

RTP-1 – Parte A

Diagnóstico das Disponibilidades
Hídricas na Bacia Hidrográfica



Rua Coronel José Cardoso, 90
Sobreloja - Centro
Monte Carmelo - MG
CEP: 38 500 - 000
montepian@montepian.com.br

Governador do Estado de Minas Gerais

Aécio Neves

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD

José Carlos Carvalho

Diretora Geral do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM

Cleide Izabel Pedrosa de Melo

Diretora de Gestão de Recursos Hídricos

Luiza de Marillac Moreira Camargos

Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos

Célia Maria Brandão Fróes

Diretoria do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari – CBH Araguari

Wilson Akira Shimizu – *Presidente*

Ana Luísa Bilharinho da Silva – *Vice-Presidente*

Márcia Aparecida Silva – *1ª Secretária*

Adairlei Aparecida Silva Borges – *2ª Secretária*

Elaboração do TDR

Leocádio Alves Pereira – *ABHA – Coordenador*

Adriana Araújo Ramos - *Jurídico do IGAM*

Antônio Reinaldo Caetano

Kleber Lúcio Borges

Leonardo Rocha Faria

Luiza de Marillac Moreira Camargos – *IGAM*

Marcos Roberto Moreira

Ná Zara Maria Naves Borges

Sérgio Segantini Bronzi

Wilson Akira Shimizu

Equipe Técnica de Fiscalização da ABHA

Antônio José Maia Guimarães

Bruno Gonçalves dos Santos

Joaquim Menezes Ribeiro da Silva

Kleber Lúcio Borges

Leocádio Alves Pereira – *Coordenador*

Marcos Roberto Moreira

Maria de Fátima Chagas dias Coelho

Paulo Veloso Rabelo

Sérgio Segantini Bronzi

Wilson Akira Shimizu

Convidados do CBH e ABHA

Ana Luísa Bilharinho da Silva - *Eng. Civil - CODAU*

Antônio Reinaldo Caetano - *Bioquímico*

Caroline Favaro Oliveira - *Bióloga - FOSFERTIL*

Fernando Antônio Abdalla - *AGB*

Leonardo Rocha Faria - *Advogado*

Márcia Aparecida Silva - *Advogada - FOSFERTIL*

Mauro César Rodrigues - *Pref. Munic. de Araguari*

Neudon Veloso - *AMAr*

Ribamar Moreira de Rezende - *CEMIG*

Ronaldo Brandão Barbosa - *Méd. Veterinário*

Washington Luiz Assunção - *UFU*

Contratada

Monte Plan Ltda.

Equipe Técnica

Carlos Ernane Vieira - *Eng. Civil, Esp. em Obras Hidráulicas, Saneamento, Hidrologia Ambiental, Auditoria e Perícia*

César Jordão - *Eng. Agrônomo*

Fernando Costa Faria - *Técnico em Agropecuária*

Gilberto Lopes Mundim - *Eng. de Minas*

Kátia Rodovalho Xavier - *Bióloga*

Luciene de Fátima A. Jordão - *Eng. Agrônoma*

Wilson dos Santos Fernandes - *Eng. Civil*

Consultor

Roberto Rosa, *Geógrafo – Geoprocessamento*

Colaboração Técnica

Carolina Fumian Serpa – *IGAM*

Célia Maria Brandão Fróes - *IGAM*

Maria de Fátima Dias Coelho – *CCBE*

Robson Santos - *IGAM*

Rodolfo Carvalho Salgado Penido - *IGAM*

Ronaldo Brandão Barbosa – *IGAM*

Sérgio Gustavo Rezende Leal – *IGAM*

Dirigentes e Técnicos do Departamento Municipal de Água e Esgoto –DMAE, Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG,

Secretarias de Meio Ambiente de Uberlândia, Uberaba,

Araguari, Araxá, Sacramento, Perdizes,

Secretarias de Planejamento, Indústria e Comércio de

Uberlândia e Araguari,

Prefeituras Municipais de Araguari, Araxá, Campos Altos

Ibiá, Irai de Minas Indianópolis, Nova Ponte, Patrocínio,

Pedrinópolis, Pratinha, Perdizes, Uberaba, Uberlândia,

Sacramento, Santa Juliana, São Roque de Minas, Serra

do Salitre, Rio Paranaíba, Tapira e Tupaciguara.

Coordenadores de Consultas Públicas

Antônio Reinaldo Caetano – *Presidente do CBH*

Araguari na gestão 2006/2007

Wilson Akira Shimizu – *Presidente do CBH Araguari na*

gestão 2008/2009

Leocádio Alves Pereira – *Presidente do Conselho de*

Administração da ABHA

Fernando Costa Faria – *Monte Plan Ltda.*

Inocência Cândido B. Neto – *Monte Plan Ltda.*

Relatoria das Consultas Técnicas

Fernando Costa Faria – *Monte Plan Ltda.*

Inocência Cândido B. Neto – *Monte Plan Ltda.*

Revisão e Parecer

Rodolfo Carvalho Salgado Penido – *IGAM*

Fotos

Inocência Cândido Borges Neto – *Monte Plan Ltda.*

Pollyanna Cristina Cardoso de Ávila - *IGAM*

Suzana König Martins - *ABHA*

Tathiana Renata Nascentes das Neves – *CBH Araguari*

ÍNDICE

1 – Introdução.....	10
2 – Subdivisão da Bacia.....	11
3 – Características do Meio Físico.....	16
3.1 – Clima.....	16
3.2 – Geomorfologia.....	17
3.2.1 – Unidade Morfoestrutural Complexo Granito-Gnáissico.....	18
3.2.2 – Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná.....	18
3.2.3 – Unidade Morfoestrutural Faixa de Dobramento.....	21
3.2.4 – Unidade Morfoestrutural Intrusões Dômicas.....	24
3.2.5 – Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar Cenozóica.....	25
3.3 – Geologia.....	28
3.3.1 – ARQUEANO.....	29
3.3.2 – PROTEROZÓICO.....	30
3.3.3 – NEOPROTEROZÓICO.....	31
3.3.4 – EOPALEOZÓICO/ NEOPROTEROZÓICO.....	33
3.3.5 – MESOZÓICO.....	34
3.3.6 – CRETÁCEO INFERIOR/JURÁSSICO.....	34
3.3.7 – CRETÁCEO.....	37
3.3.8 – CENOZÓICO.....	39
3.4 – Hipsometria.....	44
3.5 – Declividade.....	45
4 – Características Fisiográficas das Sub-Bacias.....	48
4.1 – Área de Drenagem.....	50

4.2 – Perímetro.....	50
4.3 – Forma da Bacia.....	50
4.4 – Densidade de Drenagem.....	54
4.5 – Declividade do Rio.....	56
4.6 – Tempo de Concentração.....	58
5 – Disponibilidade de Águas Superficiais.....	62
5.1 – Modelo Chuva-vazão.....	63
5.2 – Deflúvios Superficiais No Estado de Minas Gerais.....	64
5.2.1 – Vazões Mínimas.....	64
5.2.2 – Vazões Médias.....	66
5.2.3 – Vazões Máximas.....	68
5.2.4 – Tipologias Regionais Homogêneas.....	70
5.3 – Valores de Disponibilidade das Águas Superficiais.....	73
6 – Disponibilidade de Águas Subterrâneas.....	76
6.1 – Características Identificadas.....	79
7 – Levantamento e Análise de Alternativas para Incremento da Disponibilidade Quantitativa de Água.....	83
8 – Proposta de Complementação da Rede Coletora de Informações Hidrológicas.....	90
8.1 – Verificação das Estações Existentes.....	91
8.1.1 – Estações Pluviométricas.....	91
8.1.2 – Estações Fluviométricas.....	96
8.2 – Densidade de Estações.....	101
8.2.1 – Densidade de Estações Pluviométricas.....	101

8.2.2 – Densidade Atual de Estações Pluviométricas na Bacia do Rio Araguari.....	102
8.2.3 – Densidade de Estações Fluviométricas.....	105
8.2.4 – Densidade Atual de Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari.....	106
9 – Referências.....	109

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01 – Unidades Geomorfológicas da Bacia do Rio Araguari.....	17
Tabela 02 – Unidades geomorfológicas da bacia do rio Araguari.....	26
Tabela 03 – Características geológicas das sub-bacias.....	42
Tabela 04 – Área ocupada pelas diferentes categorias altimétricas.....	45
Tabela 05 – Área ocupada pelas diferentes categorias de declividade.....	47
Tabela 06 - Grandezas das Sub-bacias.....	49
Tabela 07 – Características Fisiográficas.....	60
Tabela 08 – Comparação entre as disponibilidades previstas para as sub-bacias.....	73
Tabela 09 – Disponibilidade de águas subterrâneas nas sub-bacias.....	82
Tabela 10 - Disponibilidades considerando captações nos cursos d'água principais.....	84
Tabela 11 - Disponibilidades sem considerar captações nos cursos d'água principais.....	85
Tabela 12 – Estações Pluviométricas Encontradas na Bacia do Rio Araguari..	91
Tabela 13 – Estações Pluviométricas com Cadastro Inconsistente.....	94
Tabela 14 – Estações Pluviométricas na Bacia do Rio Araguari por sua Atividade.....	95
Tabela 15 – Estações Fluviométricas Encontradas na Bacia do Rio Araguari..	98
Tabela 16 – Estações Fluviométricas com Cadastro Inconsistente.....	99
Tabela 17 – Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari por sua Atividade.....	100
Tabela 18 – Densidade de Estações Pluviométricas.....	101

Tabela 19 – Densidade Atual de Estações Pluviométricas na Bacia do Rio Araguari.....	102
Tabela 20 – Estações Pluviométricas a Serem Implantadas.....	103
Tabela 21 – Densidade de Estações Fluviométricas Orientada Pela WMO.....	105
Tabela 22 – Densidade Atual de Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari.....	106
Tabela 23 – Estações Fluviométricas a Serem Implantadas.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01 – Sub-bacias na Bacia do Rio Araguari.....	15
Figura 02 – Unidades Geomorfológicas na Bacia do Rio Araguari.....	27
Figura 03 – Geologia na Bacia do Rio Araguari.....	43
Figura 04 – Índice de Compacidade.....	52
Figura 05 – Índice de forma.....	53
Figura 06 – Densidade de Drenagem.....	55
Figura 07 – Declividade.....	57
Figura 08 – Tempo de Concentração.....	59
Figura 09 – Sub-bacias intermediárias.....	61
Figura 10 – Fluxograma do modelo utilizado.....	63
Figura 11 – R. E. M. M.: Contribuições Unitárias Mínimas com 10 Anos de Recorrência.....	65
Figura 12 – Rendimento Específico Médio de Longo Termo.....	67
Figura 13 – R. E. M. M.: Contribuições Unitárias Máximas com 10 Anos de Recorrência.....	69
Figura 14 – Tipologias Regionais Homogêneas.....	72
Figura 15 – Comparação entre as disponibilidades previstas para as sub-bacias.....	74
Figura 16 – Províncias Hidrogeológicas na Bacia do Rio Araguari.....	77
Figura 17 – Sistemas Aqüíferos na Bacia do Rio Araguari.....	78
Figura 18 – Disponibilidade de águas subterrâneas na bacia.....	80
Figura 19 – Disponibilidade de águas subterrâneas nas bacias.....	81
Figura 20 – Estações Pluviométricas na Bacia do Rio Araguari.....	92

Figura 21 – Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari.....	97
Figura 22 – Densidade de Estações Pluviométricas.....	104
Figura 23 – Densidade de Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari.	108

1 – INTRODUÇÃO

O relatório que apresentamos, é parte da base técnica utilizada como referência para elaboração dos documentos que compõem o Plano Diretor da Bacia do Rio Araguari e o Programa de Gerenciamento de Recursos Hídricos da bacia do rio Araguari.

Aqui, contemplam-se a parte A do Termo de Referência, intitulada Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica, e seus sub-ítem: - 1. Extensão temporal das informações; - 2. Levantamento, análise de consistência e adequação das informações existentes; - 3. Espacialização das informações.

Propõe-se, nesse trabalho, apresentar as diversas características influentes sobre a disponibilidade hídrica na área de influência e determinar as disponibilidades dos diversos mananciais que a compõem. Apresentam-se, também, projeções de desenvolvimento das diversas atividades diretamente influentes sobre os recursos hídricos, quer sejam por captação ou lançamento, quanto por sua natureza, desde que influencie na disponibilidade de água.

2 – SUBDIVISÃO DA BACIA

Para que tais avaliações pudessem ser desenvolvidas, a bacia do rio Araguari foi dividida considerando, basicamente, as áreas de drenagem como unidades territoriais.

Obteve-se assim, a definição de 18 (dezoito) áreas distintas, descritas como se segue:

- **Sub-bacia 01 – Foz do Araguari – 685.69 km²**

Compreende a área de drenagem localizada entre a barragem de Capim Branco II e a foz do rio Araguari. Ocupa parte dos municípios de Araguari e Tupaciguara.

- **Sub-bacia 02 – Rio Uberabinha – 2188.86 km²**

Compreende a área de drenagem do rio Uberabinha. Ocupa parte dos municípios de Tupaciguara, Uberaba e Uberlândia.

- **Sub-bacia 03 – AHEs Capim Branco – 1178.89 km²**

Compreende a área de drenagem localizada entre as barragens de Miranda e Capim Branco II. Ocupa parte dos municípios de Araguari, Indianópolis e Uberlândia.

- **Sub-bacia 04 – Médio Araguari – 1744.98 km²**

Compreende a área de drenagem dos afluentes do rio Araguari localizados no trecho que vai da barragem de Miranda até o fim do remanso do reservatório de Nova Ponte no rio Araguari, excetuando-se as sub-bacias do rio Claro, do

ribeirão Santa Juliana, do ribeirão das Furnas e do rio Quebra-Anzol. Ocupa parte dos municípios de Uberlândia, Indianópolis, Uberaba, Nova Ponte, Santa Juliana e Sacramento.

- **Sub-bacia 05 – Ribeirão das Furnas – 484.67 km²**

Compreende a área de drenagem do ribeirão das Furnas. Ocupa parte do município de Indianópolis.

- **Sub-bacia 06 – Rio Claro - 484.67 km²**

Compreende a área de drenagem do rio Claro. Ocupa parte dos municípios de Uberaba, Nova Ponte e Sacramento.

- **Sub-bacia 07 – Baixo Quebra-Anzol – 2103.91 km²**

Compreende a área de drenagem dos afluentes do rio Quebra-Anzol localizados no trecho que vai da foz do rio Quebra-Anzol até o fim do remanso do reservatório de Nova Ponte no rio Quebra-Anzol, excetuando-se as sub-bacias do ribeirão Santo Antônio, do ribeirão do Salitre, do rio Galheiro e do rio Capivara. Ocupa parte dos municípios de Nova Ponte, Irai de Minas, Pedrinópolis, Perdizes, Patrocínio e Serra do Salitre.

- **Sub-bacia 08 – Ribeirão Santa Juliana – 484.56 km²**

Compreende a área de drenagem do ribeirão Santa Juliana. Ocupa parte dos municípios de Pedrinópolis, Santa Juliana e Perdizes.

- **Sub-bacia 09 – Ribeirão Santo Antônio – 484.56 km²**

Compreende a área de drenagem do ribeirão Santo Antônio. Ocupa parte do município de Patrocínio.

- **Sub-bacia 10 – Alto Araguari – 3028.15 km²**

Compreende a área de drenagem dos afluentes do rio Araguari localizados no trecho que vai do fim do remanso do reservatório de Nova Ponte no rio Araguari até sua nascente, excetuando-se a sub-bacia do ribeirão do Inferno. Ocupa parte dos municípios de Santa Juliana, Sacramento, Perdizes, Araxá, Tapira e São Roque de Minas.

- **Sub-bacia 11 – Rio Galheiro – 744.42 km²**

Compreende a área de drenagem do rio Galheiro. Ocupa parte do município de Perdizes.

- **Sub-bacia 12 – Rio Capivara – 1359.65 km²**

Compreende a área de drenagem do rio Capivara. Ocupa parte dos municípios de Perdizes, Araxá e Ibiá.

- **Sub-bacia 13 – Ribeirão do Salitre – 612.82 km²**

Compreende a área de drenagem do ribeirão do Salitre. Ocupa parte dos municípios de Patrocínio e Serra do Salitre.

- **Sub-bacia 14 – Ribeirão do Inferno – 564.29 km²**

Compreende a área de drenagem do ribeirão do Inferno. Ocupa parte dos municípios de Araxá e Tapira.

- **Sub-bacia 15 – Alto Quebra-Anzol – 2302.62 km²**

Compreende a área de drenagem dos afluentes do rio Quebra-Anzol localizados no trecho que vai do fim do remanso do reservatório de Nova Ponte no rio Quebra-Anzol até sua nascente, excetuando-se as sub-bacias do ribeirão Grande, do rio São João e do rio Misericórdia. Ocupa parte dos municípios de Serra do Salitre, Ibiá e Pratinha.

- **Sub-bacia 16 – Ribeirão Grande – 249.69 km²**

Compreende a área de drenagem do ribeirão Grande. Ocupa parte do município de Serra do Salitre.

- **Sub-bacia 17 – Rio São João – 962.12 km²**

Compreende a área de drenagem do rio São João. Ocupa parte dos municípios de Serra do Salitre, Alto Paranaíba e Ibiá.

- **Sub-bacia 18 – Rio Misericórdia – 1411.23 km²**

Compreende a área de drenagem do rio Misericórdia. Ocupa parte dos municípios de Ibiá, Pratinha e Campos Altos.

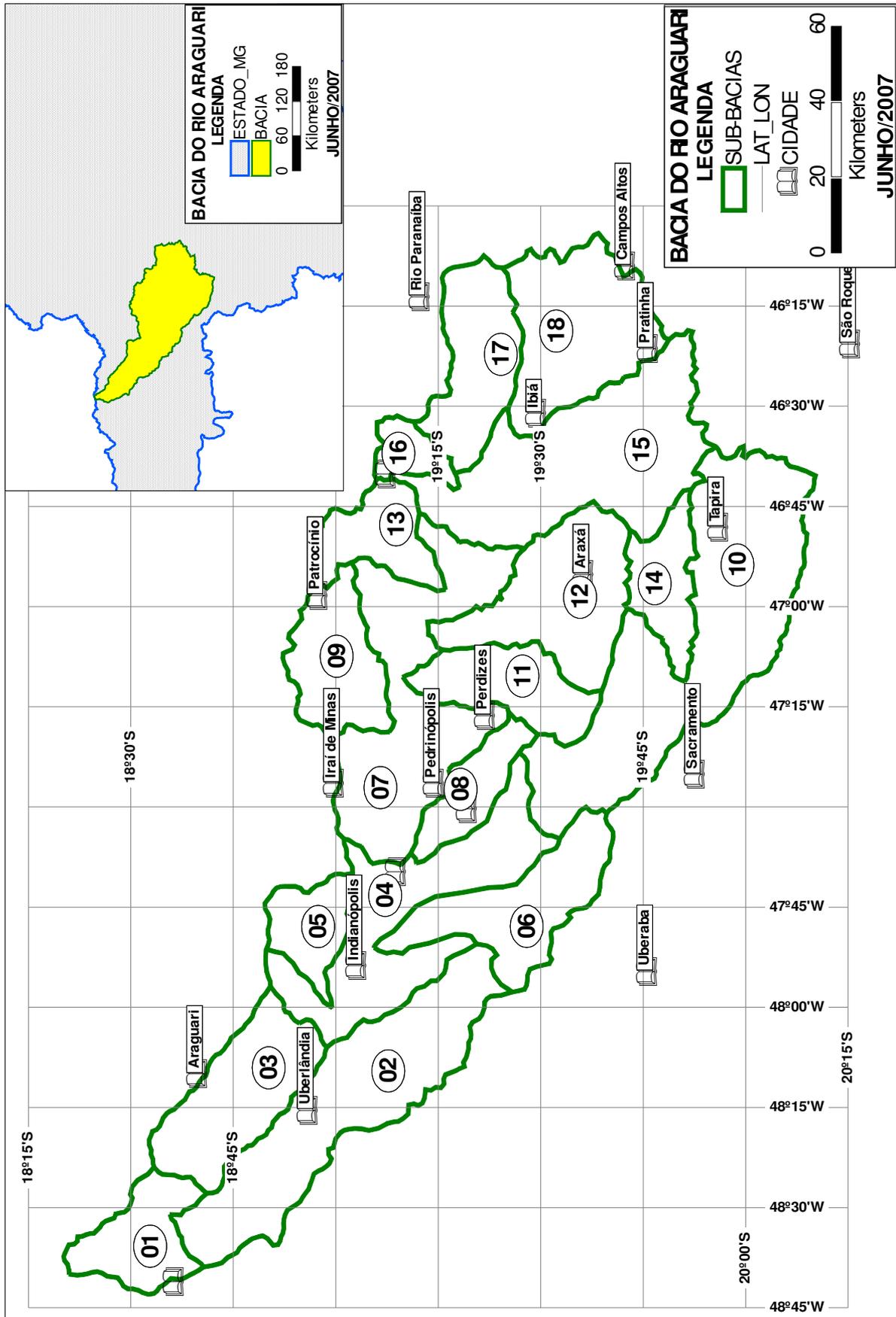


Figura 01 – Sub-bacias na Bacia do Rio Araguari

3 – CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO

3.1 – Clima

De acordo com Rosa et al (in Lima e Santos, UFU/IG 2004) o clima da região da Bacia do Rio Araguari confunde-se com o clima do centro oeste e de grande parte do sudeste do Brasil sendo caracterizado por duas estações, uma seca que compreende os meses de maio a setembro e outra úmida que vai de outubro a abril.

O clima regional é modificado por feições de mesoescala, principalmente pelo relevo que cria condições para as variações climáticas. As precipitações são mais elevadas nos municípios de Patrocínio e Tapira que alcançam marcas anuais superiores a 1.600 mm.

A temperatura é fortemente influenciada pela compartimentação do relevo. Nas regiões onde as altitudes são maiores que 1.000 metros como Araxá e Tapira onde ocorre a livre circulação dos ventos, as médias anuais são inferiores a 21°C, no entanto, nos meses mais frios (junho/julho) ficam entre 17°C e 18°C.

As variações climáticas são fortemente influenciadas pela dinâmica de circulação atmosférica. A estabilidade do ar que ocorre no período entre maio e setembro é oriunda da Massa de Ar Polar que se estabiliza sobre o Planalto Central Brasileiro, impedindo a umidade que vem da Amazônia – o que torna o ar seco mais frio e a insolação mais permanente.

Nos meses de outubro/novembro, com o enfraquecimento da circulação da Massa Polar e a instalação dos sistemas tropicais instáveis e de baixa pressão, a umidade da Amazônia é atraída para o Centro Sul do Brasil ocasionando assim o início do período chuvoso.

3.2 – Geomorfologia

A bacia do Rio Araguari está situada na porção oeste do estado de Minas Gerais, em uma extensão de 22086 Km² e ocupa áreas de 20 municípios. A bacia faz divisa a oeste e sudoeste com a bacia do Rio Tijuco, a sul com a bacia do Rio Grande, a leste com a bacia do Rio São Francisco, ao norte com a bacia do Rio Dourados e a nordeste com as nascentes do Rio Paranaíba.

De acordo com os estudos realizados por Baccaro et al (in Lima e Santos, UFU/IG 2004) a bacia está inserida em 05 grandes Unidades Morfoestruturais e 12 Unidades Morfoesculturais, quais sejam:

Tabela 01 – Unidades Geomorfológicas da Bacia do Rio Araguari

Unidade Morfoestrutural	Unidade Morfoescultural
Complexo Granito-Gnaíssico	Planalto Dissecado do Paranaíba
Bacia Sedimentar do Paraná	Planalto Tabular Planalto Dissecado Canyon do Araguari
Faixa de Dobramento	Serra da Canastra Planaltos Residuais (Faixa Brasília) Planalto Dissecado (Faixa Brasília) Planalto Dissecado (Faixa Uruaçu)
Instrusões Dômicas	Tapira Serra Negra e Salitre
Bacia Sedimentar Cenozóica	Planícies Fluviais Veredas

Fonte: Lima e Santos, UFU/IG 2004

3.2.1 – Unidade Morfoestrutural Complexo Granito-Gnáissico

A Unidade Morfoestrutural denominada de Complexo Granito-Gnáissico é datada do Pré-Cambriano e considerada a mais antiga da Bacia do Rio Araguari.

- **Planalto Dissecado do Paranaíba**

O Planalto localiza-se na foz da bacia do Rio Araguari, apresenta um relevo dissecado do tipo denudacional convexo (Dc) e tabular (Dt) cujas litologias apresentam resistências variáveis.

Os terrenos Dt são formados por rochas metassedimentares e são mais erodidos, os terrenos Dc são formados por rochas graníticas e gnáissicas mais resistentes à erosão fluvial.

Na classificação de Rosa (1992) esta unidade morfológica apresenta declividades que oscilam entre 2 a 43%, mostram vertentes abruptas com altimetria entre 600 a 1000 metros. O entalhamento dos vales varia de médio a forte e a dimensão interfluvial de média a grande.

3.2.2 – Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná

A Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná é formada por pacotes de rochas sedimentares e vulcânicas, comporta além da Unidade Morfoescultural Planalto Tabular, o Planalto Dissecado e Canyon do Araguari.

- **Planalto Tabular**

O Planalto tabular abrange praticamente toda a área do médio curso da bacia do Rio Araguari. Sua característica principal é a forma de relevo do tipo denudacional tabular (Dt) com encostas muito suaves e modelado ondulado, também observa-se a ausência de escarpamentos bruscos. Na porção sul desta unidade aparece o modelado denudacional plano (Dp) que está associado à resistência litológica e pedológica.

O patamar mais elevado deste planalto, com cotas em torno de 950 metros, é moldado sobre arenitos cretácicos que repousam diretamente sobre os derrames basálticos que constituem o patamar inferior, este com cotas em torno de 900 metros. A transição entre os dois patamares se faz de forma suave por causa da existência de extensas rampas coluvionares que transgridem no contato do arenito com o basalto.

Essas rampas coluvionares são a parte mais marcante de extensos depósitos eluvionares e coluvionares do patamar superior e do contato deste com o patamar inferior. Estes depósitos foram constituídos pelo retrabalhamento da superfície sul americana no fim do Terciário e início do Quaternário.

As declividades variam de aproximadamente 1 a 10%, no máximo, o entalhamento dos vales é fraco a médio e a dimensão interfluvial muito grande a média. As altimetrias variam de 800 a 1000 metros.

- **Planalto Dissecado**

O domínio do planalto dissecado está próximo às calhas dos rios Araguari, das Pedras e Uberabinha, limitando-se com a Unidade Canyon do Araguari ao centro e com as Unidades Planalto Tabular e Planalto Dissecado do Paranaíba a

noroeste. Trata-se, portanto, de uma superfície estruturada sobre um substrato de rochas da Formação Marília e Serra Geral. O relevo característico desta unidade é do tipo denudacional convexo (Dc) e denudacional tabular (Dt) com formas mais ou menos dissecadas, principalmente na direção dos vales dos rios (in Lima e Santos, UFU/IG 2004).

O entalhamento médio dos vales está situado entre 40 e 80 metros e a dimensão interfluvial em torno de 250 a 1750 metros. A altimetria da área varia entre 900 e 1000 metros com declividades entre 5 a 64%.

- **Canyon do Araguari**

Localiza-se no baixo curso do Rio Araguari, faz divisa com a Unidade Planalto Dissecado do Paranaíba e se estende da foz até a represa de Nova Ponte, na parte central da bacia, ocupando uma faixa estreita ao longo do vale, apresenta relevo muito dissecado. As vertentes são fortemente dissecadas, com feições côncavas, convexas e retilíneas. Neste trecho o rio Araguari entalhou um vale em forma de canyon, cortando litologias da Bacia Sedimentar do Paraná e atingindo, em seu fundo, as rochas do Embasamento Cristalino Indiferenciado. A configuração do canyon acontece em função do relevo em patamares

As formas de relevo são denudacional aguçado (Da), denudacional convexo (Dc) e plano (Dp), com predomínio do modelado Dc com alturas que variam de 80 a 160 metros. A dimensão interfluvial é média em torno de 750 a 1750 metros, mas, dimensões interfluviais menores ocorrem com maior freqüência. Esta diferença é ocasionada provavelmente pelos tipos pedológicos e litológicos mais ou menos resistentes.

A declividade varia de 9 a 43%, predominando a declividade máxima, a altitude gira em torno de 500 metros, no fundo vale do Rio Araguari, e pode chegar até 1.000 metros nas partes mais elevadas. Devido a acentuada declividade esta área está sujeita aos processos erosivos, escorregamentos e deslizamentos.

3.2.3 – Unidade Morfoestrutural Faixa de Dobramento

Teve sua evolução durante todo o Pré-Cambriano (Arqueano e Proterozóico). No Proterozóico médio, houve a estruturação da faixa de Dobramento Uruaçu, que na região está representada pelos xistos do Grupo Araxá. O Proterozóico Superior é representado na região pela faixa de Dobramento Brasília. Dentro desta Unidade Morfoestrutural, encontram-se as seguintes Unidades Morfoesculturais: Serra da Canastra, Planalto dos Residuais (Faixa Brasília), Planalto Dissecado (Faixa Brasília) e Planalto Dissecado (Faixa Uruaçu).

- **Serra da Canastra**

Considerada como divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Grande, Paranaíba e São Francisco, possui como característica a forma plana de relevo com padrão tabular. Os vales são encaixados e escarpas abruptas controladas em sua maioria por falhamentos e fraturas.

O entalhamento dos vales é muito fraco (< 20 metros), a dimensão interfluvial é muito grande (> 3.750 metros). As declividades estão em torno de

1% e as altitudes variam de 850 metros, nos contatos com a Bacia do Paraná até 1.450 metros na parte mais alta, próximo à nascente do Rio Araguari.

- **Planalto dos Residuais (Faixa Brasília)**

Faz divisa ao sul com a Unidade Planalto Dissecado (Faixa Uruaçu) e a norte com a Bacia do Rio Paranaíba. As características principais são as formas residuais do relevo – como os topos planos sustentados por quartzitos denominados de serras, cujas vertentes são convexas com anfiteatros em geral muito dissecados e vales bem encaixados.

As formas de relevo encontradas são a denudacional tabular (Dt), denudacional plano e denudacional convexo (Dc), porém a forma predominante é a Dc. O entalhamento dos vales é considerado fraco na forma tabular e forte na convexa e variam de 20 a 160 metros. A dimensão interfluvial apresenta oscilações semelhantes, com distâncias de 1.750 a 250 metros. As altitudes encontram-se em cotas que variam de 800 a 1.000 metros, nos topos das serras. A declividade é de 2% nos topos e até 128% nas escarpas erosivas ((in Lima e Santos, UFU/IG 2004).

- **Planalto Dissecado (Faixa Brasília)**

É cortado no centro pela intrusão dômica de Tapira, a norte pelo Planalto Dissecado (Faixa Uruaçu) e ao sul limita-se com a Serra da Canastra. O relevo tem o predomínio das formas de dissecação fluvial controlada pelo Rio Araguari e seus afluentes. Com destaque para as cristas assimétricas e semicirculares próximas à chaminé alcalina de Tapira, sustentadas por quartzitos do Grupo Araxá (in Lima e Santos, UFU/IG 2004).

As formas e padrões de relevo desta área são: denudacional aguçado (Da), denudacional tabular (Dt), denudacional plano (Dp) e denudacional convexo (Dc), com predomínio desta última.

A dimensão interfluvial está em torno de 250 a 3.750 m e o entalhamento dos vales entre 20m, nas vertentes mais suaves e 160 m nas vertentes mais abruptas. A declividade média está em torno de 2 a 128%.

- **Planalto Dissecado (Faixa Uruaçu)**

Considerada a maior unidade geomorfológica na bacia do Rio Araguari, é limitada ao sul pelo Planalto Dissecado (Faixa Brasília), a oeste pelos Planaltos da Morfoestrutura Bacia Sedimentar do Paraná, ao norte faz divisa com os afluentes do Rio Paranaíba, é cortada pelo Planalto dos Residuais e pela chaminé de Serra Negra, a nordeste. O Rio Quebra Anzol comanda a dissecação de toda esta unidade.

As formas e padrões de relevo são: denudacional aguçado (Da), denudacional tabular (Dt), denudacional plano (Dp) e denudacional convexo (Dc), apresentando o predomínio das formas dissecadas e vertentes convexas, porém nesta unidade também irá aparecer uma Planície Fluvial (Apf)

O entalhamento médio dos vales varia de fraco a forte entre 20 e 160 m. A dimensão interfluvial apresenta distâncias médias entre 250 e 1.750 m. A altitude fica nas cotas de 700 a 1.200 m e as declividades oscilam de 2% nos topos até 128% nas escarpas onde a forma de relevo é do tipo denudacional aguçado.

3.2.4 – Unidade Morfoestrutural Intrusões Dômicas

As Intrusões Dômicas que ocorrem na bacia do Rio Araguari estão situadas próximas às cidades de Patrocínio e Tapira. Sua origem e evolução remontam ao processo de soerguimento do Alto Paranaíba que teve início no Paleozóico com término no Cretáceo Superior. São caracterizados pela presença de magmatismo alcalino. As Unidades Morfoesculturais que fazem parte desta Unidade Morfoestrutural são: Domo de Tapira, Serra Negra e Salitre (in Lima e Santos, UFU/IG 2004).

- **Intrusão Dômica de Tapira**

Está inserida na parte central do Planalto Dissecado (Faixa Brasília), possui forma circular, com bordas erodidas e vertentes abruptas. Os vales são em V e bem encaixados.

A forma e o padrão de relevo é do tipo denudacional convexo que mostra o forte grau de entalhamento dos vales, com profundidades que variam de 80 a 100 m. A dimensão interfluvial é de 750 a 3.000 m. As declividades giram em torno de 9 a 43% tendo a recorrência da maior declividade. A altitude está entre 1.000 e 1.200 m.

- **Intrusões Dômicas Serra Negra e Salitre**

Ocorrem nas proximidades da cidade de Patrocínio na parte norte-nordeste da Bacia. O domo Serra Negra tem forma circular, com bordas erosivas que forma vertentes convexas e retilíneas. Na base do domo o relevo é suave, apresentando

inclusive uma planície fluvial. O domo Serra de Salitre possui forma semicircular. Ambas possuem vertentes com materiais coluvionares.

As formas e padrões de relevo encontrados são: denudacional convexo (Dc) e nas bordas erosivas e topos o tipo denudacional tabular (Dt). A declividade é variável e atinge até 10%. As cotas altimétricas estão em torno de 1.100 a 1.200 m, o grau de entalhamento dos vales pode ser menor que 20 m nos topos, chegando a até 40 m nas vertentes. A dimensão interfluvial é em torno de 750 a 3.750 m.

3.2.5 – Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar Cenozóica

Está distribuída de forma irregular na Bacia, mas apresenta maior concentração na área da Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, principalmente nos topos suavizados e fundos de vale. É subdividida em duas unidades morfoesculturais: as Planícies Fluviais e as Veredas.

- **Planícies Fluviais (Apf)**

De acordo com Carvalho, 2000 (in Lima e Santos, UFU/IG 2004) as planícies fluviais estariam relacionadas aos processos de soerguimento póscretácicos, que produziram falhas estruturais originando patamares onde aparecem as planícies fluviais que acumulam os sedimentos carreados pelos cursos d'água.]

As morfologias das planícies são formadas por compartimentos de baixa declividade e caimento leve em direção à calha de drenagem com forma meendrante, bancos e pequenas ilhas de areia.

- **Veredas (Vrd)**

As veredas segundo Schneider, 1991 (in Lima e Santos, UFU/IG 2004) podem ter-se originado de processo geoquímicos de lixiviação de minerais primários em rochas mais solúveis e cujo abatimento formou pequenas depressões que originaram as veredas. A outra origem admite que a lixiviação dos minerais e as oscilações do lençol freático resultaram em áreas suavemente depressionadas para onde convergiram às águas pluviais infiltradas favorecendo o aparecimento de nascentes de vários cursos de água.

Esta Unidade aparece apenas nos Planaltos da Bacia Sedimentar do Paraná e nas áreas de topo da Unidade Morfoestrutural Serra da Canastra. As características das veredas são: o solo hidromórfico, a vegetação do tipo gramínea e ciperáceas como o Buriti e material areno-argiloso (in Lima e Santos, UFU/IG 2004).

A figura 02 mostra a distribuição espacial das diversas características geomorfológicas na bacia. Os valores são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 02 – Unidades geomorfológicas da bacia do rio Araguari		
Unidade Morfoestrutural	Unidade Morfoescultural	Área (Km ²)
Bacia Sedimentar do Paraná	Cânion do Araguari	551,72
	Planalto Dissecado	1.152,26
	Planalto Tabular	6.415,19
Complexo Granito-Gnássico Metassedimentar	Planalto Dissecado do Paranaíba	665,73
	Planalto Dissecado (F. Brasília)	3.201,95
Faixa de Dobramento	Planalto Dissecado (F. Uruaçu)	8.615,94
	Planalto dos Residuais (F. Brasília)	1.059,09
	Serra Da Canastra	223,25
Intrusões Dômicas	Domo de Serra Negra E Salitre	68,06
	Domo de Tapira	132,46

Fonte: Monte Plan – Log Engenharia 2007

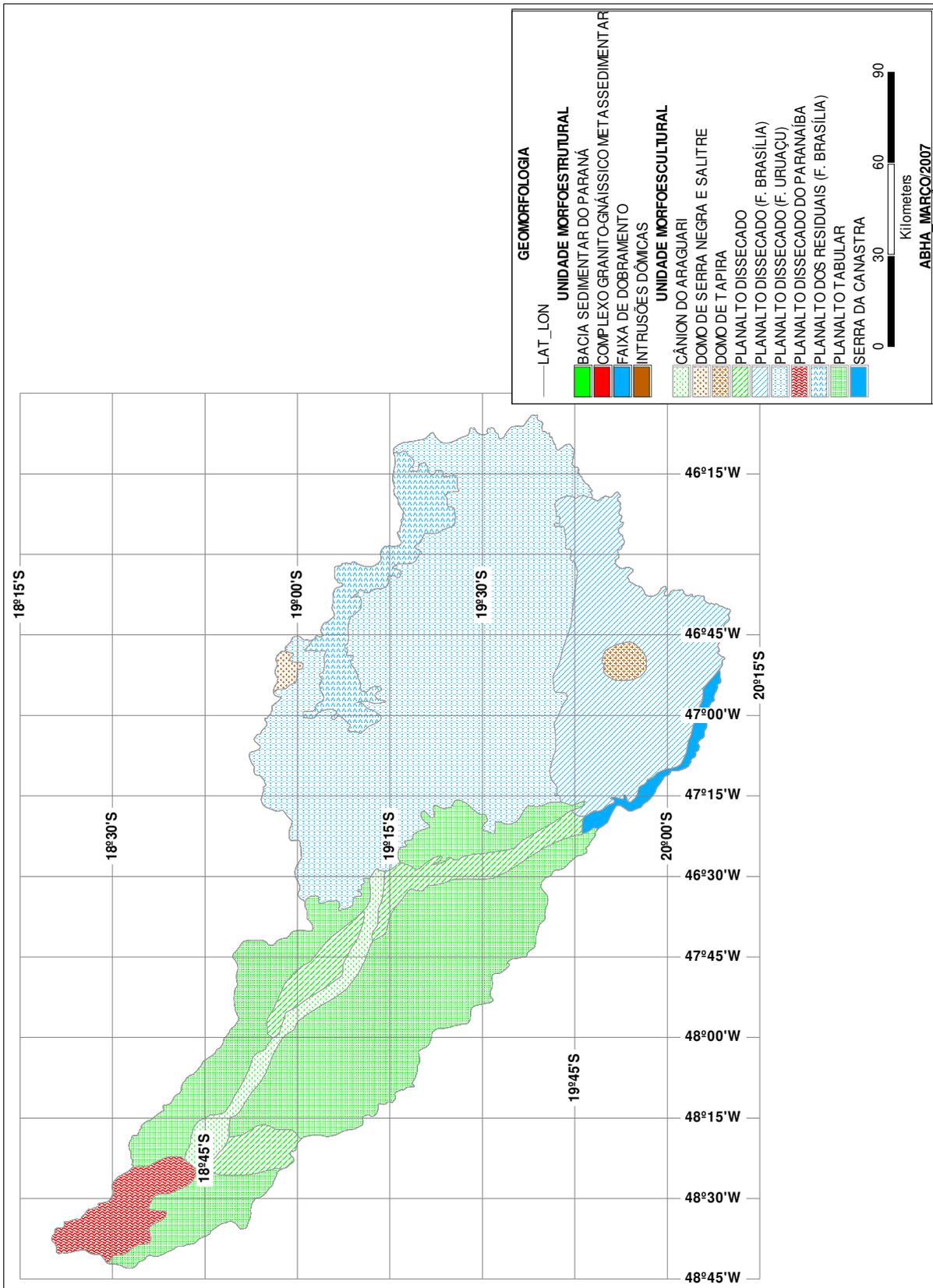


Figura 02 – Unidades Geomorfológicas na Bacia do Rio Araguari

3.3 – Geologia

A Bacia do Rio Araguari está inserida num arcabouço geológico estruturado em duas Unidades Geotectônicas: uma do Proterozóico Médio e Superior e a outra da Reativação Sul-Atlantiana, além de incluir a parte mais setentrional da grande Bacia Sedimentar do Paraná, de idade Mesozóica.

Na Unidade Geotectônica do Proterozóico Médio e Superior está localizada a Bacia Uruaçu que é representada por seqüências metassedimentares detríticas (Grupo Canastra) cuja evolução é relacionada à evolução de um rifte mesoproterozóico (Campos-Neto, 1984; Marini et al, 1984; Freitas-Silva, 1991; Pereira, 1992; Fuck et al, 1993; Schobbenhaus, 1993). Suas litologias foram deformadas e metamorfasadas no Evento Brasileiro. Também inserido nesta Unidade está o Cráton São Francisco e suas faixas móveis marginais, em destaque na área, a Faixa Móvel Brasília, cuja constituição se deu no fim do Neoproterozóico, aproximadamente a 600 Ma, e está no limite ocidental do Cráton do São Francisco.

A Faixa Brasília (Almeida, 1977) tem como principais unidades litoestratigráficas Neoproterozóicas, representadas na Bacia do Rio Araguari, os Grupos: Araxá, Ibiá e Bambuí. O Grupo Araxá é constituído por um pacote metavulcano-sedimentar. O Grupo Ibiá contém depósitos sedimentares relacionados à glaciação neoproterozóica.

A Unidade Geotectônica Reativação Sul-Atlantiana, segundo Schbbenhaus & Campos, 1984 está relacionada ao evento de movimentação tectônica que adveio da abertura do Atlântico. A esta reativação se devem processos de tectônica distensiva, magmatismo, sedimentação e morfogênese (soerguimentos).

A manifestação mais intensa foi ocasionada pelos derrames basálticos e sedimentação continental nas Bacias do Paraná e Alto Sanfranciscana.

O pacote Mesozóico da Bacia do Paraná está representado na Bacia do Rio Araguari pela sucessão vulcano-sedimentar do Grupo São Bento e pelos sedimentos clásticos e vulcanoclásticos do Grupo Bauru.

A Bacia Alto Sanfranciscana engloba o Grupo Mata da Corda que é constituído, essencialmente por depósitos sedimentares continentais. A figura 03 e a tabela 03 distribuem espacialmente as diversas características geológicas da bacia.

Em termos litoestratigráficos a Bacia do Rio Araguari é formada da base para o topo.

3.3.1 – ARQUEANO

- **Complexo Granito-Gnáissico**

Esse complexo de rochas muito metamorfasadas e deformadas compõe na região o chamado embasamento precambriano, cuja idade radiométrica não é ainda muito bem definida; sendo arqueana a paleoproterozóica para Schobbenhaus et al (1975, 1984). Segundo Dardenne (2000), este Complexo é constituído essencialmente por rochas de composição ortognáissica e paragnáissica, granulitos félsicos e máficos e também migmatitos. Os gnaisses em geral são claros, a duas micas.

O trabalho realizado na região do Triângulo Mineiro denominado de Chaminés (DNPM, 1970) salienta que o contato do Complexo granito-gnáissico com as rochas do Grupo Araxá não é nítido. Em alguns locais, como nas

proximidades de Araxá, estão mascarados pela profunda decomposição e aplainamento. O baixo ângulo de mergulho das rochas do Complexo normalmente favorece a confusão com os micaxistos do Grupo Araxá.

De acordo com os estudos realizados para a UHE Nova Ponte, estes litotipos são encontrados entre o norte de Araxá (MG) e o rio Quebra Anzol, além disso, é aflorante em alguns locais do vale encaixado do rio Araguari. Este Complexo não está registrado no mapa geológico da bacia devido à escala do mapeamento que favoreceu a sua origem.

3.3.2 – PROTEROZÓICO

Proterozóico Médio – Unidade da Bacia Uruaçu

- **Grupo Canastra - CAQ**

Foi definido por Barbosa (in Barbosa, 1970) como sendo metamorfitos. O Grupo Canastra é constituído por filitos e quartzitos. Os filitos são, na maioria, quartzo-filitos, caracterizados por lâminas delgadas de filitos intercaladas por lâminas delgadas de quartzito, a granulação é muito fina chegando a síltica. Os filitos grafitosos são predominantes, porém, também ocorrem os tipos sericíticos, piritosos e granatíferos. Os quartzitos são ferruginosos e itabiríticos com granulação fina.

O intenso dobramento ocasionou a inversão de camadas dificultando a determinação da seqüência estratigráfica. Nas proximidades de zonas de falhas os quartzitos estão milonitizados e com aspecto fibroso (“xisto pau”) ou silicificados perdendo o aspecto granular (popularmente são conhecidos como

“gelados”). O metamorfismo apresentado por essas rochas é de baixo grau e o contato com os Grupos Araxá e Ibiá é por falhamentos.

3.3.3 – NEOPROTEROZÓICO

- **Grupo Araxá - ARX**

O Grupo Araxá foi definido com o nome de “série” por Barbosa (1955) para um espesso pacote de xistos de alto a médio graus de metamorfismo, ocorrente na região homônima. É o grupo de rochas precambrianas mais espesso e de maior expressão superficial da região do Triângulo Mineiro. Inicialmente estabelecido como de idade mesoproterozóica é atualmente considerado de idade neoproterozóica. O vulcanismo associado à sedimentação do Grupo Araxá é variado, incluindo desde anfíbolitos de fundo oceânico até tufos e metavulcânicas ácidas (in COMIG, 2001).

Na Bacia do Rio Araguari predominam os micaxistos de origem sedimentar e vulcânica tais como: micaxisto calcífero, muscovita-quartzo-xisto, muscovita-clorita-xisto, granada-biotita-xisto, estauroлита-xisto e xistos feldspáticos. Em geral apresentam como minerais acessórios a granada, rutilo, zircão, turmalina e estauroлита. Além dos xistos ocorrem lentes e camadas quartzíticas puras e de quartzitos micáceos. No rio Quebra Anzol os quartzitos estão normalmente milonitizados

Em alguns locais, os xistos são mais metamórficos e foram transformados em paragneisses à biotita e anfibólio. As rochas do Grupo Araxá embora dobradas em conjunto com as rochas do Complexo Granito-gnáissico se sobrepõem a este.

- **Grupo Ibiá**

Foi subdividido por Pereira (1992) em duas Formações: Cubatão e Rio Verde. A Formação Cubatão (IBD), basal, é constituída por metadiamicritos com intercalações de quartzitos. A Formação Rio Verde (IBF) é a porção superior, é composta por filitos calcíferos. A passagem vertical entre as duas Formações é gradual, com redução da quantidade e do tamanho dos seixos nas porções superiores da Formação Cubatão.

Os filitos calcíferos bandados da Formação Rio Verde têm composição mineralógica semelhante à matriz dos metadiamicritos da Formação Cubatão. Esta Formação é considerada correlativa da Formação Jequitaí (Grupo Macaúbas).

O metamorfismo é de baixo grau e de fácies xisto-verde. O contato com as rochas do Complexo Granito-Gnáissico e com as do Grupo Araxá, que se faz através de falhas de empurrão e com as rochas do Grupo Canastra, é concordante.

- **Grupo Bambuí**

Constitui a principal unidade litoestratigráfica neoproterozóica do Cráton do São Francisco, possui grande extensão e tem características relativamente constantes dos seus sedimentos. A litoestratigrafia original foi levantada por Branco & Costa (1961) e modificada por Dardenne (1978).

Este Grupo é constituído de calcários, arenitos quartzíticos, arcóseos, conglomerados, siltitos, margas e filitos ardosianos. Os calcários do Bambuí variam de silicosos e dolomíticos até predominantemente calcíticos.

Na Bacia do Rio Araguari o Grupo Bambuí está representado pelo Subgrupo Paraopeba Indiviso – BP, localizado na parte nordeste. Este subgrupo representa a sucessão pelito-carbonatada, depositada em plataforma carbonática isolada, após a Glaciação Jequitaí.

O Subgrupo Paraopeba é formado pelas seguintes formações: Formação Sete Lagoas constituído de seqüência carbonatada (calcários variados e dolomitos) e termos pelíticos subordinados (filitos e cálcio-filitos); Formação Serra de Santa Helena que é composta por folhelhos sílticos, siltitos, margas e lentes de calcário; Formação Lagoa do Jacaré que representa um pacote de intercalações cíclicas de siltitos, margas e calcários variados e Formação Serra da Saudade onde se encontram siltitos, verdetes, folhelhos, argilitos e lentes de calcário.

3.3.4 – EOPALEOZÓICO/ NEOPROTEROZÓICO

- **Granitos e Granitóides pós-tectônicos (GA1)**

Na Bacia do Rio Araguari ocorrem pequenos corpos graníticos intrusivos no Grupo Araxá. No estudo denominado de “Avaliação dos recursos hídricos do Sistema Aqüífero Guarani (SAG) no município de Araguari – MG, 2004” foram identificados três corpos de rochas granitóides não deformadas denominadas de corpo de Taquaral - o maior deles, a nordeste da cidade de Araguari; um pequeno corpo a leste da cidade nas imediações de Francilina, e um terceiro na localidade de Pau Furado.

O corpo granitóide de Taquaral forma um relevo bastante característico, com pequenos pontões e matacões arredondados. Em afloramento é um granito porfirítico com cristais centimétricos de feldspato alcalino imersos em uma matriz

de granulação muito grossa a biotita. Este corpo é bem visível tanto em afloramentos naturais quanto nos cortes e túneis da estrada de ferro que atravessa essa região. Na localidade de Bocaina, na pedreira de calcário da Agrocal, corpos aplíticos absolutamente sem deformação e relacionados a essa granitogênese, atravessam as rochas do Grupo Araxá.

As intrusões provocam por vezes auréolas de metamorfismo nos xistos encaixantes, com associações minerais de grau mais elevado, com cianita, andaluzita, granada e por vezes estaurolita. No mapa geológico da bacia, situam-se a sudeste.

3.3.5 – MESOZÓICO

As unidades mesozóicas ocorrentes na região são correlacionadas às formações Serra Geral e Botucatu, pertencentes ao Grupo São Bento da Bacia do Paraná, Formações Marília, Uberaba e Vale do Rio do Peixe do Grupo Bauru, Formação Capacete do Grupo Mata da Corda e pelos Complexos Tapira e Salitre.

3.3.6 – CRETÁCEO INFERIOR/JURÁSSICO

- **Grupo São Bento**

O Grupo São Bento é uma das mais importantes e mais extensas unidades estratigráficas da Bacia Sedimentar do Paraná e constitui-se de duas formações.

- **Formação Botucatu (BT)**

A Formação Botucatu é constituída por arenitos, em geral finos, elevado grau de arredondamento, típicos de ambiente desértico e ambiente supra litorâneo, do tipo deserto na costa marinha. A rocha típica é um arenito cor de tijolo, fino a médio, pouco argiloso, sempre com estratificação cruzada que são as estruturas sedimentares dominantes. Ocorrem também arenitos arroxeados, de granulação grossa, mal classificados e arenitos amarelados a cor creme, granulação fina, estratificação plano paralela. Geralmente os arenitos são manchados, quando silicificados, por ação dos derrames basálticos da Formação Serra Geral.

- **Formação Serra Geral (SG)**

Esta formação é constituída por extensos derrames basálticos acontecidos durante os períodos Jurássico e Cretáceo. Estes derrames são múltiplos, podendo contar-se até três sucessivos ao sul da cidade de Araguari; o critério para separação de derrames é a existência de amígdalas e vesículas preenchidas de minerais secundários.

A espessura do basalto atinge, na região de Araguari, de 200 a 300 metros.

A rocha é persistentemente negra e afanítica, não se encontrando tipos de granulação mais grosseira; nos afloramentos artificiais, cortes de estrada e pedreiras é possível verificar a existência de disjunção colunar hexagonal de resfriamento com colunas métricas. Característica também é a alteração hidrotermal, com formação de argilas esmectíticas e de geodos de minerais secundários (in Avaliação dos recursos hídricos do Sistema Aqüífero Guarani (SAG) no município de Araguari – MG, 2004”).

Os afloramentos naturais são muito comuns e característicos pela existência de exfoliação esferoidal nos blocos desagregados. Nesses afloramentos a espessura do manto de intemperismo é relativamente pequena; o solo resultante é muito argiloso, de cor vermelha escuro arroxeada, razão pela qual são conhecidos pelo nome de “terra roxa”, de grande fertilidade. Afloramentos característicos de rocha fresca estão ao longo dos rios onde formam desde saltos rápidos até cachoeiras.

É muito comum a ocorrência de níveis areníticos intercamadados aos basaltos, os denominados arenitos intertrapeanos. A presença destes níveis areníticos está relacionada ao ambiente desértico sobre o qual o basalto se derramou. As dunas de areia do deserto Botucatu voltavam a se formar nos períodos de calma do vulcanismo. Por causa disso, esses arenitos marcam derrames sucessivos. As características fundamentais dos arenitos intertrapeanos na região de Araguari são: cores avermelhadas a amareladas, quase sempre manchados; granulometria unimodal e pouca quantidade ou ausência de matriz; pequena espessura (poucos centímetros a poucos metros), silicificação profunda que os transformou em um material quase vítreo (conhecido pelo nome de “carne de vaca” no Triângulo Mineiro). Esta silicificação ou vitrificação é resultante da formação de um cimento de calcedônia no arenito por ação do vulcanismo; no entanto, ela não é total nem uniforme, encontrando-se muitas partes do arenito com todas as características sedimentares primárias preservadas. Por vezes, no meio das camadas do arenito intertrapeano encontra-se um siltito argiloso, com grãos de quartzo esparsos, não silicificado (in Avaliação dos recursos hídricos do Sistema Aquífero Guarani (SAG) no município de Araguari – MG, 2004).

3.3.7 – CRETÁCEO

- **Suítes Alcalinas**

Originadas pelo magmatismo cretáceo e pela tectônica extensional da Reativação Sul-Atlantiana, as suítes Tapira (LT) e Salitre (LS) são associações máficas a ultramáficas álcali-saturadas a peralcalinas e têm como principais litologias os dunitos, peridotitos, glimmeritos, carbonatitos e piroxenitos. Esses corpos alcalinos-carbonatíticos alinham-se segundo a direção NW, ao longo de falhas, entre a Bacia do Paraná e o Cráton do São Francisco (Hasui, Y. e Cordani, U.G. 1976). Encontram-se encaixados nas rochas metassedimentares do Grupo Canastra e Bambuí.

O domo de Tapira está situado a cerca de 1.300 metros de altitude, possui a forma oval e tem como rocha principal o jacupiranguito - de cor esverdeada e granulação grossa. O centro é cortado por veios de quartzito silexítico de caráter hidrotermal por canga. Na parte externa a noroeste e sudeste destacam-se os diques em anéis de rochas sub-alcalinas e mais externamente os fragmentos de quartzitos que circundam todo o material.

O domo salitre possui a forma circular e é circundado por quartzito com espessura da camada da ordem de 600 – 700 metros com extensa falha que ocasiona o aparecimento de ardósias do Grupo Bambuí. Ao norte o domo do Salitre funde-se com o domo Serra Negra que está fora da bacia do Rio Araguari.

- **Grupo Bauru**

Essa designação foi dada por Almeida & Barbosa (1953) e sobrepõe-se em discordância erosiva à Formação Serra Geral.

A sedimentação do Grupo Bauru fecha o período mesozóico nesta parte da Bacia Sedimentar do Paraná e é de idade cretácea média a superior. Na bacia do Rio Araguari o Grupo Bauru é representado pelas seguintes Formações: Uberaba (base) e Marília (topo).

a) Formação Uberaba (BUB)

A Formação Uberaba exibe cerca de 80 metros de espessura e é constituída por arenito lítico verde, de granulação média a fina, grãos bem arredondados e cimentados por carbonato e cálcio. Intercalações de siltitos vermelhos ocorrem formando corpos sigmoidais entremeados na seqüência fluvial. Os fragmentos são formados por rochas vulcânicas alcalinas, às quais se juntam clastos de basaltos, rochas metamórficas do embasamento e arenitos silicificados da Formação Botucatu.. O contato com a Formação Serra Geral é por discordância erosiva.

As rochas são muito susceptíveis à alteração química, gerando um relevo plano com profundos perfis de intemperismo.

b) Formação Marília (BU)

É caracterizada por fácies de calcários lacustrinos e calcretes, na base, com arenitos e conglomerados calcíferos na parte superior. A deposição da Formação Marília é da ordem em ambiente de clima semi-árido. A espessura da Formação Marília no Triângulo é da ordem de 200 metros e suas áreas de exposição apresentam relevo com escarpas íngremes e bem delineadas. Petri & Fúlfaro, 1983 consideram as relações de contato entre as formações Marília e Uberaba com interdigitações laterais.

- **Grupo Mata da Corda – Formação Capacete (MC)**

É considerada a unidade de topo do Grupo Mata da Corda e está assentada por sobre a Formação Patos. É constituída por arenitos cineríticos, localmente conglomeráticos, com cimento carbonático. Ocorre associada às fácies vulcânicas, que recobre e com quem se interdigita lateralmente.

A estrutura sedimentar predominante é a estratificação cruzada acanalada e geometria em cunhas.

3.3.8 – CENOZÓICO

- **Quaternário/Terciário**

As coberturas detríticas (TQ) de idade indiscriminada são encontradas sobre as superfícies de aplainamento correspondente à superfície Sul-Americana. Tratam-se de eluviões e coluviões, eventualmente associados a sedimentos aluvionares de canais suspensos, que se apresentam em graus variados de laterização. Couraças ferruginosas protegem as superfícies de aplainamento da erosão.

Os depósitos aluvionares, por causa da evolução do relevo são no conjunto, inexpressivos e restritos às drenagens mais importantes. Ressalte-se, no entanto, que grande parte das planícies aluvionares estão hoje cobertas pelos grandes reservatórios das usinas hidrelétricas, o que torna a região carente de depósitos de areia e argila, fato este que tende a se agravar no futuro, quando a totalidade do potencial de geração de energia elétrica dos rios estiver explorado. Para agravar o problema deve-se levar em conta o fato de que o Triângulo

Mineiro é uma das regiões brasileiras onde a expansão urbana tem sido mais notável nos últimos tempos.

A existência de extensos e espessos depósitos eluvionares e coluvionares no nível máximo e no contato com o nível intermediário do planalto superior materializa o retrabalhamento da superfície Sul-Americana e o ajustamento da rede de drenagem a partir do fim do Terciário.

O processo de dissecação do relevo provocou o aparecimento de largos canais de drenagem que atingiram profundamente o substrato metamórfico/granítico e resultou em sulcos profundos com diferenças de nível que, do fundo dos vales ao nível máximo das chapadas, podem atingir mais de 300 metros.

Os depósitos coluvionares são constituídos essencialmente por seixos de alto grau de arredondamento e de dimensões centimétricas - parte deles podendo ser proveniente do conglomerado basal cretáceo. Trata-se de depósitos de espessura variando de métrica a decamétrica, cores entre vermelho e vermelho escuro e seixos sustentados por uma matriz laterítica totalmente incoesa. Nos níveis onde os depósitos podem ser caracterizados como eluviais, é bem menor a quantidade e tamanho dos seixos e maior a angulosidade. O material eluvionar é mais coeso podendo haver localmente, se bem que raramente, o desenvolvimento de carapaça de canga ferruginosa de poucos centímetros.

A tabela seguinte apresenta os valores de áreas ocupadas por cada tipo de formação. Às Sub-bacias atribuiu-se um número conforme a descrição seguinte:

Códigos das sub-bacias

Unidade 01 – Foz do Rio Araguari

Unidade 02 – Rio Uberabinha

Unidade 03 – AHE's Capim Branco

Unidade 04 – Médio Rio Araguari

Unidade 05 – Ribeirão das Furnas

Unidade 06 – Rio Claro

Unidade 07 – Baixo Rio Quebra Anzol

Unidade 08 – Ribeirão Santa Juliana

Unidade 09 – Ribeirão Santo Antônio

Unidade 10 – Alto Rio Araguari

Unidade 11 – Rio Galheiro

Unidade 12 – Rio Capivara

Unidade 13 – Ribeirão do Salitre

Unidade 14 – Ribeirão do Inferno

Unidade 15 – Alto Rio Quebra Anzol

Unidade 16 – Ribeirão Grande

Unidade 17 – Rio São João

Unidade 18 – Rio Misericórdia

Tabela 03 – Características geológicas das sub-bacias

Sub-bacia	ARX	BP	BU	CAQ	IBD	IBF	MC	NIHIL	SG	TQ	γ^1	λA	λS	λT
01	189,94	-	123,63	-	-	-	-	138,55	233,56	-	-	-	-	-
02	-	-	1.966,86	-	-	-	-	3,22	218,78	-	-	-	-	-
03	173,60	-	220,06	-	-	-	-	10,52	655,13	-	119,59	-	-	-
04	47,53	-	841,24	-	-	-	-	-	855,42	-	0,79	-	-	-
05	-	-	395,89	-	-	-	-	-	88,78	-	-	-	-	-
06	-	-	1.071,11	-	-	-	-	-	35,04	-	-	-	-	-
07	1.058,76	-	207,67	263,86	14,37	246,27	-	-	170,26	-	142,72	-	-	-
08	15,73	-	425,25	-	-	-	-	-	43,58	-	-	-	-	-
09	554,00	12,46	-	160,89	28,57	87,03	-	-	-	-	-	-	-	-
10	22,71	-	349,87	2.142,90	-	-	-	-	438,21	50,07	-	-	-	24,41
11	671,68	-	9,02	25,56	-	-	-	-	-	-	68,17	-	-	-
12	939,89	-	0,33	83,20	-	-	-	-	-	-	325,89	10,35	-	-
13	-	110,98	-	179,32	41,41	215,96	-	-	-	13,89	-	-	51,25	-
14	0,45	-	-	540,54	-	-	-	-	-	18,91	-	-	-	4,39
15	324,98	-	-	649,61	-	986,39	-	-	-	52,43	289,21	-	-	-
16	-	-	-	166,79	10,32	44,46	-	-	-	28,11	-	-	-	-
17	-	41,08	-	351,33	20,32	150,62	371,64	-	-	27,12	-	-	-	-
18	-	56,89	-	478,49	45,62	443,69	374,62	-	-	11,93	-	-	-	-
Total	3.999,26	221,41	5.610,92	5.042,50	160,62	2.174,41	746,26	152,29	2.738,76	202,45	946,37	10,35	51,25	28,80

Fonte: COMIG

ARX Micaxistos, anfíbolitos, quartzitos, gnaisses, formação ferrífera
 BP SUBGRUPO PARAÓPEBA INDIVISO
 BU FM MARÍLIA: arenitos, conglomerados, arenitos calcíferos e calcáreos
 CAQ GRUPO CANASTRA: quartzitos, filitos; CAX: domínio de xistos e filitos
 IBD FM CUBATÃO: metadiamicctitos, quartzitos
 IBF FM RIO VERDE: filitos
 MC FM CAPACETE: arenitos cineríticos

SG FM SERRA GERAL: basaltos e diabáticos
 TQ Coberturas detritico-lateríticas, detriticas e eluvionares em superfícies de apl
 γ^1 Granitóides porfíricos sin - a tarde tectônicos
 λA Suíte alcalina de Araxá
 λS Suíte alcalina de Salitre
 λT Suíte alcalina de Tapira

3.4 – Hipsometria

Conforme relatado por Rosa et al (2004) a hipsometria preocupa-se em estudar as inter-relações existentes em determinada unidade horizontal de espaço no tocante à sua distribuição em relação às cotas altitudinais, indicando a proporção ocupada por determinada área da superfície terrestre em relação às variações altimétricas a partir de determinada isoipsa base.

Os estudos hipsométricos possibilitam conhecer o relevo, que por sua vez interfere decisivamente no processo erosivo, principalmente através do escoamento superficial da água. A configuração topográfica de uma área de drenagem está estritamente relacionada com os fenômenos de erosão que se processam em sua superfície. Também através da hipsometria é possível detectar o índice de dissecação do relevo (ROSA et al, 2004).

A base informacional para a elaboração do mapa hipsométrico foram as folhas topográficas editadas pelo FIBGE, na escala de 1:250.000, com equidistância entre as curvas de nível de 50 metros.

Devido à ausência de uma convenção internacional para a construção de mapas hipsométricos, procedeu-se a uma análise da topografia da sub-bacia, conseguindo-se estabelecer as seguintes classes altimétricas: menor do que 750, 750 a 850, 850 a 950, 950 a 1050, 1050 a 1150 e, maior do que 1150 metros de altitude (ROSA et al, 2004).

Tabela 04 – Área ocupada pelas diferentes categorias altimétricas

Categorias (m)	Área (km ²)	Área (%)
Menor 750	1.374	6,19
750 – 850	2.172	9,79
850 – 950	6.904	31,12
950 – 1050	6.803	30,67
1050 – 1150	3.171	14,29
Maior 1150	1.762	7,94
Total	22.186	100,00

Fonte: ROSA, R, *et.al.* (2004).

3.5 – Declividade

O mapa de declividade do terreno constitui-se em um importante instrumento de apoio a estudos de potencialidade de uso agrícola de uma determinada área, quando correlacionado a outros tipos de fenômenos geográficos inerentes à topografia. Distinções baseadas nessas condicionantes são empregadas para prover informação sobre praticabilidade de emprego de equipamentos agrícolas, normalmente os mecanizadas, e facultar inferências sobre susceptibilidade dos solos à erosão (ROSA et al, 2004).

O mapa de declividade foi elaborado automaticamente, a partir de um modelo digital de elevação, gerado usando-se as folhas topográficas editadas

pela FIBGE, na escala de 1:250.000, com equidistância entre as curvas de nível de 50 metros (ROSA et al, 2004).

A escolha das classes de declividade depende do uso do mapa. Distinções baseadas nessas condicionantes são empregadas para prover informação sobre praticabilidade de emprego de equipamentos agrícolas, normalmente os mecanizados, e facultar inferências sobre susceptibilidade dos solos à erosão (ROSA et al, 2004).

De acordo com Rosa (2004) baseado nas declividades críticas para determinado tipo de uso da terra, foram mapeados as seguintes classes de declividade: menor do que 3 % (relevo plano), 3 a 8% (relevo suave ondulado), 8 a 12 % (relevo medianamente ondulado), 12 a 20 % (relevo ondulado) e maior do que 20 % (relevo fortemente ondulado), conforme (tabela 05).

Conforme Rosa et al (2004) são descritas as categorias: Categoria Menor do que 3 % - são as áreas de relevo plano ou quase plano onde o escoamento superficial é lento ou muito lento. O declive do terreno não oferece dificuldades aos implementos e máquinas agrícolas.

Categoria 3 a 8 % - são as áreas de relevo suaves ondulado, com interflúvios extensos e aplainados, vertentes ravinadas de pequena expressão e vales abertos. O declive por si só não impede o uso de implementos e máquinas agrícolas, porém exigem práticas agrícolas para a conservação dos solos.

Categoria 8 - 12 % - são também áreas de relevo medianamente ondulado, com as mesmas características da categoria 3 - 8 %. No entanto, este tipo de declive pode oferecer restrições a algum tipo de implemento agrícola, além de exigir práticas agrícolas complexas de conservação. O escoamento superficial é rápido na maior parte dos solos.

Categoria 12 - 20 % - são áreas de relevo ondulado dissecado, vales abertos a fechados. O escoamento superficial é rápido. Exigem práticas agrícolas complexas. O rendimento dos implementos e máquinas agrícolas é baixo.

Categoria maior 20 % - são áreas de relevo fortemente ondulado, topografia movimentada, formada por morros, com declives fortes. Impróprias para o uso agrícola.

As cartas de percentagens de declividade têm sido consideradas como um documento básico para os planejadores regionais, com múltiplas utilizações também nos estudos de estrutura agrária e da geomorfologia, além de apresentar vantagens de melhor visualizar a declividade das vertentes e melhor realçar as áreas com declividades homogêneas (ROSA, R. et. al. 2004).

A velocidade do escoamento superficial e sub-superficial de uma bacia fluvial é determinada pela declividade do terreno. Assim, a declividade dos terrenos de uma bacia hidrográfica controla, em boa parte, a velocidade do escoamento superficial, controlando o tempo de duração que leva a água das precipitações para atingir e concentrar-se nos canais fluviais (ROSA et al, 2004).

Tabela 05 – Área ocupada pelas diferentes categorias de declividade

Categorias (%)	Área (km²)	Área (%)
Menor 3	13.438	60,57
3 – 8	2.392	10,78
8 – 12	2.085	9,40
12 – 20	2.590	11,67
Maior 20	1.681	7,58
TOTAL	22.186	100,00

Fonte: ROSA, R, *et.al.* (2004).

4 – CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DAS SUB-BACIAS

Vários aspectos fisiográficos da bacia, tais como área, perímetro, forma, densidade de drenagem, declividade do rio, tempo de concentração, cobertura vegetal, uso, ocupação e relevo, auxiliam na interpretação dos resultados dos estudos hidrológicos e permitem estabelecer relações e comparações com outras bacias conhecidas. Esses aspectos têm influência direta no comportamento hidrometeorológico da bacia em estudo e, conseqüentemente, no regime fluvial e sedimentológico do curso d'água principal.

A comparação dessas características e relações é um importante subsídio para a definição de “regiões hidrologicamente homogêneas” - conceito de caráter um tanto subjetivo e que também depende da experiência do profissional em hidrologia.

Tabela 06 - Grandezas das Sub-bacias

ID	Sub-Bacia	Área (km ²)	Perímetro (km)	Comprimento (Km)		Cota (m)	
				Comprimento	Curso D'água Principal	Mínima	Máxima
01	Foz do Araguari	685,69	133,36	662,20	81,26	465,00	905,00
02	Rio Uberabinha	2.188,86	291,41	1.350,75	151,68	485,00	975,00
03	AHEs Capim Branco	1.178,89	161,82	1.041,92	115,88	515,00	954,00
04	Médio Araguari	1.744,98	352,00	1.286,82	134,24	630,00	1.055,00
05	Ribeirão das Furnas	484,67	104,47	254,68	35,25	635,00	1.002,00
06	Rio Claro	1.106,16	194,33	466,82	99,83	690,00	1.045,00
07	Baixo Quebra-Anzol	2.103,91	363,95	2.322,23	166,33	730,00	1.085,00
08	Rib. Santa Juliana	484,56	115,34	270,67	65,07	735,00	1.102,00
09	Rib. Santo Antônio	842,95	142,27	766,59	78,11	760,00	1.035,00
10	Alto Araguari	3.028,15	381,02	4.254,67	209,70	810,00	1.350,00
11	Rio Galheiro	774,42	144,08	921,33	92,20	770,00	1.150,00
12	Rio Capivara	1.359,65	197,06	1.612,95	107,93	785,00	1.320,00
13	Ribeirão do Salitre	612,82	128,44	621,67	74,01	790,00	1.170,00
14	Ribeirão do Inferno	564,29	145,91	783,40	73,57	905,00	1.260,00
15	Alto Quebra-Anzol	2.302,62	303,24	2.693,78	174,63	835,00	1.255,00
16	Ribeirão Grande	249,69	79,80	235,68	37,42	840,00	1.135,00
17	Rio São João	962,12	151,59	918,57	91,77	845,00	1.155,00
18	Rio Misericórdia	1.411,23	188,91	1.705,05	100,37	875,00	1.190,00

Fonte: Log Engenharia 2006

As principais características fisiográficas são descritas a seguir.

4.1 – Área de Drenagem

A área de drenagem de uma bacia é a projeção em um plano horizontal da superfície contida entre seus divisores topográficos. É obtida através de planimetria clássica ou processos computacionais, em plantas de localização, e expressa, comumente, em km² ou ha.

4.2 – Perímetro

É o comprimento linear do contorno do limite da bacia, expresso geralmente em km.

4.3 – Forma da Bacia

Para a caracterização da forma de uma bacia são utilizados índices que buscam associá-la com formas geométricas conhecidas. O índice ou coeficiente de compacidade, K_c , é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, ou seja:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}, \text{ onde:}$$

P = perímetro da bacia, em km.

A = área de drenagem da bacia, em km².

O índice de compacidade é uma medida do grau de irregularidade da bacia, já que para uma bacia circular ideal ele é igual a 1,0. Desde que outros

fatores não interfiram, quanto mais próximo da unidade for o índice de compacidade maior será a potencialidade de ocorrência de picos elevados de enchentes.

O índice de conformação ou fator de forma, K_f , é a relação entre a área da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medido ao longo do curso d'água principal, desde a foz até a cabeceira mais distante, próxima do divisor de águas da bacia. Então:

$$K_f = \frac{A}{L^2}, \text{ onde:}$$

L = comprimento axial da bacia, ou comprimento total do curso d'água principal, em km;

O índice de conformação relaciona a forma da bacia com um retângulo. Numa bacia estreita e longa, a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, ao mesmo tempo, toda sua extensão, é menor que em bacias largas e curtas. Desta forma, para bacias de mesmo tamanho, será menos sujeita a enchentes aquela que possuir menor fator de forma.

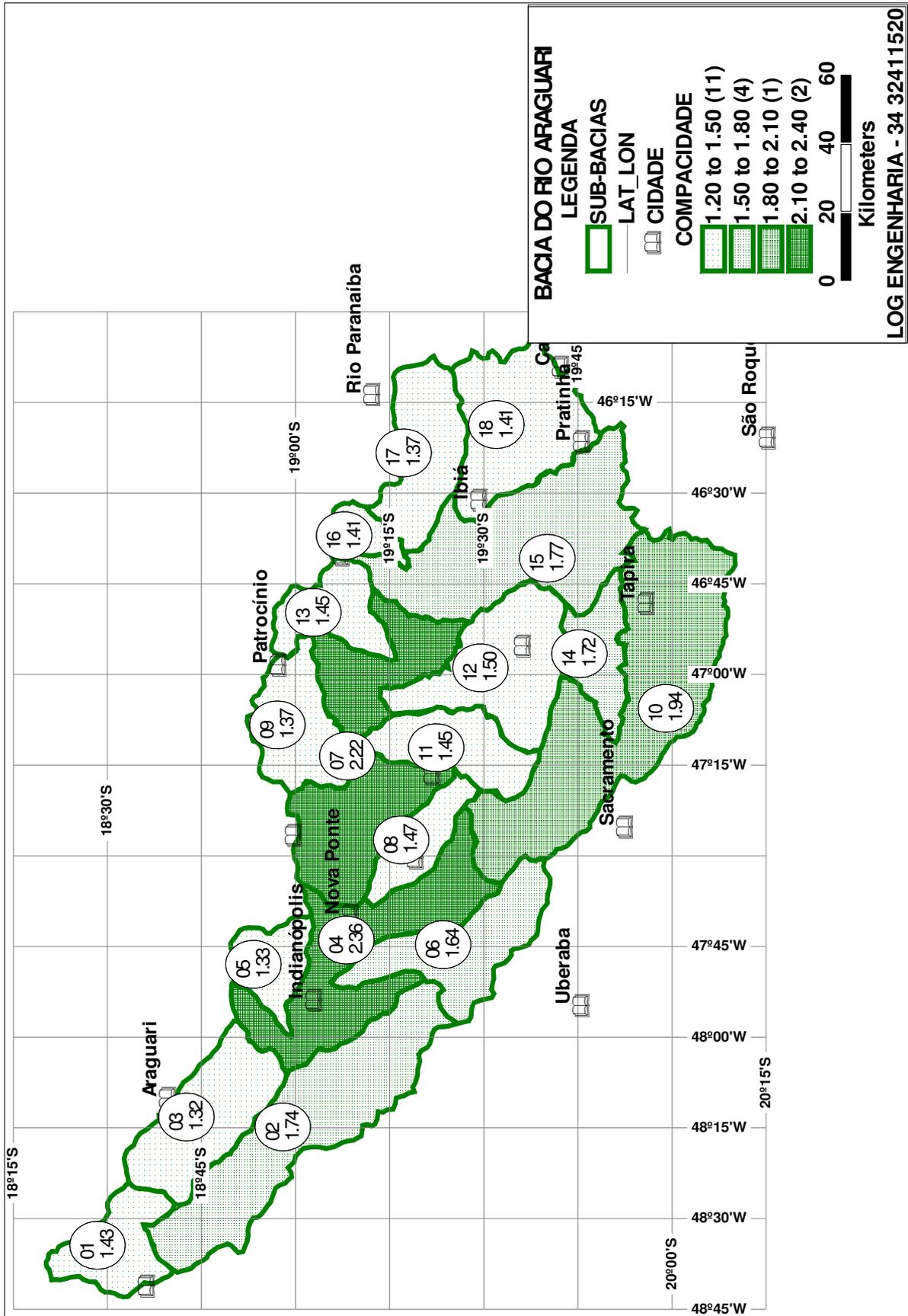


Figura 04 – Índice de Compacidade

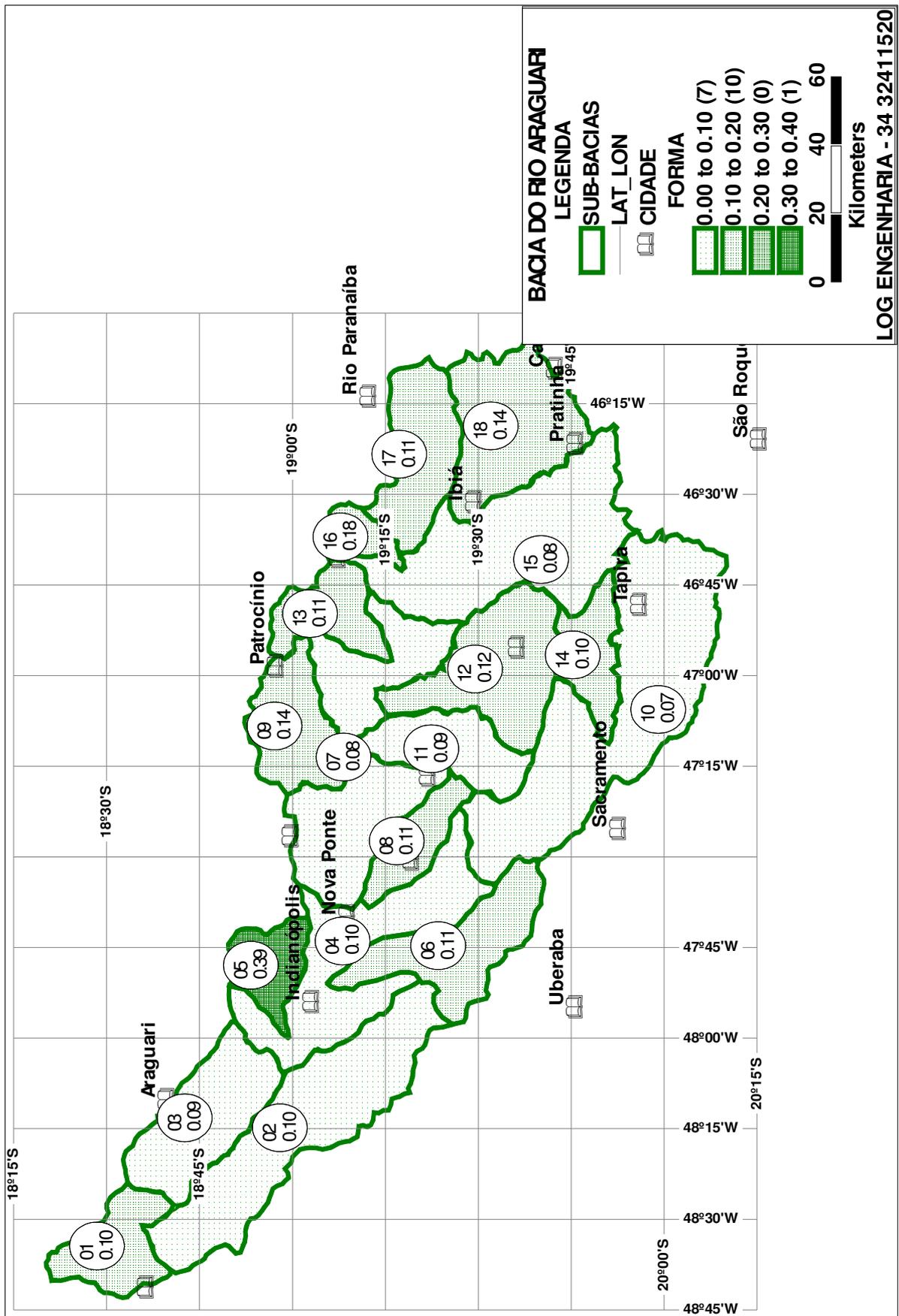


Figura 05 – Índice de forma

4.4 – Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem, D_d , é a relação entre o comprimento total dos cursos d'água de uma bacia e a sua área total. Este índice fornece uma indicação da eficiência da drenagem, ou seja, da maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica. Este índice não considera a capacidade de vazão dos cursos d'água que, no caso de ser insuficiente, pode vir a provocar um efeito de represamento, reduzindo a eficiência de drenagem.

$$D_d = \frac{L_T}{A}, \text{ onde:}$$

L_T = comprimento total dos cursos d'água da bacia, em km;

A = área de drenagem da bacia, em km^2 .

Desde que outros fatores não interfiram, se numa bacia houver um número grande de tributários, tal que a densidade de drenagem seja superior a $3,5 \text{ km/km}^2$, o deflúvio atingirá rapidamente o curso d'água principal e haverá, provavelmente, picos de enchentes altos e deflúvios de estiagem baixos. Diz-se que essas bacias são bem drenadas. Quando este índice for da ordem de $0,5 \text{ km/km}^2$, a drenagem é considerada pobre e a sub-bacia é propensa à ocorrência de conflitos pelo uso de água. No nosso caso, há 3 ocorrências de sub-bacias com densidade considerada pobre – aonde, justamente, ocorrem mais conflitos: rio Claro, ribeirão Santa Juliana e ribeirão das Furnas.

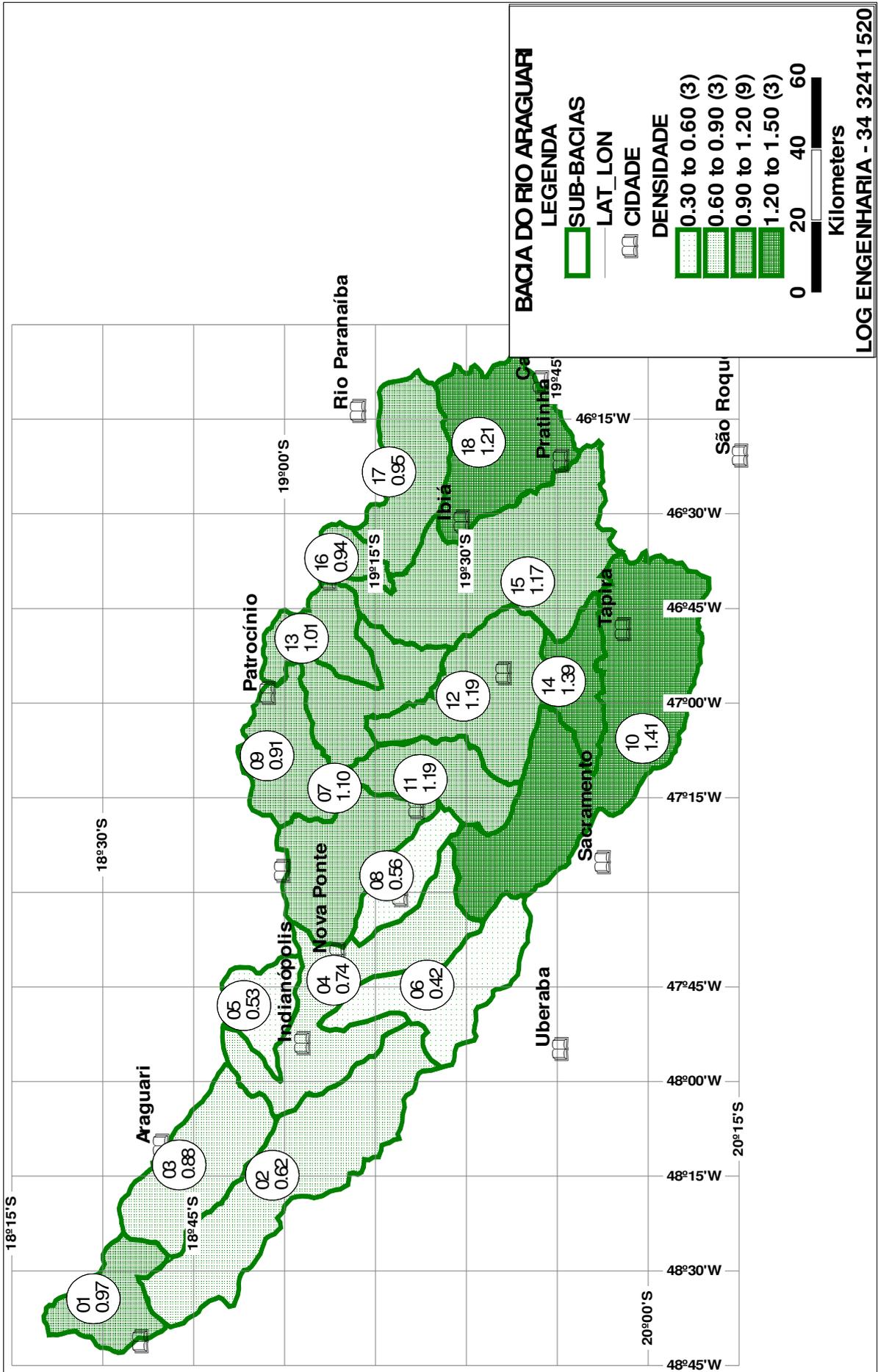


Figura 06 – Densidade de Drenagem

4.5 – Declividade do Rio

A velocidade de escoamento de um rio depende da declividade dos canais fluviais. Quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e mais pronunciados e estreitos serão os hidrogramas das enchentes. A declividade média foi obtida dividindo-se o desnível entre a nascente e a foz pela extensão total do curso d'água principal. No caso das sub-bacias intermediárias, utilizou-se, para cota da nascente, a de maior altitude.

$$S = \frac{H}{L}, \text{ onde:}$$

S = declividade média, em m/km;

H = diferença entre cotas do ponto mais afastado e o considerado, em m;

L = comprimento axial da bacia, ou, comprimento total do curso d'água principal, em km.

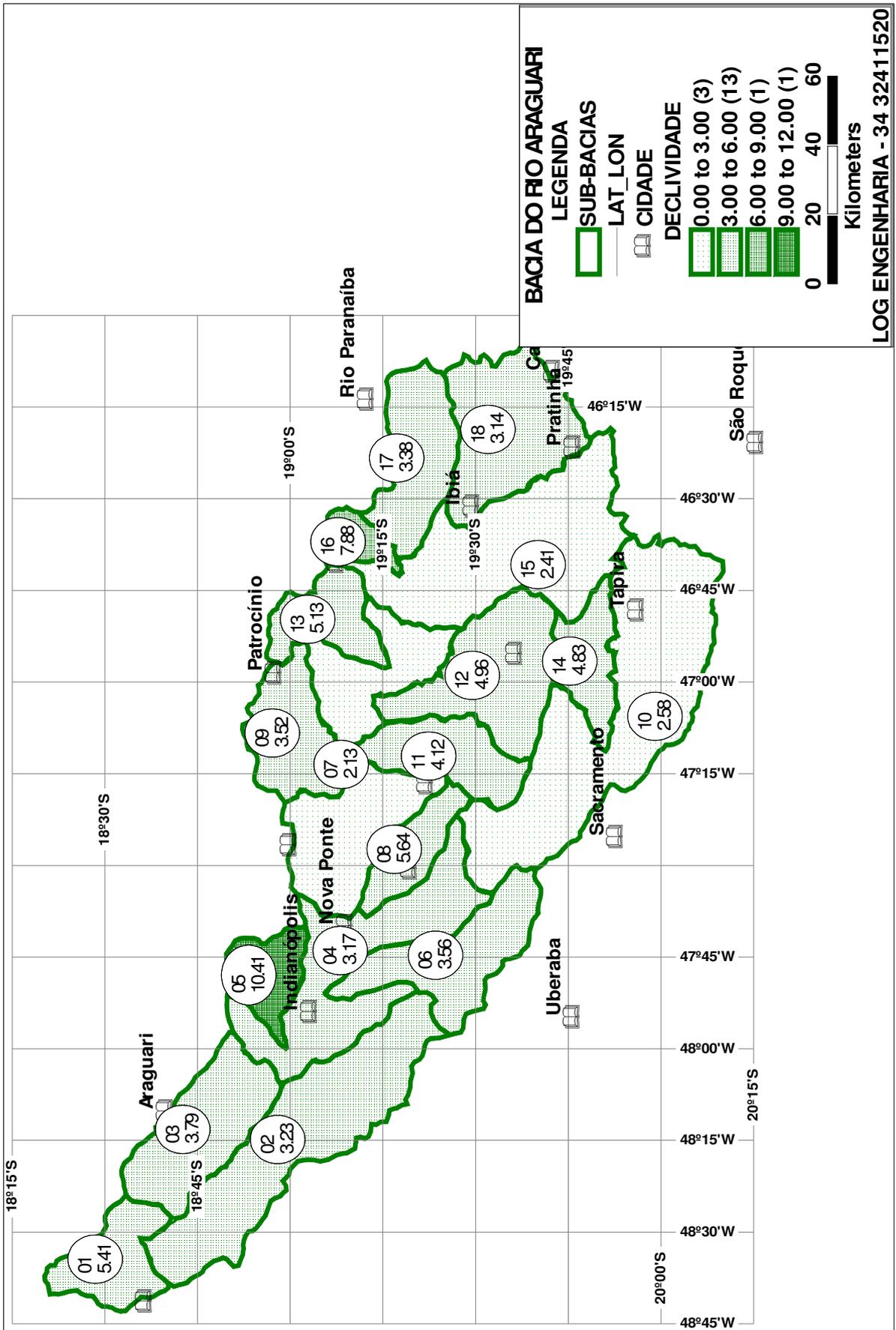


Figura 07 - Declividade

4.6 – Tempo de Concentração

O tempo de concentração mede o tempo necessário para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial numa seção considerada, ou seja, é o tempo em que a gota que se precipita no ponto mais distante da seção transversal considerada de uma bacia, leva para atingir essa seção. Para o cálculo do tempo de concentração da bacia envoltória, utilizou-se a fórmula do Soil Conservation Service:

$$t_c = 0,95 \cdot \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}, \text{ onde:}$$

t_c = tempo de concentração, em horas;

H = diferença entre cotas do ponto mais afastado e o considerado, em m;

L = comprimento axial da bacia, ou comprimento total do curso d'água principal, em km.

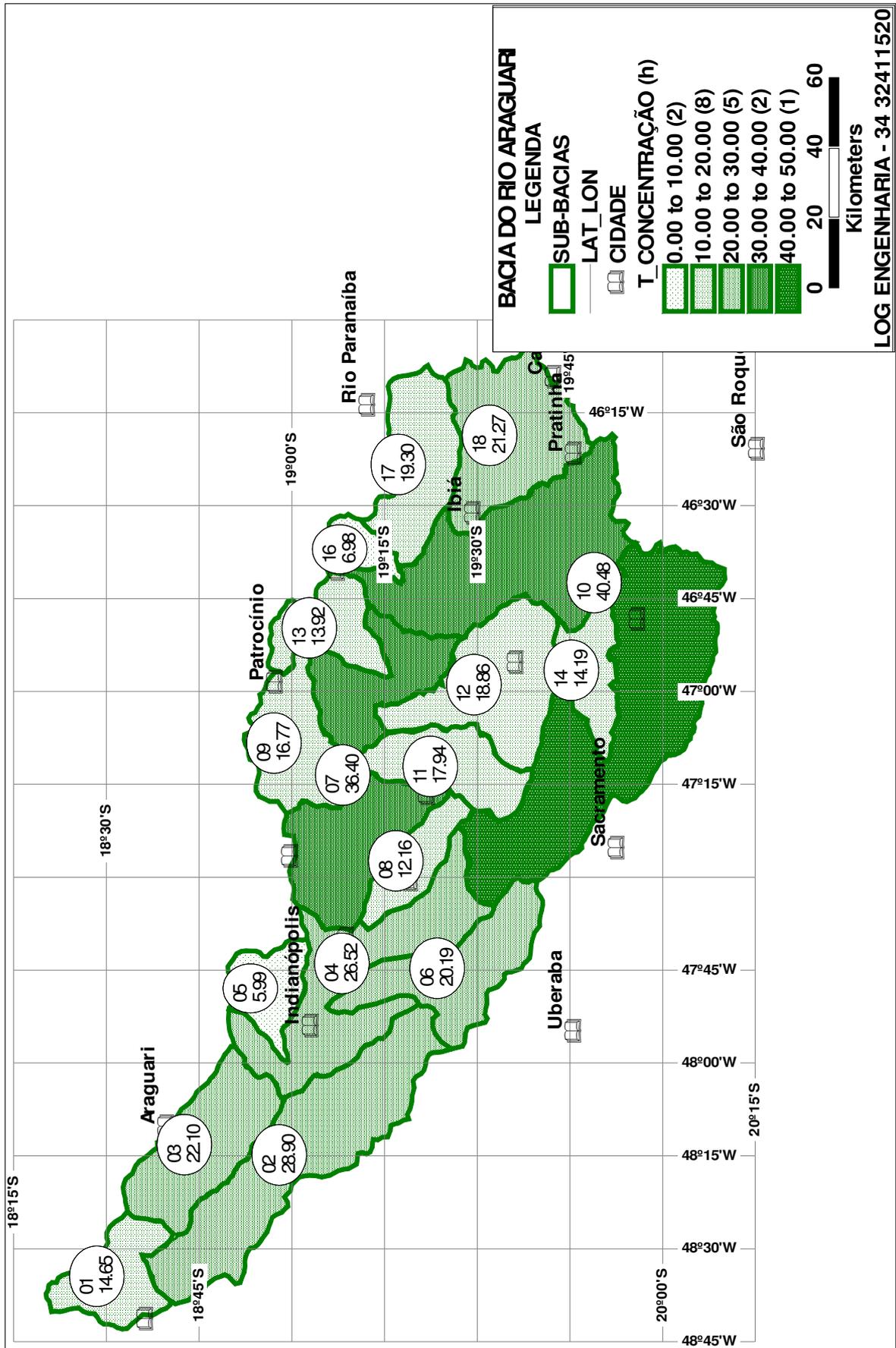


Figura 08 – Tempo de Concentração

Algumas sub-bacias foram definidas para trechos dos cursos d'água principais (rios Araguari e Quebra-Anzol) e não definem, tènicamente, perfeitas áreas de drenagem uma vez que se lhe foram subtraídas, na definição geral, outras porções, para viabilizar a subdivisão da bacia, num todo. É o caso das áreas 01, 03, 04, 07, 10 e 15.

Para estas, a interpretação das características fisiográficas fica prejudicada.

Os índices calculados são mostrados na tabela, a seguir.

Tabela 07 – Características Fisiográficas					
Sub-bacia	Compacidade	Forma	Densidade	Declividade	T. Concentração (h)
Foz do Araguari	1,43	0,10	0,97	5,41	14,65
Rio Uberabinha	1,74	0,10	0,62	3,23	28,90
AHEs Capim Branco	1,32	0,09	0,88	3,79	22,10
Médio Araguari	2,36	0,10	0,74	3,17	26,52
Ribeirão das Furnas	1,33	0,39	0,53	10,41	5,99
Rio Claro	1,64	0,11	0,42	3,56	20,19
Baixo Quebra-Anzol	2,22	0,08	1,10	2,13	36,40
Ribeirão Santa Juliana	1,47	0,11	0,56	5,64	12,16
Ribeirão Santo Antônio	1,37	0,14	0,91	3,52	16,77
Alto Araguari	1,94	0,07	1,41	2,58	40,48
Rio Galheiro	1,45	0,09	1,19	4,12	17,94
Rio Capivara	1,50	0,12	1,19	4,96	18,86
Ribeirão do Salitre	1,45	0,11	1,01	5,13	13,92
Ribeirão do Inferno	1,72	0,10	1,39	4,83	14,19
Alto Quebra-Anzol	1,77	0,08	1,17	2,41	36,09
Ribeirão Grande	1,41	0,18	0,94	7,88	6,98
Rio São João	1,37	0,11	0,95	3,38	19,30
Rio Misericórdia	1,41	0,14	1,21	3,14	21,27

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2006

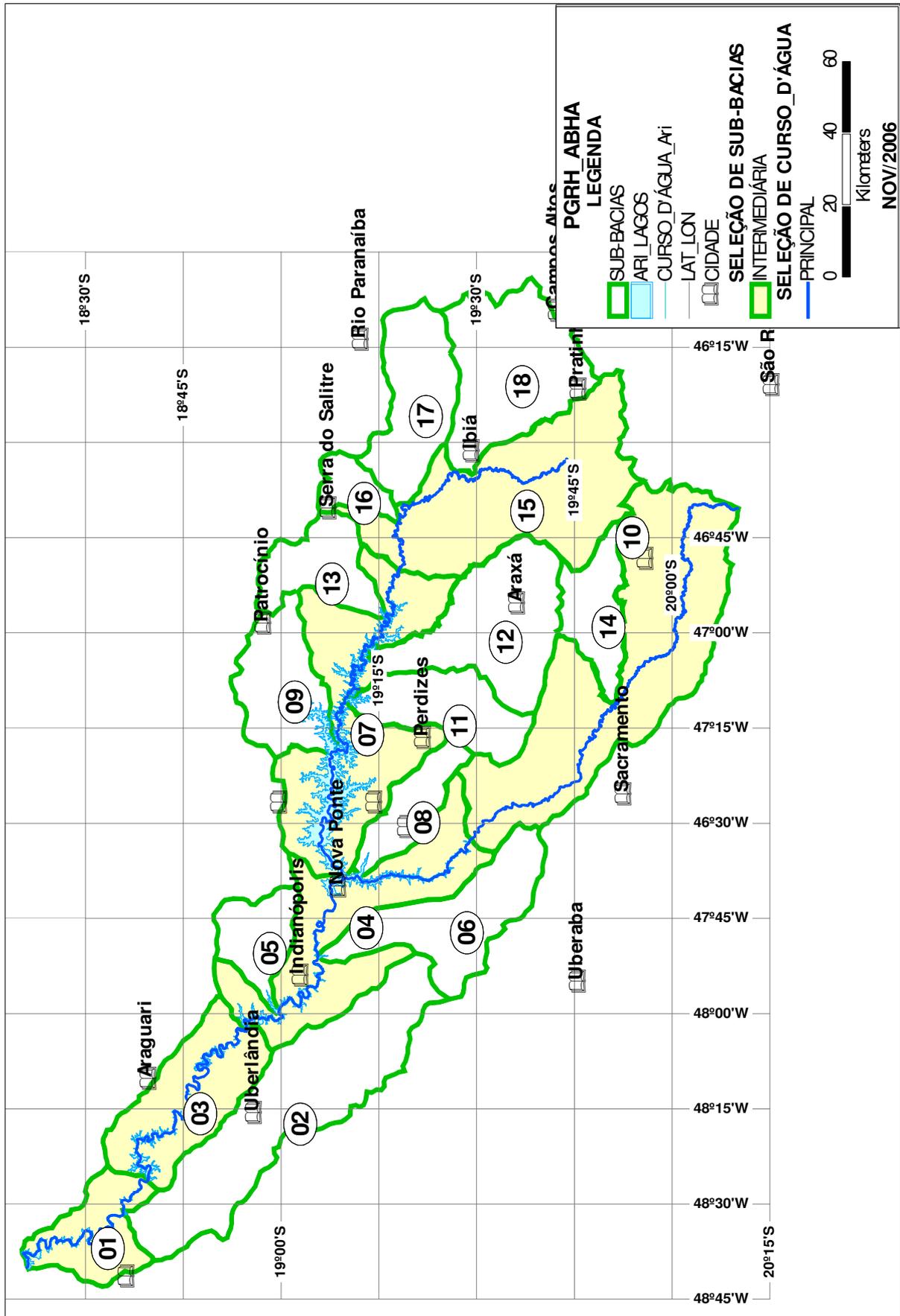


Figura 09 – Sub-bacias intermediárias

5 – DISPONIBILIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

A disponibilidade de águas superficiais pode ser determinada com o desenvolvimento de um modelo matemático, que considere as diversas características da unidade e as séries históricas de vazão e chuva, registradas em estações de monitoramento.

Existem ainda outras referências, já elaboradas e atualmente em uso, que permitem a determinação de vazões mínimas em mananciais. Uma referência de qualidade, utilizada em larga escala pelo órgão estadual de gestão de recursos hídricos – IGAM é aquele desenvolvido por HIDROSSISTEMAS Engenharia de Recursos Hídricos Ltda, publicado pela COPASA em 1993.

Diferença significativa entre os dois modelos é o fato de no primeiro, os valores de previsão de vazões mínimas serem baseados no histórico de vazões nos mananciais e nos registros de chuvas para cada unidade, enquanto no segundo, são consideradas também as características topográficas e da formação do solo.

5.2 – Deflúvios Superficiais No Estado de Minas Gerais

O estudo elaborado por Hidrossistemas Engenharia de Recursos Hídricos Ltda, à solicitação da COPASA e publicado em 1993, objetivou a construção de um conhecimento acerca dos recursos hídricos no estado de Minas Gerais, tendo foco nos aspectos quantitativos.

O resultado desse estudo, oferece elementos para avaliação das vazões médias e de valores extremos.

Os resultados da aplicação desse modelo na bacia do rio Araguari é apresentado a seguir, com avaliação das vazões mínimas de provável ocorrência nas diversas sub-bacias.

A determinação desses valores é realizada com base nos mapas temáticos resultantes do estudo desenvolvido.

5.2.1 – Vazões Mínimas

As vazões mínimas são obtidas da extração do mapa, das características de rendimento mínimos. O mapa, denominado Rendimento Específico Médio Mensal : Contribuições Unitárias Mínimas com 10 anos de Recorrência é apresentado a seguir.

As vazões encontradas variam entre os menores valores, 0,1 L/s/Km² aos maiores, 15,0 L/s/Km², em todo o estado.

Na Bacia, essa variação está ente 3,0 L/s/Km² a 10,0 L/s/Km².

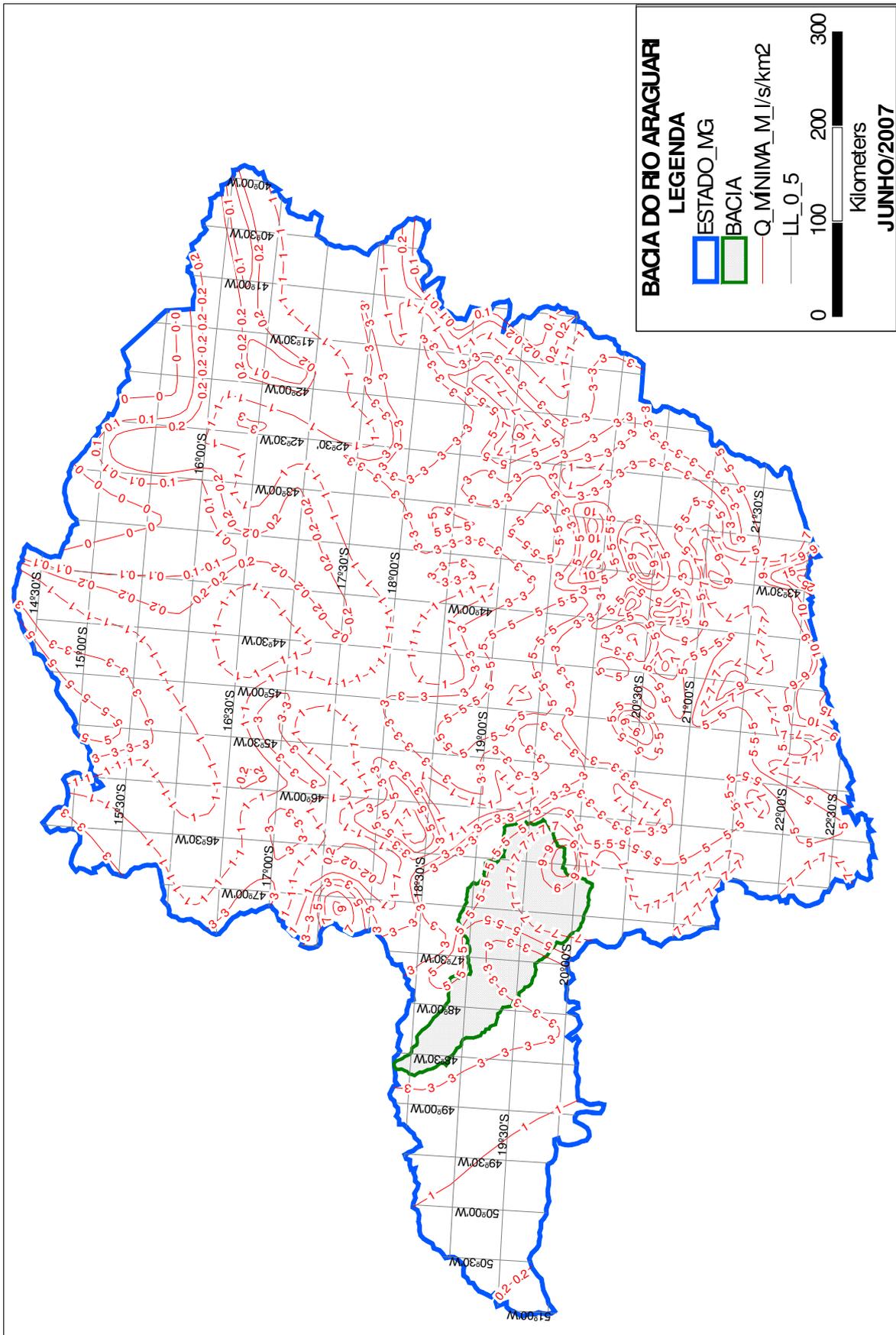


Figura 11 – R. E. M. M.: Contribuições Unitárias Mínimas com 10 Anos de Recorrência

5.2.2 – Vazões Médias

Como realizado com o mapa de mínimas, as vazões médias são obtidas da interpretação do mapa denominado Rendimento Específico Médio de Longo Termo, que tem variações no estado de 30,0 L/s/Km² nas regiões de maior rendimento a 0,5 L/s/Km² nas de menor rendimento.

Na bacia, a variação dos valores está entre 10,0 L/s/Km² a 30,0 L/s/Km², sendo a primeira no trecho médio da bacia e a segunda na região mais alta.

Os diversos valores de Rendimento Específico Médio de Longo Termo para o estado de Minas Gerais, são apresentados no mapa seguinte.

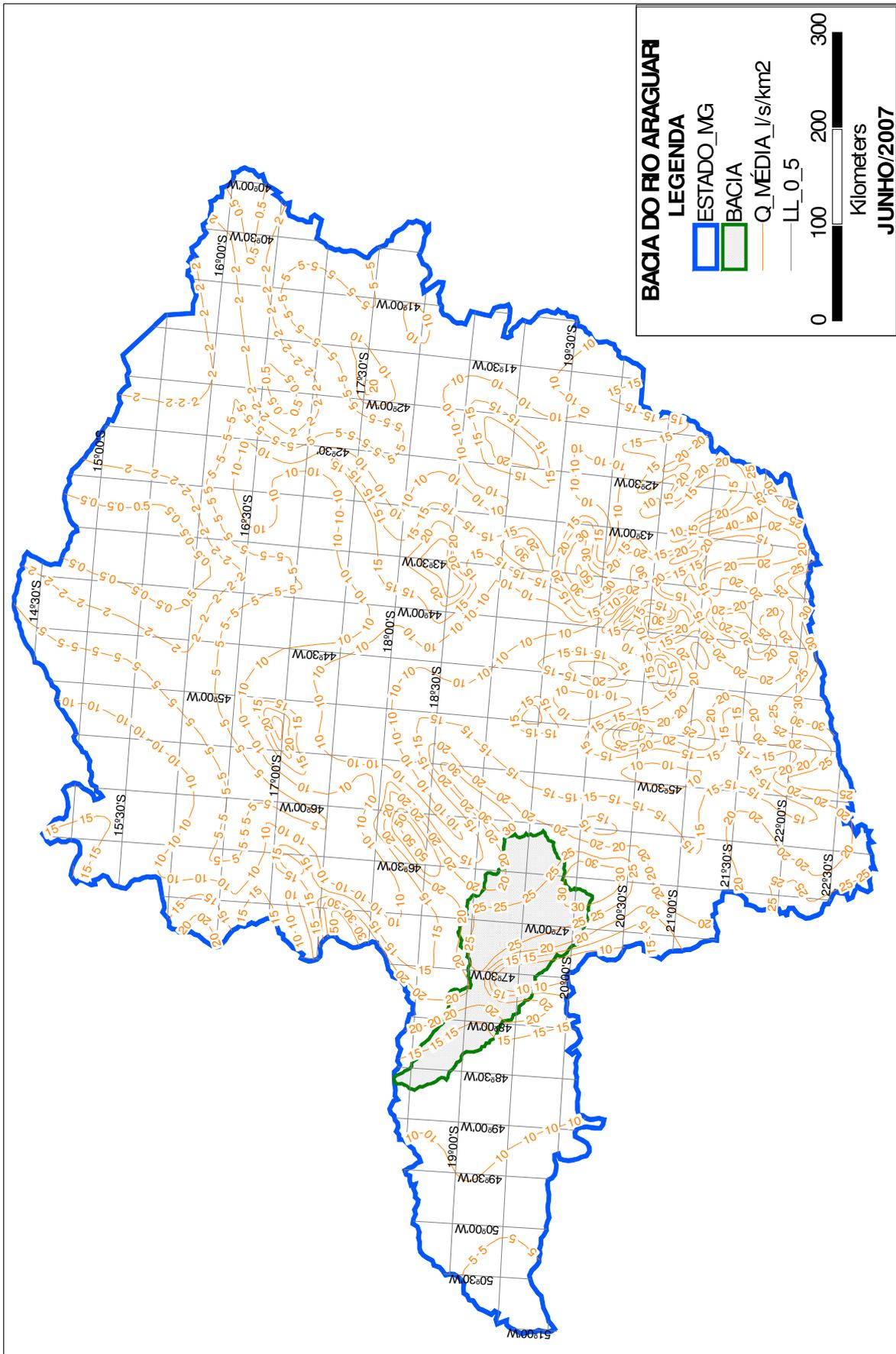


Figura 12 – Rendimento Específico Médio de Longo Termo

5.2.3 – Vazões Máximas

O mapa denominado Rendimento Específico Médio Mensal: Contribuições Unitárias Máximas com 10 Anos de Recorrência, elaborado também no estudo desenvolvido por HIDROSSISTEMAS, apresenta as variações dos rendimentos máximos em cada região do estado.

As variações notadas vão desde 3,0 L/s/Km² nas regiões de menor rendimento até 200 L/s/Km² naquelas de maior rendimento.

Na bacia, os maiores valores são encontrados na região mais alta da bacia, com rendimento de 100,0 L/s/Km². No trecho médio, são encontrados os menores valores, com rendimento de 30,0 L/s/Km².

O mapa seguinte demonstra as variações no estado de minas.

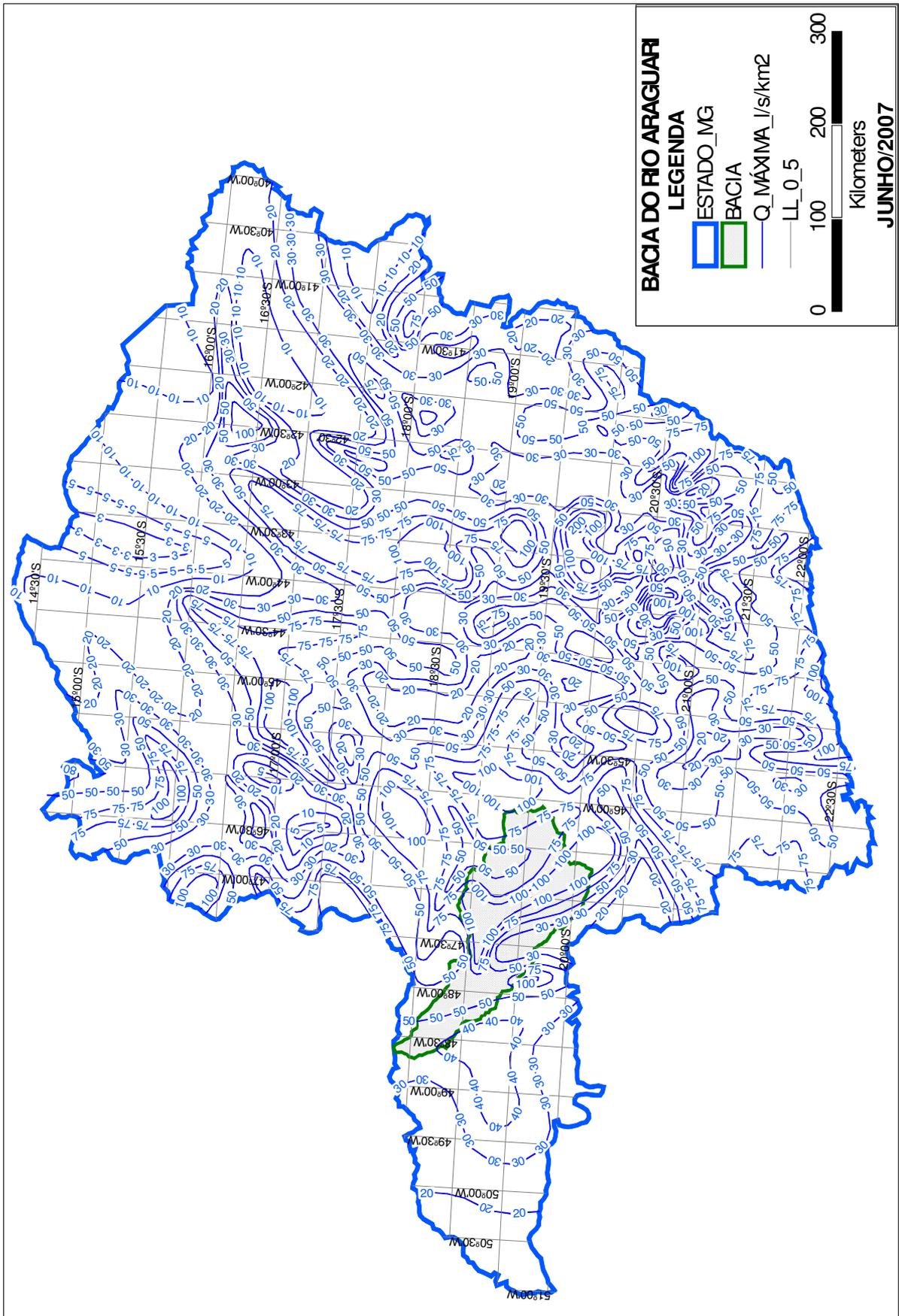


Figura 13 – R. E. M. M.: Contribuições Unitárias Máximas com 10 Anos de Recorrência

5.2.4 – Tipologias Regionais Homogêneas

A citada diferença entre o modelo desenvolvido por HIDROSSISTEMAS e o modelo chuva-vazão, em que no primeiro são evidenciadas as variações da formação do solo e a topografia no trecho analisado, é verificada com o emprego do mapa de Tipologias Regionais Homogêneas, atribuindo-se valores de inferência para cada variação na tipologia.

Apesar de o modelo chuva-vazão, também considerar as características de solo e topografia do trecho, apenas nesse modelo, são adotados valores distintos para trechos de uma mesma bacia.

Como pode ser observado na figura seguinte, as tipologias são apresentadas em códigos numéricos de três dígitos, em que o primeiro representa o índice de pluviosidade (P), o segundo representa o índice do relevo (D) e o terceiro, índice da capacidade de infiltração da água no solo (I) - (PDI).

P = 1 – Pluviosidade anual inferior a 1.000 mm

P = 2 – Pluviosidade anual entre 1.000 mm e 1.500 mm

P = 3 – Pluviosidade anual superior a 1.500 mm

D = 1 – Predominância de relevo forte ondulado a montanhoso, com declividade superior a 20%

D = 2 – Predominância de relevo ondulado, com declividade variando entre 08% e 20%

D = 3 – Predominância de relevo plano a suave ondulado, com declividade inferior a 08%

I = 1 – Predominância de terrenos de baixa capacidade de infiltração, com solos argilosos associados a substrato rochoso de baixa permeabilidade.

I = 2 – Predominância de terrenos de média e alta capacidade de infiltração, com solos arenosos ou areno-argilosos associados a substrato rochoso de média ou alta permeabilidade.

Esse mesmo mapa ainda apresenta as classes de comportamento hidrológico, com as seguintes distinções.

Hachura de pontos muito densos pressupõe região de rendimento superficial baixo em regime torrencial, com pequenas contribuições específicas e variação intra-anual intensa com cheias e estiagens pronunciadas.

Hachura de pontos pouco densos pressupõe região de rendimento superficial médio ou elevado em regime torrencial, com médias ou altas contribuições específicas e variação intra-anual intensa com cheias e estiagens pronunciadas.

Os trechos sem hachura, pressupõem região de regime regularizado, com variação intra-anual pouco intensa com cheias e estiagens menos pronunciadas.

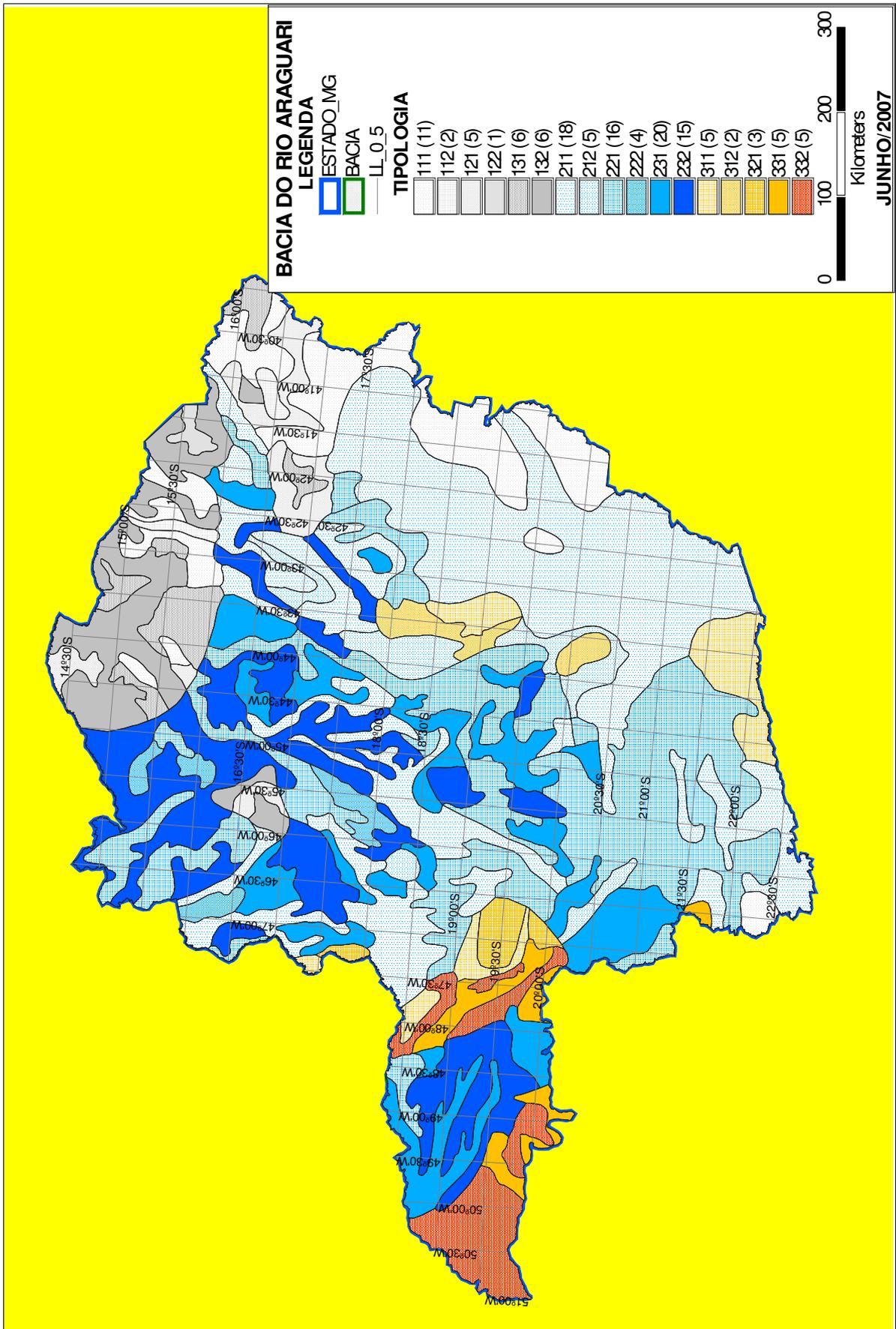


Figura 14 – Tipologias Regionais Homogêneas

5.3 – Valores de Disponibilidade das Águas Superficiais

São apresentados os valores obtidos a partir de Hidrossistemas/COPASA e do modelo de simulação hidrológica da bacia do rio Araguari, tanto para as vazões mínimas quanto para as médias.

A partir do modelo, foram determinadas, além de $Q_{7,10}$ e QMLT, os valores de Q90 e Q95 - que poderão ser utilizados como referência para a concessão de outorgas uma vez que são utilizados por outros órgãos gestores, a exemplo da ANA e da Secretaria de Recursos Hídricos da Bahia.

Tabela 08 – Comparação entre as disponibilidades previstas para as sub-bacias

Bacia	COPASA $Q_{7,10}$ (L/s)	Modelo de Simulação (L/s)		
		$Q_{7,10}$	Q95	Q90
Foz do Araguari	2.186,31	1.640,00	2.530,00	2.880,00
Rio Uberabinha	8.037,51	9.900,00	13.600,00	16.180,00
AHEs Capim Branco	4.854,09	2.820,00	4.360,00	4.980,00
Médio Araguari	5.569,98	4.180,00	6.470,00	7.390,00
Ribeirão das Furnas	2.202,83	2.190,00	3.000,00	3.560,00
Rio Claro	3.496,00	2.910,00	3.270,00	4.210,00
Baixo Quebra-Anzol	9.572,77	4.820,00	7.830,00	9.080,00
Ribeirão Santa Juliana	1.315,57	1.270,00	1.420,00	1.860,00
Ribeirão Santo Antônio	4.218,98	3.980,00	5.260,00	5.870,00
Alto Araguari	19.268,14	17.630,00	20.980,00	25.340,00
Rio Galheiro	3.500,37	3.520,00	5.190,00	5.960,00
Rio Capivara	8.603,89	6.190,00	9.120,00	10.470,00
Ribeirão do Salitre	3.346,00	2.890,00	3.830,00	4.270,00
Ribeirão do Inferno	4.094,46	3.240,00	3.890,00	4.680,00
Alto Quebra-Anzol	16.652,52	13.910,00	18.150,00	20.030,00
Ribeirão Grande	1.348,31	1.180,00	1.560,00	1.730,00
Rio São João	5.224,30	3.160,00	4.390,00	5.700,00
Rio Misericórdia	8.989,53	4.630,00	6.390,00	8.440,00

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia 2007

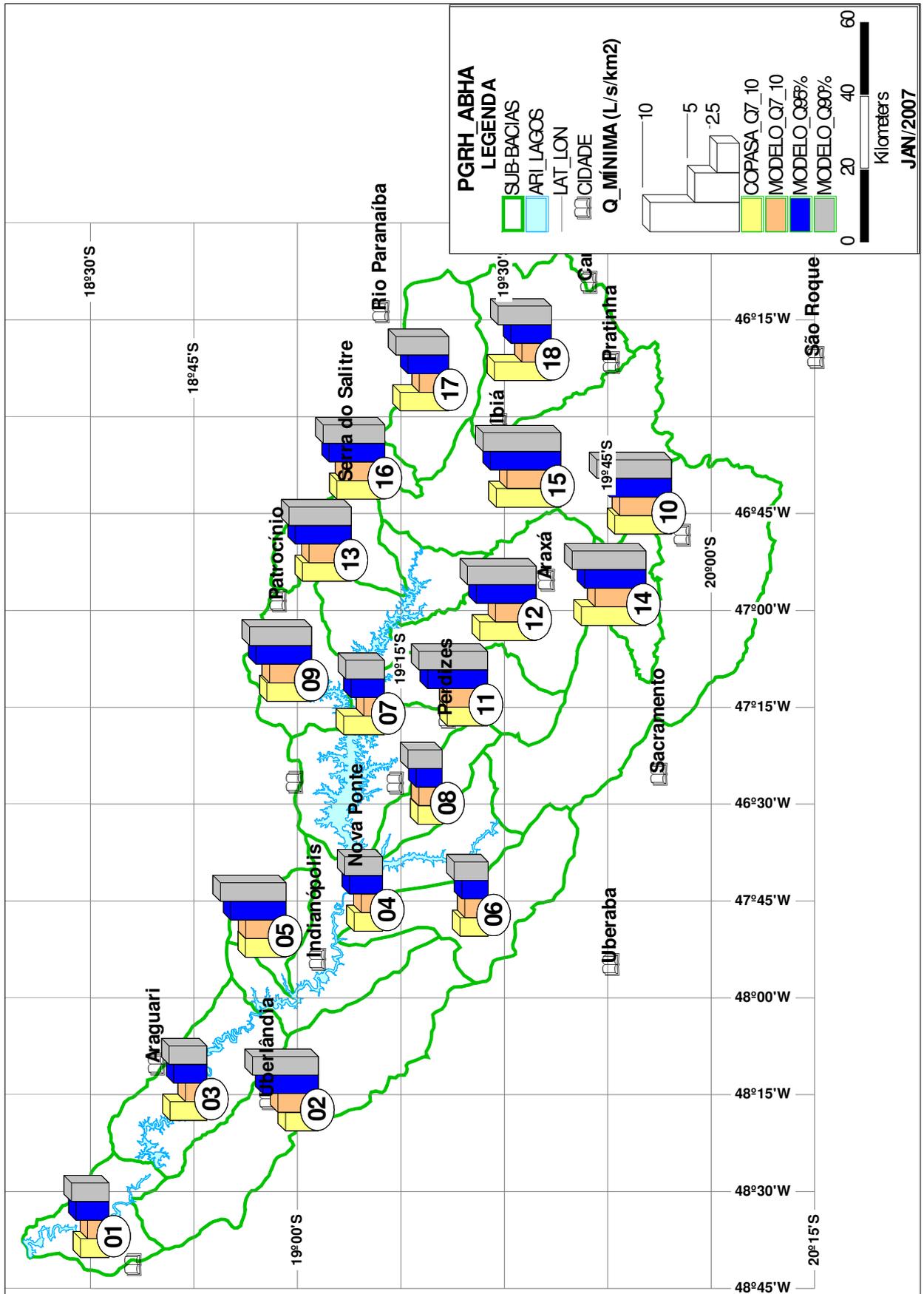


Figura 15 – Comparação entre as disponibilidades previstas para as sub-bacias

Observe-se que os valores apresentados na tabela 08 e figura 15, não foram acumuladas das áreas de montantes, representando as disponibilidades relativas apenas à produção de água de cada uma das áreas consideradas.

Recomenda-se, finalmente, a adoção da metodologia atualmente utilizada pelo IGAM, qual seja, aquela proposta pelo HIDROSISTEMAS – COPASA, uma vez que o modelo desenvolvido somente apresentou bom ajuste para três das sub-bacias analisada:

a) Araguari (jusante)

Compreende o rio Araguari a jusante da represa de Miranda e o rio Uberabinha após a confluência com o rio Bom Jardim. O conjunto de parâmetros do modelo chuva-vazão não é válido para a calha do rio Araguari.

b) Araguari (montante)

Compreende a parte montante do rio Araguari até o ponto dado pela estação fluviométrica 'Desemboque' (60220000).

c) Quebra Anzol (jusante)

Compreende a parte jusante do rio Quebra Anzol desde sua confluência com o rio Misericórdia até a entrada da represa da Nova Ponte. Excluem-se dessa região as bacias dos rios Misericórdia, Salitre e Capivara. Incluem-se nessa região, além do rio Quebra Anzol, o rio São João e o rio Gualheiros.

6 – DISPONIBILIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Em 2006, foi publicado trabalho intitulado “Avaliação dos recursos hídricos do Sistema Aqüífero Guarani no município de Araguari, Minas Gerais, Brasil”.

Esse documento foi desenvolvido a partir de estudo realizado pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, pelo Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN, pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e pela Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT. O Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, participou desse trabalho como órgão apoiador.

Foram avaliadas as disponibilidades subterrâneas de águas para o município de Araguari, o que resultou na seguinte conclusão:

A Reserva Renovável do Aqüífero Bauru na região de Interesse foi estimada em 332 milhões de metros cúbicos anuais. (para uma área do aqüífero de 550km²) – o que equivale à vazão de 19,1 L/s.

A utilização do estudo pode ser realizado no que toca à disponibilidade de águas subterrâneas no município de Araguari, e na região do aqüífero Bauru. No entanto, extrapolar os valores para toda a bacia, torna-se impossível, ao que utilizou-se estudo realizado por HIDROSSISTEMAS Engenharia de Recursos Hídricos, solicitado pela COPASA e publicado em 1995.

As províncias hidrogeológicas e os sistemas aqüíferos, na região da bacia do rio Araguari, são apresentados a seguir.

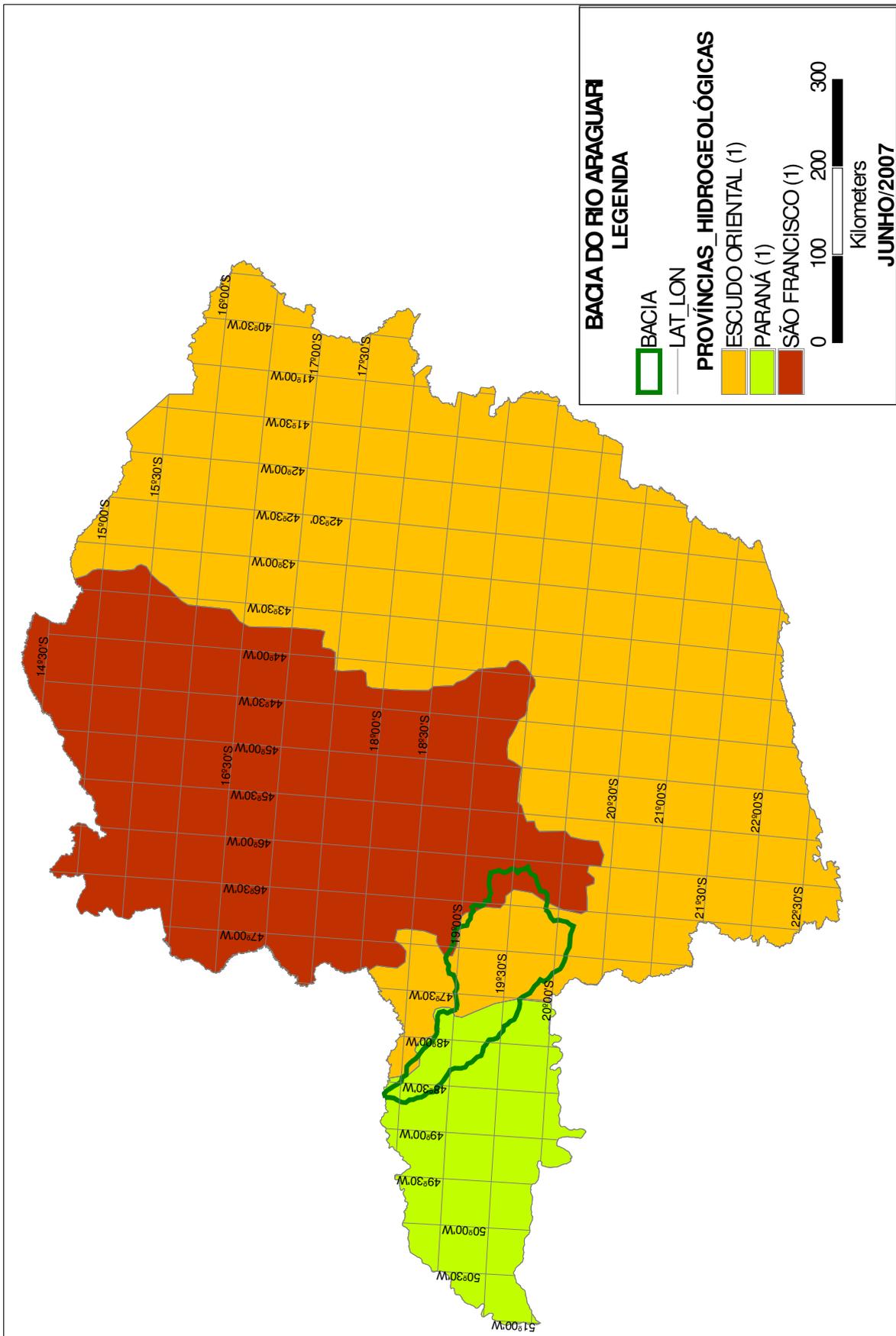


Figura 16 – Províncias Hidrogeológicas na Bacia do Rio Araguari

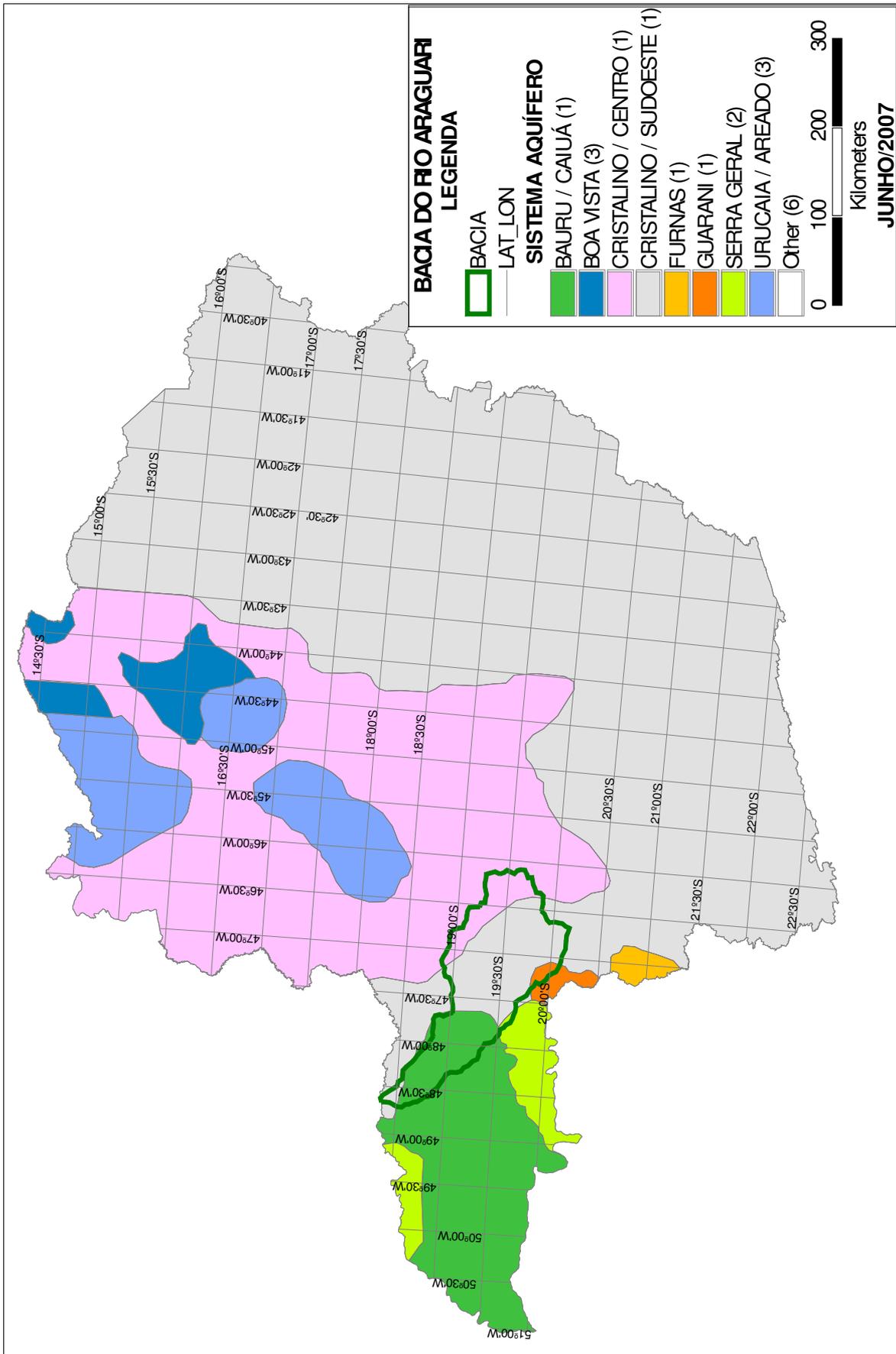


Figura 17 – Sistemas Aquíferos na Bacia do Rio Araguaari

6.1 – Características Identificadas

No estudo realizado por HIDROSISTEMAS, foram identificados as diversas características para o estado de Minas Gerais, que são apresentadas nas figuras seguintes para a bacia do rio Araguari.

Código numérico das sub-bacias

Unidade 01 – Foz do Rio Araguari

Unidade 02 – Rio Uberabinha

Unidade 03 – AHE's Capim Branco

Unidade 04 – Médio Rio Araguari

Unidade 05 – Ribeirão das Furnas

Unidade 06 – Rio Claro

Unidade 07 – Baixo Rio Quebra Anzol

Unidade 08 – Ribeirão Santa Juliana

Unidade 09 – Ribeirão Santo Antônio

Unidade 10 – Alto Rio Araguari

Unidade 11 – Rio Galheiro

Unidade 12 – Rio Capivara

Unidade 13 – Ribeirão do Salitre

Unidade 14 – Ribeirão do Inferno

Unidade 15 – Alto Rio Quebra Anzol

Unidade 16 – Ribeirão Grande

Unidade 17 – Rio São João

Unidade 18 – Rio Misericórdia

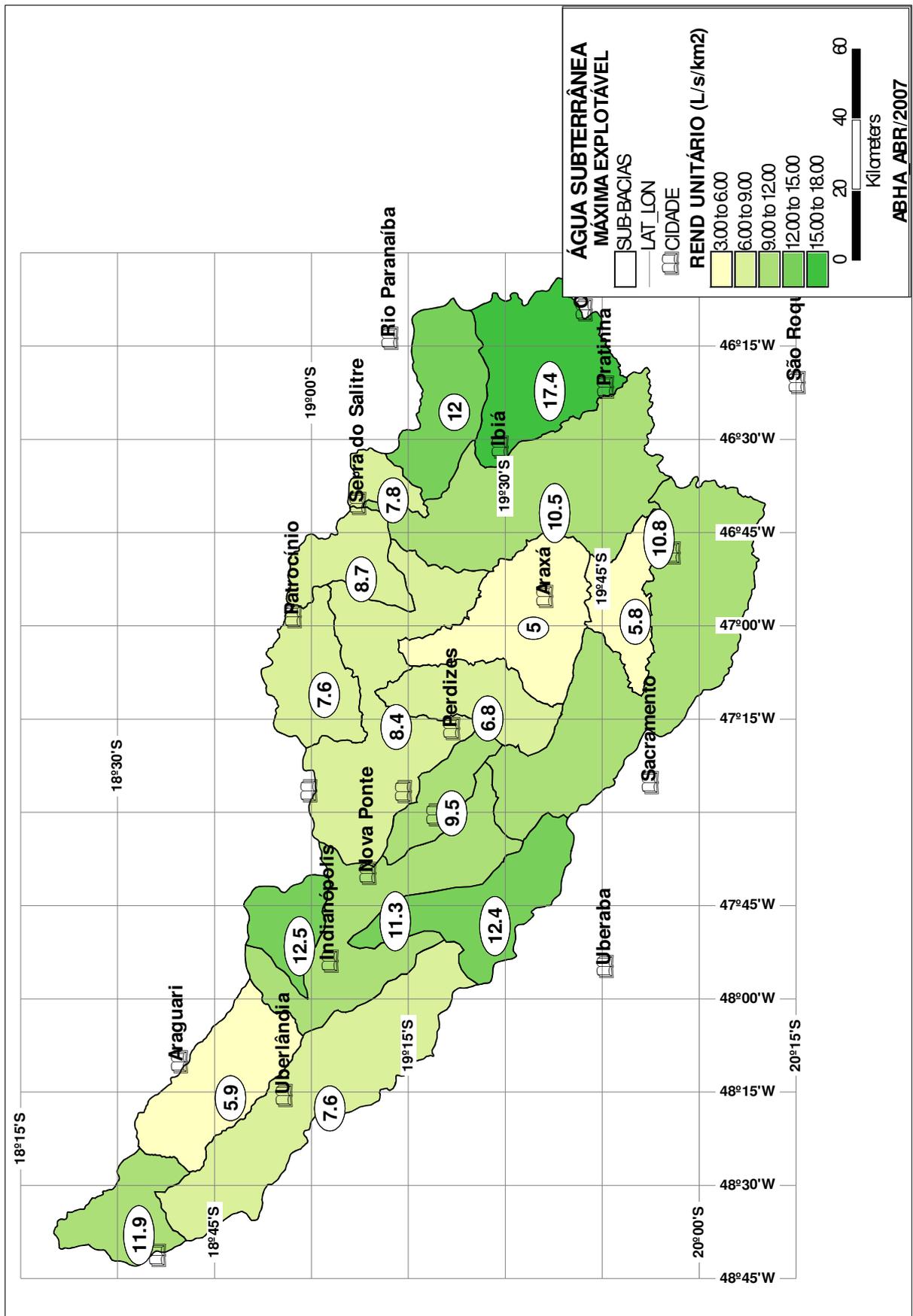


Figura 19 – Disponibilidade de águas subterrâneas nas bacias.

Tabela 09 – Disponibilidade de águas subterrâneas nas sub-bacias

Sub-Bacia	Área (Km ²)	Vazão Total (L/s)	Vazão Unitária (L/s/km ²)
01	685,69	8.126,00	11,90
02	2.188,86	16.642,00	7,60
03	1.178,89	6.972,00	5,90
04	1.744,98	19.645,00	11,30
05	484,67	6.058,00	12,50
06	1.106,16	13.769,00	12,40
07	2.103,91	17.672,00	8,40
08	484,56	4.623,00	9,50
09	842,95	6.372,00	7,60
10	3.028,15	32.780,00	10,80
11	774,42	5.245,00	6,80
12	1.359,65	6.826,00	5,00
13	612,82	5.326,00	8,70
14	564,29	3.274,00	5,80
15	2.302,62	24.095,00	10,50
16	249,69	1.947,00	7,80
17	962,12	11.552,00	12,00
18	1.411,23	24.622,00	17,40

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia 2007

7 – LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE ALTERNATIVAS PARA INCREMENTO DA DISPONIBILIDADE QUANTITATIVA DE ÁGUA

No âmbito do uso consuntivo de água, a alternativa para incremento das disponibilidades hídricas, a curto prazo, tem-se resumido nas propostas para regularização de vazões através da construção de barramentos - inclusive por recomendação do IGAM.

Neste caso, a vazão teórica máxima utilizável ou outorgável será dada pela vazão média deduzida da residual mínima (70% de $Q_{7,10}$).

Admitindo uma utilização de 80% do potencial de regularização, teremos as vazões máximas utilizáveis nas diversas sub-bacias.

No entanto, tratamos de observar o seguinte fato: entre as vazões outorgadas na bacia, apenas 18% localizam-se nos cursos d'água principais – o que ocorre em condições excepcionais como o caso da captação do DMAE de Uberlândia, no rio Uberabinha (correspondente a 9% de toda a vazão outorgada na bacia).

A grande demanda localiza-se nos afluentes – fato que sugere duas abordagens sobre a questão da disponibilidade: contando ou não com as captações nos cursos d'água principais.

Ao contarmos com a possibilidade de captação nos cursos d'água principais, a disponibilidade, em cada sub-bacia, deve ser acrescida da disponibilidade das sub-bacias de montante. Caso contrário, não.

Apresentamos, a seguir, as vazões disponíveis através da regularização de vazões para as duas abordagens.

Tabela 10 - Disponibilidades considerando captações nos cursos d'água principais

Sub-bacia	Vazão outorgável (m ³ /s)	
	Sem regularização	Com regularização
Foz do Araguari	33,74	298,06
Rio Uberabinha	2,41	18,89
AHEs Capim Branco	30,68	273,57
Médio Araguari	29,22	262,82
Ribeirão das Furnas	0,66	5,44
Rio Claro	1,05	12,60
Baixo Quebra-Anzol	18,44	168,51
Ribeirão Santa Juliana	0,39	4,89
Ribeirão Santo Antônio	1,27	13,91
Alto Araguari	7,01	51,55
Rio Galheiro	1,05	12,42
Rio Capivara	2,58	24,43
Ribeirão do Salitre	1,00	9,42
Ribeirão do Inferno	1,23	9,32
Alto Quebra-Anzol	9,66	71,27
Ribeirão Grande	0,40	2,85
Rio São João	1,57	12,51
Rio Misericórdia	2,70	19,67

Fonte Monte Plan e Log Engenharia - 2007

Tabela 11 - Disponibilidades sem considerar captações nos cursos d'água principais

Sub-bacia	Vazão outorgável (m ³ /s)	
	Sem regularização	Com regularização
Foz do Araguari	0,66	5,60
Rio Uberabinha	2,41	18,89
AHEs Capim Branco	1,46	10,75
Médio Araguari	1,67	19,83
Ribeirão das Furnas	0,66	5,44
Rio Claro	1,05	12,60
Baixo Quebra-Anzol	2,87	37,06
Ribeirão Santa Juliana	0,39	4,89
Ribeirão Santo Antônio	1,27	13,91
Alto Araguari	5,78	42,23
Rio Galheiro	1,05	12,42
Rio Capivara	2,58	24,43
Ribeirão do Salitre	1,00	9,42
Ribeirão do Inferno	1,23	9,32
Alto Quebra-Anzol	5,00	36,24
Ribeirão Grande	0,40	2,85
Rio São João	1,57	12,51
Rio Misericórdia	2,70	19,67

Fonte Monte Plan e Log Engenharia - 2007

O artigo 14 do decreto estadual nº 43710/2004 estabelece:

“A supressão de vegetação nativa em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizado e motivado em procedimento administrativo próprio, quando não existir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.

§ 1º - A supressão de vegetação nativa em área de preservação permanente situada em área efetivamente urbanizada dependerá de autorização do órgão municipal competente, desde que o Município possua Conselho de Meio Ambiente, com caráter deliberativo e plano diretor, mediante anuência prévia, fundamentada em parecer técnico do IEF.

§ 2º - Consideram-se efetivamente urbanizadas as áreas parceladas e dotadas da infra-estrutura mínima, segundo as normas federais e municipais.

§ 3º - Para os fins dispostos neste artigo, considera-se:

I - de utilidade pública:

a) a atividade de segurança nacional e proteção sanitária;

b) a obra essencial de infra-estrutura destinada a serviço público de transporte, saneamento ou energia;

c) a obra, plano, atividade ou projeto assim definido na legislação federal ou estadual;

II - de interesse social :

a) a atividade imprescindível à proteção da integridade da vegetação nativa, tal como a prevenção, o combate e o controle do fogo, o controle da

erosão, a erradicação de invasoras e a proteção de plantios com espécies nativas, conforme definida na legislação federal ou estadual;

b) as atividades de manejo agroflorestal sustentável, praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área;

c) a obra, plano, atividade ou projeto assim definido na legislação federal ou estadual;

d) a ação executada de forma sustentável, destinada à recuperação, recomposição ou regeneração de área de preservação permanente, tecnicamente considerada degradada ou em processo avançado de degradação.

§ 4º - A supressão de que trata o caput deste artigo depende de autorização do IEF.

§ 5º - O IEF poderá autorizar a supressão de vegetação em área de preservação permanente, quando eventual e de baixo impacto ambiental, conforme definido em regulamento específico, de sua competência.

§ 6º - o IEF indicará, previamente à emissão da autorização para a supressão de vegetação em área de preservação permanente, as medidas mitigadoras e compensatórias a serem adotadas pelo empreendedor.

§ 7º - Para os empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, as medidas mitigadoras e compensatórias, previstas no parágrafo anterior, serão definidas no âmbito do referido processo de licenciamento, ouvido o IEF.

§ 8º - A supressão de vegetação nativa protetora de nascente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública.

§ 9º - Na implantação de reservatório artificial, o empreendedor pagará pela restrição de uso da terra de área de preservação permanente criada no seu entorno, na forma de servidão civil ou de outra prevista em lei, conforme parâmetros e regime de uso definidos na legislação.

§ 10 - A utilização de área de preservação permanente será admitida com autorização do IEF, mediante licenciamento ambiental, quando couber.

§ 11 - O empreendedor, ao requerer o licenciamento ambiental, fica obrigado a elaborar o plano ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório artificial, ouvido o órgão ambiental competente.

§ 12 - A área de preservação permanente recuperada, recomposta ou regenerada é passível de uso sustentável, mediante projeto técnico a ser aprovado pelo IEF.

§ 13 - São vedadas quaisquer intervenções nas áreas de veredas, salvo em caso de utilidade pública, dessedentação de animais ou uso doméstico.

§ 14 - As plantações florestais autorizadas em conformidade com o art. 11, § 5º e o art. 13 podem ser exploradas comercialmente, mediante normas estabelecidas pelo IEF.”

As restrições impostas pela lei para o desmatamento com a finalidade de construção de barramentos para irrigação podem reduzir, em alguns casos, sua viabilidade, significativamente, como nas áreas aonde há ocorrência de veredas. Nestes casos, o desmatamento só é autorizado através de decreto de Utilidade Pública ou Interesse Social.

A médio e a longo prazo, devem-se adotar medidas de recuperação e preservação dos compartimentos ligados à produção de água e a práticas agrícolas que estimulem a diminuição da perda de solo, resultando, tudo isso, no aumento da infiltração das águas de chuva. O Programa Produtor de Água (ANA – Agência Nacional de Águas) é uma alternativa que se encaixa com o perfil de nossa região uma vez que propõe a remuneração das práticas que visam a diminuição da sedimentação com o conseqüente aumento da produção de água.

8 – PROPOSTA DE COMPLEMENTAÇÃO DA REDE COLETORA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS

A rede de coleta de dados hidrológicos, compreende o conjunto de estações de monitoramento dos valores importantes na caracterização hidrológica de uma dada região.

São unidades que coletam diariamente, de maneira continuada e por longo período de tempo, as vazões nos mananciais, as chuvas por seus volumes precipitados e tempos de ocorrência e a evaporação, sendo essas de verificação de dados quantitativos.

A esse conjunto de características avaliadas pelas estações, associa-se as estações de monitoramento qualitativo dos recursos hídricos, que terá os resultados obtidos das amostragens e análises sofrendo os diversos efeitos das ocorrências anotadas nas estações quantitativas.

Numa determinada região, uma proposta de rede coletora desse tipo de informação pode ser, tanto para implementação quanto para complementação de uma rede já existente.

Cabe então, avaliar a quantidade de unidades existentes, os períodos e regularidade de coletas e, apenas posterior a essa avaliação, determinar a necessidade de novas estações.

8.1 – Verificação das Estações Existentes

8.1.1 – Estações Pluviométricas

Das informações apresentadas pela ANA, em seu site na internet, é possível determinar, utilizando as coordenadas informadas, a existência de 40 estações pluviométricas na bacia.

Dessas, algumas estão desativadas, outras possuem séries incompletas e algumas operadas por entidades as quais não disponibilizam informações no site de internet da Agência Nacional de Águas – ANA.

A figura e tabela seguintes apresentam as características das estações de coleta de dados pluviométricos.

Tabela 12 – Estações Pluviométricas Encontradas na Bacia do Rio Araguari

Código	Nome	Bacia Federal	Responsável	Localização	
				Latitude	Longitude
1846024	Patrocínio	Rio Paranaíba	CEMIG	18° 57' 00"	46° 59' 00"
1847002	Usina Mandaguari	Rio Paranaíba	DAEE-MG	-18° 57' 00"	-47° 56' 00"
1847009	Patrocínio	Rio Paranaíba	ANA	-18° 57' 00"	-47° 00' 00"
1847018	Patrocínio	Rio Paranaíba	INMET	-18° 57' 00"	-47° 00' 00"
1848001	Uberlândia	Rio Paranaíba	ANA	-18° 55' 00"	-48° 16' 00"
1848009	Xapetuba	Rio Paranaíba	ANA	-18° 51' 45"	-48° 35' 02"
1848010	Araguari	Rio Paranaíba	ANA	-18° 39' 04"	-48° 12' 33"
1848013	Capim Branco	Rio Paranaíba	FURNAS	-18° 45' 00"	-48° 16' 00"
1848049	Uberlândia	Rio Paranaíba	INMET	-18° 55' 23"	-48° 17' 19"
1848050	Uhe dos Martins	Rio Paranaíba	CEMIG	-18° 48' 00"	-48° 25' 00"
1848051	Uhe Miranda	Rio Paranaíba	CEMIG	-18° 55' 00"	-48° 04' 00"
1946001	Barreiro do Araxá	Rio Paranaíba	ANA	-19° 36' 00"	-46° 54' 00"
1946002	Araxá	Rio Paranaíba	ANA	-19° 35' 00"	-46° 54' 00"
1946003	Campos Altos	Rio Paranaíba	ANA	-19° 41' 00"	-46° 10' 00"
1946004	Ibiá	Rio Paranaíba	ANA	-19° 28' 30"	-46° 32' 31"
1946005	Salitre	Rio Paranaíba	ANA	-19° 04' 14"	-46° 47' 45"
1946007	Fazenda São Mateus	Rio Paranaíba	ANA	-19° 31' 00"	-46° 34' 16"
1946008	Serra do Salitre	Rio Paranaíba	ANA	-19° 06' 46"	-46° 41' 18"
1946010	Pratinha	Rio Paranaíba	ANA	-19° 45' 05"	-46° 24' 43"
1946011	Tapira	Rio Paranaíba	ANA	-19° 55' 37"	-46° 49' 31"
1946015	Araxá	Rio Paranaíba	INMET	-19° 34' 00"	-46° 56' 00"
1946016	Campos Altos	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 42' 00"	-46° 10' 00"
1947001	Santa Juliana	Rio Paranaíba	ANA	-19° 18' 57"	-47° 31' 34"
1947003	Indianópolis	Rio Paranaíba	ANA	-19° 03' 00"	-47° 56' 00"
1947004	Porto da Mandioca	Rio Paranaíba	ANA	-19° 11' 00"	-47° 06' 00"
1947005	Porto Monjolinho	Rio Paranaíba	ANA	-19° 02' 00"	-47° 58' 00"
1947006	Ponte João Cândido	Rio Paranaíba	ANA	-19° 08' 48"	-47° 11' 05"
1947007	Perdizes	Rio Paranaíba	ANA	-19° 20' 55"	-47° 17' 43"
1947009	Zelândia	Rio Paranaíba	ANA	-19° 32' 15"	-47° 27' 11"
1947010	Nova Ponte	Rio Paranaíba	ANA	-19° 08' 00"	-47° 41' 00"
1947011	Fanecos	Rio Grande	DAEE-MG	-19° 00' 00"	-47° 00' 00"
1947013	Uhe Pai Joaquim	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 29' 00"	-47° 31' 00"
1947014	Sacramento	Rio Grande	LIGHT	-19° 00' 00"	-47° 00' 00"
1947015	Barreiro do Araxá	Rio Paranaíba	INMET	-19° 32' 00"	-47° 00' 00"
1947018	Coronel Quito	Rio Grande	LIGHT	-19° 00' 00"	-47° 00' 00"
1947019	Porto Saracura	Rio Paranaíba	ANA	-19° 04' 07"	-47° 56' 03"
1947021	Uhe Nova Ponte	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 07' 00"	-47° 40' 00"
1948006	Fazenda Letreiro	Rio Paranaíba	ANA	-18° 59' 18"	-48° 11' 25"
2047037	Desemboque	Rio Paranaíba	ANA	-20° 00' 49"	-47° 01' 09"
2047042	Usina São Joaquim	Rio Grande	FCTH/DAEE-SP	-20° 00' 00"	-47° 00' 00"

Fonte: ANA – Hidroweb 2007

Apesar de todas as coordenadas representarem pontos na bacia do Rio Araguari, algumas dessas estações estão de fato em outra unidade. Dessa forma, exclui-se dessa análise, as estações seguintes:

Tabela 13 – Estações Pluviométricas com Cadastro Inconsistente

Código	Nome	Bacia Federal	Responsável	Localização	
				Latitude	Longitude
1947011	Fanecos	Rio Grande	DAEE-MG	-19º 00' 00"	-47º 00' 00"
1947014	Sacramento	Rio Grande	LIGHT	-19º 00' 00"	-47º 00' 00"
1947018	Coronel Quito	Rio Grande	LIGHT	-19º 00' 00"	-47º 00' 00"
2047042	Usina São Joaquim	Rio Grande	FCTH/DAEE-SP	-20º 00' 00"	-47º 00' 00"

Fonte: ANA – Hidroweb 2007

Do restante das 36 estações, 11 encontram-se desativadas, havendo apenas 25 delas em operação.

A relação dessas estações é apresentada a seguir.

Tabela 14 – Estações Pluviométricas na Bacia do Rio Araguari por sua Atividade

Código	Nome	Bacia Federal	Operador	Localização	
				Latitude	Longitude
1846024	Patrocínio	Rio Paranaíba	CEMIG	18º 57' 00"	46º 59' 00"
1847002	Usina Mandaguari	DAEE-MG	Desativada	-18º 57' 00"	-47º 56' 00"
1847009	Patrocínio	ANA	Desativada	-18º 57' 00"	-47º 00' 00"
1847018	Patrocínio	INMET	INMET	-18º 57' 00"	-47º 00' 00"
1848001	Uberlândia	ANA	Desativada	-18º 55' 00"	-48º 16' 00"
1848009	Xapetuba	ANA	CPRM	-18º 51' 45"	-48º 35' 02"
1848010	Araguari	ANA	FURNAS	-18º 39' 04"	-48º 12' 33"
1848013	Capim Branco	FURNAS	FURNAS	-18º 45' 00"	-48º 16' 00"
1848049	Uberlândia	INMET	INMET	-18º 55' 23"	-48º 17' 19"
1848050	Uhe dos Martins	CEMIG	CEMIG	-18º 48' 00"	-48º 25' 00"
1848051	Uhe Miranda	CEMIG	CEMIG	-18º 55' 00"	-48º 04' 00"
1946001	Barreiro do Araxá	ANA	Desativada	-19º 36' 00"	-46º 54' 00"
1946002	Araxá	ANA	Desativada	-19º 35' 00"	-46º 54' 00"
1946003	Campos Altos	ANA	Desativada	-19º 41' 00"	-46º 10' 00"
1946004	Ibiá	ANA	CPRM	-19º 28' 30"	-46º 32' 31"
1946005	Salitre	ANA	CPRM	-19º 04' 14"	-46º 47' 45"
1946007	Fazenda São Mateus	ANA	CPRM	-19º 31' 00"	-46º 34' 16"
1946008	Serra do Salitre	ANA	CPRM	-19º 06' 46"	-46º 41' 18"
1946010	Pratinha	ANA	CPRM	-19º 45' 05"	-46º 24' 43"
1946011	Tapira	ANA	CPRM	-19º 55' 37"	-46º 49' 31"
1946015	Araxá	INMET	INMET	-19º 34' 00"	-46º 56' 00"
1946016	Campos Altos	CEMIG	CEMIG	-19º 42' 00"	-46º 10' 00"
1947001	Santa Juliana	ANA	CPRM	-19º 18' 57"	-47º 31' 34"
1947003	Indianópolis	ANA	Desativada	-19º 03' 00"	-47º 56' 00"
1947004	Porto da Mandioca	ANA	Desativada	-19º 11' 00"	-47º 06' 00"
1947005	Porto Monjolinho	ANA	Desativada	-19º 02' 00"	-47º 58' 00"
1947006	Ponte João Cândido	ANA	CPRM	-19º 08' 48"	-47º 11' 05"
1947007	Perdizes	ANA	CPRM	-19º 20' 55"	-47º 17' 43"
1947009	Zelândia	ANA	CPRM	-19º 32' 15"	-47º 27' 11"
1947010	Nova Ponte	ANA	Desativada	-19º 08' 00"	-47º 41' 00"
1947013	Uhe Pai Joaquim	CEMIG	CEMIG	-19º 29' 00"	-47º 31' 00"
1947015	Barreiro do Araxá	INMET	INMET	-19º 32' 00"	-47º 00' 00"
1947019	Porto Saracura	ANA	Desativada	-19º 04' 07"	-47º 56' 03"
1947021	Uhe Nova Ponte	CEMIG	CEMIG	-19º 07' 00"	-47º 40' 00"
1948006	Fazenda Letreiro	ANA	CPRM	-18º 59' 18"	-48º 11' 25"
2047037	Desemboque	ANA	CPRM	-20º 00' 49"	-47º 01' 09"

Fonte: ANA – Hidroweb 2007

8.1.2 – Estações Fluviométricas

Numa busca pelas informações de estações fluviométricas, nos registros da ANA, disponíveis em Hidroweb, é possível identificar a existência de 39 estações com coordenadas cadastradas na bacia do rio Araguari.

Como acontece com as estações pluviométricas, a rede de coleta das vazões nos mananciais possui estações com dados que não estão disponíveis no site da ANA e algumas inativas.

A seguir, são relacionadas as estações encontradas na busca realizada.

Tabela 15 – Estações Fluviométricas Encontradas na Bacia do Rio Araguaari

Código	Nome	Bacia Federal	Responsável	Localização	
				Latitude	Longitude
60220000	Desemboque	Rio Paranaíba	ANA	-20° 00' 50"	-47° 01' 04"
60225000	Porto Fajardo	Rio Paranaíba	ANA	-19° 46' 00"	-47° 12' 00"
60228000	Fazenda Boa Vista	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 42' 57"	-47° 24' 47"
60230000	Cachoeira Pai Joaquim	Rio Paranaíba	ANA	-19° 29' 00"	-47° 32' 00"
60230002	UHE Pai Joaquim	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 29' 00"	-47° 32' 00"
60235000	Santa Juliana	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 23' 00"	-47° 38' 00"
60235005	Ponte Santa Juliana	Rio Paranaíba	ANA	-19° 18' 00"	-47° 39' 00"
60250000	Fazenda São Mateus	Rio Paranaíba	ANA	-19° 31' 03"	-46° 34' 12"
60264998	Ibiá – Montante	Rio Paranaíba	ANA	-19° 29' 00"	-46° 31' 00"
60265000	Ibiá	Rio Paranaíba	ANA	-19° 28' 30"	-46° 32' 31"
60272000	Ponte do Rio São João	Rio Paranaíba	ANA	-19° 19' 24"	-46° 38' 14"
60280000	Ponte BR-146	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 20' 57"	-46° 50' 00"
60285000	Estação do Salitre	Rio Paranaíba	ANA	-19° 05' 00"	-46° 47' 00"
60290000	Fazenda Cambaúba	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 25' 00"	-47° 02' 00"
60300000	Ponte da Antinha	Rio Paranaíba	ANA	-19° 19' 00"	-47° 02' 00"
60305000	Porto da Mandioca	Rio Paranaíba	ANA	-19° 11' 00"	-47° 06' 00"
60320000	Ponte João Cândido	Rio Paranaíba	ANA	-19° 09' 00"	-47° 12' 00"
60320002	Ponte João Cândido	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 09' 00"	-47° 13' 00"
60320005	Ponte Branca	Rio Paranaíba	ANA	-19° 10' 00"	-47° 39' 00"
60330000	Pontal	Rio Paranaíba	ANA	-19° 09' 00"	-47° 45' 00"
60330080	UHE Nova Ponte	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 08' 00"	-47° 42' 00"
60335000	Nova Ponte	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 07' 00"	-47° 40' 00"
60335500	Fazenda Guariroba	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 07' 59"	-47° 41' 37"
60336000	Ponte BR-452	Rio Paranaíba	CEMIG	-19° 14' 00"	-47° 48' 00"
60340000	Porto Saracura	Rio Paranaíba	ANA	-19° 04' 07"	-47° 56' 03"
60350000	Porto Monjolinho	Rio Paranaíba	ANA	-19° 02' 00"	-47° 58' 00"
60351080	UHE Miranda	Rio Paranaíba	CEMIG	-18° 55' 00"	-48° 02' 00"
60355000	Miranda - Olaria	Rio Paranaíba	CEMIG	-18° 53' 00"	-48° 05' 00"
60358080	Capim Branco I	Rio Paranaíba	CEMIG	-18° 47' 26"	-48° 08' 50"
60359080	Capim Branco II	Rio Paranaíba	CEMIG	-18° 39' 35"	-48° 26' 07"
60360000	Capim Branco	Rio Paranaíba	FURNAS	-18° 45' 00"	-48° 16' 00"
60365000	Barra do Rio Paraná	Rio Paranaíba	CEMIG	-18° 38' 00"	-48° 20' 00"
60381000	Fazenda Letreiro	Rio Paranaíba	ANA	-18° 59' 18"	-48° 11' 25"
60381005	Estação de Sucupira	Rio Paranaíba	ANA	-18° 56' 00"	-48° 18' 00"
60382000	Fazenda Beira Rio	Rio Paranaíba	ANA	-18° 59' 00"	-48° 11' 00"
60385000	Uberlândia - Jusante	Rio Paranaíba	ANA	-18° 56' 00"	-48° 18' 00"
61740080	UHE Igarapava	Rio Grande	CEMIG	-19° 27' 00"	-47° 42' 00"
61755000	Fazenda da Bandeira	Rio Grande	ANA	-20° 00' 00"	-47° 00' 00"
61776000	Ponte Alacrino	Rio Grande	ANA	-20° 00' 00"	-47° 00' 00"

Fonte: ANA – Hidroweb 2007

Algumas das informações apresentadas no site, são de estações localizadas em outras bacias, apesar de as coordenadas apresentadas estarem localizadas na área da bacia do rio Araguari.

Tabela 16 – Estações Fluviométricas com Cadastro Inconsistente

Código	Nome	Bacia Federal	Responsável	Localização	
				Latitude	Longitude
61740080	UHE Igarapava	Rio Grande	CEMIG	-19° 27' 00"	-47° 42' 00"
61755000	Fazenda da Bandeira	Rio Grande	ANA	-20° 00' 00"	-47° 00' 00"
61776000	Ponte Alacrino	Rio Grande	ANA	-20° 00' 00"	-47° 00' 00"

Fonte: ANA – Hidroweb 2007

Das 36 estações restantes para avaliação, 16 são apresentadas como desativadas, restando então 20 delas em atividade.

A tabela seguinte demonstra a distribuição das estações por sua atividade.

Tabela 17 – Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari por sua Atividade

Código	Nome	Bacia Federal	Operador	Localização	
				Latitude	Longitude
60220000	Desemboque	Rio Paranaíba	CPRM	-20º 00' 50"	-47º 01' 04"
60225000	Porto Fajardo	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 46' 00"	-47º 12' 00"
60228000	Fazenda Boa Vista	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 42' 57"	-47º 24' 47"
60230000	Cachoeira Pai Joaquim	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 29' 00"	-47º 32' 00"
60230002	UHE Pai Joaquim	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 29' 00"	-47º 32' 00"
60235000	Santa Juliana	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 23' 00"	-47º 38' 00"
60235005	Ponte Santa Juliana	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 18' 00"	-47º 39' 00"
60250000	Fazenda São Mateus	Rio Paranaíba	CPRM	-19º 31' 03"	-46º 34' 12"
60264998	Ibiá – Montante	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 29' 00"	-46º 31' 00"
60265000	Ibiá	Rio Paranaíba	CPRM	-19º 28' 30"	-46º 32' 31"
60272000	Ponte do Rio São João	Rio Paranaíba	CPRM	-19º 19' 24"	-46º 38' 14"
60280000	Ponte BR-146	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 20' 57"	-46º 50' 00"
60285000	Estação do Salitre	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 05' 00"	-46º 47' 00"
60290000	Fazenda Cambaúba	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 25' 00"	-47º 02' 00"
60300000	Ponte da Antinha	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 19' 00"	-47º 02' 00"
60305000	Porto da Mandioca	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 11' 00"	-47º 06' 00"
60320000	Ponte João Cândido	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 09' 00"	-47º 12' 00"
60320002	Ponte João Cândido	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 09' 00"	-47º 13' 00"
60320005	Ponte Branca	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 10' 00"	-47º 39' 00"
60330000	Pontal	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 09' 00"	-47º 45' 00"
60330080	UHE Nova Ponte	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 08' 00"	-47º 42' 00"
60335000	Nova Ponte	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 07' 00"	-47º 40' 00"
60335500	Fazenda Guariroba	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 07' 59"	-47º 41' 37"
60336000	Ponte BR-452	Rio Paranaíba	CEMIG	-19º 14' 00"	-47º 48' 00"
60340000	Porto Saracura	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 04' 07"	-47º 56' 03"
60350000	Porto Monjolinho	Rio Paranaíba	Desativada	-19º 02' 00"	-47º 58' 00"
60351080	UHE Miranda	Rio Paranaíba	CEMIG	-18º 55' 00"	-48º 02' 00"
60355000	Miranda - Olaria	Rio Paranaíba	CEMIG	-18º 53' 00"	-48º 05' 00"
60358080	Capim Branco I	Rio Paranaíba	CEMIG	-18º 47' 26"	-48º 08' 50"
60359080	Capim Branco II	Rio Paranaíba	CEMIG	-18º 39' 35"	-48º 26' 07"
60360000	Capim Branco	Rio Paranaíba	FURNAS	-18º 45' 00"	-48º 16' 00"
60365000	Barra do Rio Paraná	Rio Paranaíba	CEMIG	-18º 38' 00"	-48º 20' 00"
60381000	Fazenda Letreiro	Rio Paranaíba	CPRM	-18º 59' 18"	-48º 11' 25"
60381005	Estação de Sucupira	Rio Paranaíba	Desativada	-18º 56' 00"	-48º 18' 00"
60382000	Fazenda Beira Rio	Rio Paranaíba	Desativada	-18º 59' 00"	-48º 11' 00"
60385000	Uberlândia - Jusante	Rio Paranaíba	Desativada	-18º 56' 00"	-48º 18' 00"

Fonte: ANA – Hidroweb 2007

8.2 – Densidade de Estações

8.2.1 – Densidade de Estações Pluviométricas

Segundo os valores estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial, OMM, no material O Guia de Práticas Hidrometeorológicas – WMO – 1974, a densidade mínima de estações pluviométricas é determinada em função das características climáticas, dos tipos climáticos e da topografia da região.

Valores bons e ótimos são esperados de regiões desenvolvidas, quando a preocupação primária dessa instituição é estabelecer uma quantidade mínima.

Para a região, a densidade orientada pela instituição será elevada em duas vezes, já que, essa informação é de fundamental importância nos processos de gestão a serem desenvolvidos pelo Comitê de Bacia e Agência de Bacia.

A tabela seguinte apresenta os valores mínimos orientados pela Organização Meteorológica Mundial.

Tabela 18 – Densidade de Estações Pluviométricas

Tipo de Região	Cobertura (Km ² /Estação)		Número de Estação em 10.000 Km ²
	Normal	Tolerância Mínima em Região Crítica	
Regiões planas, planaltos de clima tropical e temperado	600 - 900	900 – 3.000	11 a 17
Regiões montanhosas em zonas tropicais ou de clima temperado Ilhas montanhosas com precipitação	100 – 250	250 – 2.000	40 a 100
irregular e rede hidrográfica densa	25	250 – 2.000	40 a 100
Regiões áridas e polares	1.500 – 1.000	-	1 a 7

Fonte: WMO 1974

8.2.2 – Densidade Atual de Estações Pluviométricas na Bacia do Rio Araguari

A avaliação da densidade de estações, realizada por sub-bacia na bacia do rio Araguari, resulta nos valores apresentados na tabela seguinte.

Sub-Bacia	Área (km ²)	Estações Existentes	Cobertura (Km ² /Estação)
Foz do Araguari	685,69	-	-
Rio Uberabinha	2.188,86	4	547,22
AHEs Capim Branco	1.178,89	3	392,96
Médio Araguari	1.744,98	1	1744,98
Ribeirão das Furnas	484,67	-	-
Rio Claro	1.106,16	-	-
Baixo Quebra-Anzol	2.103,91	2	1051,95
Rib. Santa Juliana	484,56	1	484,56
Rib. Santo Antônio	842,95	2	421,48
Alto Araguari	3.028,15	4	757,04
Rio Galheiro	774,42	-	-
Rio Capivara	1.359,65	2	679,83
Ribeirão do Salitre	612,82	2	306,41
Ribeirão do Inferno	564,29	-	-
Alto Quebra-Anzol	2.302,62	2	1151,3
Ribeirão Grande	249,69	-	-
Rio São João	962,12	-	-
Rio Misericórdia	1.411,23	2	705,61

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2007

A implantação de novas estações pluviométricas nessa bacia, atenderia especificamente a coleta de dados de chuvas para composição, juntamente com as demais informações coletadas, de um grupo de informações necessárias na composição de outros valores, como um modelo hidrológico ou na avaliação da qualidade na implementação de medidas de conservação.

A densidade encontrada, está dentro da tolerância mínima. Uma avaliação por sub-bacia no entanto, identifica delas, algumas onde não existem aparelhos para essa finalidade, havendo assim a necessidade premente de sua implantação.

A localização provável para tal instalação é o centro geográfico da sub-bacia, sendo as coordenadas de cada uma apresentada na tabela seguinte.

Tabela 20 – Estações Pluviométricas a Serem Implantadas

Sub-Bacia	Área (km ²)	Estações a Implantar	Localização	
			Latitude	Longitude
Foz do Araguari	685,69	1	47° 44' 41"	19° 26' 41"
Ribeirão das Furnas	484,67	1	47° 47' 56"	18° 56' 27"
Rio Claro	1.106,16	1	48° 34' 26"	18° 31' 36"
Rio Galheiro	774,42	1	47° 12' 06"	19° 25' 35"
Ribeirão do Inferno	564,29	1	46° 23' 21"	19° 20' 24"
Ribeirão Grande	249,69	1	46° 37' 02"	19° 10' 55"
Rio São João	962,12	1	46° 56' 34"	19° 48' 25"

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

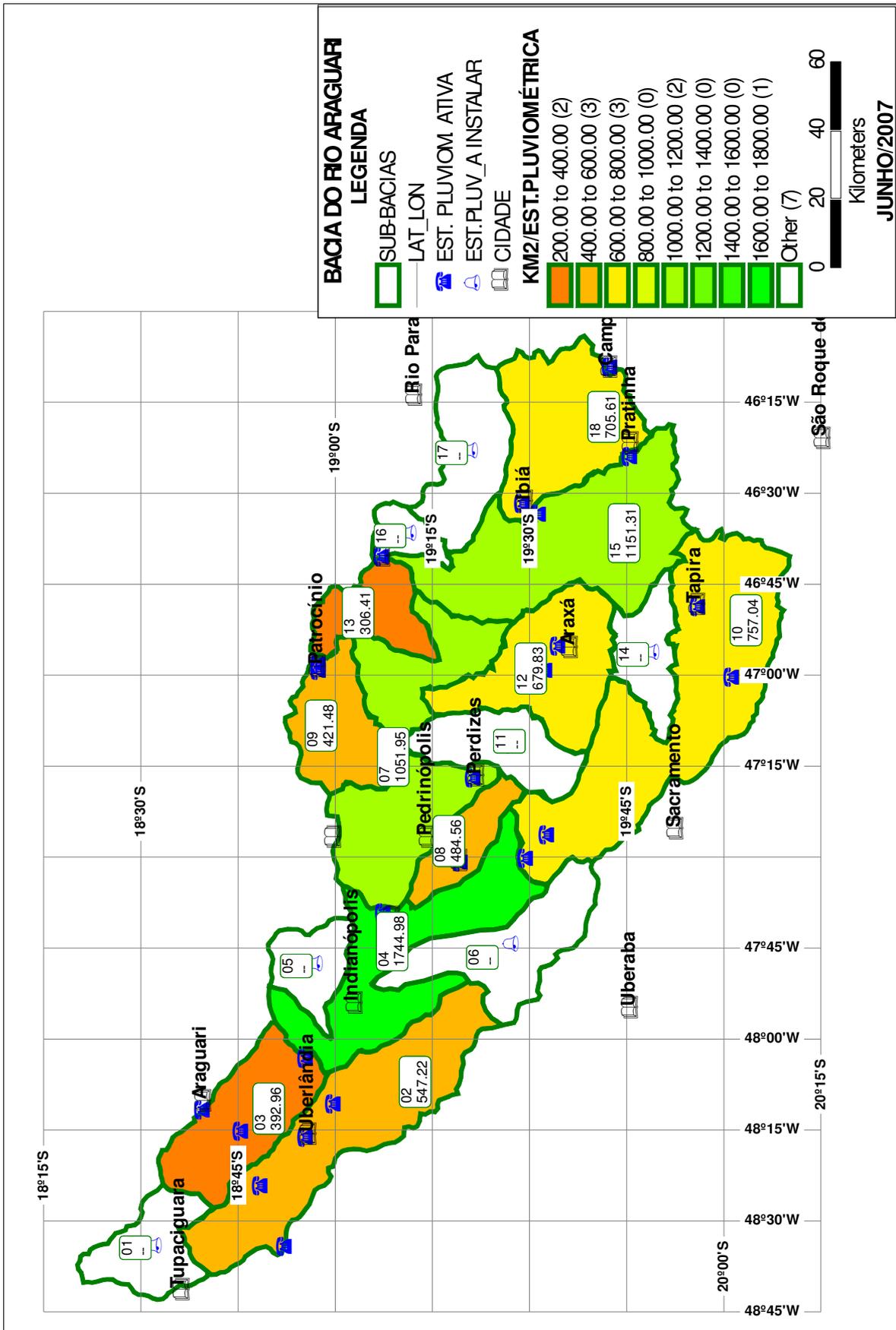


Figura 22 – Densidade de Estações Pluviométricas

8.2.3 – Densidade de Estações Fluviométricas

A implantação de uma rede de coleta de dados fluviométricos deve levar em conta as instruções de quantidade mínima, orientada pela Organização Meteorológica Mundial e a necessidade de informações que o Comitê e a Agência tem nos processos de avaliação das ações adotadas no trecho de bacia.

Tipo de Região	Densidade (Km ² /Estação)	
	Normal	Tolerada em Condições Críticas
Regiões planas de clima temperado e tropical	1.000 a 2.500	3.000 a 10.000
Regiões montanhosas em clima temperado e tropical	300 a 1.000	1.000 a 5.000
Ilha montanhosa com precipitação irregular e rede fluvial densa	140 a 300	1.000 a 5.000
Regiões polares e áridas	5.000 a 20.000	5.000 a 20.000

Fonte: WMO 1974

O monitoramento das vazões dos mananciais, deve ser, no mínimo, em cada sub-bacia na bacia do rio Araguari. Dessa forma, será possível uma avaliação individual das ações, quaisquer delas, desenvolvidas a montante.

A implantação ou complementação de estações fluviométricas em uma rede já existente, deve ainda considerar a necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água, já que os resultados das duas verificações, tem relação direta na determinação da redução ou crescimento de um determinado elemento avaliado.

Dessa forma, a tabela seguinte, identifica quais das sub-bacias já dispõem de equipamento, sendo que, naquelas desprovidas desse equipamento, a implantação será de melhor viabilidade se realizada no ponto mais a jusante do trecho.

8.2.4 – Densidade Atual de Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari

Tomando a referência da necessidade de no mínimo uma estação fluviométrica na posição mais a jusante de cada manancial principal nas sub-bacias, as estações existentes e necessárias são apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 22 – Densidade Atual de Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari

Sub-Bacia	Área (km ²)	Estações Existentes	Cobertura (Km ² /Estação)
Foz do Araguari	685,69	-	-
Rio Uberabinha	2.188,86	3	729,62
AHEs Capim Branco	1.178,89	2	589,45
Médio Araguari	1.744,98	4	436,25
Ribeirão das Furnas	484,67	-	-
Rio Claro	1.106,16	1	1106,16
Baixo Quebra-Anzol	2.103,91	1	2103,91
Rib. Santa Juliana	484,56	-	-
Rib. Santo Antônio	842,95	-	-
Alto Araguari	3.028,15	3	1009,38
Rio Galheiro	774,42	-	-
Rio Capivara	1.359,65	1	1349,65
Ribeirão do Salitre	612,82	-	-
Ribeirão do Inferno	564,29	-	-
Alto Quebra-Anzol	2.302,62	2	1151,31
Ribeirão Grande	249,69	-	-
Rio São João	962,12	-	-
Rio Misericórdia	1.411,23	-	-

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia - 2007

Em algumas das sub-bacias, apesar de já haver instalado mais de um equipamento para o monitoramento das vazões no manancial principal, a posição dessa estação não reflete as contribuições de toda a bacia, havendo a

necessidade de implantação de novos equipamentos nas localizações apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 23 – Estações Fluviométricas a Serem Implantadas

Sub-Bacia	Área (km ²)	Estações a Implantar	Localização	
			Latitude	Longitude
Ribeirão das Furnas	484,67	01	47° 56' 06"	18° 57' 42"
Rio Claro	1.106,16	01	47° 50' 36"	19° 07' 37"
Rib. Santa Juliana	484,56	01	47° 34' 36"	19° 13' 42"
Rib. Santo Antônio	842,95	01	47° 07' 44"	19° 02' 45"
Alto Araguari	3.028,15	01	47° 32' 08"	19° 29' 39"
Ribeirão do Salitre	612,82	01	46° 55' 51"	19° 14' 51"
Ribeirão Grande	249,69	01	46° 41' 55"	19° 17' 31"
Rio São João	962,12	01	46° 38' 48"	19° 19' 30"
Rio Misericórdia	1.411,23	01	46° 33' 56"	19° 26' 55"

Fonte: Monte Plan e Log Engenharia – 2007

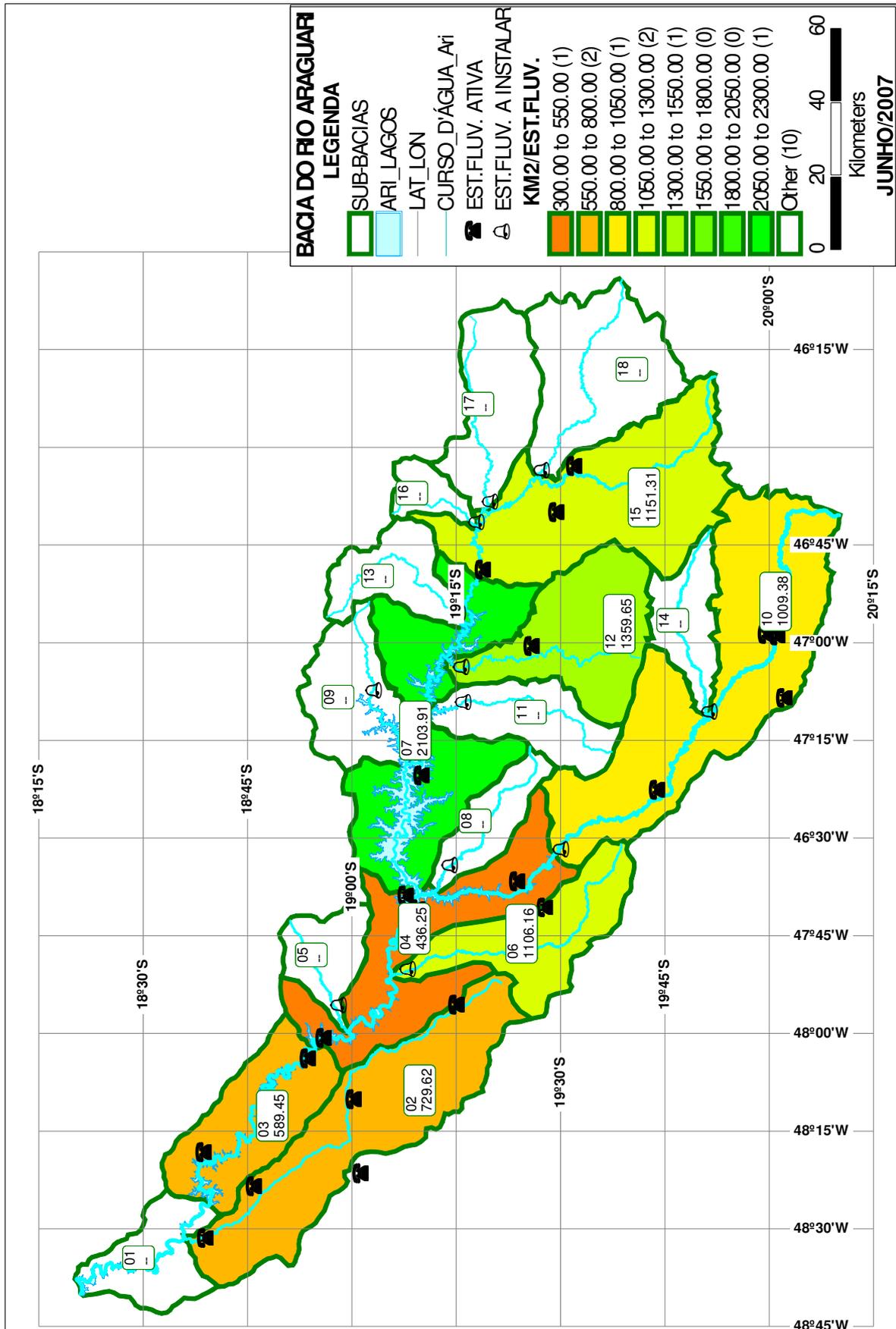


Figura 23 – Densidade de Estações Fluviométricas na Bacia do Rio Araguari

9 – REFERÊNCIAS

- ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica, 2001, **HidroWeb Mapas Online**, Disponível em: <http://hidroweb.aneel.gov.br> , Acesso em março de 2007.
- BRASIL, 1997, Leis, **Política Nacional de Recursos Hídricos: Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Brasília, Diário Oficial da União de 09 de janeiro de 1997.
- CARVALHO, N.O.et all, **Guia de práticas sedimentométricas**, ANEEL, Brasília, 2000
- COMIG- Companhia Mineradora de Minas Gerais .2001. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, Brasil. Escala 1:1.000.000.
- HIDROSSISTEMAS Engenharia de Recursos Hídricos, Deflúvios superficiais no **estado de Minas Gerais**, COPASA, Belo Horizonte, MG 1993
- HIDROSSISTEMAS Engenharia de Recursos Hídricos, **Disponibilidades hídricas subterrâneas no estado de Minas Gerais**, COPASA, Belo Horizonte, MG 1995
- HOSKING, J. R. M. & Wallis, J. R. Regional Frequency Analysis - **an approach based on L moments**. Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, HEC-1 Flood Hydrograph Package - **Reference Manual**, U. S. Army Corps of Engineers, Davis, 1981.
- MINAS GERAIS, 1999, Leis, **Política Estadual de Recursos Hídricos: Lei n. 13.199, de 29 de Janeiro de 1999**, Belo Horizonte, 1999.
- NAGHETTINI, M. C., Nascimento, N. O. & Fernandes, W. S. **A estrutura funcional do sistema Rio Grande** – Um sistema integrado para simulação hidrológica e previsão de vazões afluentes a reservatórios de aproveitamento hidrelétrico.

- Relatório técnico 1, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da UFMG, Belo Horizonte, 2006.
- NAGHETTINI, M. C., Nascimento, N. O., Thimotti, T., Lima, A. A. & Silva, F. E. O. **Modelo Rio Grande de Simulação Hidrológica para Previsão de Vazões de Curto Prazo: Formulação Teórica**, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da UFMG, Belo Horizonte, 2002.
- ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; LIMA, E. F. de; SIQUEIRA, C. A.; MACEDO, D. **Elaboração de uma base cartográfica e criação de um banco de dados georreferenciado da bacia do Rio Araguari - MG.**:Universidade Federal de Uberlândia, 2004, v. 01, p. 69-88.
- RAO, A. R. & Hamed, K. H. **Flood frequency analysis**, CRC Press, Boca Raton, Flórida, 2000.
- UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, CDTN – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/CNEN – Comissão Nacional de Tecnologia Nuclear, UFMT – Universidade Federal do Mato Grosso. 2006. Avaliação dos recursos hídricos do Sistema Aquífero Guarani no município de Araguari, Minas Gerais, Brasil. 210p.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to hydrological practices**, WMO, Geneva, Switzerland, 1974
- ZHAO, R. J., Zhuang, Y. L., Fang, L. R., Liu, X. R. & Zhang, Q. S. **The Xinanjiang Model, Hydrological Forecasting Proceedings**, Oxford Symposium, IAHS 129, pp. 351-356, 1980.