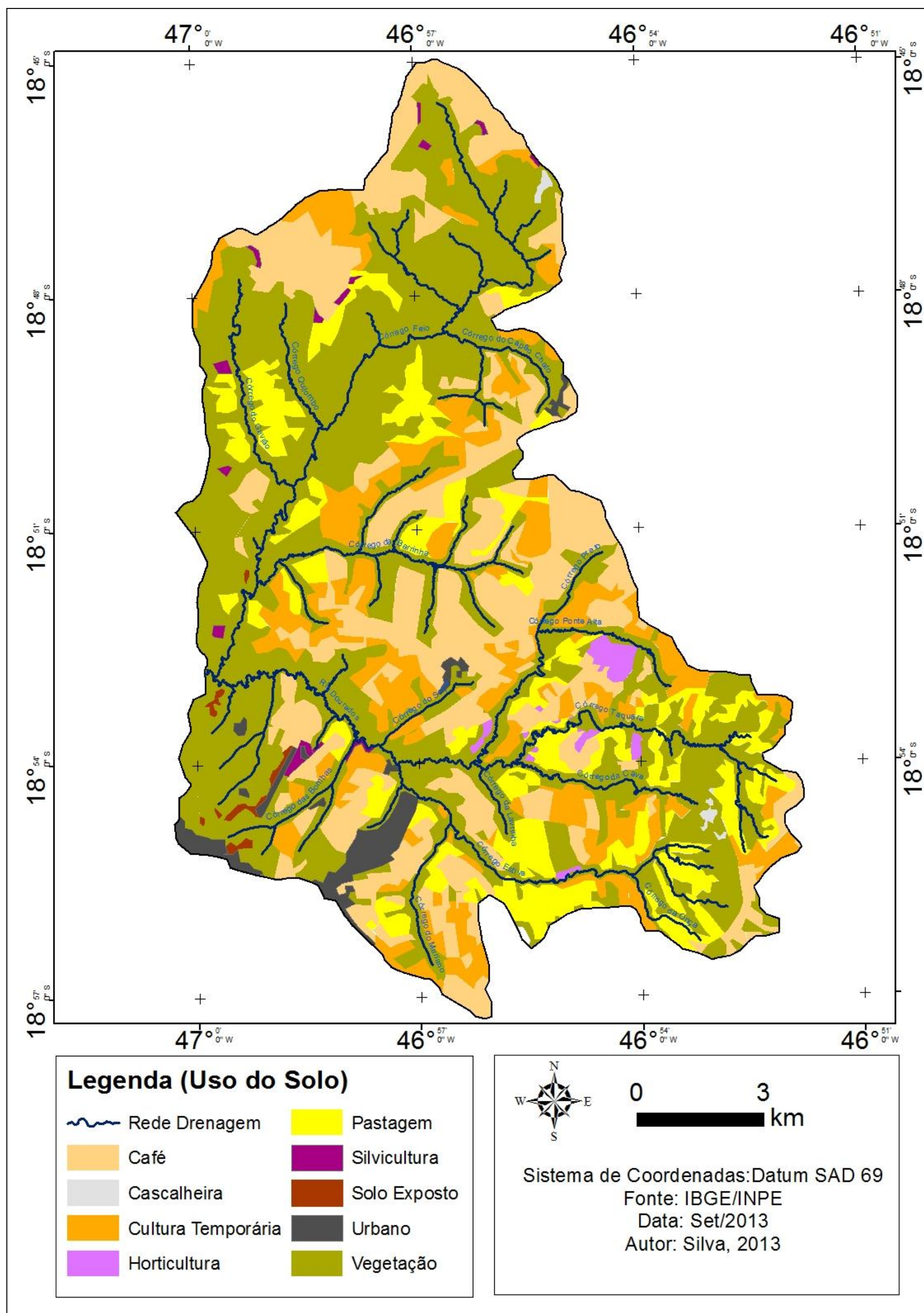


Fonte: INPE. Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Para a análise de 2005 notou-se a consolidação do café sobre os demais usos (mapa 15). A cultura cafeeira praticamente dobrou sua área chegando a 44 km² (23% do total da bacia do alto curso do rio Dourados), ocupando setores ao norte, uma ampla faixa central junto à bacia do córrego da Barrinha, e vastas áreas dentro da própria planície aluvionar de Dourados.

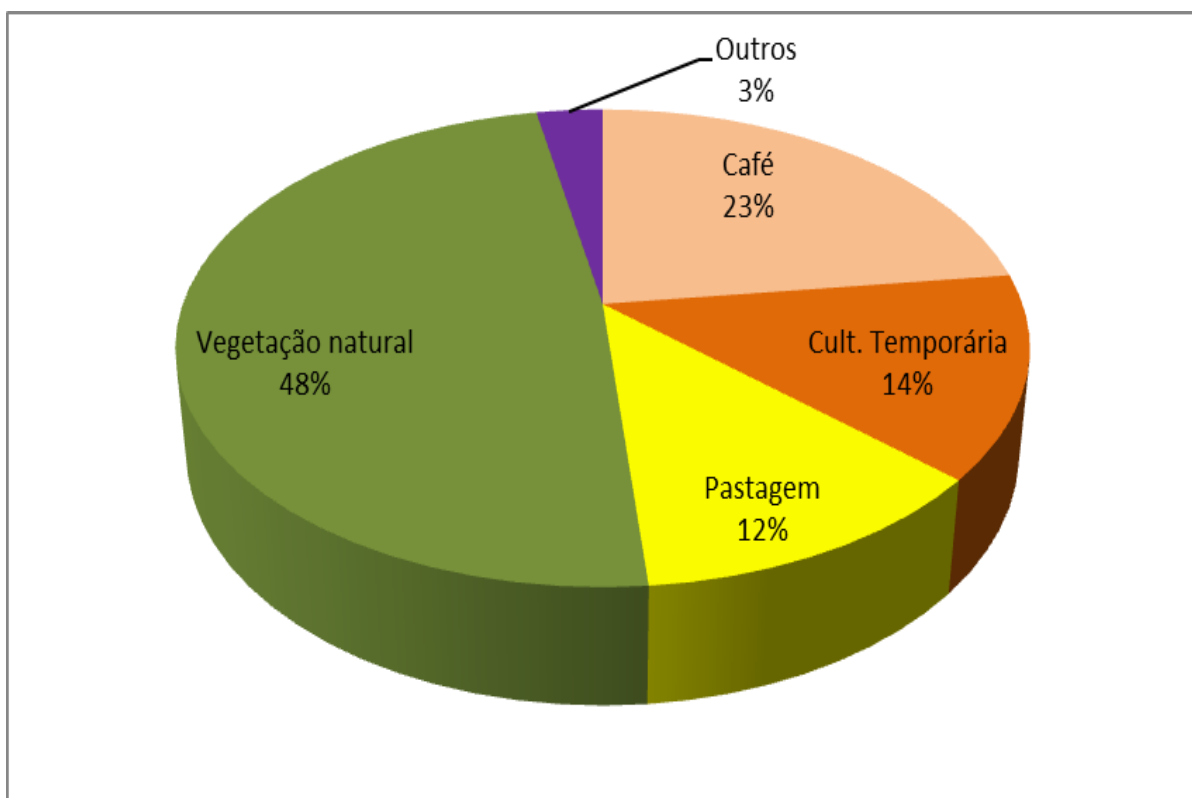
A cultura temporária ocupou 13,7% da área, o avanço do café é o principal motivo desta redução. As pastagens sofreram uma redução considerável, ocupando 23 km² ou 11% da bacia do alto curso do rio Dourados. A horticultura teve sua área reduzida para 1,4 km², já a área urbana atingiu 4 km² na área da bacia, não havendo mudanças significativas nos demais usos como silvicultura, areieira, etc. Já os solos expostos tiveram uma redução de 50% em relação ao período anterior causada pela substituição deste cenário pela urbanização.

Mapa 15: Alto curso da bacia do Rio Dourados - uso do solo (2005)



A vegetação natural cai a 48% (94 km²). É interessante notar que embora áreas de pastagem tenham sido abandonadas neste período, na bacia do córrego feio, outras foram abertas em meio a vegetação, sobretudo nos Patamares estruturais do Domo de Serra Negra. A retirada da vegetação também foi motivada para atender novas lavouras temporárias. O gráfico 4 apresenta as relações do uso do solo para o ano de 2005

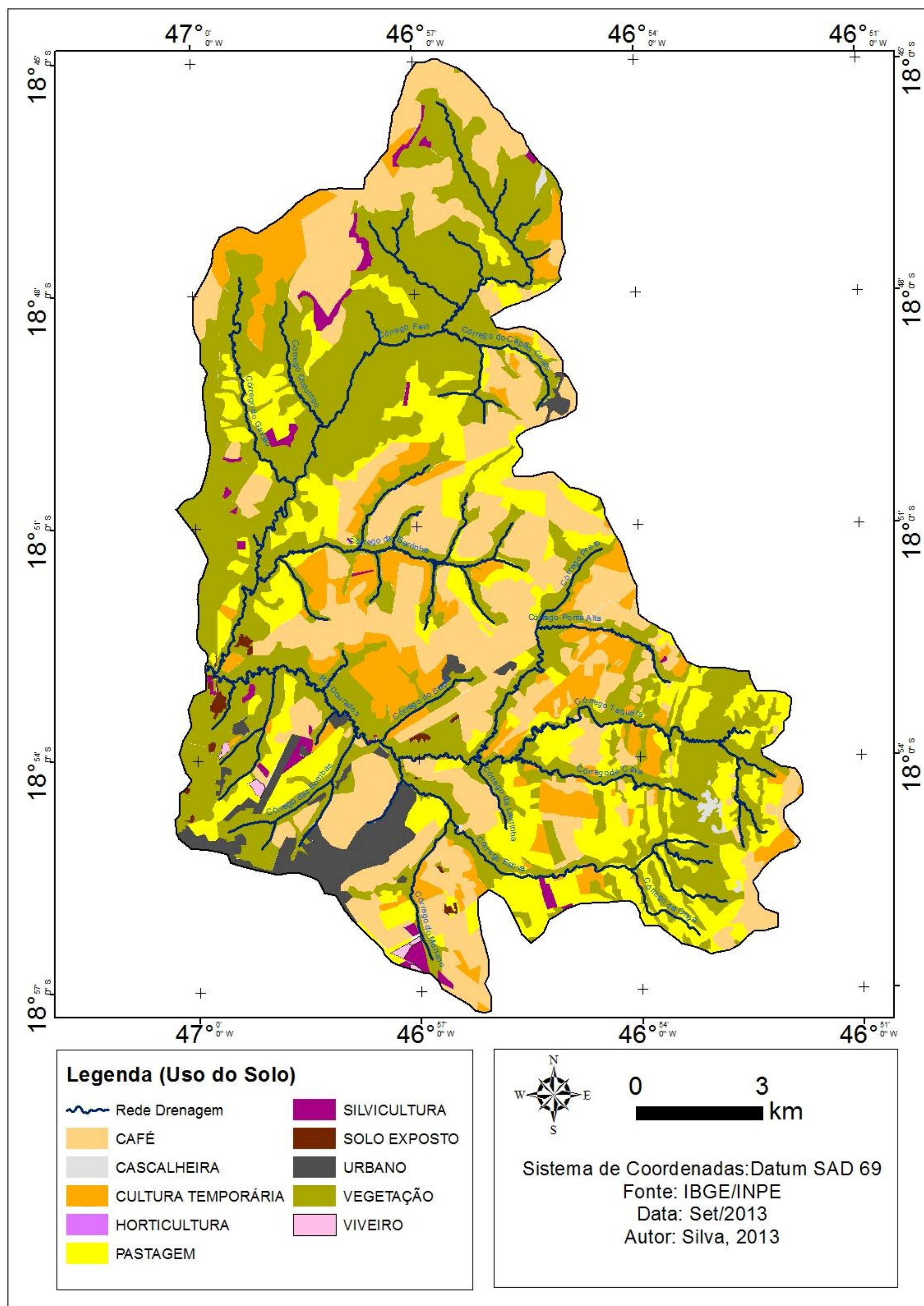
Gráfico 4: – Alto curso da bacia do rio Dourados - Principais coberturas do solo (2005)



Fonte: INPE. Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Em 2010 (mapa 16), do total da área, 111,8 km² estavam ocupados por alguma das atividades antrópicas, o que representava 57,34%. As transformações iniciadas décadas antes, se consolidaram marcando a predominância da atividade cafeeira e o avanço de estruturas urbanas para dentro do alto curso da bacia do rio Dourados. O café reafirmou sua posição como principal cultura, com 49,5 km² de cultivo, representando 25,41% do total da área e 44,27% da área ocupada pelas atividades antrópicas.

Mapa 16: Alto curso da bacia do rio Dourados - uso do solo (2010)



A silvicultura sofreu recuo em relação a 2005, presente em apenas 2,03% da área ocupada por atividades humanas, com 2,08 km² de espaço cultivado. Além de alguns eucaliptos esporádicos, testemunhas de outros tempos na região, e de algumas linhas de quebra vento, somente foram encontradas pequenas áreas de cultivo na borda sul e no limite norte da região. Destas áreas apenas dois fragmentos no extremo norte pertencem a produtores de grande porte, os demais são de posse de pequenos proprietários, onde a silvicultura divide espaço com a pecuária. A foto 7 apresenta a paisagem pontuada por pequenas lavouras de eucaliptos.

Foto 7: Alto curso da bacia do rio Dourados - Eucaliptos pontuam a paisagem na área da Br 365. Servindo inclusive como barreiras de vento para outras atividades agrícolas.



Fonte: Silva (2013)

As culturas temporárias seguiram a tendência de diminuição da área ocupada. Reunido os 18 km² cultivados, estes representam 9% da área e 16,3% da área ocupada por atividade humana. Sabe-se que os principais cultivos são o milho e o sorgo, seguido da soja, o feijão acontece

em algumas pequenas áreas, as chamadas roças, principalmente junto à sede da comunidade de Dourados na capela de São Geraldo (Foto 8).

As pastagens representam 17% da área total da bacia e correspondem a 30% do total das áreas utilizadas pelo homem. Cobrem 33 km² de área, e se concentram principalmente na planície aluvionar de Dourados, em pequenas propriedades produtoras de leite, em algumas faixas próximas a cidade e na área da bacia do córrego Feio. Nestas áreas, excetuando alguns retiros de pecuária leiteira, as criações são parte de uma trama de produção que geralmente envolve a tríade: café, lavoura temporária e pecuária (leiteira ou formação de rebanho). A relação entre as três atividades ganhou força ao longo dos últimos anos nas proximidades de Patrocínio e parece justificar o novo impulso na atividade pastoril (foto 9).

Apenas 0,06 km² foram identificados, em campo, como áreas significativas de cultivo de hortaliças, identificadas durante trabalho de campo, já que passam quase que despercebidas nas resoluções das imagens de satélites utilizadas. Um fato importante destes cultivos é a necessidade dos mesmos em consumo de água. Embora sejam áreas pequenas, as mesmas acabam representando um esforço de transposição das águas de alguns cursos fluviais, neste caso ocorrem irrigações com canais, aspersores ou gotejamento (foto 10).

Sobre as áreas urbanas, são 6,52 km² equivalendo a 3,35% do total da área e corresponde a 5,83 % do total das áreas ocupadas por alguma atividade humanas. Na porção sudoeste está a maior área urbana dentro da bacia, representada pelos bairros Serra Negra, Jardim Europa, Nações, parte do Bairro São Judas e alguns aglomerados menores ligados a empresas e pequenos loteamentos. O gráfico 5 apresenta os principais usos e suas porcentagens de ocupação do alto curso da bacia do rio Dourados.

Foto 8: Alto curso da bacia do rio Dourados - Lavouras temporárias dividem a paisagem da planície aluvionar com pastagens ao fundo e cafeicultura. Ao fundo áreas mais elevadas correspondem aos patamares estruturais do Domo de Serra negra.



Fonte: Silva (2013)

Foto 9: Alto curso da bacia do rio Dourados: - Lavoura cafeeira, este tipo de cultivo tem avançado sobre a bacia de estudo, corresponde por uma atividade permanente mas que expõem o solo nos intervalos das fileiras de café. Na imagem é possível ver áreas de pastagens ao fundo e na esquerda lavouras temporárias.



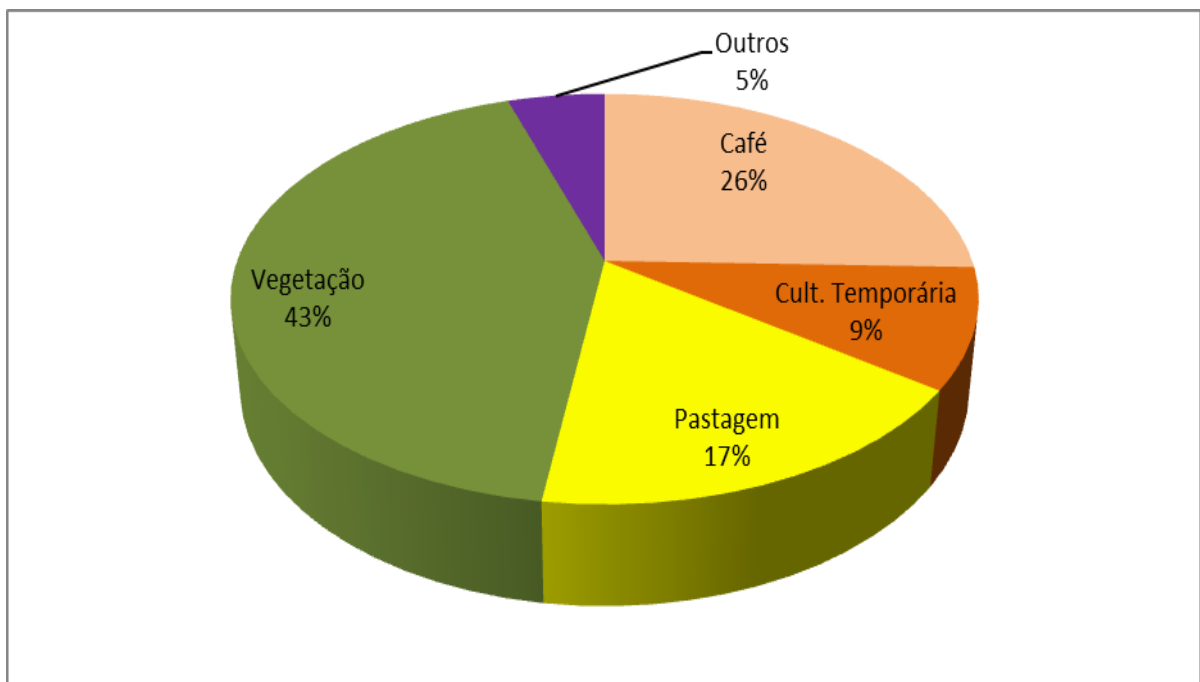
Fonte: Silva (2013)

Foto 10: Alto curso da bacia do rio Dourados - irrigação por gotejamento em horticultura, propriedade de pequeno porte se valendo das águas do córrego da Cava



Fonte: Silva (2013)

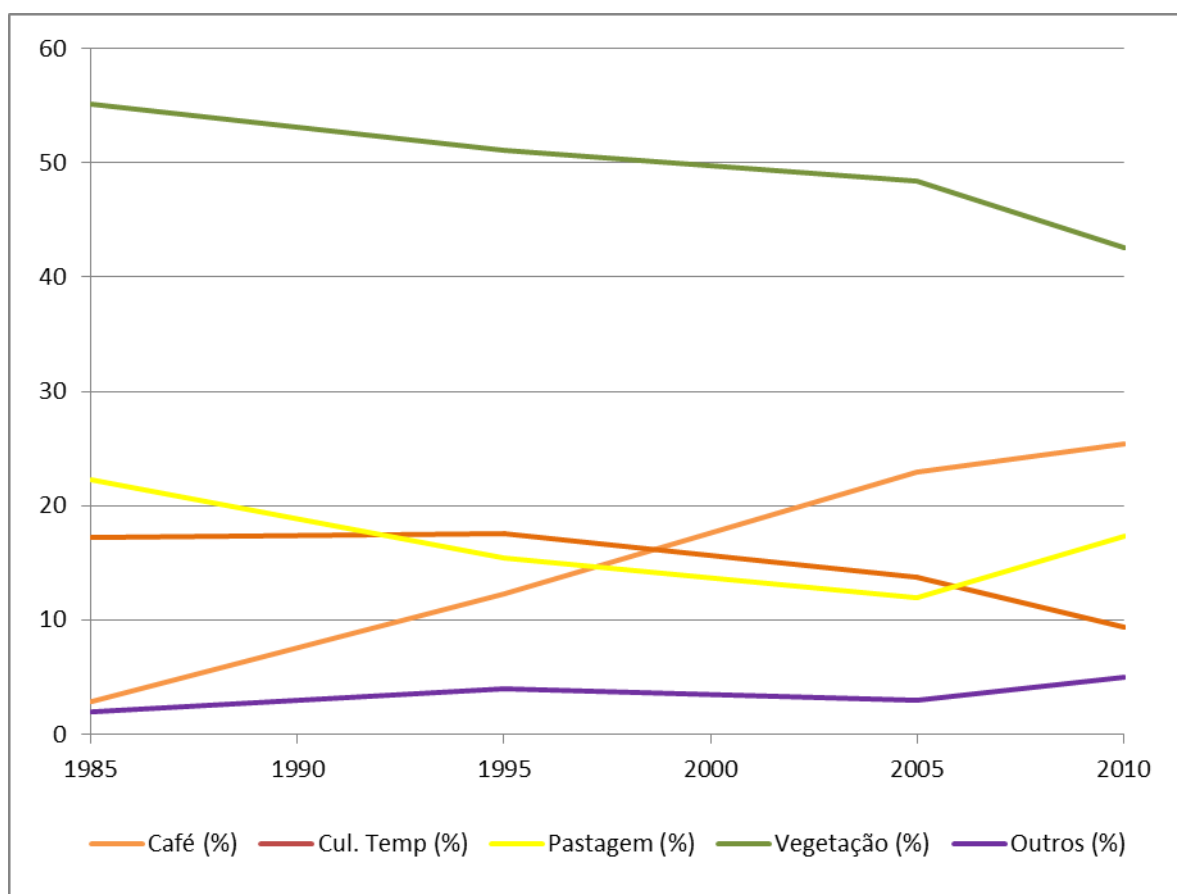
Gráfico 5: Alto curso da bacia do rio Dourados - principais coberturas do solo 2010



Fonte: IEF/LACAR . Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

O gráfico 6 apresenta a evolução percentual dos principais usos, na bacia do alto curso do rio Dourados, ao longo do período analisado. Observa-se a queda da vegetação a medida que outros usos são gradativamente instalados ou substituídos. Destaca-se neste processo o café que apresenta a maior evolução, desenvolvendo principalmente sobre áreas anteriormente ocupadas por lavouras temporárias ou pastagens. Neste processo as demais culturas passaram a pressionar áreas antes preservadas.

Gráfico 6: Alto curso da bacia do rio Dourados - evolução dos principais usos da terra (1985 - 2010)



Fonte: IEF. Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

4.1.7 - Uso e Ocupação: Análise dos Impactos Ambientais

Os usos do solo, levantados ao longo da série histórica bem como os perfis de ocupação, são agora avaliados na busca pela identificação de causadores de impactos no meio. Por isso a necessidade de abordagem sobre cada modelo de apropriação e também sobre outras ações antrópicas geradoras de impacto, como construção de barragens, estradas e pontes.

Numa Bacia com cidades, agricultura, pecuária e barragens, todos estes sistemas aparecem em cada seção de um rio os efeitos sobre a qualidade da água, flora e fauna são a integração destes meios de desenvolvimento da sociedade da bacia. (TUCCI; MENDES, 2006, p. 260)

Na avaliação dos impactos, causados pela ação humana na bacia, a cafeicultura destaca-se pela maior área ocupada, tendo sido a causadora, ao longo do período estudado, das maiores mudanças na paisagem. Tais mudanças vão além da espacialidade das lavouras, exprimem também ações no urbano, e na modernização do campo, pelos complexos agroindustriais e recentemente pelo fortalecimento do agronegócio (SILVA E SOUZA JUNIOR, 2008).

Pensando na lavoura cafeeira como cultura permanente, Tucci e Clarke (1997) consideram que o processo de conversão da área neste cultivo, causa impactos no escoamento. Com o desenvolvimento da cultura o balanço hídrico climatológico também é alterado. Isto porque o desmatamento seguido pela instalação de uma cultura permanente, como o café, não permite que o escoamento volte aos níveis originais. Embora o café cubra parte do solo, as ruas e carreadores, necessários ao manejo, permitem a concentração do escoamento superficial (foto 11).

Foto 11: Alto curso da bacia do rio Dourados - Carreadores em uma lavoura do café cobertos por vegetação invasora. Na fotografia o capim foi morto pela aplicação de produtos químicos



Fonte: Silva (2013)

Um problema, que pode surgir junto aos cursos fluviais próximos as lavouras cafeeiras, é notado no córrego Capão Tamanduá. Em alguns pontos a vegetação ciliar foi retirada o que se nota então é uma vegetação rasteira com alguns trilhos que conectam bairros e lavouras. Logo é perceptível que o desmoronamento de barrancos, potencializado pelos picos de escoamento superficial em eventos chuvosos, são comuns na área.

Existem ainda as águas residuárias da produção cafeeira, que podem ocasionar, como bem lembra Brito Silva (2008), elevada contaminação devido a produtos químicos e a alta carga de matéria orgânica e nutrientes, com destaque para a taxa de potássio. São graves os efeitos causados por estes efluentes quando atingem algum manancial.

É elevado consumo de água das lavouras cafeeiras, se comparado com outras culturas, como demonstra a tabela 3. Como o café é a principal cultura da área e que gradativamente ocupou áreas de culturas com consumo menor, a exemplo do milho, nota-se que a pressão sobre a

água dentro do ciclo hidrológico é grande. Salienta-se, contudo que o café da região não é irrigado já que, segundo Santinato e Fernandes (1996), áreas com déficit hídrico anual menor que 150 mm, permitem o cultivo sem a rega, com riscos relativamente baixos de prejuízo. Este é o caso da região da pesquisa, onde a média histórica do déficit hídrico anual, obtida para este trabalho, ficou em torno dos 125 mm. Do contrário a pressão sobre os recursos hídricos da bacia do alto curso do rio Dourados poderia ter causado episódios de conflitos pelo uso da água.

Tabela 3: Quantidade anual ou cíclica de água consumida por cultura

Cultura	Consumo de água (mm/m²/ano)
Café	800 - 1200
Eucalipto	800 - 1200
Cereais	400 - 800
Feijão	300 - 600

Fonte: Calder et al (1992)

Como o café apresenta um elevado consumo de água, no caso desta bacia, disposta pela precipitação e disponível na armazenagem do solo. Estes índices indicam que a cultura contribui para uma menor disposição hídrica que chega até os cursos fluviais. A presença do café em grande parte da bacia acaba comprometendo, deste modo, o regime da vazão mínima dos cursos fluviais.

Embora a partir de meados de 1990 as técnicas de plantio direto tenham se difundido na região de estudo, ainda existem aqueles agricultores que estabelecem o cultivo das culturas temporárias por aragem do solo (foto 12). Quando este procedimento coincide com precipitações significativas (capazes de gerar escoamento superficial) o solo uma vez desprotegido acaba sofrendo a perda de material e potencializa as erosões. Por isso a importância da difusão de técnicas agrícolas, que segundo Mendes e Tucci (2006), causam efeitos sobre os processos hidrológicos.

Foto 12: Alto curso da bacia do rio Dourados - Solo arado próximo ao córrego da Barrinha. O cultivo por gradeamento, na etapa da plantio, expõem o solo.



Fonte: Silva (2013)

Para a série histórica, foram levantados os anos em que chuvas significativas ocorreram no período de preparo do solo e que podem ter representado um problema quanto ao escoamento superficial e o transporte de sedimentos. Considerou neste caso chuvas com mais de 20 mm em um dia, ou sequência de dias com índices entre 15 de agosto e 15 de outubro (tabela 4).

Deste modo nota-se que em 8 anos não ocorreram eventos chuvosos significativos, a média ficou em 1,9 eventos por ano, o que sugere uma probabilidade considerável de ocorrência. A migração do método tradicional para o plantio direto pode contribuir para a diminuição da perda de solos na área, evitando danos por erosão, haja vista que as áreas agrícolas de Dourados não apresentam grandes declividades. A respeito das contribuições do plantio direto ao regime hidrológico Tucci e Clarke espõem:

O plantio direto tem sido incentivado. Esse tipo de plantio não revolve a terra e, é realizado diretamente sobre o que restou do plantio anterior. A tendência é de que praticamente toda a água se infiltre, e o escoamento ocorra predominantemente na

camada subsuperficial. Esse tipo de plantio pode gerar problemas em áreas com grande declividade, pois o escoamento subsuperficial, ao brotar na superfície, pode gerar erosão regressiva (como o piping). Em declividades mais suaves a erosão é reduzida já que o escoamento superficial é mínimo. O plantio direto produz uma maior regularização sobre o fluxo de estiagem e tende a apresentar também aumento de escoamento médio, se comparado com a floresta, devido a redução da evapotranspiração e interceptação. (TUCCI; CLARKE. 1997, p.141)

Tabela 4: Número de eventos com chuvas significativas no período de preparo do solo

Ano	Eventos	Ano	Eventos	Ano	Eventos
1980	2	1990	0	2000	3
1981	2	1991	0	2001	4
1982	3	1992	4	2002	0
1983	3	1993	2	2003	0
1984	2	1994	1	2004	0
1985	1	1995	3	2005	2
1986	0	1996	2	2006	4
1987	0	1997	2	2007	0
1988	—	1998	3	2008	1
1989	1	1999	2	2009	3
				2010	5
				Média	1,9

Fonte: ANA (2012) Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Pensando sobre a evolução do cultivo temporário sobre a área da pesquisa percebe-se que este avançou sobre áreas de pastagem e foi suprimida pela cafeicultura. Contudo a fragmentação de áreas verdes e a aproximação de corpos hídricos são os efeitos que geram maior preocupação. (foto 13).

Os solos expostos são causados por projetos de terraceamento próximo a cidade para construção civil ou retirada de terras para algum fim (foto 14). Tais casos constituem propulsores para desenvolvimento de formas erosivas. Ao longo do tempo apresentam compactação da superfície e aumento do escoamento superficial, situação ainda mais grave nas fraudas da serra do Cruzeiro onde o afloramento de rochas e solos rasos potencializam o escoamento superficial e os picos de cheia nos cursos fluviais próximos.

Foto 13: Alto curso da bacia do rio Dourados - Cultivo temporário área do córrego da Barrinha. Nota-se que a pastagem e o cultivo temporário fazem contato com a área de preservação permanente.



Fonte: Silva (2013)

Foto 14: Alto curso da bacia do rio Dourados - Solo exposto na área da Penitenciária. Ao fundo as serras do Gavião (direita) e do Cruzeiro (esquerda). Entre elas o exutório da área de pesquisa



Fonte: Site Patrocínio online (2013)

Outra condição identificada na área é da areiera no alto das nascentes do córrego Cava, que tem sido ampliada para atender a demanda imposta pela expansão urbana de Patrocínio. A princípio a leitura que se faz, dos impactos ambientais, de uma área como esta é pontual. Aponta-se a supressão da vegetação natural, a retirada do material inconsolidado, concentração de água pluvial e supressão das áreas para recarga do lençol freático (fotos 15 e 16). Contudo a proximidade com o córrego da Cava e uma série de fatores combinados, agravam os impactos ambientais.

Foto 15: Alto curso da bacia do rio Dourados - areiera na área da nascente do córrego da Cava. Em eventos chuvosos parte da área oriunda do esfacelamento das rochas areníticas ali encontradas é levado ao fundo de vale do córrego da Cava.



Fonte: Silva (2013)

Foto 16: Alto curso da bacia do rio Dourados - maquinário na areiera potencializa a retirada de material para construção civil. O material excedente acaba por atingir áreas de preservação, durante eventos chuvosos.



Fonte: Silva (2013)

Em relação à pecuária alerta-se quanto há existência de processos de compactação do solo e desmoronamento de áreas junto as margens dos cursos fluviais. O primeiro processo é resultado do movimento dos rebanhos que compacta o solo, diminuindo a capacidade deste em ser infiltrado pela água, que forma caminhos preferenciais que concentram o escoamento superficial (foto 17). Os animais buscando abrir caminho até os cursos fluviais, em meio a vegetação originária remanescente, permitem que tal fluxo de água rompa a pequena distancia entre a pastagem e os cursos fluviais. Em muitos casos é a ausência de vegetação originária que facilita o escoamento superficial e o transporte de sedimentos até os córregos.

Foto 17: Alto curso da bacia do rio Dourados - Degradação em área de pastagem, ao fundo a cidade de Patrocínio (MG) avança sobre a bacia do rio Dourados.



Fonte: Silva (2013)

Já áreas sem proteção marginal dos córregos como observados em diversos trechos do Taquara, Cava, Lavrinha e Preto, a preocupação é com o livre acesso dos animais as margens destes córregos, gerando desmoronamento e processos de pisoteamento, inclusive alterando a dinâmica de escoamento destes canais (foto 18). Aqui importa recordar que os regos também sofrem com esta ação, muitas vezes, tendo seus canais interrompidos de forma que a água passe a derramar em áreas de pastagem (foto 19). O ideal é que estes fossem canalizados para evitar as perdas por infiltração e alteração dos ambientes por onde passam (aumento da umidade do solo)

Foto 18: Alto curso da bacia do rio Dourados - Margem direita do córrego Taquara desprotegida com pisoteio de rebanho bovino



Fonte: Silva (2012)

Foto 19: Alto curso da bacia do rio Dourados - Canal Artificial rompido com desperdício de água. O rompimento é comum em áreas que o transito de animais de porte é livre.



Fonte: Silva (2012)

Sobre as queimadas, geralmente provocadas por pequenos pecuaristas na reforma de pastos em diversos setores da bacia, elas empobrecem o solo, comprometendo a biota e os nutrientes deste, tornando-o ressecado (TUCCI; CLARKE, 1997). O ciclo hidrológico também passa a sofrer interferências, pois a vegetação uma vez eliminada não contribui para os procedimentos de evapotranspiração, e o solo ressecado perde substancialmente o potencial de infiltração e gera condições favoráveis para o aumento do escoamento superficial. Em alguns casos, a vegetação comprometida protegia áreas de mananciais (foto 20).

O perímetro urbano, do ponto de vista da avaliação ambiental, permite múltiplas leituras para a dinâmica de uma bacia hidrográfica. Como existem áreas urbanas em diversos estágios de desenvolvimento é necessário pontuar os processos atuais, ou que tiveram maior ocorrência no desenvolvimento urbano dentro da bacia.

Foto 20: Alto curso da bacia do rio Dourados - Queimada expõe as margens na confluência do Lavrinha e Taquara. O pisoteio de animais nas margens e criação de pequenos barramentos artificiais também contribuem para agravamento das condições dos córregos na área.



Fonte: Silva (2013)

Em primeiro lugar considera-se o período de instalação destes espaços urbanos, os mesmos partem da abertura da vegetação vigente ou conversão do uso pré-existente (foto 21). Posteriormente existe um período em que as ruas são traçadas, eventualmente asfaltadas e formados os lotes, ainda sem construções. Em seguida inicia-se o período de fixação dos moradores e estes espaços vão se tornando impermeabilizados. O escoamento superficial ganha volume, assim como o aumento da contaminação dos mananciais. Também as erosões nos limites do bairro se tornam pronunciadas (SANTOS, 2004).

Foto 21: Alto curso da bacia do rio Dourados - Retirada da cobertura do solo para abertura de novo setor do Bairro Serra Negra



Fonte: Silva (2013)

Para o caso da porção sudoeste da bacia do rio Dourados, os últimos 25 anos são testemunhas de uma constante evolução urbana. Existindo hoje diversas fases de desenvolvimento urbano, de bairros já consolidados a aberturas de novos lotes (foto 22). A complexidade dos impactos ambientais urbanos em diversos estágios se dá pela interação dos mesmos sobre a área.

Foto 22: Alto curso da bacia do rio Dourados: Abertura de novos setores do Bairro Nações



Fonte: Silva (2013)

As erosões, observadas sobretudo nas bordas do bairro Serra Negra, são potencializadas pelo escoamento superficial proveniente das áreas impermeabilizadas, nas palavras de Thomaz et al:

Os barrancos expostos sofrem a ação de salpico e, especialmente, a constantes ciclos de umedecimento e ressecamento, causando contração do material. A expansão-contração provoca o colapso do material sob ação da gravidade. Esse processo é agravado pelo ângulo do barranco (90° ou mais). O material que se desprende do barranco fica depositado na lateral da estrada e é transportado posteriormente pelo escoamento superficial. (THOMAZ et al, 2001, p.31)

O tempo de concentração da bacia também sofre alterações a partir da urbanização de alguns setores, pela supressão de áreas vegetadas, impermeabilização do solo e queda da recarga do lençol freático. (CARDOSO; BAPTISTA, 2011)

Durante o desenvolvimento urbano, o aumento dos sedimentos produzidos pela bacia hidrográfica é significativo, devido às construção de ruas,

avenidas e rodovias entre outras causas. As principais consequências ambientais da produção de sedimentos são as seguintes: (a) assoreamento das seções da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos. (b) transporte de poluente agregado ao sedimento, que contaminam as águas pluviais. À medida que a bacia é urbanizada, e a densificação é consolidada, a produção de sedimentos pode reduzir, mas um outro problema aparece, que é a produção de lixo. O lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta, educação da população e penalidades para depósito e lançamento de lixo irregular. (TUCCI; MENDES, 2006, p.26)

O lixo e o entulho constituem sério problema, sendo catalizadores de doenças, como aquelas propagadas por pragas. É comum encontrar lixo em terrenos não ocupados e principalmente nas bordas dos bairros e nos mananciais (fotos 23 e 24). A contaminação dos mananciais e da água subterrânea também é uma consequência grave da apropriação urbana. Esta deterioração da qualidade da água surge a partir da lavagem das superfícies como casas, ruas e outros aparatos urbanos, a ligação clandestina de esgoto em redes pluviais e o despejo de resíduos contaminados em áreas não preparadas.

Foto 23: Alto curso da bacia do rio Dourados: Lixo encontrado dentro do córrego da Estiva – Bairro Serra Negra



Fonte: Silva (2012/2013)

Foto 24: Alto curso da bacia do rio Dourados: Depósito de lixo próximo ao Bairro Cruzeiro e de construção civil bairro Serra Negra



Fonte: Silva (2012/2013)

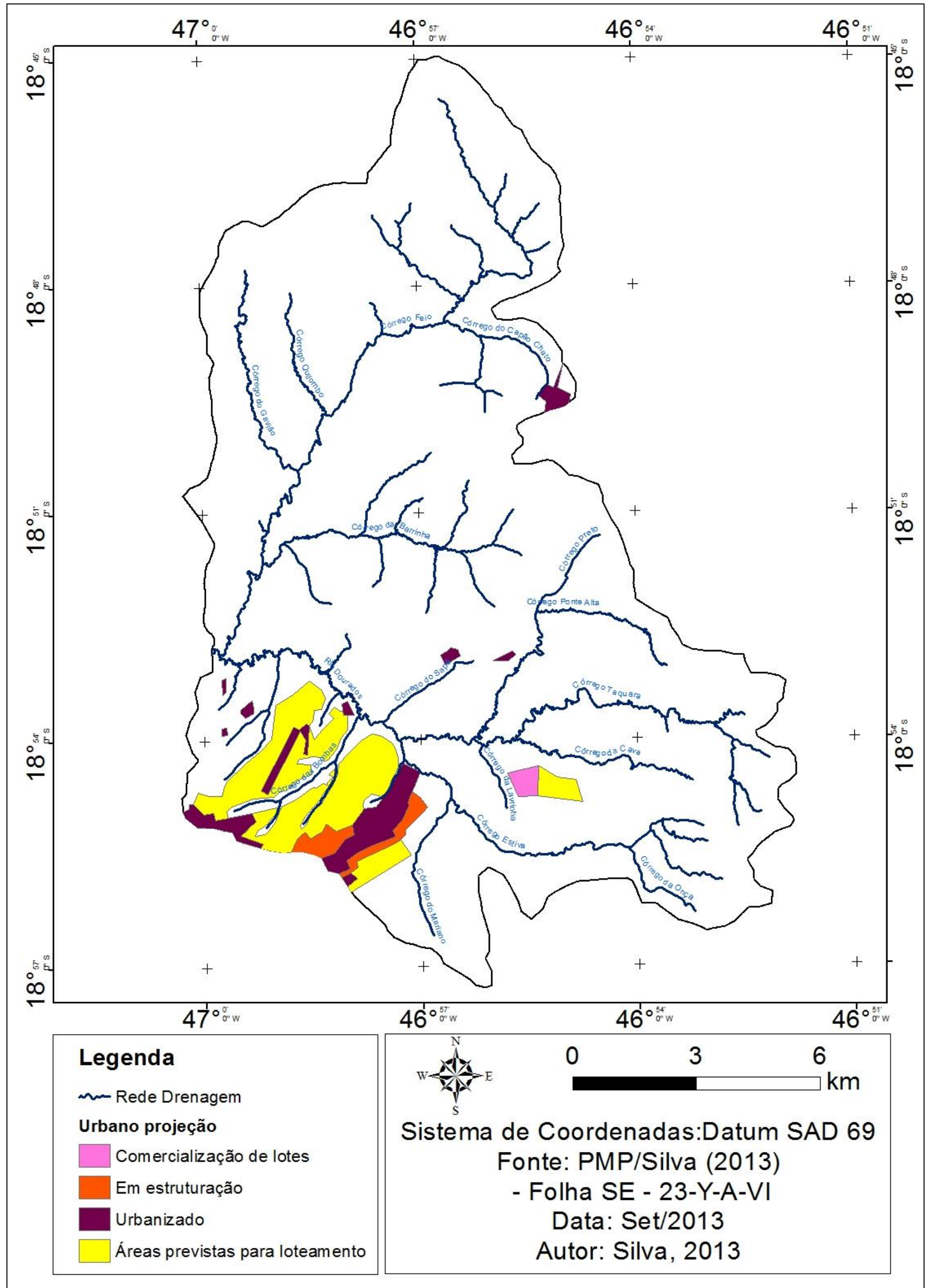
Cabe em última análise a projeção do crescimento urbano na área de estudo para tanto, foram levantados as áreas urbanas consolidadas, aquelas que estão recendo estruturação (foto 25), setores com venda de lotes (mas sem alteração significativa da paisagem) e por fim áreas que segundo o plano municipal de crescimento urbano, são consideradas aptas para urbanização futura (mapa 17).

Foto 25: Alto curso da bacia do rio Dourados: Abertura de bairro na cabeceira do córrego das Bombas. Na imagem a abertura de ruas e inserção de manilhas respondem pela nova realidade da área, antes uma lavoura temporária, agora sofrendo o processo de urbanização.



Fonte: Mendes (2013)

Mapa 17: Alto curso da bacia do rio Dourados - projeção do crescimento urbano no setor sudoeste da área.



Assim as áreas urbanas que em 2013 correspondiam a 2,31% do total da área, terão um aumento de 0,92 km², já as áreas que podem ser ocupadas por bairros são 9,43 km². Estes novos espaços sofrendo ocupação total ou parcial representam o agravamento das condições aqui discutidas, e exigem um olhar cuidadoso por parte dos órgãos envolvidos em tais projetos. Os loteamentos na borda da bacia podem provocar picos de vazão e contaminação de mananciais (tabela 5).

As presenças de loteamentos próximos ao córrego da Lavrinha preocupam também pela questão da contaminação das águas subterrâneas, pois o empreendimento esta longe das estações de tratamento urbano e a possibilidade da instalação de fossas negras podem comprometer a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos naquele setor .

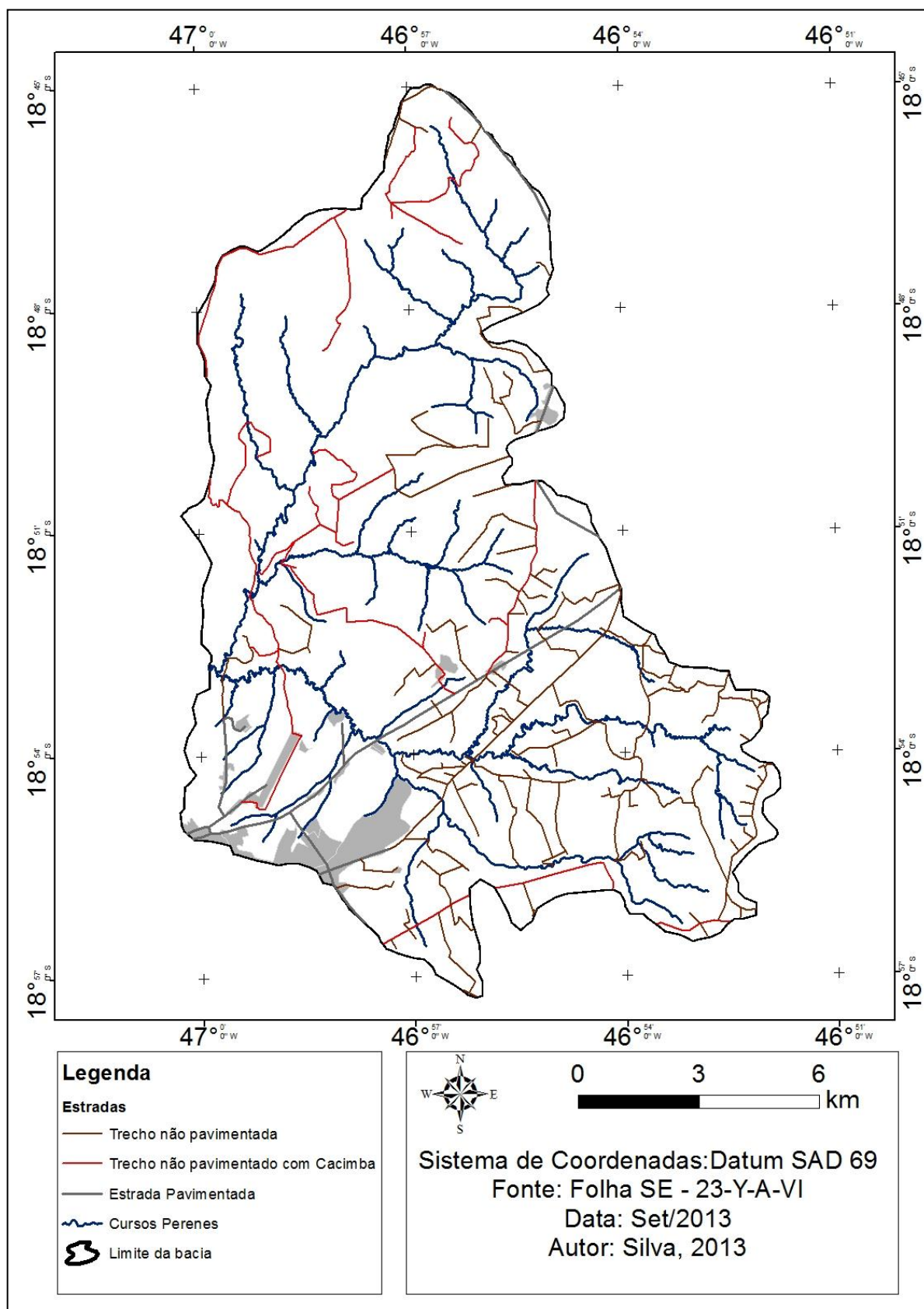
Tabela 5 Condição atual e projeção da urbanização para o alto curso da BHRD.

Condição da área	dimensão da área (km²)	Área total (%)
Área urbana estabelecida	4,5	2,31
Em estruturação	1,3	0,7
Divulgação e venda de lotes	0,42	0,22
Previsto para loteamento	9,43	4,9

Fonte: PMP/SILVA, 2013

Quanto as estradas, estas contribuem para o escoamento superficial concentrado, potencializam a erosão e o transporte de carga sedimentar até os cursos fluviais. Por isso a importância de pensar a dinâmica de circulação de veículos de uma dada bacia, de modo que as propriedades e outras unidades demandem o menor número possível de novos trajetos. As cacimbas contribuem significativamente para a diminuição do fluxo oriundo de estradas nos fundos de vale. Na região de Dourados é possível notar (mapa 18) que a bacia do Córrego Feio esta bem servida de cacimbas, mas ainda existe a necessidade deste padrão de estradas vicinais para o restante da área de estudo.

Mapa18: Alto curso da bacia do rio Dourados: Estradas



4.1.8 - Uso e ocupação nas áreas de preservação permanente.

Em nome da disponibilidade e qualidade da água é pertinente o levante do estado de conservação das faixas marginais dos cursos fluviais ou APP's. Margens bem protegidas reduzem significativamente o impacto do escoamento superficial de áreas adjacentes que tiveram sua superfície alterada por algum uso e conservam as margens de desmoronamentos por diversos fatores. Para tanto a Lei nº 12.651, de 25 de março de 2012, prevê uma série de normas para a conservação destas áreas de modo que pequenos cursos fluviais estejam em condição de manter seus ecossistemas, permitindo também o desenvolvimento das necessidades humanas.

A lei prevê que cursos fluviais com menos de 10 metros de largura devem conter faixas marginais de 30 metros, para as nascentes o raio é de 50 metros. Por meio de ferramentas SIG foi possível verificar se as áreas definidas para a preservação estão de fato sendo respeitadas. A tabela 6 traz os principais córregos do alto curso do rio Dourados, que apresentam setores com margens degradadas ou supressão de parte de suas faixas marginais de preservação. Para melhor orientar a análise foram considerados os comprimentos dos canais, a área total das faixas marginais e as dimensões das áreas degradadas em km² e a porcentagem frente ao total a ser preservado.

O córrego Capão Chato, afluente do córrego Feio, apresenta 7,5% da APP comprometida pela mancha urbana do distrito de Martins e por uma pastagem que o conecta a áreas com lavouras. Quanto ao córrego da Barrinha e seus tributários, dos 0,8 km² de faixa marginal de preservação, 0,07 km² estão comprometidos por pastagens que geralmente conectam a área do córrego com lavouras temporárias e cafeicultura.

Tabela 6: Alto curso da bacia do rio Dourados - Degradação nas Faixas Marginais de preservação dos cursos fluviais.

Curso fluvial	Comprimento dos canais (km)	Faixa marginal (km ²)	Área degradada (km ²)	Área degradada (%)
Capão chato	4,05	0,243	0,018	7,5
Estiva e nascentes	14,06	0,844	0,131	15,5
Capão Tamanduá	1,41	0,085	0,012	14,5
Taquara	13,6	0,816	0,253	31
Cava	6,12	0,367	0,122	33,3
Ponte alta	4,64	0,278	0,049	17,6
Dourados	14,16	0,850	0,045	5,4
Preto	8,7	0,522	0,074	14,2
Sem nome	0,96	0,058	0,007	12
Barrinha	13,38	0,803	0,070	8,7

Fonte: SILVA, Renato Emanuel (2013)

O córrego Ponte Alta, além de fragmentos desprotegidos e substituídos por pastagem e cultura temporária, apresenta sua nascente parcialmente comprometida por pastagem. Dos 0,3 km² de faixa marginal, 0,05 km² ou 17,6% estão ocupados por estas atividades. O Córrego Preto que recebe as águas do Ponte Alta apresentou 14,2% dos seus 0,5 km² de APP com algum tipo de cultivo temporário ou pastagem.

O córrego Estiva e seus afluentes apresentam problemas com pastagens, café e mancha urbana, com 15,5% de suas faixas marginais degradadas. Também a mancha urbana invasora é notada no córrego Capão Tamanduá com índice de degradação de 14,5%. As piores condições de preservação, no entanto, foram notados nos córregos da Cava e Taquara, este último é o principal formador do rio Dourados. Para o córrego da Cava 33,3% da área esta atualmente sem proteção das faixas marginais. O córrego Taquara apresentou 31% de suas faixas marginais ausentes (0,253 km²), possuindo muitos setores em ambas as margens ocupadas por pastagem (foto 18 página 109).

4.1.9 - Qualidade da água na Estação Charqueada do Patrocínio

Em relação aos aspectos qualitativos da água no alto curso do rio Dourados, o setor da bacia orientada pelo córrego Feio tem vasta área preservada e ocupação humana consideravelmente menor, como foi possível observar nos mapas 11, 12, 13 e 14. São uma questão diferente as áreas representadas pelos córregos Taquara, Estiva, Lavrinha, Cava e Preto, onde os empreendimentos humanos se diversificaram, desde a produção agropecuária, passando pela extração de areia e chegando mesmo a emissão de efluentes urbanos.

A existência de dados relativos as variáveis da qualidade da água permite tecer considerações sobre a situação do rio Dourados a montante da secção da Charqueada do Patrocínio (mapa 3), justamente a região com maiores impactos relativos aos córregos da Taquara, Preto, Cava, Estiva e afluentes menores. Foram consultados informações de 19 análises do corpo hídrico referentes a temperatura, potencial de hidrogênio (PH), oxigênio dissolvido (OD) e mais recentemente foi realizada uma análise de turbidez. Estas análises são resultados do trabalho de monitoramento da qualidade das águas realizado pela parceria da Agencia Nacional das Águas e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Avaliando os índices junto aos parâmetros sugeridos pela Agencia Nacional das Águas e pela Resolução 357/05 do CONAMA, aqui o alto curso do rio Dourados é classificado como classe 1 (por se tratar de uma área de nascentes), é possível obter algumas informações sobre a qualidade da seção do rio onde foram feitas as amostras, bem como da condição da bacia a montante deste ponto.

A temperatura, por exemplo, é importante por permitir uma compreensão da intensidade de calor, que influencia as propriedades das águas como densidade, viscosidade e os valores do oxigênio dissolvido. A temperatura da água pode variar por alterações naturais (exemplo a

energia solar), e antrópicas (como despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). Comparando as amostras de água com a temperatura do ar no local, a diferença média de 3° C entre a temperatura do ar e do curso fluvial, na Estação Charqueada do Patrocínio, revela que pouca influencia deve ter ocorrido das atividades antrópicas neste quesito.

Em relação ao potencial de hidrogênio (PH) que diz respeito ao equilíbrio entre os íons H^+ e os íons OH , sua variação se dá entre 1 a 14. O valor 7 representa água neutra, abaixo disso são águas ácidas, acima deste valor se têm águas básicas. A análise revelou índices ácidos, mas muito próximos a neutralidade, as médias das estações chuvosa e secas pouco diferiram e a média total é de 6,48. Do ponto de vista do consumo humano e principalmente da manutenção dos ecossistemas aquáticos, conforme a resolução CONAMA, sugere-se o PH na faixa entre 6 e 9. Mais delicada é a questão do Oxigênio Dissolvido (OD), as águas com baixos teores de OD indicam uma carga maior de matéria orgânica que, potencializada por bactérias aeróbicas, decompõem-se e acaba por gerar um elevado consumo de OD consequentemente há redução do mesmo. Em caso de mananciais com baixa capacidade autodepurativa os teores de OD podem cair, chegando a zero, extinguindo a vida aeróbica.

A resolução CONAMA 357/05 estabelece que toda amostra, da classe 1, deve apresentar OD acima de 6 mg/L O_2 . Para a análise na secção do rio Dourados: a média é de 4,82 mg/L O_2 , valor abaixo do nível estipulado, sendo que apenas em 3 situações ocorreram valores acima do limite. Alguns valores muito baixos como na amostragem de 19/09/2005 (3,2 mg/L O_2), 03/06/2011 (2,06 mg/L O_2) e 04/04/2013 (2,88 mg/L O_2), os índices revelam uma séria ameaça a vida aeróbica.

Mas quais motivos levaram o OD daquela secção a índices tão baixos? A resposta pode estar na emissão de efluentes pelos bairros e algumas propriedades rurais (mapa 19). O esgoto lançado no rio Dourados, a menos de um quilometro da área de coleta das amostras, faz com

que a carga de matéria orgânica seja muito elevada. Gerando, deste modo, a proliferação dos organismos decompositores e a consequente queda nos índices de oxigênio dissolvido. A questão do esgoto, ao menos no que se refere ao bairro de Serra Negra, deve ser amenizada com o início da operação da Estação de Tratamento de Esgoto daquele bairro (foto 26)

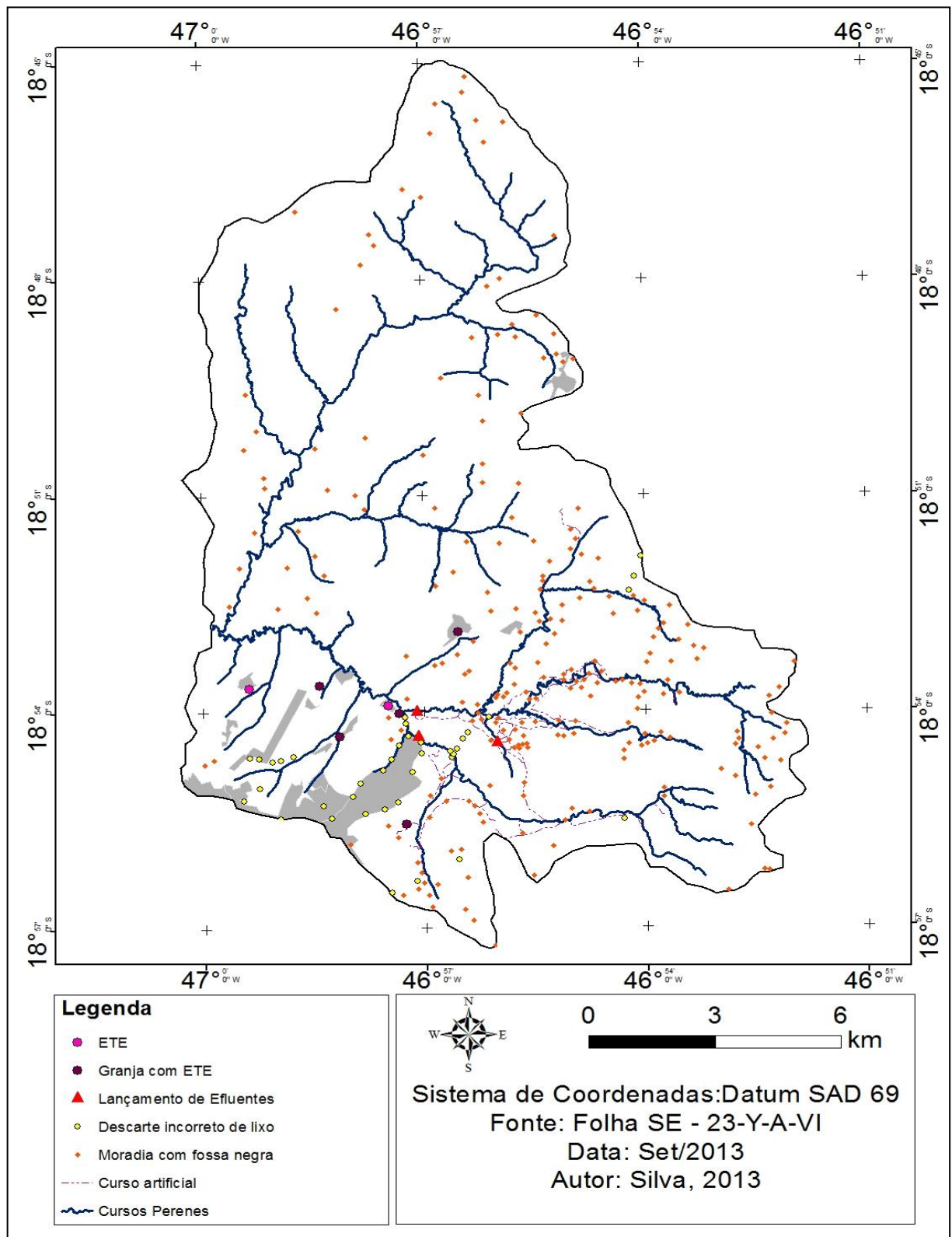
Foto 26: Alto curso da bacia do rio Dourados - Estação de Tratamento de Efluentes – Unidade Bairro Serra Negra



Fonte: DAEPA (2011)

Em relação a turbidez apenas na amostra de 04/04/2013 foi realizada esta estimativa, o resultado também, não foi considerado satisfatório. A turbidez é causada pela presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, matérias orgânicas finas, organismos microscópicos, entre outras partículas. Desta forma a resolução 357/05 do CONAMA estabelece valores para os cursos fluviais, neste caso até 40 unidades nefelométricas de turbidez (NFT) é considerado aceitável. A amostragem apresentou um valor de 56 unidades NFT. O nível elevado sugere o lançamento de esgoto, e também pelo material sedimentar carregado principalmente pelos córregos da Cava e Taquara.

Mapa 19: Alto curso da bacia hidrográfica Fontes poluidoras e unidades de mitigação dos poluentes.



Como síntese desta análise ambiental tem-se o quadro 5 baseada na proposta do Ministério do Meio Ambiente, onde estão relacionados os indicadores da avaliação ambiental identificados durante o estudo na área.

Quadro 5: Indicadores conforme o MMA 2005.

Elementos de Avaliação	Indicadores de impactos ambientais
Dimensão Físico-Biótica	
Interferência em aspectos físicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas degradadas e erosão. • Contaminação de solos por efluentes sanitários e agrícolas
Interferência em Ecossistemas Terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Perda e fragmentação de ambientes (devido aos vetores de ocupação em áreas anteriormente mais preservadas). • Alteração da Cobertura Vegetal • Alteração no uso do solo, fauna e flora, perda de áreas produtivas.
Interferência em Ecossistemas Aquáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão de rio com alteração de regime, inclusive com vazão reduzida. • Variação de regime hidrológico, possibilidade de cheias mais intensas. • Contaminação de mananciais devido ao aumento da carga de efluentes sanitários; utilização de insumos agrícolas (fertilizantes e agrotóxicos), suinocultura. • Alteração da produção e transporte de sedimentos a montante e a jusante, erosão de margens, sedimentação e alteração do leito do rio. • Qualidade da água • Eutrofização • Existência de vegetação marginal
Dimensão Socioeconômica	
Organização do Território	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na rede urbana (núcleos urbanos atingidos) • Infraestrutura de comunicação regional e local modificada (extensão de estradas, pontes) • Especulação imobiliária (aumento do preço da terra). • Impacto sobre comunidades tradicionais

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2005). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

4.2 - Análise climato-hidrológica

Tendo sido levantados os aspectos ambientais com foco nos impactos sobre os recursos hídricos na bacia do alto curso do rio Dourados, serão analisadas as informações pertinentes a variáveis do clima e da hidrologia.

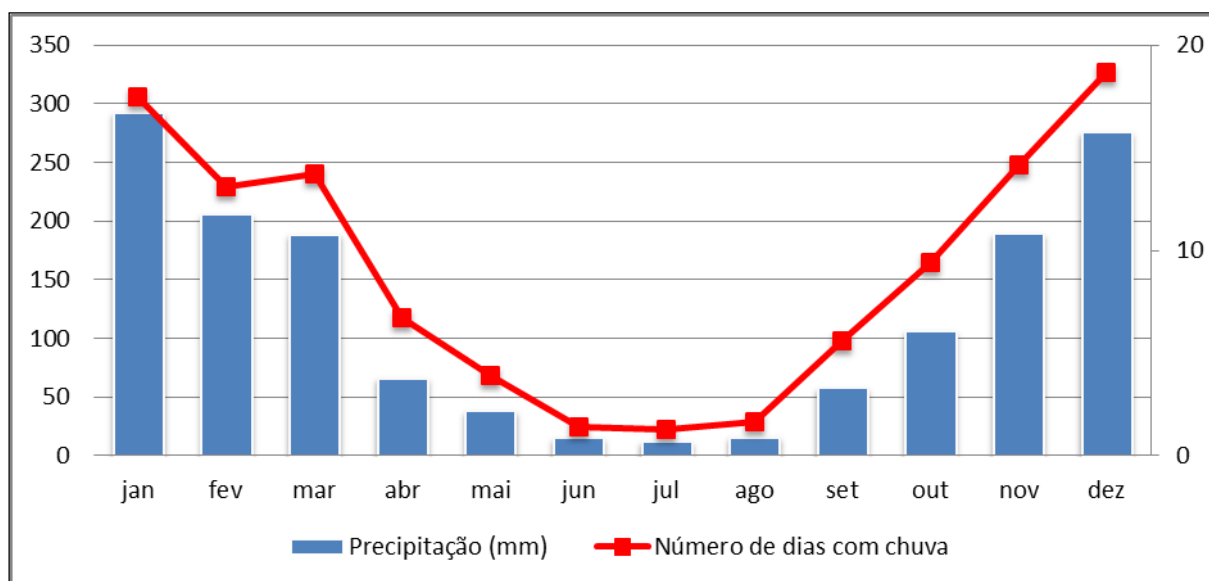
4.2.1 - Precipitação

A observância da série histórica, da Estação Charqueada do Patrocínio, expressa no quadro 6 permite traçar a distribuição do regime pluviométrico ao longo da série histórica (1980-2010). Do total médio de 1458 mm, os maiores índices de chuva foram identificados entre os meses de outubro a março, foram 1256 mm ou 86% do total. As médias mensais oscilaram entre 106 mm no mês de outubro e 292 mm em Janeiro.

Os demais meses (de abril a setembro) correspondem ao período da menor intensidade das precipitações, quando ocorrem apenas 14% do total (203 mm). As médias mensais vão de 67 mm em Abril (mês que funciona como transição das duas estações) e atingem níveis baixos em julho com 11 mm. Em Junho e Julho ao longo de 30 anos, por 12 vezes foram registradas ausência completa de precipitação em cada mês.

A média dos números de dias com precipitações é coincidente com os valores de precipitações conforme indicado no gráfico 7. É no período de outubro a março que se encontram a maior quantidade de dias chuvosos, dezembro apresentou em média 19 dias com registro de chuva, ao passo que outubro respondeu por 10 dias. No período menos chuvoso, junho, julho e agosto apresentaram em média 2 dias com precipitação registrada, já abril, o maior índice entre os meses secos, com 7 dias chuvosos.

Gráfico 7: Média pluviométrica e número de dias com chuva (1980 – 2010) - Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: Hidroweb/ANA. Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Quadro 6: Precipitação (1980 - 2010) – Estação Charqueada do Patrocínio.

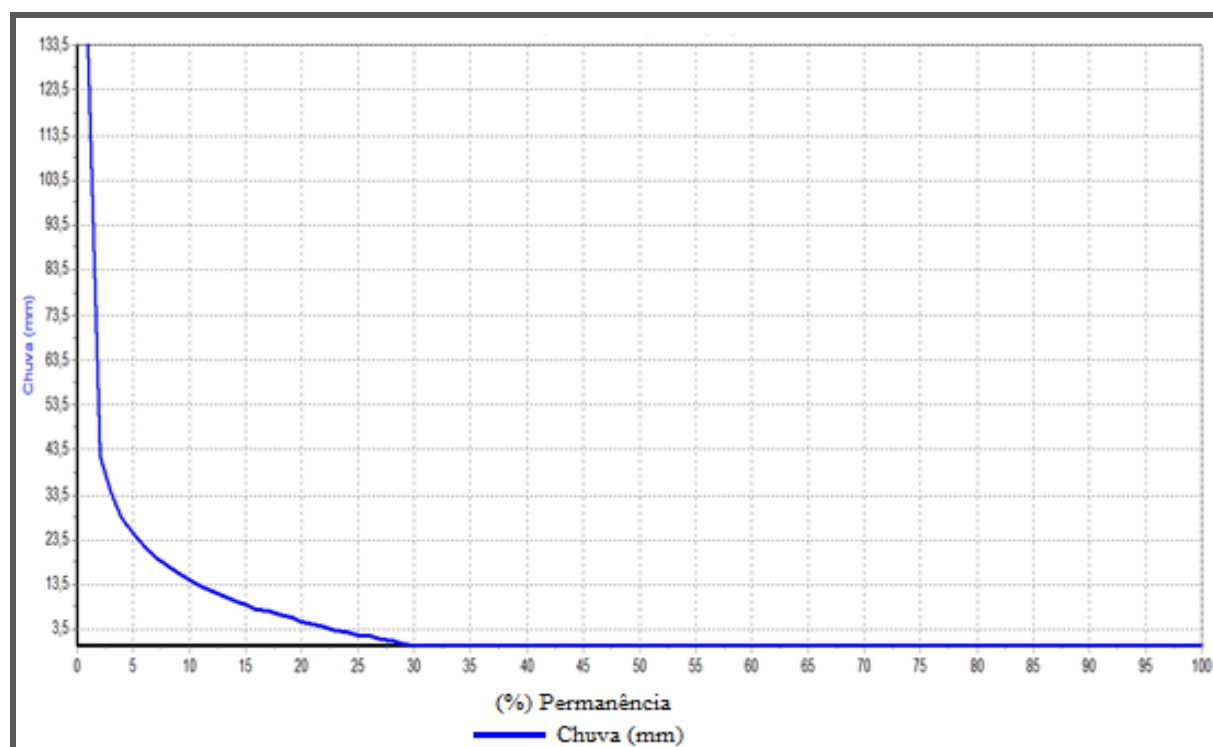
Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1980	758	409	184	249	33	88	0	32	49	142	500	548	2991
1981	288	27	279	36	45	76	0	30	2	183	401	325	1691
1982	484	142	276	64	61	16	30	0	65	212	51	290	1692
1983	467	232	97	155	48	25	52	18	158	217	403	332	2205
1984	169	199	190	69	56	0	3	133	89	120	254	193	1474
1985	534	155	215	13	0	0	0	0	30	96	76	137	1256
1986	257	269	139	6	52	3	32	17	4	85	77	96	1036
1987	47	100	135	73	52	12	12	0	21	129	75	176	832
1988	149	178	129	46	14	38	0	0	14	142	115	276	1101
1989	201	324	108	67	0	22	76	15	127	66	206	263	1474
1990	49	101	57	14	12	0	12	4	6	60	58	61	433
1991	88	65	82	28	0	4	7	0	8	40	57	306	686
1992	486	281	95	100	10	0	0	17	146	31	67	135	1368
1993	88	181	181	40	79	0	0	14	29	119	88	302	1121
1994	352	91	292	104	73	10	5	0	2	116	172	281	1498
1995	109	315	265	65	157	11	0	0	71	99	142	325	1559
1996	190	137	212	59	22	0	11	2	93	82	216	164	1187
1997	337	80	262	67	42	40	0	0	79	85	184	260	1434
1998	230	244	186	85	83	20	1	72	2	150	204	164	1441
1999	152	280	226	29	2	12	10	0	91	65	214	321	1402
2000	237	397	247	20	12	0	13	16	85	41	193	198	1458
2001	180	119	128	19	37	0	1	58	58	82	330	457	1468
2002	269	331	94	4	54	0	9	5	35	40	90	253	1183
2003	430	164	210	63	42	0	0	3	56	51	204	194	1414

2004	461	281	155	90	35	0	31	0	0	93	141	245	1531
2005	345	85	288	39	22	5	1	10	76	59	377	293	1600
2006	261	316	285	111	10	0	0	4	111	135	128	394	1754
2007	551	205	79	86	5	5	49	0	5	77	123	427	1611
2008	350	345	235	105	32	13	0	14	62	40	170	374	1740
2009	330	260	207	82	34	46	5	22	110	173	217	349	1835
2010	208,1	50,8	305,8	49,5	53,6	8,5	0,0	0,0	95,9	261,4	322,8	392,3	1749
Média	292,1	205,3	188,5	65,7	37,9	14,7	11,6	15,6	57,3	106,1	188,8	275,2	1458,8
Máxima	758	409	306	249	157	88	76	133	158	261	500	548	2991
Mínima	46,6	27,2	57,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,5	50,9	60,9	433,1
Meses sem chuva	0	0	0	0	3	12	12	12	1	0	0	0	

Fonte: LCRH/ANA (2012) Org. SILVA, Renato Emanuel (2012)

Quanto a curva de permanência (gráfico 8), nota-se que dias com alguma precipitação correspondem a 29% do total e que 12% dos dias registraram precipitações na casa dos 10 mm e em apenas 2,5% foram observadas precipitações maiores que 40 mm.

Gráfico 8: Curva de permanência de precipitações (1980 – 2010) - Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: Hidroweb/ANA (2012): Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

A estatística descritiva permitiu organizar e tratar os dados de precipitação (tabela 7) apontando os valores máximos diários, importantes na compreensão da intensidade dos eventos chuvosos para a área. Neste caso a tendência central apresentou média de 76,8 mm, a moda (valor de chuva diária com maior repetição) de 95,1 mm e a mediana 81,1 mm. Em relação às medidas de dispersão a amplitude apresentou 114,3 mm, a variância foi de 561,3 mm e o desvio padrão de 23,7 mm. O desvio padrão de menor valor revela que entre a média e os valores extremos não houve diferença relevante, o que qualifica a média como fonte confiável de informação.

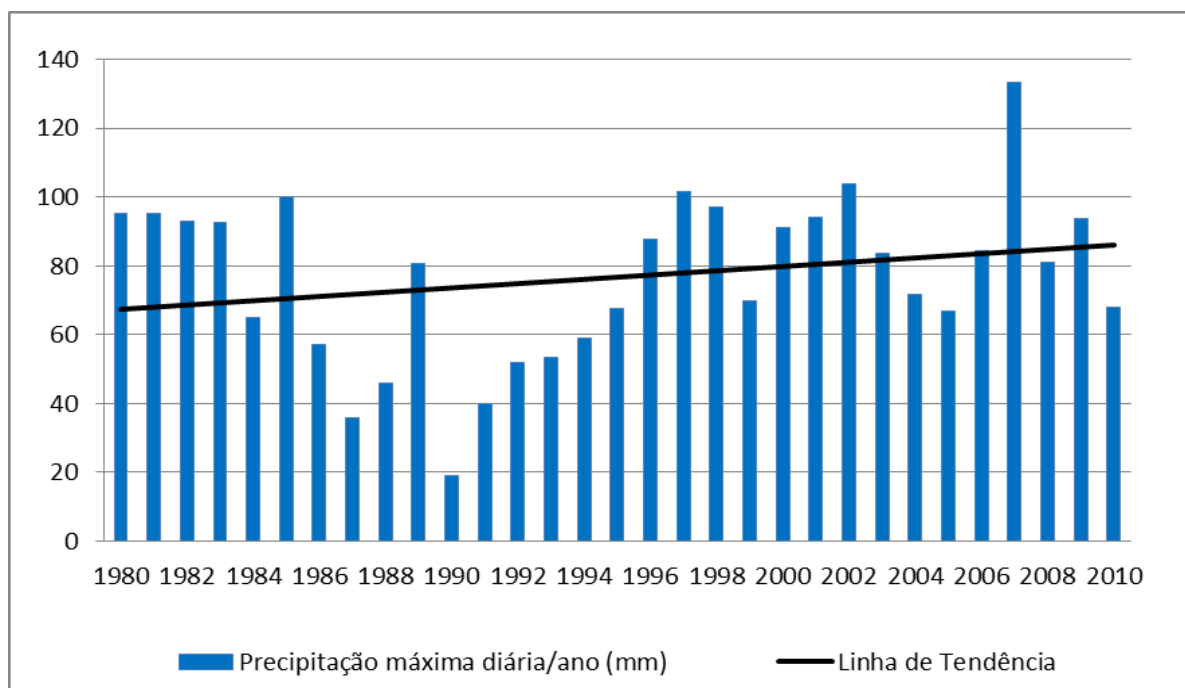
Tabela 7: Estatísticas descritivas das precipitações máximas diárias/ano – Estação Charqueada do Patrocínio

Medidas de tendência central			Medidas de Dispersão		
Media	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio Padrão
76,8	95,1	81,1	114,3	561,1	23,7

Fonte: Hidroweb/ANA (2011) Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

O gráfico 9 apresenta uma grande variação na precipitação máxima diária. Nota-se que, embora em 39% dos casos (12 anos) a precipitação máxima diária esteja acima dos 90 mm, em apenas em 4 anos (1985, 1997, 2002 e 2007) estas precipitações superaram os 100 mm (o último ano apresentou maior valor, com 135 mm de chuva em um dia). Ao traçar uma linha de tendência, como forma de análise do período estudado, tem-se um leve aumento nos valores máximos de precipitação diária. Esta concentração sugere eventos chuvosos com potencial para maior escoamento superficial, dada a intensidade, o que não contribui para a infiltração da água no solo.

Gráfico 9: Precipitação máxima diária/ano (1980 – 2010) - Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: Hidroweb/ANA (2012) Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Um fator a se levar em conta é a escassez de chuva em um dado período do ano. Foram realizados dois agrupamentos para análise: dos dias consecutivos sem chuva e dos dias consecutivos sem chuva significativa. A proximidade dos valores levou a apresentação da estatística descritiva deste último conjunto de dados. Neste caso a tendência oferece as seguintes informações: a média de dias sem chuva significativa teve como resultado 72,6 dias, a moda representou 58 dias e a mediana 70 dias. Quanto à dispersão a amplitude foi de 112 dias, a variância de 602,8 e o desvio padrão esteve em 24,6 (tabela 8).

Tabela 8: Estatísticas descritivas de número de dias consecutivos sem chuva significativa/ano – Estação Charqueada do Patrocínio

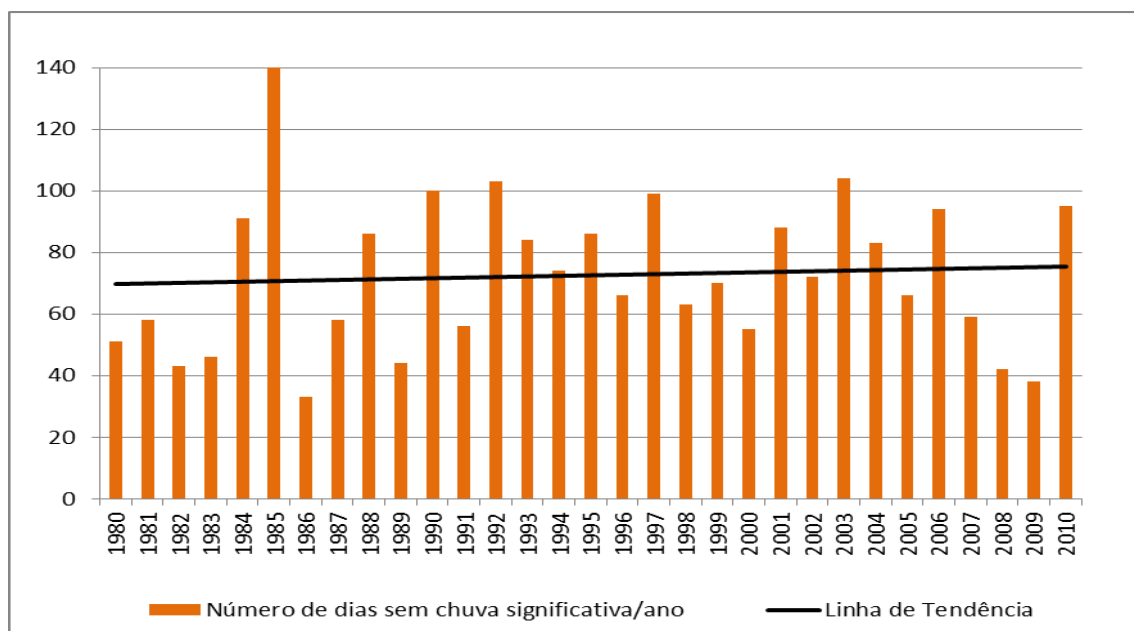
Medidas de tendência central			Medidas de Dispersão		
Media	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio Padrão
72,6	58	70	112	602,8	24,6

Fonte: Hidroweb/ANA (2011). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

A avaliação da distribuição dos períodos com ausência de chuva significativa, ao longo da série histórica, representada no gráfico 10, sugere uma grande variação que é melhor

entendida por meio do estabelecimento de uma linha de tendência como observado a seguir. No total de 31 anos relativos à série histórica, em 13 (ou 42%) ocorreram mais de 80 dias consecutivos sem chuva significativa. Nos anos de 1984, 1997 e 2010, foram 95 dias consecutivos sem chuva significativa registrada. Em 1985, 1990, 1992 e 2003 mais de 100 dias seguidos sem precipitação significativa foram registra registrados. A linha de tendência mostra, para o período estudado, um leve aumento no número de dias consecutivos sem chuva. A comparação entre os gráficos 9 e 10 sugere um aumento dos dias consecutivos sem chuvas, seguidos de chuvas torrenciais concentradas na estação chuvosa. Variáveis que, segundo Tucci (2006), sugerem a diminuição da disponibilidade hídrica da área. Contudo é valido a ressalva que as linhas de tendências são uma abordagem para o tempo já percorrido, não devem ser encaradas como uma previsão futura, como também será observado nas variáveis hidrológicas.

Gráfico 10: Número de dias sem Chuva Significativa/ano (1980 – 2010) - Estação Charqueada do Patrocínio:



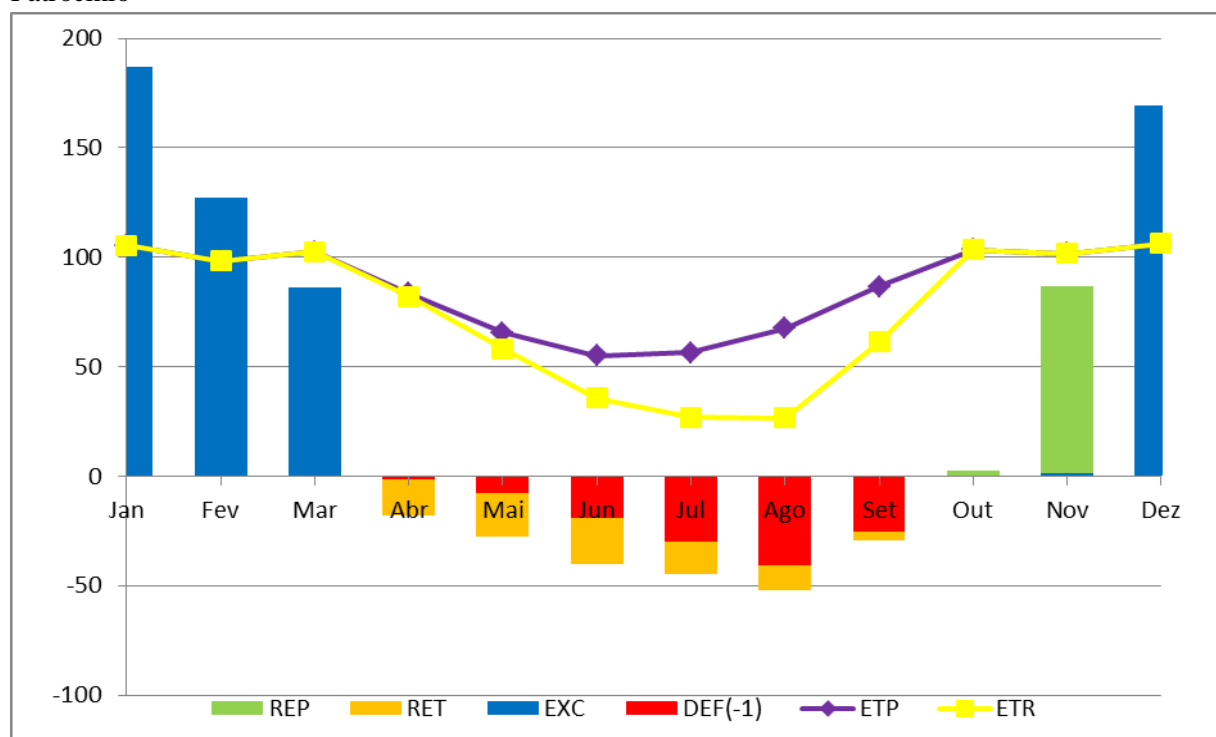
Fonte: Hidroweb/ANA (2012). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013).

4.2.2 - Balanço Hídrico Climatológico

A relação dos dados de precipitação e temperatura permitiram a obtenção do balanço hídrico climatológico, como sugerido na metodologia. Logo se tem a quantidade de água que o solo apresenta no ano. Na análise do gráfico 11 nota-se que os meses com excedente foram de dezembro a março, valores chegando aos 169 mm em dezembro e aos 187 mm em Janeiro, a média do período foi de 142 mm. Outubro e Novembro foram identificados como meses de reposição de água no solo.

Quanto ao déficit hídrico, período em que pode ser necessário o acionamento de sistemas de regas em algumas culturas, os maiores índices foram vistos de junho a setembro, onde julho apresentou 30 mm e agosto 41 mm deficitários no solo. A deficiência de água no solo perdura ao longo de toda estação seca causando efeito em outubro com uma ínfima reposição de água e repercutindo em novembro quando a reposição predomina sobre a excedencia hídrica.

Gráfico 11: Balanço hídrico climatológico médio mensal (1980 - 2010) - Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: Hidroweb/ANA (2012). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Outras duas variáveis observadas no gráfico 11 são a evapotranspiração real e a evapotranspiração potencial. Em relação à primeira nota-se que os maiores índices ocorrem entre outubro e março, quando os valores ficam levemente acima dos 100 mm. Os índices são altos neste período justamente pela disponibilidade de água oriunda das precipitações conjugadas com maiores temperaturas. A partir de abril a pouca oferta de água e a menor carga energética cadenciam os índices de evapotranspiração real.

Quanto à evapotranspiração potencial, a linha gráfica é similar à da evapotranspiração real com coincidência no período chuvoso. Contudo na seca, nota-se uma tendência de afastamento entre as linhas. Neste caso a média potencial gira em torno dos 69 mm, contrapondo os 50 mm da evapotranspiração real, em agosto a diferença entre ETP e ETR chega a 41 mm. O motivo destas diferenças encontram-se na questão da pouca oferta de água no período da seca que causa o déficit hídrico (NIMER E BRANDÃO, 1989). Uma vez que o solo apresente a realidade do déficit de água, é fato que a evapotranspiração não será completa, ou seja, não ocorre a potencialidade prevista para a evapotranspiração naquele lugar.

4.2.3 - Duração das estações seca e chuvosa

A partir do Balanço Hídrico Climatológico é possível definir as estações secas e chuvosas por meio da obtenção da Evapotranspiração Potencial. A princípio a tabela 9 apresenta o extrato do balanço hídrico climatológico. Com a ETP diária, em cada mês, foi possível definir os dias sem chuvas significativas bem como as sequências de precipitações (para início do período chuvoso) e sem chuvas significativas para a instalação da estação seca. Estas são

informações que precisam ser avaliadas a luz do efeito que causam sobre o estágio terrestre do ciclo hidrológico, correspondente a bacia hidrográfica.

Tabela 9: Extrato das informações do Balanço Hídrico Climatológico (1980 – 2010) - Estação Charqueada do Patrocínio

Variáveis	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Precipitação	292,1	225,6	188,5	65,7	37,9	14,7	11,6	15,6	57,3	106,1	188,8	275,2	1479,1
ETP	105,3	98,2	102,5	83,5	65,7	55,1	56,6	67,5	86,6	103,5	101,8	106,2	1032,4
ETP Diária	3,5	3,2	3,3	2,8	2,1	1,8	1,8	2,2	2,9	3,3	3,4	3,4	
Deficit	0	0	0	1,5	7,5	19,3	29,6	41,0	25,2	0	0	0	124,1
Probab. de Def.	10	20	20	70	87	93	97	93	70	60	27	7	
Excedente	186,8	127,3	85,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	169,0	570,8
Probab. de Exc.	90	77	80	27	10	3	0	0	3	17	43	87	

Fonte: HIDROWEB/ANA (2012). Org: SILVA, Renato Emanuel (2013)

A análise a partir do balanço hídrico permite confirmar as proposições metodológicas de Assunção (2012) que determina os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro como chuvosos, pois nestes meses a probabilidade de ocorrerem excedentes hídricos foi superior a 90%. Salienta-se que neste período quando encontrado algum déficit hídrico tratava-se na verdade de veranicos severos. Sobre a estação chuvosa, percebe-se uma considerável variação que chegam a 50 dias para o seu início e 65 dias para o seu término.

Contrapondo a grande possibilidade de excedente hídrico nos meses supracitados, junho, julho e agosto, são marcados pela elevada chance de ocorrência de déficits hídricos. A análise da série histórica revelou uma probabilidade de 90% de ocorrências deficitárias neste período. Assunção (2012) recorda que em caso de ocorrência de excedentes hídricos dentro deste período, o que existe na verdade são pequenos períodos chuvosos contínuos, os chamados invernicos, geralmente causados por chuvas frontais. O gráfico 12 revela a duração das estações secas e chuvosas dentro de cada ano civil.



Obs: Quinquídios são o resultado do agrupamento dos dias de um mês de 5 em 5 dias.

Em relação à estação seca, a duração se mostrou variada, sendo 2006 o ano com menor duração desta estação, foram 155 dias. Já 1990, o ano com a maior estação seca, foi registrado com expressivos 260 dias de duração para esta condição climática. Em termos médios a estação seca no período apresentou 197 dias e a chuvosa, um pouco menor, com 169 dias, as porcentagens indicaram 54% e 44% respectivamente, valores que corroboram para a proposição de que as duas estações dividem com certo equilíbrio o ano. As variações para início e término das estações do ano, podem gerar transtornos para agricultores com relação às culturas e seus desenvolvimentos.

Dentro da análise observa-se que em 60% dos anos a estação chuvosa se iniciou até outubro (considerando até o dia 28 deste mês). Em apenas três anos (10%) as precipitações se adiantaram ocorrendo em setembro, já novembro, quando se considera um prolongamento da estação seca, respondeu por 36% ou seja 11 anos. Em sete anos as chuvas iniciaram ainda na primeira quinzena de novembro.

A estação seca teve início em março ou abril, contudo evidencia-se que em 73% dos casos (22 anos) ela teve início até o dia 20 de Abril, em 23% dos casos iniciou-se nos últimos 10 dias deste mês. Já o início precoce da estação seca, ainda em março, foi registrada em 7 anos.

Outra contribuição obtida, a partir das análises dos dados de precipitação e da evapotranspiração potencia conforme metodologia estabelecida, foi a definição da ocorrência e duração dos veranicos ao longo da série histórica (1980-2010). A análise revela uma tendência elevada de ocorrência de veranicos ao longo da série. Como se observa na tabela 10, foram 76 veranicos ao longo de 30 anos o que equivale a média de 2,5 veranicos por ano. O índice é considerado alto se levarmos em conta os efeitos que estes fenômenos podem causar sobre a agricultura, vegetação originária e mesmo sobre os recursos hídricos

Observa-se que a maior ocorrência de veranicos são daqueles classificados como fracos, por durarem de 7 a 8 dias (28 ocorrências – 37% do total) e também os de média intensidade, com duração entre 9 e 12 dias (19 ocorrências – 25%). Os veranicos fortes, entre 13 e 18 dias de duração, ocorreram apenas em 7 momentos correspondendo a 9%. Também pequena a ocorrência de veranicos muito fortes, registrados por 4 vezes, nos anos de 1981, 1987, 1988 e 2010 correspondendo a 5% do total de ocorrências.

Tabela 10 - Quantidade de ocorrências absolutas e proporcionais de veranico, segundo suas intensidades, na Estação 1846002 Patrocínio.

Intensidade do Veranico	Quantidade de ocorrências	%
6 dias (veranico inapreciável)	19	24
de 7 a 8 dias (veranico fraco)	29	37
de 9 a 12 dias (veranico médio)	16	25
de 12 a 18 dias (veranico forte)	8	9
Superior a 18 dias (veranico muito forte)	4	5
Total de ocorrências	76	100

Fonte: Hidroweb/ANA (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013).

Quanto a distribuição dos veranicos, ao longo dos meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro, Assunção (2006), sugere que aqueles registrados ao longo do mês de Janeiro e grande parte de Fevereiro, são mais prejudiciais a agricultura (questões relativas ao desenvolvimento das plantas).

Conforme a tabela 11 observa-se que janeiro apresenta 23 ocorrências de veranicos com destaque para as 6 ocorrências de veranicos médios e duas de veranicos fortes. Somente em uma oportunidade foi registrado um veranico muito forte neste mês. Fevereiro apresentou uma ocorrência maior de eventos fracos, do total de 30 veranicos, 15 foram desta tipo, lembrando que ocorreram 4 veranicos fortes e dois muito fortes.

Tabela 11: Meses de ocorrência dos veranicos e suas intensidade - Estação Charqueada do Patrocínio

Mês/ Intensidade do Veranico	6 dias	7 a 8 dias	9 a 12 dias	12 a 18 dias	> 18 dias
Janeiro	8	6	6	2	1
Fevereiro	5	15	4	4	2
Março*	1	4	5	2	1
Dezembro **	5	4	1	0	0
Total	19	29	16	8	4

* apenas primeira quinzena de Março. ** apenas segunda quinzena de Dezembro.

Fonte: Hidroweb/ANA (2013) Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

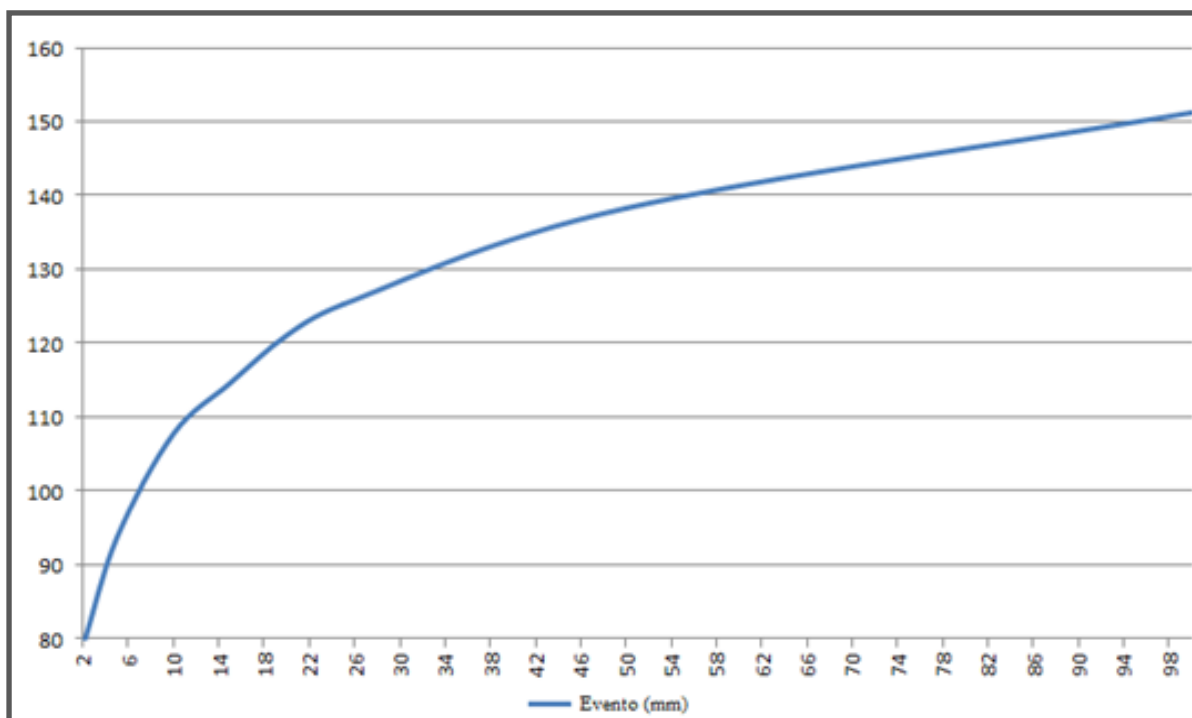
Se valendo dos dados de precipitação máxima diária/ano e obtida a média e o desvio padrão foi possível calcular o período de retorno utilizando a distribuição de Gumbel, sugerida por Tomaz (2005) a partir da concepção metodológica de Righeto, 1998. Os resultados revelam que em um período de 2 anos um evento chuvoso diário de 79 mm poderá ocorrer; em 5 anos a chance é de ocorrência de uma precipitação de 94 mm; em 10 anos há a possibilidade de uma precipitação de 108 mm; em torno 115 mm em um intervalo de 15 anos; em 20 anos uma precipitação de 121 mm seria registrada; no período de 25 anos uma precipitação de 125 mm; em 50 anos um precipitação de 138 mm; e por fim em um período de 100 anos seria registrada uma precipitação 151 mm.

Os dados permitiram a confecção do gráfico 13 com o comportamento provável destas precipitações ao longo do tempo. A vantagem destas informações se da para questões ligadas a adoção de medidas preventivas de enchentes, permitindo a especialistas que calculem o dimensionamento para a capacidade de reservatórios e barreiras de controle de enchentes.

Em relação aos dias consecutivos sem chuva significativa (valor médio e desvio padrão) foi possível estabelecer o período de retorno com base na distribuição de Gumbel. Desse modo sabe-se que em um período de 2 anos será possível ocorrer um período de 69 dias sem chuva significativa; em 5 anos a possibilidade é da ocorrência de um intervalo de 90 dias sem chuva; ao longo de 10 anos pode haver um intervalo de 104 dias; em 20 anos serão possíveis 120

dias; no período de 50 anos pode ocorrer um hiato de 136 dias sem chuva significativa; por fim em 100 anos pode ser registrado um intervalo de 149 dias.

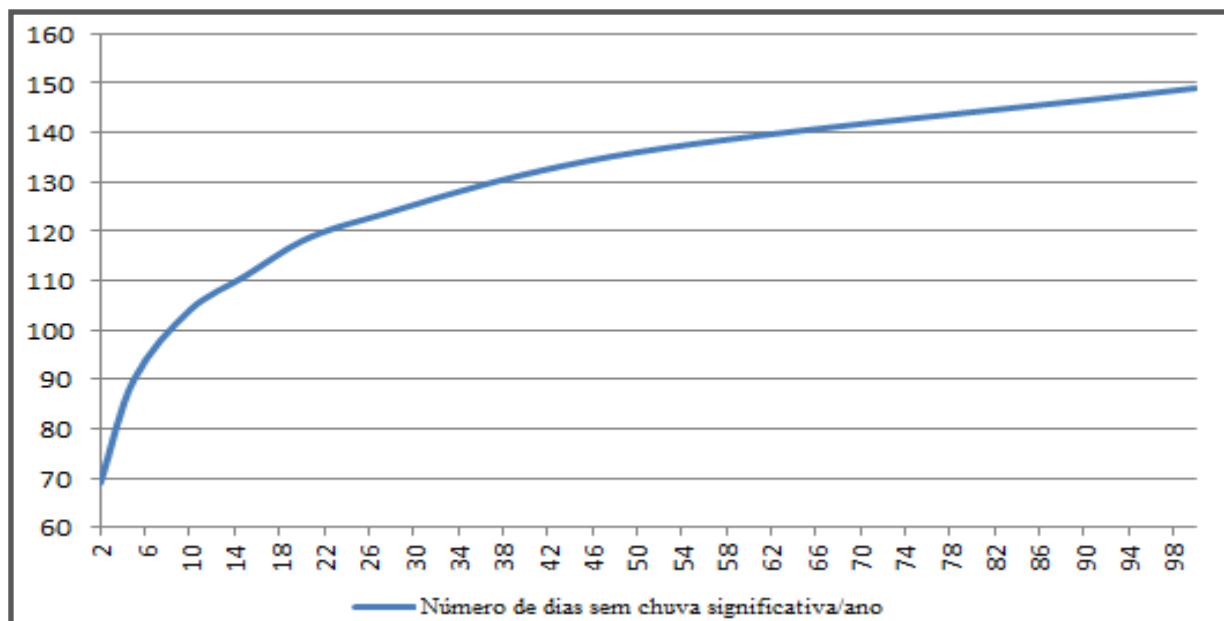
Gráfico 13: Período de retorno de precipitações máximas (Gumbel) na Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH (2012). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

A questão do período de retorno no caso dos dias sem precipitações significativas (gráfico 14) é relevante, uma vez que a chuva é a principal entrada de água no sistema bacia hidrográfico. Um longo período sem chuvas acarreta em queda dos índices de vazões dos cursos d'água gerando uma crise de abastecimento. Válido ressaltar que a principal fonte de água da cidade de Patrocínio se encontra no corpo hídrico do córrego Feio, que faz parte da bacia de estudo. Outro agravante, períodos longos sem precipitações comprometem reservatórios e podem exigir uma sobrecarga dos sistemas de rega o que agravaria a crise e poderia gerar conflitos pelo uso da água. Esta situação pode ainda atingir os ecossistemas aquáticos que, uma vez nestas condições, seriam ainda mais prejudicados pelo consumo de água humana.

Gráfico 14: Período de Retorno, do número de dias consecutivos sem chuva significativa/ano (Gumbel) na Estação 1846002 (Charqueada do Patrocínio)



Fonte: ANA/LCRH (2012). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

4.2.4 - Análise da Vazão

O volume de água que é escoada em uma determinada seção em uma unidade de tempo é chamado vazão, e pode fornecer dados importantes sobre a situação de toda a bacia hidrográfica, que se encontra a montante deste ponto. Logo o conhecimento do comportamento das vazões de uma determinada seção é passo fundamental para desenvolvimento de estudos baseados nas contribuições hidrológicas.

Para esta fase da pesquisa foram organizados a hidrógrafa, as vazões médias e extremas (mínimas e máximas) e seus períodos de retorno, bem com as vazões específicas. Os dados são aqueles fornecidos pela estação fluviométrica 6010000 (Charqueada do Patrocínio) para a série histórica de 1980 a 2010. Logo as análises expressas são referentes a área de contribuição a montante da estação supracitada. Os demais cursos fluviais tiveram suas vazões $Q_{7,10}$ estimadas conforme sugerido na Metodologia deste Trabalho.

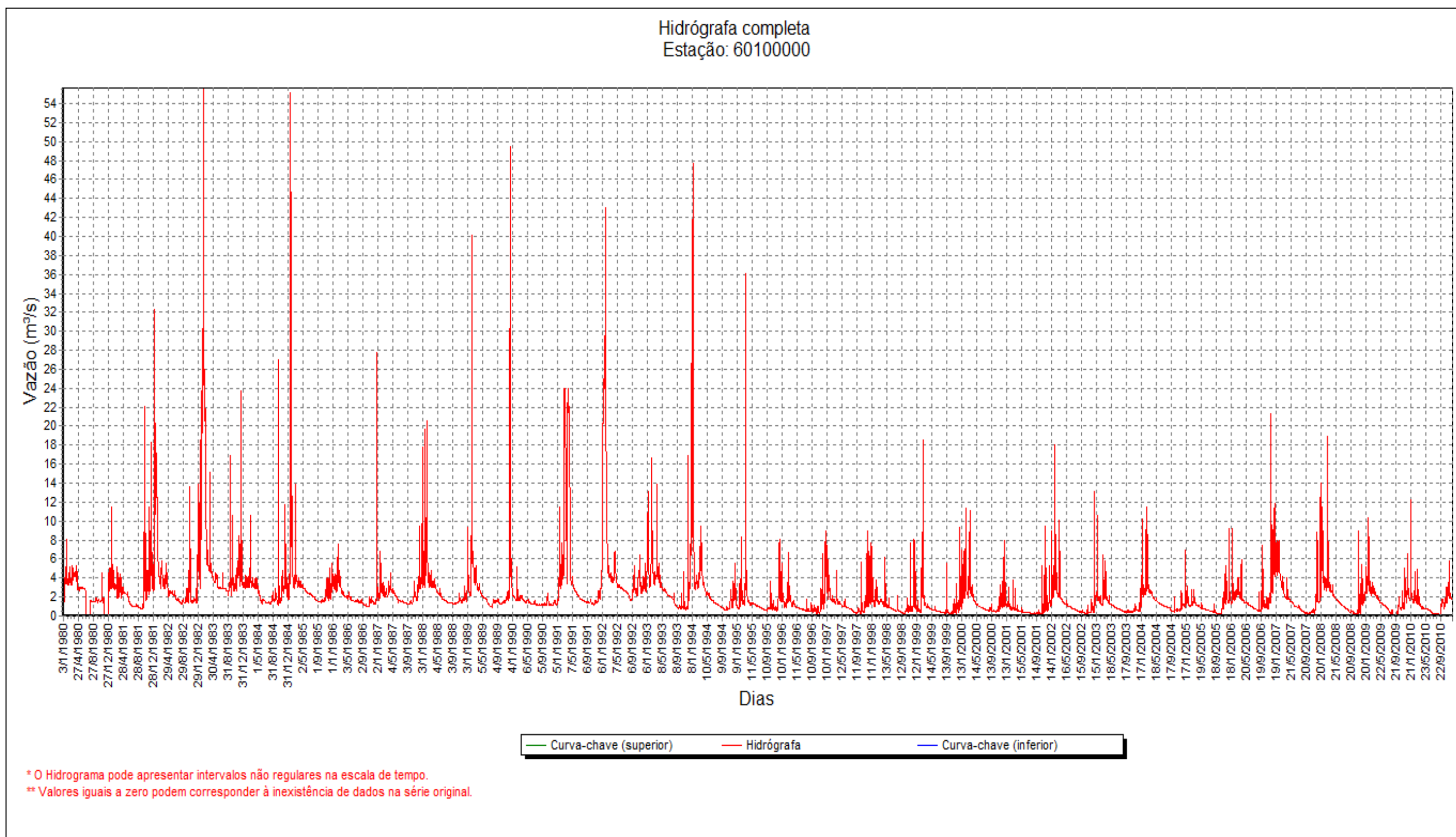
Entre as possibilidades de tratamento e organização dos dados hidrológicos, obtidos em uma seção de um rio, a hidrógrafa permite a disposição das informações ao longo do tempo. A observação da hidrógrafa que contempla toda uma série histórica, aponta períodos de vazões máximas, mínimas e se existe uma tendência de aumento, estabilidade ou queda destes valores.

A hidrógrafa da série histórica (gráfico 15) permite visualizar casos de vazões máximas ou mínimas em que existe uma necessidade de análise mais profunda, estes dados estão representados no gráfico com o valor de vazões de um ano. Na avaliação dos picos de vazões foi possível identificar aquelas maiores dentro da série histórica, e sugerir dentro da avaliação dos períodos chuvosos possíveis relações das precipitações com estes picos. Para uma melhor compreensão das proposições realizadas a seguir, a consulta aos períodos chuvosos e secos nos gráficos da seção anterior é relevante.

- O primeiro pico significativo de vazão, na série histórica, foi observado no dia 14/01/1982, com uma vazão de 32 m³/s. O período chuvoso iniciado na primeira semana de outubro do ano anterior até o dia de registro do pico já havia registrado um acumulo de 1140 mm precipitados, justificando o pico de vazão.

- Em 15/02/1983 se dá o maior pico de vazão da série histórica, cerca de 56 m³/s (valor registrado também em 1986). Desde o período chuvoso, iniciado no segundo quinquídio de outubro até o dia 15 de fevereiro de 1983, já havia sido acumulados cerca de 1213 mm. É interessante que assim como no ano de 1982 o pico de vazão ocorre na abertura de um veranico.

Gráfico 15: Hidrógrafa – série histórica (1980 - 2010) – Estação fluviométrica Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/SisCAH (2013) Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

- A precedência pluviométrica de 26/01/1985, quando novamente são registrados 56 m³/s de vazão, foi de 961 mm de precipitação, tendo o pico de vazão ocorrido após um período de 13 dias consecutivos de chuva perfazendo 245 mm acumulados. Neste mesmo ano um segundo pico significativo é registrado 5 dias após o primeiro, no dia 31 de janeiro foram registrados cerca de 45 m³/s. Ele segue a tendência do anterior: longo período de acumulação chuvosa, desde o início da estação úmida, inclusive a sequência de chuvas no mês de janeiro daquele ano (para este segundo pico são 19 dias ininterruptos com 377 mm de precipitação acumulada).
- Em 20/12/1989 foram 50 m³/s de vazão máxima registrada. Este é um evento precoce, considerando que a estação chuvosa teve início por volta do dia 15 de outubro daquele ano, contudo no prazo de 56 dias foi acumulado uma precipitação de 400 mm, sendo que nos 5 dias que antecedem o pico em questão o acumulo foi de 130 mm. Durante a estação seca do ano de 1989, foi retirada a cobertura vegetal e as ruas do Bairro Serra Negra foram traçadas. É possível como aponta Tucci e Mendes (2006) que a alteração de uma área tão significativa diretamente ligada à bacia, tenha contribuído para este fenômeno.
- Em 07/02/1992 ocorre um valor de 44 m³/s, a estação havia começado tarde com chuvas significativas somente iniciadas em dezembro de 1991, porém a seguir do início da estação chuvosa elas foram constantes, com um acumulo de 485 mm de chuva em janeiro. Os sete dias de fevereiro que antecederam o pico de vazão em discussão somaram 160 mm.
- Em 20/01/1994 a vazão chegou a 48 m³/s, neste caso é importante considerar que os 19 dias de janeiro que antecedem este evento, registraram precipitação somando 284 mm (o acumulo de precipitação desde o início da estação chuvosa até o evento em registro foi de 777 mm).
- Em 20/03/1995 foi registrado o último pico de vazão acima dos 30 m³/s, desde então apenas em 2002 e 2006 foram registrados respectivamente picos de 18 e 22 m³/s. Quanto aos 36 m³/s registrados em março de 1995 eles seguem a um período de 124 mm registrado em março,

sendo a estação chuvosa, iniciada em outubro de 1994, já acumulava na data do pico de vazão cerca de 1096 mm de precipitação.

De 1980 a 1995 os picos de vazão acima dos 30 m³/s ocorreram em 7 anos, por 8 vezes, o que corresponde a uma média de ocorrência de um pico de vazão, acima do valor citado, a cada 2 anos. Contudo a partir de 1995 estes picos não mais ocorrem e a linha de tendência de vazão, conforme o gráfico 16 (página 145) também indica uma queda.

Tomando, portanto o índice de sete dias consecutivos de vazões baixas, observa-se que o limiar do ano de 1995 é um ponto divisor, de 1980 a 1995 em 6 anos não foram registradas vazões mínimas menores que 1 m³/s, nos 15 anos que seguem de 1996 a 2010 foram registrada vazões abaixo desse valor em todos os anos, sendo que em 11 ocasiões foram registrados valores abaixo dos 0,3 m³/s. Torna-se necessário uma análise comparativa entre os períodos de seca e o início dos períodos com índices extremamente baixos.

- O primeiro período com vazão extremamente baixa, foi identificado no ano de 1996, a partir do dia 09/10/1996, o período chuvoso que antecedeu esta condição, registrou cerca de 1273 mm o que equivale a 13% a baixo da média para o período, podendo ter contribuído para o período de vazões baixas, dada a menor quantidade de água armazenada no subsolo.

- No ano de 1997 em 09 de setembro, foi registrado um novo período de baixa, neste caso os 85 dias que antecederam esta condição, não registraram nenhuma precipitação. Estas vazões se mantiveram em valores próximos aos 0,3 m³/s até o dia 24 de setembro, quando precipitações, ainda que consideradas isoladas, pela metodologia de determinação da estação chuvosa, ocorreram.

- Em 27 de setembro de 1998, um novo valor baixo, dessa vez em torno dos 0,2 m³/s, neste caso supõem que os 46 dias consecutivos sem chuva antecedentes a este evento, e os 160 dias

desde o início da estação seca tenham contribuído para este cenário. Essas condições se repetem nos anos de 1999, 2001, com alguma variação ao início do período de vazões extremamente baixas conforme a variação do início da estação seca e do estabelecimento de um longo período de dias sem quaisquer precipitações.

- Já os anos 2002, 2005, 2007, 2008, 2009 parecem repetir as condições observadas em 1996, quando os extremos de vazões baixas foram observados em outubro. Nestes anos as combinações de longas estações secas, extenso período de dias consecutivos sem chuvas e atraso da estação chuvosa, iniciada já na segunda metade de outubro ou início de novembro, contribuíram para os valores em torno dos 0,2 m³/s.

- O último ano de análise de dados foi também aquele com os menores valores registrados na série histórica, a partir de 18/09/2010 valores muito baixos, em torno dos 0,05 m³/s. A análise da duração dos dias sem precipitação até o início destas vazões, indica 120 dias sem qualquer ocorrência de chuvas (maior período da série histórica). Ao observar o número de dias desde o início da estação seca até o evento, foram 163 dias, onde ocorreram precipitações em apenas 3 dias isolados. Soma-se a isso a existência de outorgas na área que também detiveram parte dos recursos hídricos nos consumos das propriedades.

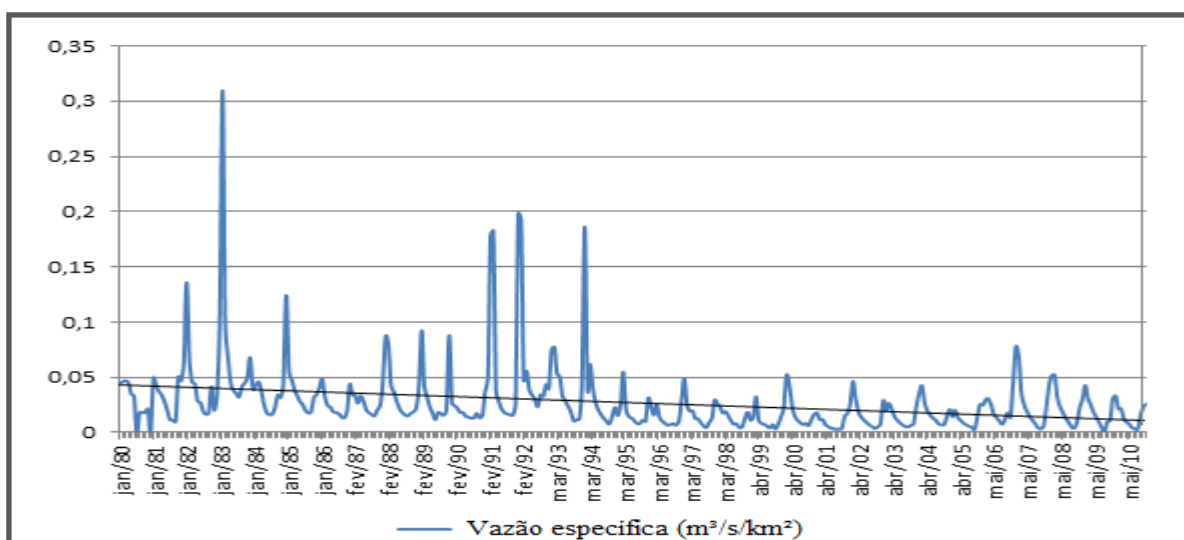
4.2.5 - Vazão Específica

A vazão específica é obtida pela divisão da vazão em uma seção pela área de contribuição para esta seção. Neste caso foram obtidos os dados dividindo as vazões registradas ao longo da série histórica na Estação Charqueada do Patrocínio pela área de contribuição para aquele ponto. Esta contribuição unitária é expressa por m³/s/km². O cálculo da vazão específica

mensal ao longo dos anos da série histórica (1980-2010) sugere, a exemplo do que apresentava a hidrógrafa, uma grande variação dos índices de vazão (gráfico 16).

A maior vazão foi registrada com $0,309 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, sendo considerada uma excepcionalidade, uma vez que os valores imediatamente abaixo a este pico estão entre $0,1$ e $0,199 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, tendo estes valores ocorrido em apenas 9 meses ou seja $2,4\%$ do total de meses estudados. Já o menor valor foi identificado em $0,002 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, a amplitude, portanto foi de $0,307 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. Em 24 meses os valores da vazão específica ficaram entre $0,05$ e $0,0999 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, em 235 meses (68% dos meses estudados) os valores estiveram entre $0,01$ e $0,0499 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. Os 75 meses (20%) restantes apresentam valores entre o $0,002$ e o $0,0099 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. Ao traçar a linha de tendência observa-se uma queda considerável nos índices de vazão específica mensal ao longo do período. Entre as análises das linhas de tendências relativas ao clima, de modo mais específico os eventos relativos a precipitação verificou-se que a precipitação apresenta basicamente os mesmos níveis dentro da série histórica.

Gráfico 16: Vazão específica (1980 - 2010) – Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH (2012). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

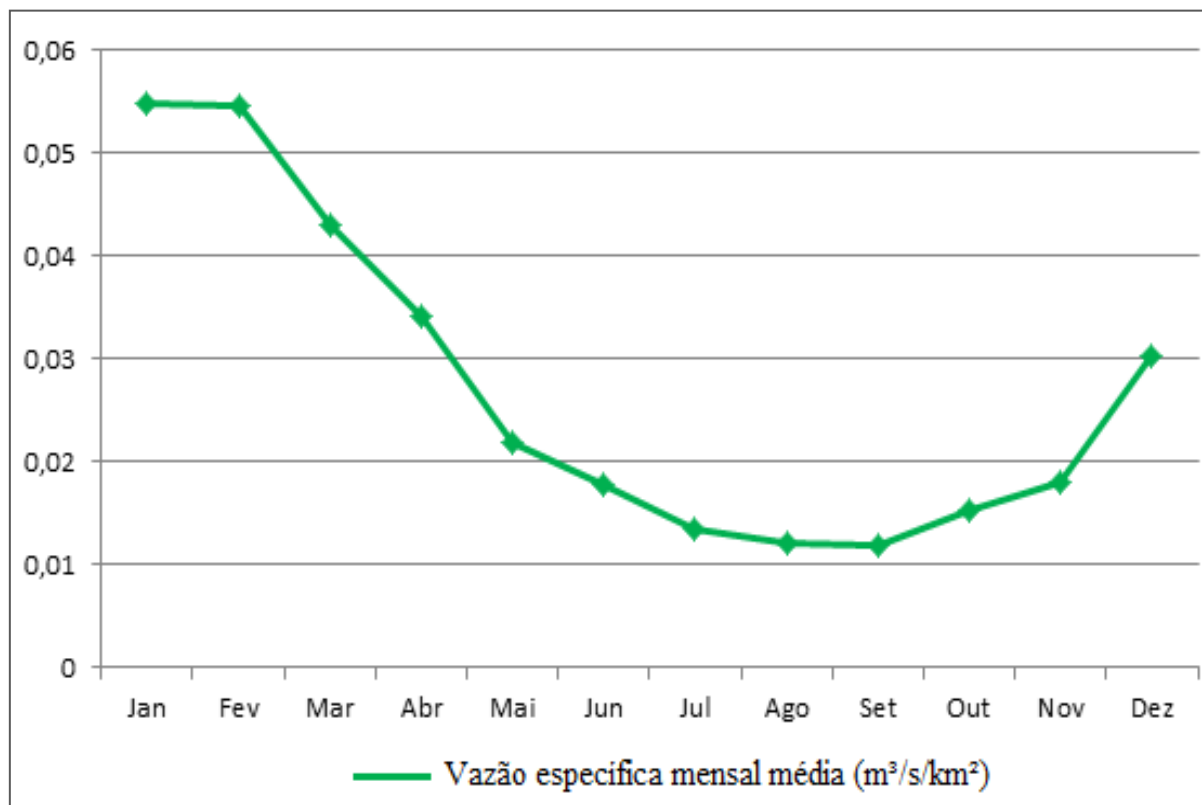
Em relação a vazão específica média mensal, é possível realizar inferências conforme a duração das estações chuvosa e seca, os meses com ocorrência média histórica de maiores

precipitações e aqueles onde as secas foram mais recorrentes, também os valores de evapotranspiração fornecem dados importantes para a compreensão do comportamento das vazões específicas ao longo do ano.

Os maiores valores foram observados nos meses de janeiro ($0,0548 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$), fevereiro ($0,0546 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$), março ($0,0429 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$), abril ($0,0341 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$) e dezembro ($0,0303 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$). Esta claro que tais valores guardam relação com o período chuvoso, afinal as médias de precipitações mensais são justamente as maiores no período de dezembro a março (valores em média acima dos 190 mm/mensais).

Quanto a abril, que mantém índices maiores que dezembro, a vazão específica é resultado do acumulo de precipitações dos meses anteriores, outro fator que contribui para a manutenção destes índices elevados é a brusca queda da Evapotranspiração potencial, cerca de 80 mm, 20% menor que a média dos três meses chuvosos que antecedem a abril. Dezembro por sua vez, classificado como o primeiro mês seguramente chuvoso, está não raras vezes antecedido por meses de outubro e novembro com evapotranspirações já elevadas e nem sempre regimes chuvosos já instalados, válida a ressalva que os 106 mm de ETP em dezembro correspondem ao maior valor anual.

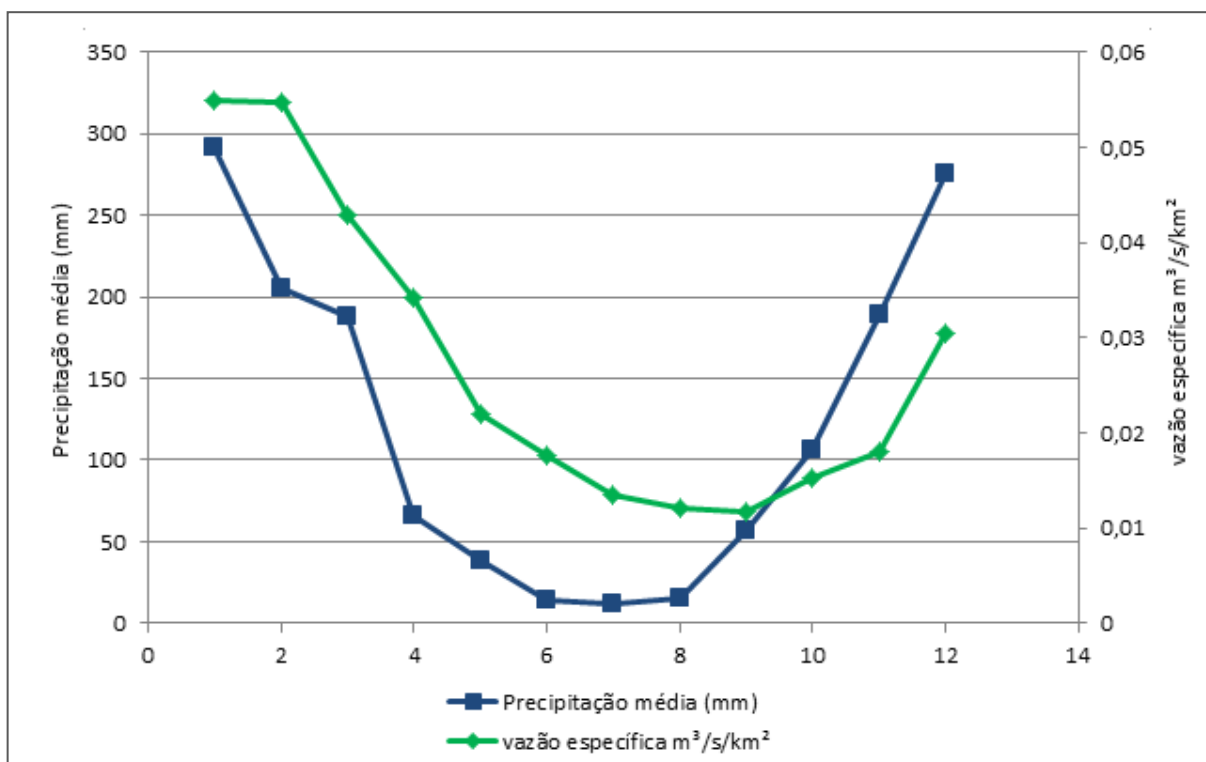
Em relação aos meses de menor vazão específica, julho, agosto e setembro apresentam média de $0,0124 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. É notável que conforme avança os longos períodos sem precipitações significativas, menores são os índices das vazões específicas, setembro sendo o mês de menor índice, como já havia sido notado durante o levante das vazões, é também considerado o mês do final da estação seca, o leve aumento das vazões que se inicia a partir de outubro não por acaso tem relação com os índices de precipitações que ocorrem (gráfico 17).

Gráfico 17: Vazão específica mensal média ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$) – Estação Charqueada do Patrocínio

Fonte: ANA/LCRH (2012). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Uma comparação geral dos índices de vazão específica média mensal e da média mensal das precipitações ao longo da série histórica confirma a relação entre os fenômenos. Basta observar o gráfico 18 onde é perceptível as já propaladas relações entre picos e baixas de vazão condicionadas pela ocorrência das precipitações. Neste caso entende-se que aos picos de vazões que ocorrem de dezembro a abril seguem aos índices mais elevados de precipitação iniciados em outubro e que vão até março. Ou seja, os picos de vazões ocorrem no período que segue a reposição de água do solo (iniciada em outubro e que perduram até novembro), e duram até o fim das chuvas mais significativas, graças ao tempo gasto pela água em percorrer o sistema hidrológico.

Gráfico 18: Relação Precipitação e Vazão específica – Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH (2012). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

4.2.6 - Vazões Extremas

Quanto as vazões extremas (tabela 12), isto é aquelas vazões cujos valores foram os máximos ou os mínimos registrados dentro da série histórica, observa-se que em relação as vazões máximas, apenas os anos de 1983 e 1985 ficaram acima dos 50 m^3/s , os valores entre 30 e 49 m^3/s ocorreram em 4 anos (1982,1989,1994 e 1995). A partir de 1995 nenhuma vazão máxima ultrapassou o valor de 22 m^3/s .

Em relação às vazões mínimas absolutas nota-se que os valores mais baixos foram registrados a partir de 1993, quando sempre estiveram abaixo de 1 m^3/s . Os menores valores foram identificados nos anos de 1998, 2001 e 2002 (0,18 m^3/s), já em 2008 o valor chegou a 0,09

m³/s, e em 2010 foi registrada uma vazão mínima de 0,03 m³/s. Já as vazões mínimas de 7 dias para cada ano, apresentaram valores levemente superiores, ou iguais com as vazões mínimas absolutas em alguns anos, nesse caso os menores índices foram registrados em 2007 (0,18 m³/s) e em 2010 (0,05 m³/s)

Tabela 12: Vazões médias e extremas anuais (1980 - 2010) - Estação Charqueada do Patrocínio

Ano	Médias	Máximas	Mínimas	Mínimas de sete dias
1980	2,8	8,07	1,25	1,44
1981	2,89	22,1	0,72	0,77
1982	3,55	32,28	1,20	1,23
1983	6,59	55,64	2,18	2,37
1984	2,69	27,02	1,13	1,17
1985	3,41	55,16	1,42	1,48
1986	2,24	27,7	0,95	0,96
1987	2,26	9,47	1,20	1,20
1988	2,87	20,6	1,20	1,21
1989	2,98	49,5	0,89	0,93
1990	1,50	5,15	1,08	1,20
1991	4,50	24,02	1,10	1,16
1992	5,46	43	1,58	1,61
1993	3,11	16,9	0,65	0,71
1994	3,3	47,74	0,59	0,61
1995	1,61	36,12	0,56	0,58
1996	1,18	7,88	0,26	0,30
1997	1,49	9,01	0,26	0,26
1998	1,19	8,14	0,18	0,21
1999	0,91	18,52	0,22	0,23
2000	1,62	11,36	0,41	0,44
2001	0,74	9,48	0,18	0,20
2002	1,31	18,06	0,18	0,19
2003	1,17	13,16	0,38	0,39
2004	1,61	11,44	0,42	0,47
2005	1,07	6,95	0,2	0,2
2006	1,77	21,31	0,5	0,56
2007	2,1	11,87	0,17	0,18
2008	2,02	18,98	0,09	0,19
2009	1,77	10,39	0,25	0,27
2010	1,3	12,25	0,03	0,05

Fonte: Hidroweb/ANA (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Na busca em compreender melhor as condições hidrológicas da bacia é necessário um aprofundamento estatístico descritivo dos dados de vazões máximas e mínimas. Os picos de vazão alcançados em uma determina seção de um rio, recebem o nome de vazões máximas e definem as condições de inundação de uma área e a pressão do sistema fluvial sobre obras hidráulicas ligadas ao sistema. É possível inferir sobre a evolução dos valores das vazões máximas, importantes para projetos hidráulicos como barragens, pontes, mesmo áreas de inundação.

Em Dourados, exemplifica a questão, o DAEPA que após anos enfrentando problemas com eventos relativos a pico de vazões na Estação de Captação de Água no córrego Feio, construíram uma barragem e um vertedouro (escavado na rocha) para mitigar o excesso de água, assim problemas como perca de bombas de captação de água e inundação da casa de máquinas são evitados (foto 27).

Os dos dados de vazão máximas passaram no escrutínio da análise estatística descritiva, onde as informações obtidas estão na tabela 13. Neste caso notou-se, dentro das medidas de tendência central que a média das vazões máximas é de 21,6 m³/s, a moda foi de 8,1 m³/s, a mediana de 18,06 m³/s. Para além das medidas de tendência centrais, as medidas de dispersão revelam que a variação entre o menor e o maior valor das vazões máximas, a amplitude, ficou em 50,49 m³/s, a variância foi de 217,2 m³/s e o desvio padrão de 14,7 m³/s

Tabela 13: Estatísticas descritivas da vazão máxima anual da Estação Charqueada do Patrocínio

Medidas de tendência central			Medidas de Dispersão		
Media	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio Padrão
21,6	8,1	18,06	50,49	217,2	14,7

Fonte: Hidroweb/ANA (2011). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013).

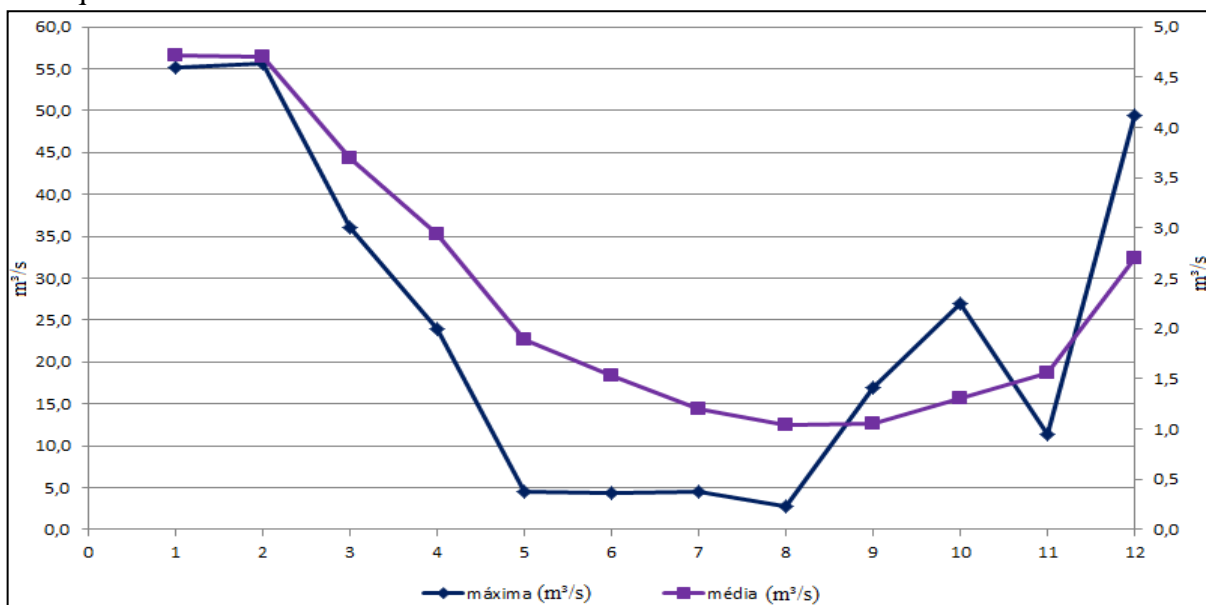
Foto 27: Alto curso da bacia do rio Dourados - Estação DAEPA de captação de água para a cidade de Patrocínio (MG). A captação se dá por meio de barramento permitindo um maior aproveitamento da vazão mínima disponível ao consumo.



Fonte: Silva (2013)

O gráfico 19 apresenta as vazões diárias máximas mensais e as vazões máximas médias mensais. Os maiores valores de vazão ocorreram nos meses de Dezembro (49,5), Janeiro (55,16 m³/s) e Fevereiro (55,6 m³/s). Já os menores índices encontram-se entre maio e agosto, ficando entorno dos 4,5 m³/s. exceção de setembro quando a vazão máxima registrada foi em 2,8 m³/s. Já as vazões máximas médias permitem um olhar cauteloso sobre os picos estabelecidos nas máximas mensais, um válido exemplo é o que ocorre em outubro quando o pico mensal identificado foi de 27 m³/s, maior que o mês de novembro na sequência. Contudo a média permite observar que novembro é um mês levemente com maiores vazões.

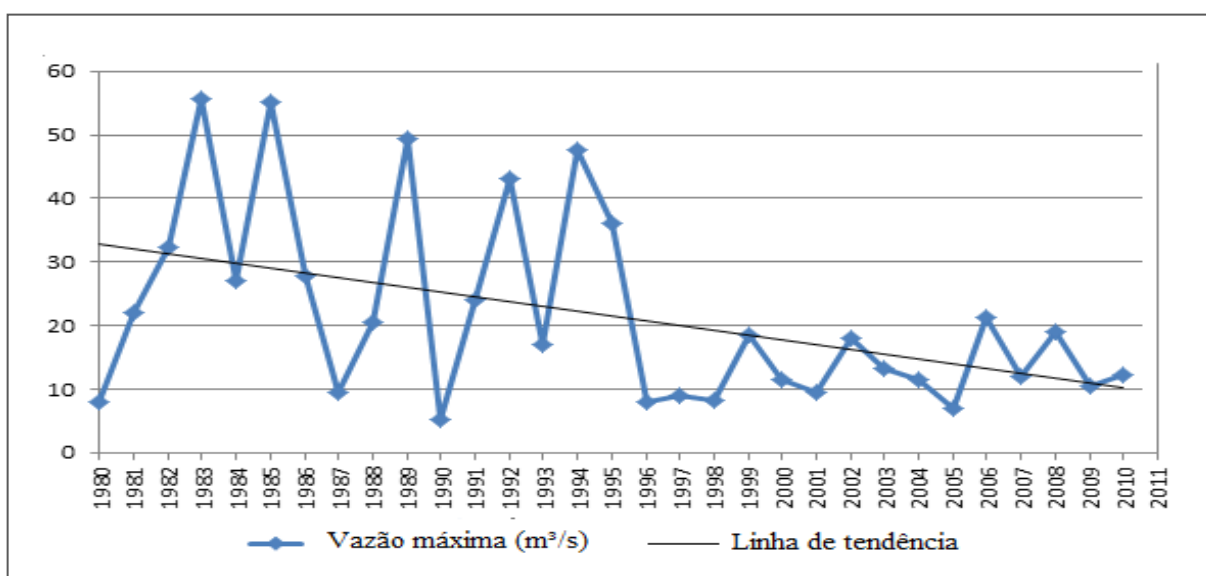
Gráfico 19: Vazões diárias máximas mensais e as vazões máximas médias mensais – Estação Charqueada do Patrocínio - MG



Fonte: ANA/LCRH (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Já o gráfico 20 permite observar a evolução anual dos picos máximos de vazões diárias e ao traçar a linha de tendência nota-se que estes picos vão diminuindo as alturas de suas vazões consideravelmente, reafirmando o que vem sendo proposto sobre a diminuição dos valores de vazão da bacia do alto curso do Rio Dourados ao longo da série histórica.

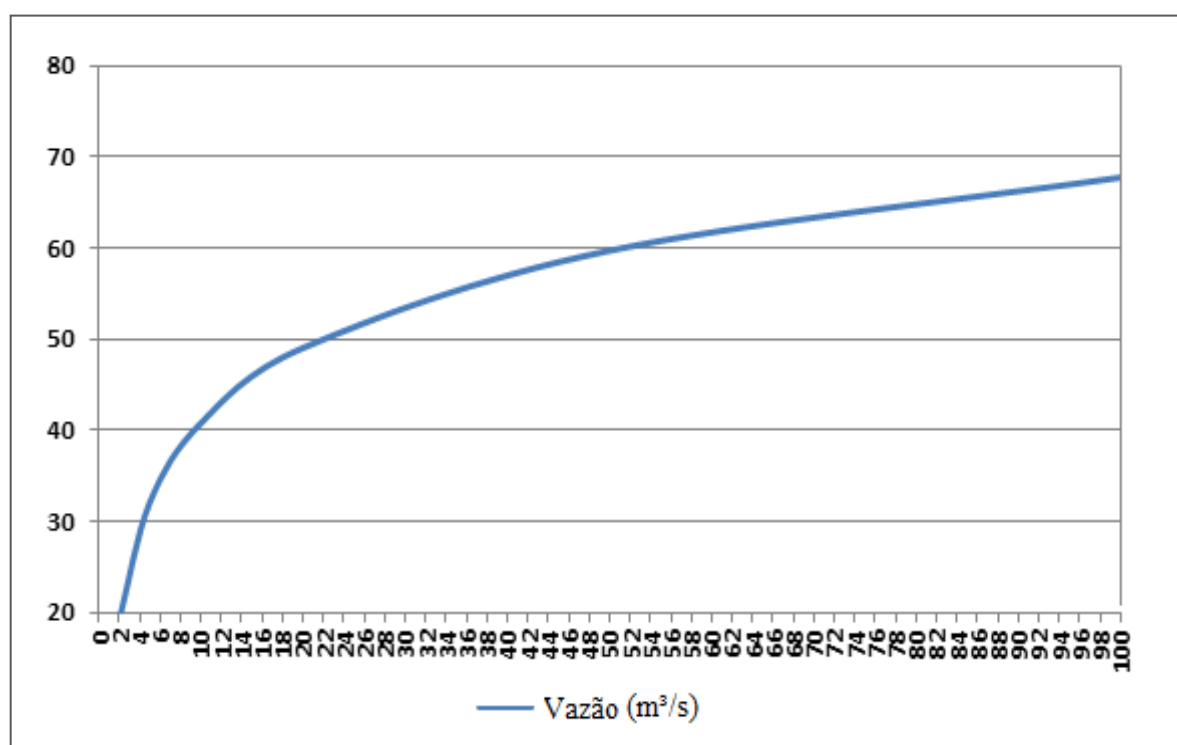
Gráfico 20: Vazões máximas diárias e linha de tendência – Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

A partir da obtenção dos valores máximos de vazões diárias, estabelecendo os valores da média e do desvio padrão, calculou-se o período de retorno das vazões diárias máximas partindo do modelo da distribuição de Gumbel, deste modo observa-se a chance de ocorrência de fenômenos extremos que podem representar uma ameaça a obras hidráulicas e sugerem planos de dimensionamento para quaisquer obras que estejam ligadas aos cursos hídricos da bacia (gráfico 21). Deste modo os cálculos revelaram que em um período de 2 anos pode ocorrer uma vazão máxima de 19 m³/s; em 5 anos o valor da vazão pode chegar a 32 m³/s; já para um período de retorno de 10 anos a vazão pode atingir o valor de 40,8 m³/s, em 50 anos ultrapassaria o máximo registrado na série histórica analisada chegando a 60 m³/s; finalmente em 100 anos o valor da vazão máxima chegaria a 68 m³/s.

Gráfico 21: Período de retorno para vazões máximas – Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

O risco de ocorrência dos extremos inferiores de vazões e suas durações são importantes para avaliar o risco das estiagens provocarem problemas relativos a abastecimento, irrigação, e o risco das relações de uso humano se tornarem conflitantes e causarem danos aos ecossistemas aquáticos. Para tanto, baseou-se nos dados de vazões mínimas de sete dias em um período de retorno de 10 anos, conforme a legislação do Estado de Minas Gerais. Em relação ao primeiro grupo de dados a média das vazões mínimas de sete dias foi de 0,73 m³/s; a moda de 0,2 m³/s e por fim a mediana em 0,58. Já as medidas de dispersão apresentaram amplitude de 2,32 m³/s; variância de 0,3 m³/s e Desvio Padrão de 0,54 m³/s (tabela 14).

Tabela 14: Estatísticas descritivas da vazão mínima anual da Charqueada do Patrocínio

Medidas de tendência central			Medidas de Dispersão		
Media	Moda	Mediana	Amplitude	Variancia	Desvio Padrão
0,73	0,2	0,58	2,32	0,3	0,54

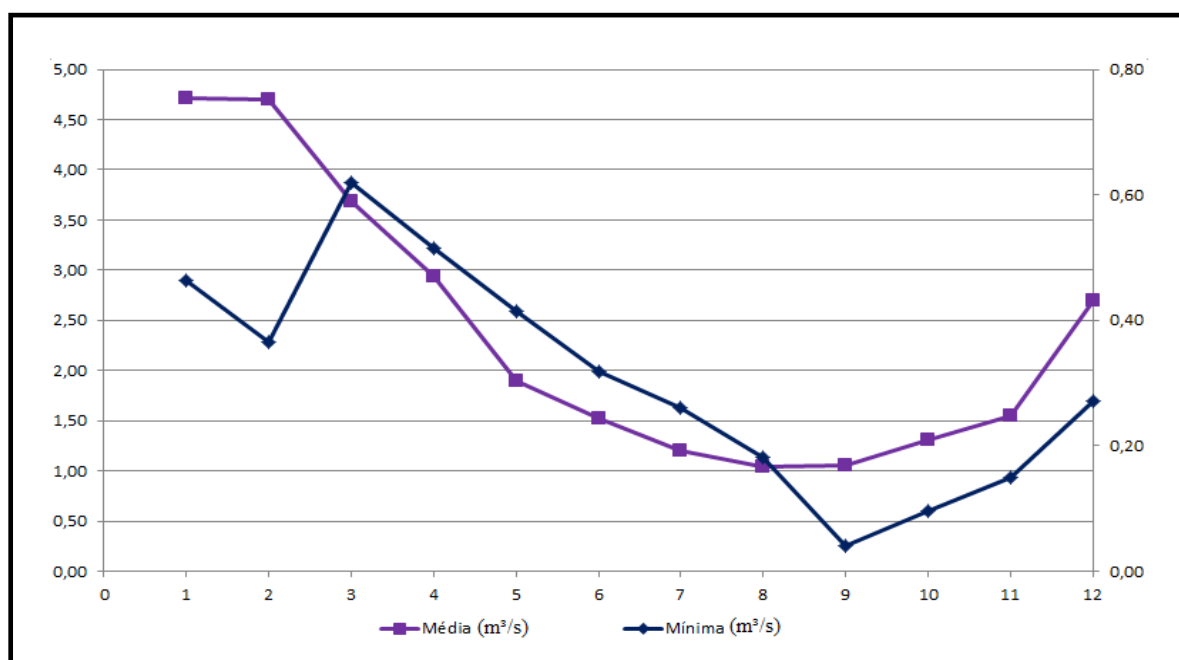
Fonte: Hidroweb/ANA (2011). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Ao organizar as vazões mínimas diárias mensais e as vazões mínimas médias mensais em um gráfico (22) nota-se que as vazões mínimas elevadas ocorrem nos meses de março (0,62 m³/s) e abril (0,52 m³/s). O menor valor foi registrado justamente em setembro, que funciona geralmente como o último mês seco da estação, com 0,04 m³/s. Já as médias das vazões mínimas mostram a esperada conformidade entre estações chuvosa e seca, os maiores picos ocorreram em janeiro (4,72 m³/s) e fevereiro (4,70 m³/s), os menores valores médios em agosto (1,04 m³/s) e setembro (1,05 m³/s).

Se valendo dos dados da série histórica das vazões mínimas de sete dias foi estabelecido o gráfico de vazão mínima Q_{7,10} para os anos de 1980 a 2010 (gráfico 23). Nota-se que os maiores picos destas vazões ocorreram em 1983 (2,4 m³/s) e 1993 (1,7 m³/s), e a menor, com o valor de 0,04m³/s esta indicada em 2010. O traço da linha de tendência, indica que os

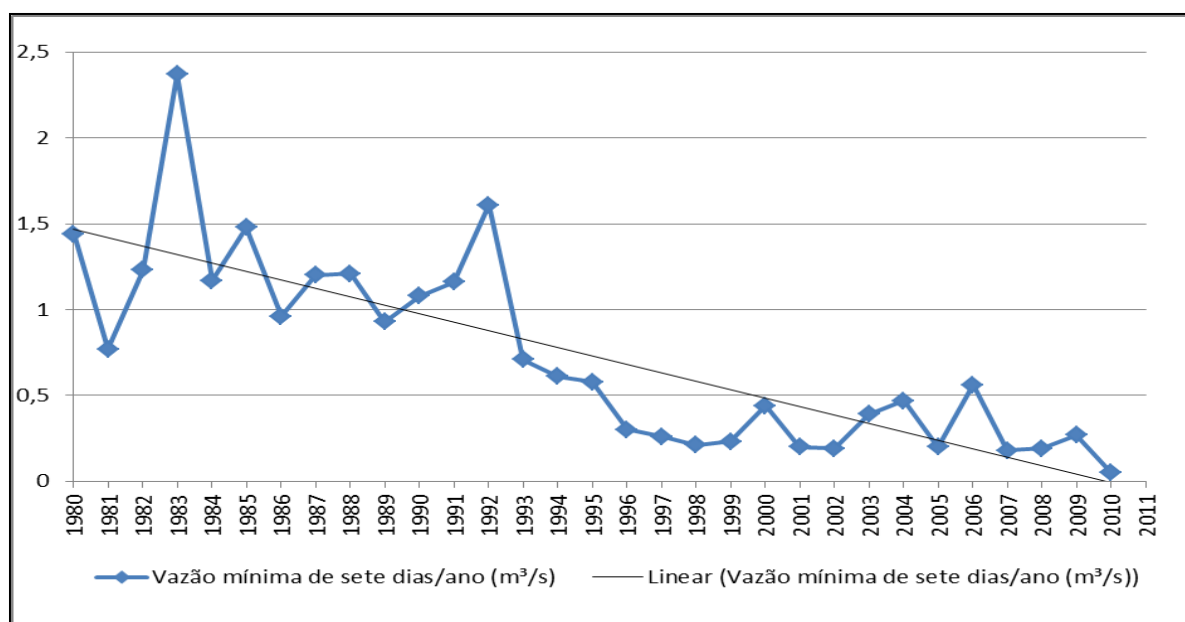
valores mínimos das vazões estão cada vez menores ao passo que valores superiores a 0,5 m³/s apenas ocorreram uma vez desde de 1996 (em 2006).

Gráfico 22: Vazões médias e mínimas diárias mensais – Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

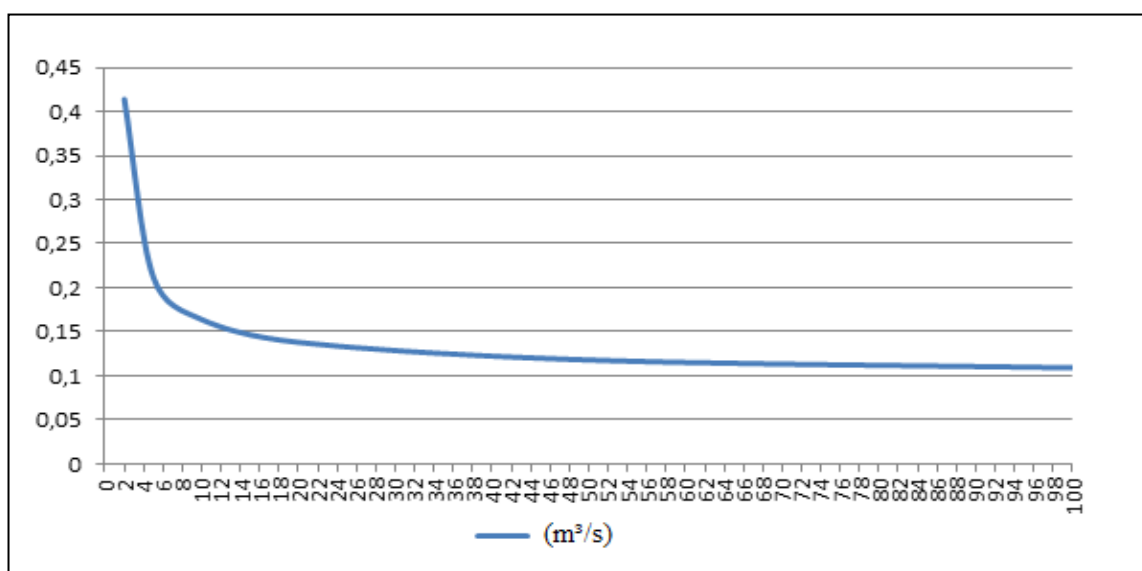
Gráfico 23: Vazão mínima de sete dias/ano (m³/s) – Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Por fim estruturou-se o período de retorno das vazões mínimas de sete dias, se valendo dos dados dessas vazões e da obtenção da média e do desvio padrão, por meio da distribuição de Gumbel estão estabelecidos os períodos de retorno. Assim em 2 anos um valor mínimo de 0,414 m³/s pode ser atingido; em 5 anos o valor mínimo previsto é de 0,212 m³/s; para 10 anos a vazão mínima seria de 0,164 m³/s; em 20 anos o valor das vazões mínimas de sete dias deve atingir a casa de 0,138 m³/s; em 50 anos seria de 0,118 m³/s e finalmente em 100 anos a vazão ficará em 0,109 m³/s (gráfico 24).

Gráfico 24: Período de Retorno de vazões mínimas – Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH/SisCAH (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013).

Quanto a relação entre a vazão e a frequência com que esta vazão é superada ou igualada a curva de permanência permite tal estudo. Percebe-se que em 95% do tempo da série histórica analisada o valor ficou igual ou maior que 0,37 m³/s; em 90% do período a vazão esteve igual ou maior que 0,51 m³/s, desta forma conforme aumenta-se o índice da vazão cai sua probabilidade de ocorrência. A vazão igual ou superior a 1,59 m³/s tem uma probabilidade de ocorrência de 50% (tabela 15).

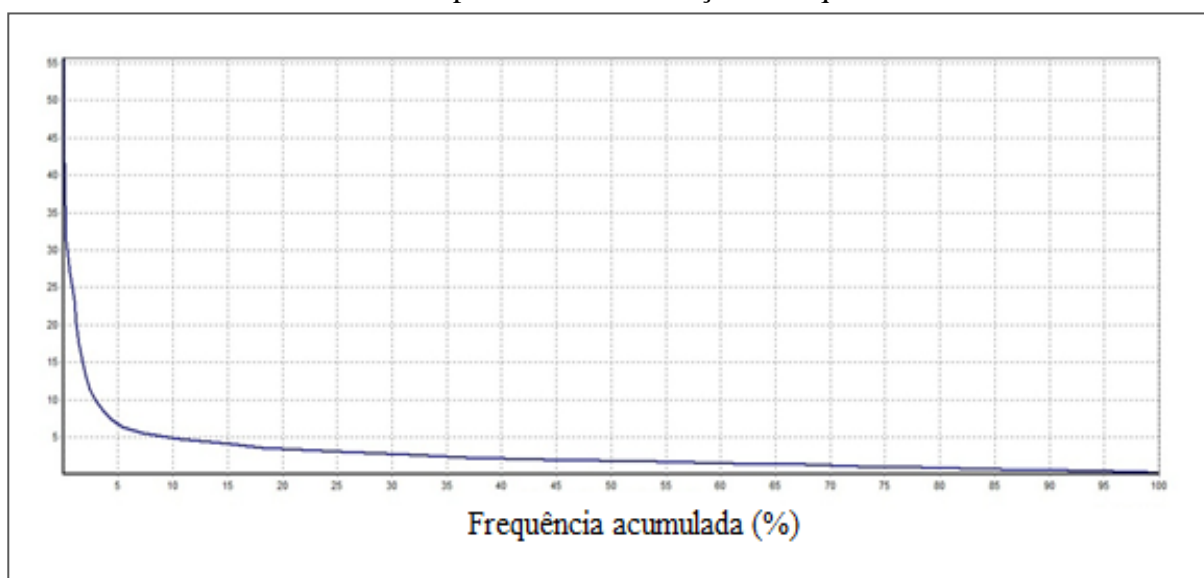
Tabela 15: Vazão X Permanência – Estação Charqueada do Patrocínio

Permanência (%)	Vazão (m³/s)
95	0,37
90	0,51
85	0,64
80	0,78
75	0,91
70	1,05
65	1,19
60	1,32
55	1,47
50	1,59

Fonte: ANA/LCRH (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

O gráfico da curva de permanência (25) permite observar que as vazões em função da frequência caem abruptamente até os 5%, ou seja as maiores vazões (entre 55 e 6 m³/s) são raras, a partir de 5% de frequência existe uma estabilidade, ou seja a curva decresce de forma lenta e espaçada sugerindo que as vazões menores são aquelas que mais ocorrem ao longo do tempo na seção pesquisada. A partir de 90% nota-se uma nova queda mais acentuada no gráfico que sugere as vazões mínimas que ocorreram nesse período.

Gráfico 25: Curva de Permanência para vazões – Estação Charqueada do Patrocínio



Fonte: ANA/LCRH (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

A disposição das informações relativas às vazões máximas (gráfico 20, página 152) e mínimas (gráfico 23, página 156) revela uma queda abrupta destas variáveis entre 1994 e 1996, tendência que segue até o ano de 2010. Paralelo a isso ocorre o aumento dos índices de precipitação (gráfico 9, página 129) que deveriam gerar um acréscimo das vazões, contudo este fato não ocorre, tornando-se difícil precisar quais os motivos causam tais quedas de vazões. Partindo das informações da Análise Ambiental, duas hipóteses são levantadas e podem estar agindo isoladamente ou em conjunto. A primeira sugere os barramentos estão contribuindo para a regularização da vazão. O fato é que dos nove barramentos identificados a montante da Estação Charqueada do Patrocínio, sete foram erguidos entre 1991 e 1995 (conforme averiguado em trabalho de campo). Logo é possível que, durante a estação chuvosa, parte da água esteja sendo retida nestas estruturas. Uma segunda possibilidade é que a manutenção dos canais artificiais (regos) vem sendo negligenciada pelos moradores. Como resultado parte das águas retiradas para atender as propriedades não retornam aos cursos originais, pois são perdidas em canais, rompidos ou assoreados. Também o grande número destes canais, contribui para a dispersão de picos de cheia e a queda da vazão mínima no período da estiagem.

4.3 - Disponibilidade e Demanda Hídrica

Por meio da metodologia proposta pelo Manual Técnico de Outorga de Águas do IGAM (2010), para identificação das vazões extremas obteve-se os valores das vazões mínimas em um determinado corpo d'água. Com estas informações analisou-se a relação das vazões mínimas e as demandas por recursos hídricos por empreendimentos diversos, bem como os cursos fluviais que ainda apresentam disponibilidade para a utilização destes recursos. As orientações do IGAM para o uso do Método Racional Modificado permitiram calcular os

valores disponíveis para cada curso contribuinte da área. Enquanto a área da bacia foi calculada por meio do software Arc Gis 10.1. A tabela 16 apresenta tais cursos e suas respectivas áreas.

Tabela 16: Alto curso da bacia do rio Dourados: Relação dos principais cursos fluviais e suas áreas de drenagem

Curso Fluvial	Área da Bacia (km²)
Rio Dourados	99,96
Córrego Feio	94,02
Córrego Estiva	29,22
Córrego da Barrinha	24,54
Córrego Preto	13,1
Córrego Taquara	15,91
Córrego Lavrinha	3,17
Córrego da Cava	7,01

Fonte: IBGE/Silva (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Com os cálculos foram realizados e obtidos os valores das menores vazões que se mantiveram ao menos por sete dias, tendo por recorrência um período de 10 anos. A fim de conferir a eficiência deste método, os valores estimados foram comparados aos resultados obtidos pelo IGAM no Atlas Digital das Águas do Estado de Minas Gerais, sendo identificadas diferenças pequenas e toleráveis.

Os valores obtidos funcionam como meio de orientação para trabalhos ligados a disponibilidade hídrica, quantidade de água que pode ser captada em cada curso (TUCCI; MENDES, 2006). Segundo a Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março de 2012, para o Estado de Minas Gerais, pode ser captado 50% do Q_{7,10} em caso de captação direta no cursos fluvial sem qualquer tipo de barramento e 100% da Q_{7,10} em caso de barramento. Tal medida visa permitir que, uma vez instalada uma atividade de captação de água, o curso fluvial explorado não tenha sua condição ecossistêmica ameaçada.

A tabela 17 apresenta os valores de cada curso fluvial analisado na bacia, tendo em vista o valor total do Q7,10 para caso de barramento e o valor de 50% do mesmo para a captação em áreas não barradas. É possível notar que o Rio Dourados e o Córrego Feio, são aqueles com maior disponibilidade embora, o córrego Feio já possua esse potencial sendo utilizado em barramento pelo Departamento de Água e esgoto de Patrocínio – DAEPA.

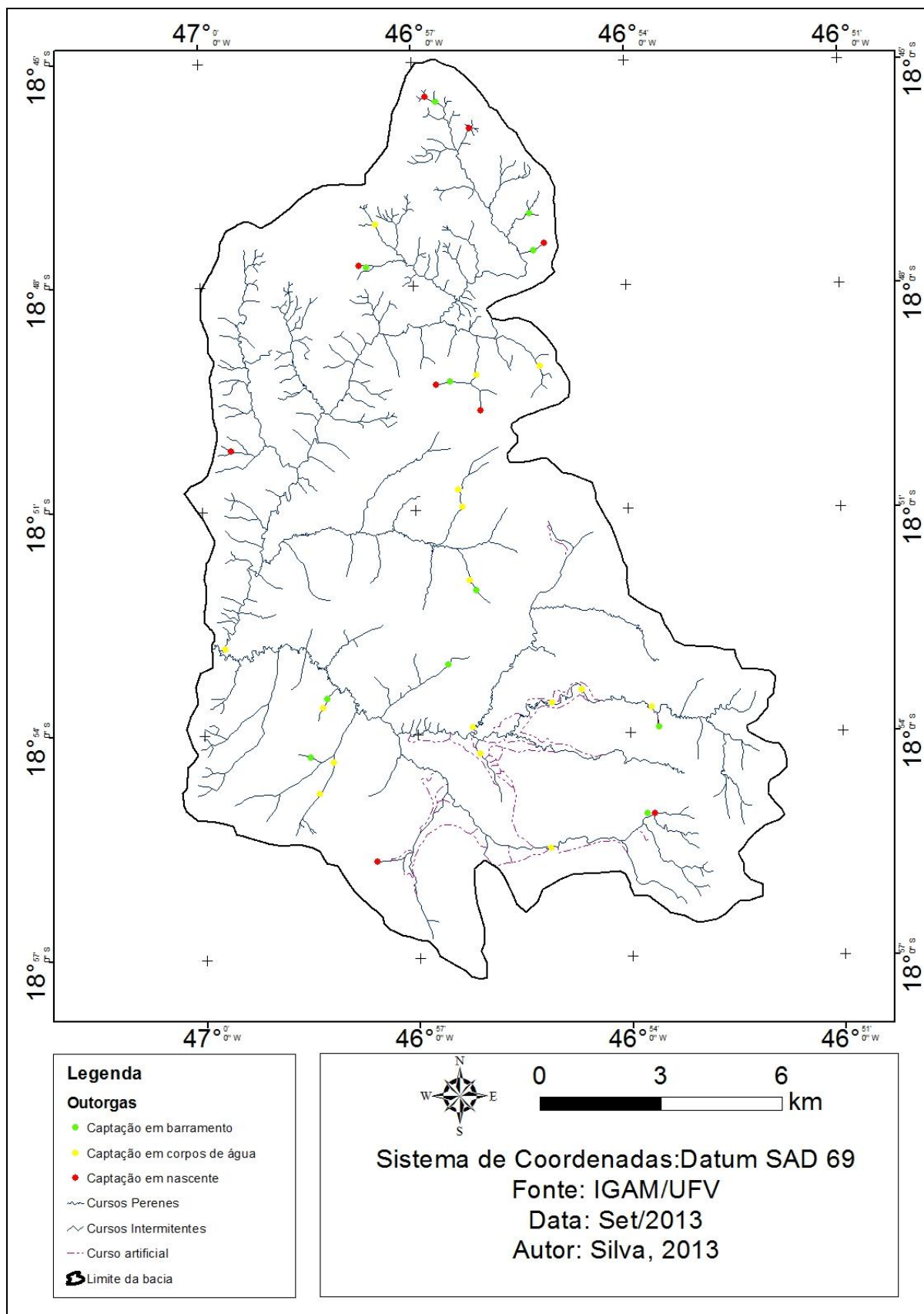
Tabela 17: Alto curso da bacia do rio Dourados - Valores de Q7,10 e 50% da Q7,10 principais cursos fluviais

Curso Fluvial	Q7,10	50% Q7,10
Rio Dourados	0,347	0,173
Córrego Feio	0,320	0,160
Córrego Estiva	0,09	0,045
Córrego da Barrinha	0,072	0,036
Córrego Preto	0,04	0,02
Córrego Taquara	0,051	0,0255
Córrego Lavrinha	0,007	0,0035
Córrego da Cava	0,017	0,0085

Fonte: ANA/IGAM (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Embora sejam estes os valores presentes nos principais cursos fluviais formadores do rio Dourados, um levantamento junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas permitiu identificar aqueles trechos onde existem cadastros de outorgas com captação em nascentes (N) em copos d'água (C) em barramentos sem regularização de vazão (B). Foram identificados ao todo 33 pontos de captação, onde 15 correspondem a captação direta em corpos fluviais, 10 ocorreram por meio da captação em nascentes, e 8 em barramentos. O mapa 20 apresenta justamente estas outorgas e suas características relativas ao local de captação. É possível notar que a bacia, de modo geral, possui pontos outorgados.

Mapa 20: Alto curso da bacia do rio Dourados – Localização das outorgas



Quanto aos usos de água dentro da área da bacia, que por consequência representam os objetivos das outorgas, foram identificados: abastecimento de propriedades rurais (consumo de moradores e manutenção das atividades agrícolas); abastecimento urbano, empreendimentos industriais; criação de animais. Nas atividades rurais, não foram identificados projetos de irrigação por pivô, contudo existem as irrigações por tripas, irrigações por canais e gotejamentos.

A correlação entre o valor disponível em cada trecho e a outorga, foi realizada com o objetivo de compreender a disponibilidade e a demanda hídrica de cada setor. Deste modo foram calculados, pelo método dos valores das menores vazões em 7 dias para 10 anos (Q7,10), as disponibilidades hídricas para cada trecho correspondente ao valor possível de ser capitado em barramento (100% da Q7,10) e em copos d'água (50% da Q7,10). Em trechos onde ocorreram mais de uma captação, foi considerada a diferença do valor da Q7,10 do ponto a jusante em relação ao ponto a montante. Desta forma obteve-se a disponibilidade hídrica que permanece para além das outorgas (tabela 18).

Em 4 ocasiões a relação entre o volume outorgado e a disponibilidade hídrica identificada no trecho causaram um balanço negativo. Para estes casos, um trabalho mais específico pode ser necessário para identificar se existe uma vazão em loco maior que a sugerida pelo de estimativa. Caso exista o valor dimensionado não apresenta problema prático algum, contudo se existe de fato este déficit, e água esta sendo capitada, é possível que no período da seca, quando são menores as vazões, esteja faltando água para estes cursos fluviais. O resultado desta questão pode comprometer a manutenção ecossistêmica. Fauna e flora ligadas a água podem sofrer penalizações pelo déficit hídrico. Também usuários a jusante destes pontos podem se prejudicados.

Tabela 18: Outorgas e disponibilidade (balanço) por trecho

Curso d'águas	Identificação do Trecho	Disponibilidade no trecho	Demanda no trecho	Balanço
Preto	Faz Jatobá 20 C	0,0204	0,0064	0,014
Lavrinha	Faz Serra 19 C	0,00492	0,00036	0,00456
Taquara	Faz St luzia 21C	0,016092	0,0002	0,015892
Taquara	Faz serra Negra 22 C	0,01467	0,001	0,01367
Taquara	Faz serra negra 24C	0,01486	0,0037	0,01116
Taquara	Faz esmeril 31B	0,0006	0,001	-0,0004
Estiva	Faz esmeril 23C	0,013908	0,004	0,009908
Estiva	Faz Esmeril 43b	0,00648	0,001	0,00548
Estiva	Faz esmeril 30N	0,000864	0,00029	0,000574
Ponte de Terra	Granja Sol (Nas) 29N	0,00216	0,00011	0,00205
Sem nome	Cerâmica Castelo 27C	0,00072	0,001	-0,00028
Sem nome	Faz Bela Vista 28C	0,00264	0,0025	0,00014
Aeroporto	Faz Esmeril 42B	0,00156	0,001	0,00056
Sem nome	Faz Esmeril 40B	0,002226	0,001	0,001226
Sem nome	Faz Dourados 26C	0,00096	0,00014	0,00082
Feio	Daepa B	0,318	0,3	0,018
Feio	Faz Grão de Ouro 38B	0,00132	0,001	0,00032
Feio	Faz Gr. de Ouro 15N	0,0012	0,00029	0,00091
Sem nome	Faz recanto 37B	0,0012	0,001	0,0002
Sem nome	Faz Recanto 36B	0,00096	0,001	-0,00004
Sem nome	Faz Águass Claras 13N	0,00018	0,00056	-0,00038
Sem nome	Faz 5 estrelas 14N	0,0012	0,00011	0,00109
Sem nome	Faz Martins 7C	0,0018	0,001	0,0008
Sem nome	Faz Samambaia 5N	0,00072	0,00031	0,00041
Sem nome	Faz Larga 2N	0,0006	0,00027	0,00033
Barrinha	Faz Colina 33B	0,00192	0,001	0,00092
Barrinha	Faz Serra Negra 3C	0,00336	0,00031	0,00305
Barrinha	Faz Serra Negra 5C	0,00312	0,00031	0,00281
Barrinha	Samambaia 6N	0,00696	0,0005	0,00646
Sem nome	Faz Serra Negra 9N	0,00036	0,00029	0,00007
Sem nome	Faz Serra Negra 39B	0,00324	0,001	0,00224
Sem nome	Faz Serra Negra 17N	0,00192	0,00069	0,00123
Sem nome	Faz Águas Limpa 16C	0,00312	0,00092	0,0022

Fonte: IGAM (2011) Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

A captação no córrego Feio pelo Departamento de Água e Esgoto de Patrocínio, que atende uma grande população, esta em situação regular. A outorga da área é de 0,3 m³/s, para uma

disponibilidade identificada no trecho de 0,318 m³/s. Porém como se trata de uma outorga relacionada ao crescimento da cidade de Patrocínio, uma análise deste desenvolvimento populacional, é necessária para compreender a real situação desta questão. Também a bacia do córrego Feio se mostra pouco favorável a empreendimentos industriais ou rurais ligados a irrigação, sua disponibilidade está já bastante comprometida com o abastecimento urbano.

Como já sugerido, na análise ambiental, o córrego Feio possui uma considerável condição de preservação, se comparado com os demais cursos formadores do alto curso do rio Dourados. As principais ressalvas são a presença de fossas negras ao longo das bordas das vertentes e divisores topográficos (em propriedades rurais) e o esgoto de todo o distrito de Martins que ainda é lançado em fossas (mapa 19, página 123). Também existe a preocupação com a elevada pressão representada pelas pastagens, culturas temporárias e principalmente cafeicultura no córrego da Barrinha e seus afluentes que se encontram a montante da área de captação de água.

O DAEPA possui uma autorização para captação de 300 litros por segundo, contudo o valor atualmente capitado está entre 180 e 220 l/s. Como existe uma variação ao longo do ano, o Departamento considera que o valor de 200 litros por segundo é aquele que constantemente mais aparece entre os valores capitados. Esta quantidade atende uma população com cerca de 82 mil habitantes (IBGE, 2010). Considerando que dos 200 litros/s médios capitados 30% são perdidos (estimativa do próprio DAEPA), entende-se que 140 l/s é o valor real que atende a população.

A projeção do crescimento populacional, estimado a partir de metodologia do IBGE, leva em consideração o crescimento estimado do Brasil. O que permitiu identificar os possíveis índices de consumo futuro. A estimativa partiu do valor estabelecido pelo Manual Técnico e Administrativo – Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais

o qual prevê para cidades médias (entre 50 mil e 250 mil habitantes) um consumo entre 120 e 200 litros/habitante/dia. Por se tratar de uma estimativa, existe a necessidade de um cálculo de segurança. Para este trabalho foram considerados os valores extremos de 200 litros/habitante/dia e a o risco de perda de água no processo de abastecimento de 30% que, embora possam revelar um cenário superdimensionado, funcionam bem como uma análise ampla para futuras medidas operacionais.

A partir dos cálculos de estimativa para o crescimento populacional de Patrocínio, nota-se que a cidade deverá alcançar seu máximo crescimento no início da década de 40 do século 21, quando deve chegar a pouco mais de 95.100 habitantes. A partir deste período, seguindo a tendência apresentada pelo IBGE para o Brasil, deve se dar início ao lento processo de diminuição dessa população que estará em 2050 em torno de 93.400 habitantes. O gráfico 26 apresenta tanto os valores censitários entre 1990 e 2010 quanto os valores estimados entre 2020 a 2050, dando uma noção melhor da evolução populacional deste município.

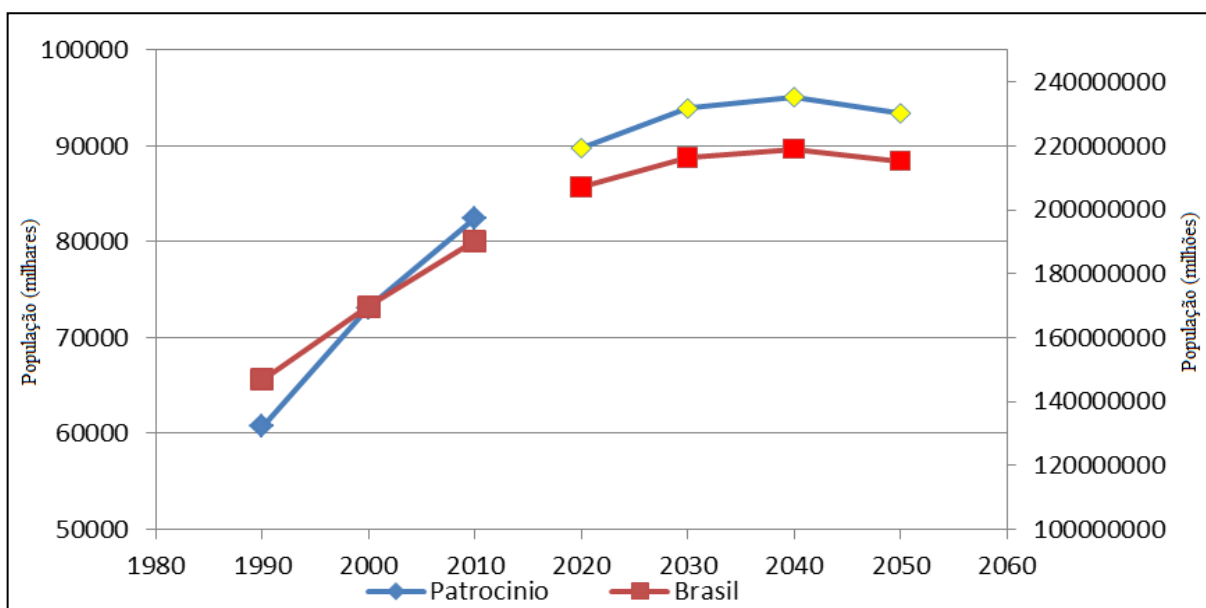
O número de habitantes, relacionado ao valor sugerido de consumo de água por pessoa, oferece a possibilidade de estimar os valores a serem captados e tratados até o ano de 2040, quando o pico populacional deve ser atingido. O Resultado, sem levar em consideração o acréscimo por perda no processo, está apresentado na tabela 19. É possível notar que os valores ultrapassaram os 200 l/s já em 2015, e em 2040 o valor mais alto, cerca de 220 l/s.

Tabela 19: Estimativa de captação de água no córrego Feio (2015 - 2040)

Ano	Captação (m ³ /s)
2015	0,201
2020	0,207
2025	0,213
2030	0,217
2035	0,219
2040	0,22

Fonte: IGAM/Silva (2013)

Gráfico 26: Evolução da população (1990 – 2010) estimativa do crescimento populacional (2015 - 2050) – Patrocínio/MG



Fonte: IBGE/Silva (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Contudo há de se considerar que existem perdas no sistema de abastecimento, hoje algo em torno dos 30%, logo a tabela 20 traz os valores estimados com um excedente voltado a cobrir tais perdas. Portanto já em 2015 os valores capitados, em torno dos 260 l/s, estariam acima da capacidade atual de captação na unidade do córrego Feio da DAEPA, e ainda abaixo do valor máximo de outorga autorizado pelo IGAM (300 l/s). Em 2040 levando em consideração os problemas com perda de água no abastecimento o valor necessário para atender a população deverá chegar a 286 l/s.

Tabela 22: Estimativa de captação de água no córrego Feio acrescida de 30% (2015 – 2040)

Ano	Captação com 30% de acréscimo (m³/s)
2015	0,262
2020	0,269
2025	0,277
2030	0,282
2035	0,285
2040	0,286

Fonte: IGAM/Silva (2013). Org. SILVA, Renato Emanuel (2013)

Uma questão que as estimativas não conseguem lidar, são com alterações na condição econômica regional que podem causar um crescimento substancialmente diferente daquele previsto. Por isso é necessário sempre lidar com cenários futuros tendo em vista a possibilidade de um incremento na demanda do consumo de água.

Esta é uma questão relevante para Patrocínio (MG), pois a cidade possui em fase de análise a instalação de três mineradoras de fosfato, Vale do Rio Doce, Fosfertil e Galvani. Com previsão inicial das instalações entre 2015 e 2020, tais empreendimentos devem alterar a dinâmica urbana e a quantidade de moradores no perímetro urbano de Patrocínio. A título de comparação a cidade de Araxá, conforme apresentado em estudo encomendado pela Prefeitura desta cidade, nas duas ocasiões que empreendimentos ligados à mineração se instalaram na sua esfera de influência o crescimento populacional deu saltos consideráveis.

Logo confirmando a tendência de um novo ciclo econômico em Patrocínio, é fato que a pressão sobre os recursos hídricos se tornará ainda maior, a quantidade outorgável do córrego Feio pode se tornar insuficiente. Neste caso os cursos fluviais próximos a Patrocínio estão justamente na bacia hidrográfica do rio Dourados a montante da confluência do rio Dourados e Feio. Fator que reafirma a necessidade de preservar o sistema hídrico desta região.

Durante pesquisa junto ao DAEPA foi identificado os períodos de maior e menor consumo de água. A variação hoje em retirada bruta de 180 a 220 l/s do córrego Feio, que representam respectivamente 126 e 154 l/s consumidos, onde os maiores consumos ocorrem no inverno, justamente quando as vazões são menores. Deste modo é fundamental que os investimentos hoje ligados à preservação da bacia do córrego Feio seja também levada ao restante da bacia do rio Dourados.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região do alto curso do rio Dourados apresenta cerca de 200 anos de ocupação, um período tão longo permitiu que o homem adequasse muitas questões para as suas necessidades. É perceptível a relação dos habitantes com a água, o que gera impactos sobre o recurso. A pressão exercida resultou na fragilidade do sistema hidrológico, combalido do ponto de vista da preservação de seus elementos. O rio Dourados já não apresenta a mesma vazão registrado pela Agencia Nacional das Águas em décadas passada

Nota-se, neste sentido, o atual estágio de degradação de diversos setores da bacia como apontado neste trabalho. Tem-se, portanto, uma demanda reflexiva sobre as possíveis tomadas de decisão dentro de um planejamento que seja capaz de mitigar os problemas e potencializar a produção de água na bacia. A ideia fundamental neste caso é de aumentar o tempo de permanência da água no sistema hidrográfico correspondente a bacia do alto curso do rio Dourados, bem como assegurar sua qualidade.

A qualidade e a disponibilidade hídrica são questões delicadas nestes cenários, haja vista a proximidade dos projetos de mineração, que podem incluir setores desta bacia. Em contrapartida tais empreendimentos podem significar um aumento da população da cidade de Patrocínio, dependente justamente das águas desta bacia. Este possível cenário é complexo e conflitante, por isso é necessário o envolvimento de setores diversos da sociedade que de alguma forma guardam relação com as questões existentes: agricultores, pecuaristas, trabalhadores rurais, moradores, empresários, órgãos públicos.

Como caminho possível adota-se aqui, como sugestão, alguns planos e projetos já existentes para manejo de bacias hidrográficas. Para os consumidores de água, representados pelos

usuários residenciais urbanos e rurais é fundamental o trabalho de conscientização para mudanças de hábitos. Trabalhos em escolas e veiculação em meios de comunicação, que visem conscientizar a massa sobre a necessidade de um uso consciente da água pode surtir bons efeitos.

Seria objetivo destas atividades incentivar a população a adotar comportamentos mais sustentáveis como: instalação de válvulas de descargas eficientes, chuveiros econômicos, escolha de espécies vegetais para jardins menos dependentes de água. Também é importante evitar o descarte de medicamentos, pó de café, resíduos de cozinha, tintas entre outros poluentes no sistema de coleta de esgoto das residências, pois dificultam o tratamento de água. Trata-se de uma árdua tarefa que pode levar tempo para dar resultados, todavia os ganhos são inegáveis para a qualidade dos recursos hídricos e seus usos.

A existência de algumas atividades industriais próximas a Patrocínio, ligadas a bacia de estudo, reveladas em campo, significam um maior consumo de água e posteriormente uma sobrecarga de efluentes para o sistema hidrológico daquela bacia. Portanto é fundamental que o Departamento responsável pelo abastecimento de água e pela coleta e tratamento do esgoto do município, trabalhe junto a estas empresas em nome de uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

O que se propõem é uma gestão com foco na diminuição dos desperdícios, perdas e excessos. Esta necessidade leva a uma reavaliação da cadeia produtiva que com a diminuição do consumo de água apresenta uma economia financeira para os envolvidos. Outra questão é a diminuição dos efluentes de todo processo produtivo, nestes casos o tratamento das águas residuárias representa uma postura sustentável capaz de permitir o reaproveitamento destas águas e uma nova economia para os empreendimentos.

Quanto aos agricultores (de pequeno a grande porte), pecuaristas, piscicultores, e proprietários de chácaras de finais de semana, sugere-se ações da captação de água a emissão dos resíduos. O uso de água se dá para suas necessidades básicas domiciliares, trato de animais e em diversas situações a irrigação da horticultura. Todas estas atividades necessitam de urgente reavaliação, o que se objetiva é uma mudança de comportamento quanto à captação, transposição e armazenagem das águas.

A captação de água, quando realizada por meio de pequenas barragens para a alimentação de regos, gera desperdícios na condução da água. São perdas por infiltração, e mesmo pela ruptura dos canais que geram locais alagadiços. Uma solução interessante seria a substituição destes regos por canos que permitiriam que o volume capitado chegasse ao destino com menores perdas por infiltração, rompimento e mesmo evaporação. Os mesmos canos diminuiriam o risco de contaminação por dejetos de animais e substâncias do manejo agrícola, bem como aumento da carga sedimentar, haja vista que os regos são desprovidos de vegetação ciliar.

Os sistemas de regas podem ser adequados, foram identificados sucros, aspersores, tripas e gotejamento. Em cultivos que o gotejamento seja viável a sua preferência deve ser incentivada, pois além de uma rega mais eficiente a água necessária para atingir os objetivos produtivos será menor.

Deste modo é notável que as medidas aqui elencadas, quanto ao consumo de água destas propriedades, responderão por uma maior disponibilidade de água, permitindo que uma menor quantidade de água seja utilizada para alcançar um mesmo fim, fato positivo em períodos de estiagem quando há o risco de comprometimento da Q7,10.

Ainda em relação às operações agrícolas, existe uma preocupação com a questão da contaminação das águas por produtos químicos ou por massas orgânicas. Neste caso são

necessários esforços que busquem diminuir a aplicação de produtos químicos como pesticidas artificiais, valorizem a agricultura orgânica (principalmente no caso da horticultura), aplicação de fertilizantes que facilite a absorção pelas plantas, tratar águas residuárias e reter a massa orgânica que pode alcançar cursos fluviais e causar danos aos ecossistemas.

A cultura cafeeira, que cobria já em 2010 quase 50 km² de área, leva a preocupação com as águas residuárias oriundas do escoamento superficial, e também os sistemas de lavagem dos grãos. Para o último caso é viável o direcionamento para o tratamento em pequenas ETEs. Uma sugestão diferente, que pode representar uma boa saída para agricultores, inclusive potencializando suas produções, é a fertirrigação com águas residuárias, onde prioriza-se os nutrientes presentes nesta solução aquosa.

Em relação ao fornecimento de água pelo DAEPA, além das sugestões de campanhas sobre o uso consciente deste recurso, também são necessários ajustes no sistema de abastecimento. Os investimentos e esforços seriam para garantir o fornecimento eficiente com a diminuição das perdas de água (estimadas em 30%). O tratamento de esgoto previsto para os bairros dentro da bacia, será uma realidade com a inauguração da ETE do bairro Serra Negra, o que representará uma considerável diminuição na emissão de efluentes no córrego da Estiva.

Persiste o problema das fossas negras nas diversas propriedades da área. Para esta realidade interessa dizer que a bacia do córrego Feio já possui projeto junto ao DAEPA para a substituição das fossas negras por fossas sépticas. Seria portanto, necessário que este projeto também inclui-se toda a bacia do alto Curso do Rio Dourados e demais bacias do município.

Ainda sobre o papel das instituições públicas espera-se que as mesmas se envolvam continuamente com projetos de preservação ambiental e de orientação do manejo agrícola para os moradores desta bacia. É papel dos órgãos públicos ligados à gestão das águas a observância da lei e seu cumprimento. Instituições como o DAEPA, as secretarias municipais

de Agricultura e Meio Ambiente podem exercer papel decisivo na condução de uma relação sustentável entre os vários personagens daquela área e para aquele sistema hidrológico.

Entre as possibilidades para o desenvolvimento da área, contíguo com a questão da preservação dos recursos hídricos e dos ecossistemas a eles associados, está o Programa Produtor de Águas da Agência Nacional de Águas (ANA). Desenvolvido com o intuito de estimular à política de pagamento por serviços ambientais voltados a proteção de recursos hídricos no Brasil.

O programa tem por meta apoiar, orientar e certificar projetos voltados à redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, objetivando a melhoria da qualidade da água, bem como a regularização da oferta hídrica da bacia hidrográfica. Logo entende-se que ele pode constituir um meio para orientação e condução da recuperação dos mananciais do alto curso do rio Dourados.

Mais uma vez a importância da participação dos órgãos públicos, de modo especial o DAEPA, que possui o cabedal informacional/técnico para desenvolver este projeto, já bem sucedido na bacia do córrego Feio. O programa funciona de modo que produtores rurais voluntários, interessados em práticas conservacionistas para o solo e a água, recebam orientação técnica e financeira, para a recuperação de áreas degradadas e o estabelecimento das práticas conservacionistas. Deste modo os benefícios serão sentidos por outros usuários na bacia hidrográfica, gerando remuneração para os produtores engajados na conservação dos recursos naturais.

Para os envolvidos as vantagens são diversas, desde a atração de pessoal especializado em irrigação, conservação do solo e da água, até a formação de parcerias e melhoria da imagem de seus empreendimentos frente a uma sociedade cada vez mais preocupada com o consumo consciente. Também é vantajoso o retorno financeiro direto (o projeto prevê remuneração pela

conservação das áreas) e indireto (uma vez estabelecidas práticas conservacionistas o produtor pode ter uma maior lucratividade advinda de uma produção racional).

O conhecimento reunido neste trabalho atende a urgência por um desenvolvimento melhor estruturado dos perfis de ocupação humana dentro do alto curso da bacia do rio Dourados. Os dados, informações, mapas e reflexões disponibilizam um arcabouço de possibilidades para que as tomadas de decisões sobre esta bacia, e mesmo sobre bacias que guardam alguma semelhança, partam da efetiva conservação dos recursos, de modo especial os hídricos.

Portanto a necessidade de disponibilizar este trabalho em diversos meios como bibliotecas e no ambiente virtual. Também para as comunidades envolvidas na pesquisa, e para órgãos públicos que foram de grande valia durante a execução deste projeto e que se mostraram abertas aos resultados que aqui foram propostos. Retornar aos personagens os resultados obtidos com seu apoio é compromisso irrefutável dos entes acadêmicos e permite ao trabalho alcançar o seu verdadeiro valor, de conscientizar a população envolvida naquele ambiente.

6 - REFERÊNCIAS

- ABREU, A.A. **Análise geomofológica: Reflexão e Aplicação** . São Paulo: USP/FFLCH, 1982. (Tese de Livre Docência)
- AB'SABER, A.N. 1977. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação**. Geomorfologia, v.53, p.1-23.
- ADEOPATO, S. **Pequeno produtor busca selo verde** (reporagem). Disponível em: <http://www.valor.com.br/brasil/1013666/pequeno-produtor-entra-na-busca-pelo-selo-verde> Acesso em: 01 out, 2013
- _____. Agenda 21. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf> Acesso em: 10 mar, 2013
- ALBA, J.M.F. **Recuperação de áreas minerais**. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010
- ALMEIDA, M.F.M. **Patrocínio: Ontem e Hoje**. Patrocínio: Reggraf. 2005 vol I
- ALMEIDA, M.F.M. **Patrocínio: Ontem e Hoje**. Patrocínio: Reggraf. 2005 vol II
- ALMEIDA, F. M.; HASSUI, Y. **O Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.378p.
- ALVES, A.R.; VIANELO, R.L **Meteorologia básica e aplicação**. Viçosa: UFV, 1991. 449 p.
- Amaral, G., Bushee, J., Cordani, U.G., Kawashita, K., Reynolds, J.H. 1967. Potassium – Argon ages of alkaline rocks from Southern Brazil. Geochimica et Cosmochimica Acta 31: 117-142.
- ASSUNÇÃO, W. L. **Climatologia da cafeicultura irrigada no município de Aráguasri (MG)**. 2002. 282 f. Tese (doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista: Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente (SP). 2002.Assunção 2006
- ASSUNÇÃO. W.L. **Metodologia para a definição da duração das estações seca e chuvosa na região dos cerrados do Brasil Central – primeira aproximação**. Lima/Peru: EGAL, 2013 (anais do encontro)
- ASSUNÇÃO, W. L. ; LEITAO JUNIOR, A. M. . **Ocorrência e tipificação dos verânicos na Macrorregião do Alto Paranaíba (MG)**. In: XV Simpósio Brasileiro de Agrometeorologia, 2007, Aracaju. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Agrometeorologia. Aracaju: Embrapa - Tabuleiros Costeiros, 2007. v. 1. p. 1-8.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 10ª ed.
- BERTALANFFY, Ludwig Von. Teoria Geral dos Sistemas. Ed. Vozes; 1975.
- BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Escoamento Superficial in (2002) in: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS Editora. 2002

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico**. São Paulo, Instituto de Geografia USP, 1971

BERTRAND, G; **Uma geografia transversal e de travessias; o meio ambiente através dos territórios e das tempoeralidades**. Org. Passos, messias Modesto dos. Maringá. Ed. Massoni, 2009

BRITO SILVA, G. **Efeitos da aplicação de água residuária de café sobre as propriedades químicas do solo e do efluente**. Recife: UFRPE. 2008. (Dissertação de Mestrado)

CALDER, I.R., Hall, R.L., Adlard, P.G., 1992. **Growth and Water Use of Forest Plantations**. John-Wiley, Chichester. 381p.

CASSETI, V. **Estrutura e gênese da compartimentação da paisagem de Serra Negra – MG**. Goiânia: Ed. UFG, 1981.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em:

<http://www.funape.org.br/geomorfologia/index.php> Acesso em: 20 mar. 2012

_____. CBH – Rio Paranaíba. Disponível em: <http://www.paranaiba.cbh.gov.br/> Acesso em 15 abr. 2012

CHARNET, R.; FREIRE, C.A.L.; CHARNET, E.M.R.; BONVINO, H. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1999. 356 p.

CHORLEY, R. J. **Geomorphology and General Systems Theory**. US. Geological Survey Professional Paper, vol. 500-B, 1962, pp. 1-10

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980

CHISTOFOLETTI, A. **Perspectivas da Geografia**. São Paulo; Difel, 1999.´

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Editora Blucher, 1981

CLAVAL, Paul. **A Geografia Cultural**. Florianópolis. Editora da UFSC. 1999. 454 P

CRUZ, J.C.; TUCCI, C.E.M. **Disponibilidade Hídrica para Outorga: Avaliação de aspectos técnicos e conceituais**. Programa de Pós Graduação Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambeintal. UFRGS, 2001

CRUZ, J.C.; TUCCI, C.E.M. **Estimativa da Disponibilidade Hídrica através da Curva de Permanência**. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.1 Jan/Mar 2008, 111-124

DANTAS et AL. **Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2005

DEFFONTAINES, J. P. **Analyse du paysage et étude regionale des systèmes de production agricole**. *Economie Rurale*, Paris, v. 98, n. 1, p.3-13, oct./dec. 1973.

DIAS SILVEIRA E.L. **Paisagem: Um conceito chave na geografia**. Santa Maria: UFSM, 2010

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Trad. João A. dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1984.206

FONSECA, D.S. **A Jazida de Fosfato de Patrocínio – Serra do Salitre – MG**. Brasília – DF: DNPM, 2009.

FRANCO, R.A.M. **Indicadores Ambientais e Planejamento Integrado dos recursos hídricos na microbacia do córrego do Coqueiro**. Ilha Solteira: UNESP, 2012. (Tese de Doutorado)

_____. GEOMINAS. Disponível em: <http://www.ide.ufv.br/geominas/>. Acesso em: 10 abr. 2012

GPRG – Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa, www.gprh.ufu.br

Gomes, C.B., Ruberti, E., Morbideli, L.. **Carbonatite complexes from Brazil: a review**. Journal of South American Earth Sciences 3: 51-63. 1990

GOODLAND, R. J.A.; E FERRI, M.G. **Ecologia do cerrado**. São Paulo: Ed.USP, 1979.

GRASSO, C.B. **Petrologia do Complexo Alcalino-Carbonatítico de Serra Negra, MG**. Brasília – DF: UNB, 2010 (Dissertação de Mestrado)

_____. Grupos de Pesquisa em Recursos Hídricos – UFV. Disponível em: <http://www.gprh.ufv.br/> Acesso em: 15 out, 2012

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

GUERRA, A.T.; GUERRA. A.J.T. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. Geologia do Brasil (Fanerozóico). São Paulo : USP , 1969.

HASUI, Y; COSTA, J.B.S.; GORAYEB, P.S.S.; LEMOS, R.L.; GAMA, T., Jr.; BEMERGUY, R.L. 1984b. Geologia da região de Paraíso do Norte de Goiás, GO. In: CONGR.BRAS.GEOL., 33. Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 5, p. 2220-2233.

HASUI, Y. & CORDANI, U.G. (1968) Idades potássio-argônio de rochas eruptivas mesozóicas do oeste mineiro e sul de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22., Belo Horizonte, 1968. *Anais*. Belo Horizonte, SBG, 139-143.

_____. Hidro 1.2. **Manual do Usuário**. Brasília – DF: ANA. SIH, 2002

_____. HIDROWEB – **Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/> Acesso: em ago, 2012.

Hoekstra, A.Y. et Al. **Manual de Avaliação da pegada Hídrica**. São Paulo: EESC/USP, 2011

_____. IBGE. Disponível em: www.ibge.gov.br/. Acesso em: 10 abr. 2012

_____. IGAM. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2012

_____. INMET. Disponível em: www.inmet.gov.br/. Acesso em: 15 abr. 2012

_____. INPE. Disponível em: www.inpe.br/. Acesso em: 15 abr. 2012

Lanna, A.E. Elementos de Estatística e Probabilidades. In: **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS Editora. 2002

_____. Lei 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm Acesso em: 15 de set. 2013

_____. Lei 9.984, Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm Acesso em: 15 set, 2013

_____. Lei Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm Acesso em: 15 set, 2013

LENZ, V.; AMARAL, S.E. **Geologia Geral**. São Paulo: Editora Nacional, 1970

LERAYER. A. **Eucalipto: oportunidades para um desenvolvimento sustentável**. Conselho sobre informações em biotecnologia. Disponível em: www.cib.org.br Acesso em: 20 jun, 2013

LOURENÇO, L.A.B. **A Oeste das Minas: Escravos, índios e homens livres numa fronteira oitocentista, Triângulo Mineiro (1750 - 1861)**. Uberlândia: EDUFU, 2005

MACHADO, M.D.G. **As unidades morfológicas e a estruturação da paisagem no município de Patrocínio – MG**. Uberlândia: UFU, 2001. (Dissertação de Mestrado).

MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

_____. **Manual Técnico e Administrativo – Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: IGAM, 2010

MATOS, A.T. et al. Alteração de atributos químicos no solo de rampas utilizadas no tratamento de águas residuárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.9, n.3. p, 406-412, 2005

MENDIONDO, E. M. ; TUCCI, C. E. M. . Escalas hidrológicas I: conceitos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, RS, v. 2, n. 1, p. 59-81, 1997.

MENDES P.C. et Al **Análise Climática e suas influências na Cultura Cafeeira no Município De Patrocínio-MG**. Uberlândia: UFU, 2008

MENDONÇA, F. **Diagnóstico e Análise Ambiental de Microbacia**. Revista Raega. Editora UFPR. 1999 . Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2.2.4/index.php/raega/article/view/18225>
Acesso em: 10 jun 2012

_____. Microsoft Excel Guide. Disponível em: office.microsoft.com/pt-br/excel/
Acesso em: 20 jun, 2013

MONTANO, M. et al. **Zoneamento ambiental e sua importância para localização de atividades**. Revista Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Produção Nº. 6, p. 49– 64, Jun 2007

MOTA, P.E.F. et al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da Região do Alto Paranaíba – MG**. Brasília – DF: EMBRAPA, 2004

MOTA, P.E.F. et al. **Aptidão Agrícola das Terras do Alto Paranaíba – MG**. Brasília – DF: EMBRAPA, 2006

MONTEIRO, C.A.F. **Geossistemas: A história de uma procura**. São Paulo: Contexto/Geosp, 2000

MOREIRA, Ruy. **O que é Geografia**. São Paulo: Brasiliense, 1984.

MOTA, F.S. **Meteorologia Agrícola**. 6. Ed. – São Paulo: Nobel. 1983. Biblioteca Rural.

MOURA, E.M. et al. Avaliação da disponibilidade hídrica e da Demanda hídrica no trecho do Rio Piranhas-Açu. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos** 2008

NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007

NIMER, E.; BRANDÃO, A.M.P.M. **Balanço Hídrico e Clima da Região dos Cerrados**. Rio de Janeiro: IBGE. 1989.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422p. NUCCI 1996

OLIVEIRA, I.M.D; MENDONÇA, F. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 208p.

PINTO, N.L.S. et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Editora Blucher, 1976

POSSAS, M. **Fontes Hídricas**. 2011. Disponível em: <http://fontehidrica.blogspot.com.br/2011/11/aguas-uso-consuntivo-e-nao-consuntivo.html>
Acesso em: 14 out, 2012

Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 1980 – 2050 – Revisão 2008. IBGE

_____. Programa Produtor de Águas/ ANA . Disponível em: <http://produtordeaguas.ana.gov.br/> Acesso em: 15 set, 2013

QUEIROZ, A.T. **Análise e avaliação da Demanda e da Disponibilidade hídrica nos alto e médio curso do rio Uberabinha e o abastecimento público em Uberlândia (MG)**. Uberlândia: UFU (Dissertação de Mestrado)

_____. Resolução CONAMA nº 357/05, de 29 de agosto de 2006.

_____. Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março de 2012

ROLDÃO, A.F.; ASSUNÇÃO, W.L. **Caracterização e duração das estações seca e chuvosa no Triângulo Mineiro – MG.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.428 – 440, 2012

ROLIM NETO, F. C. ; SCHAEFER, Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud ; FERNANDES FILHO, Elpídio Inácio ; CORRÊA, Marcelo Metri ; COSTA, Liovando Marciano da ; PARAHYBA, Roberto da Boa Viagem ; GUERRA, Sergio Monthezuma Santoianni ; HECK, Richard . **Topolitossequências de solos do Alto Paranaíba: atributos físicos, químicos e mineralógicos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso) v. 33, p. 1795-1809, 2009.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. – LCRH. Uberlândia.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia. Ambiente e Planejamento.** São Paulo: Contexto, 1991. 91p.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: Contexto, 2006. 9ª ed.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANO, S.M. et Al. Ecologia e Flora – vol I. Brasília – DF: EIT, 2008

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T; FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café.** Campinas: Eds, 1996. 146 p.

SANTOS, R.F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SAUER, O. A morfologia da paisagem. In: CORRÊA;ROZENDAHL (Orgs.). **Paisagem tempo e cultura,** Rio de Janeiro:EdUERJ, 1998

SILVA, R.E.; ALLAN SILVA, G. A comunidade rural de Dourados no município de Patrocínio – MG: Contatos entre rural e urbano, as relações de resistência e sobrevivência no campo. **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária – ENGA.** Uberlândia: UFU, 2012

SILVA et al. **Região das Nascentes do Rio Dourados.** Patrocínio: UNICERP. Fórum Científico. 2006 (Anais do Encontro)

SILVA et al 2012 – **Caracterização do regime pluviométrico da bacia do rio Dourados no Alto Paranaíba/MG.** Revista GEONORTE, v. Clima, p, 850, 20126.

SILVA, R.E.; ALLAN SILVA, G. **A importância do clima na instalação e produção cafeeira no Cerrado Mineiro: O caso de Patrocínio no Alto Paranaíba (MG).** X Simpósio de Geografia Climatológica 2012. Manaus. Disponível em:< www.revistageonorte.ufam.edu.br> Acesso em: 01/12/2012

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS Editora. 2002

SHIRAISHI NETO, Joaquim (org.). **Direito dos Povos e das Comunidades Tradicionais no Brasil**. Coleção Documentos de Bolso nº1. PPGSA-UFAM/Fundação Ford. Manaus: UEA, 2007.

_____. SisCah 1.0 **Sistema Computacional para Análises Hidrológicas**. Brasília – DF: ANA; VIÇOSA: UFV, 2009

SOTCHAVA, V.B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo, IG/USP, 1977

SOUZA JUNIOR, A. Imigrantes paranaenses: um refazer de Práticas e Representações – Patrocínio – MG (1980-2000). (Dissertação de Mestrado) História. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2005

SOUZA, J.C.O. **Identificação de geossistemas e sua aplicação no estudo ambiental da bacia hidrográfica do rio São Miguel – Alagoas**, Recife. CFCH. 2013. (Dissertação da Mestrado)

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

TOMAZ, P. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. São Paulo: Ed.Navegar. 2002

TORRES, E.G. **Prospecção Aluvionar no Complexo Ultramáfico – Alcalino de Serra Negra**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1977 (Tese de Mestrado)

TRICART, Jean L. F. Paisagem e Ecologia: Igeu/USP. São Paulo. 1981 MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de Paisagem. Revista Raega. Editora UFPR. 2004

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980.

TUCCI, C.E.M. Impacto das variabilidades climáticas e do uso do solo nos recursos hídricos. **Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Brasília – DF: ANA, 2002

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. Impacto nas mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Volume 2 n. 1 – Jan/Jun 1997, 135 – 152

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS Editora. 2002

TUCCI, C.E.M.; MENDES, C.A. **Curso de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia**. Brasília – DF: RHAMA. 2006

TUNDISI, J.G; TUNDISI, T.M-T. **Recursos hídricos no Século XXI**, São Paulo: Oficina de Textos, 2011

VIANELO, R.L; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicação**. Viçosa: UFV, 2000. 449 p.