

5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

5.1 MEIO FÍSICO

5.1.1 CLIMATOLOGIA

a. Classificação Climática

Conforme já descrito nos Estudos de Inventário da Bacia do Rio São Marcos e de Viabilidade do AHE Serra do Facão, a bacia em estudo, localizada nas regiões Centro-Oeste e Sudeste brasileiras, se enquadra em dois grupos principais, segundo a classificação de Köppen:

- **Grupo A:** correspondente a uma região tropical quente e úmida em que a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C;
- **Grupo C:** correspondente a uma região tropical, mesotérmica, cuja temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C.

Conforme apresentado na Figura 5.1-1, em função dos regimes pluviométrico e térmico, pode-se enquadrar a bacia em estudo nas seguintes variedades climáticas:

- **Aw:** clima tropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco;
- **Cwa:** clima tropical de altitude, com verão chuvoso, inverno seco e média térmica do mês mais quente superior a 22°C.

b. Circulação Atmosférica

A bacia do rio São Marcos está sujeita às principais correntes de circulação do continente sul-americano.

Os sistemas Equatorial Continental Amazônico (EC), Tropical Atlântico (TA) e Equatorial Atlântico (EA) são os mais atuantes na bacia, mas também o Polar Atlântico (PA), a Frente Polar Atlântica (FPA) e o Sistema Tropical Continental (TC) exercem controle sobre o clima da região.

O Sistema Equatorial Continental origina-se na área aquecida do interior do continente, onde dominam os doldrums, e corresponde à faixa de baixas pressões equatoriais, para o interior da qual afluem os ventos alísios dos dois hemisférios. Assim, o sistema EC, determinado por tal faixa de pressão, é responsável por farta precipitação, além de apresentar temperatura elevada. A forte nebulosidade do verão geralmente se expressa sob as formas de nuvens cúmulus, stratocúmulus e cumulonimbus que, antes do fim do dia, resultam em chuvas e trovoadas. Essa nebulosidade elevada limita a

radiação noturna, resultando em mínimas térmicas também elevadas. A umidade também se mantém alta, com valores em torno dos 90% e o vento sopra, em geral, de NE a NW, sendo freqüentes as calmarias.

Durante o verão, o Sistema EC avança sobre o Brasil Central, atingindo a bacia do rio São Marcos e determinando o período chuvoso da região.

O Sistema Tropical Atlântico também atinge a região no período do verão, determinando uma redução nas chuvas, embora tenha maior atuação no restante do ano. O Sistema Tropical Atlântico origina-se na região do anticiclone semi-fixo e permanente do Atlântico Sul, afetando o território brasileiro, devido ao seu sentido anti-horário, e apresenta tendência à estabilidade, a qual se intensifica durante o inverno, devido ao resfriamento advectivo. No verão, em geral, o sistema instabiliza-se, graças ao aquecimento basal pelo contato com o continente, mas esse efeito é mais sentido no trecho litorâneo, onde perde boa parte da sua umidade. A direção do vento é variável, de N a E ou a W, com velocidade, em geral, fraca no interior, sendo comuns as calmarias. A nebulosidade diminui do litoral para o interior, onde o céu se apresenta geralmente limpo.

O Sistema Tropical Atlântico desempenha importante papel no clima da região, atuando durante todo o ano e apenas diminuindo de intensidade no verão. Sua participação leva a um decréscimo nas precipitações e à definição do período seco de inverno.

Esse Sistema também participa da circulação regional, entre o outono e o inverno. É constituído pelos ventos alíseos de SE do anticiclone do Atlântico Sul, compostos por duas correntes separadas por forte inversão térmica. Em seu avanço em direção ao continente, os alíseos adquirem, progressivamente, mais calor e umidade, tornando-se convectivamente instáveis. Essa instabilidade, entretanto, limita-se ao litoral, onde a nebulosidade é forte e as precipitações intensas. Sobre a bacia, o sistema mantém-se seco, formando-se nuvens baixas pela manhã, que desaparecem no decorrer do dia devido ao forte aquecimento. Tal aquecimento e o resfriamento que ocorre durante a noite são responsáveis por amplitudes térmicas diárias elevadas.

A intervenção desse Sistema contribui para o agravamento do período seco já “instalado” pela ação do Sistema TA.

Durante o verão, um outro Sistema pode intervir sobre a área, o Tropical Continental, que só adquire expressão nesse período do ano. Sua área de origem é a zona estreita, baixa, quente e árida a leste dos Andes e ao sul do Trópico de Capricórnio. O Sistema TC é um núcleo subsidente que precede alguns avanços frontais e, muitas vezes, acompanha a baixa do Chaco. Sua temperatura é elevada, chegando ao valor máximo

de 37° C. O céu se apresenta geralmente limpo, contribuindo para o aumento da temperatura diurna e a irradiação noturna, o que provoca amplitudes térmicas diárias elevadas. A baixa umidade desse Sistema impede a formação de nuvens de convecção e de trovoadas, ocorrendo chuvas somente em atividade pré-frontal.

O Sistema Polar Atlântico e a Frente Polar Atlântica, que antecedem o TC, exercem, igualmente, importante papel no clima da região, apresentando atuação mais definida durante o inverno. O Sistema Polar tem sua fonte no Anticiclone Migratório Polar, formado pelo acúmulo de ar proveniente dos turbilhões polares sobre o oceano nas latitudes subpolares e, em sua trajetória para o norte, bifurca-se em dois ramos, Pacífico e Atlântico. Este último, em avanço pelo interior do continente, afeta a região central do Brasil, produzindo quedas na temperatura. Após o mau tempo característico da passagem da frente e uma ligeira instabilidade que acompanha a penetração do Sistema Polar, com o domínio deste, verifica-se a limpeza do céu que acentuará a amplitude térmica diária.

Sintetizando, a evolução sazonal da circulação na área é a seguinte:

- a partir do final da primavera e durante o verão, toda a bacia sofre a intervenção predominante do sistema EC, responsável pelas principais chuvas na bacia, as quais podem atingir até 500 mm mensais nas áreas mais elevadas e expostas às correntes de circulação. Nessa estação, o Sistema TC ainda exerce alguma influência sobre a área, embora com pouca intensidade e, quando intervém, as chuvas se reduzem. A porção meridional da bacia pode ser atingida pela expansão do Sistema TC, portador de chuvas quando em atividade pré-frontal;
- no outono, o sistema EC recua para o norte, tendo sua área de ação mais restrita ao setor ocidental da bacia Amazônica. Assim, cede lugar, na bacia do São Marcos, à franca atuação dos sistemas EA e TA. Com o correr da estação e a entrada do inverno, esses sistemas se estabelecem mais efetivamente e, sendo estáveis nessas áreas interioranas, geram o período seco da região, centralizado em julho, em que as precipitações mensais podem descer abaixo dos 10 mm. Durante o inverno, também o sistema polar, em seus avanços para o norte, atinge a bacia em ondas esparsas, determinando queda na temperatura e chuvas na passagem frontal;
- na primeira parte da primavera, o tempo é controlado pelo sistema TA, permanecendo as características do outono/inverno, com gradual elevação da temperatura. Já em novembro, a influência do sistema EC começa a se fazer sentir, aumentando sensivelmente os índices pluviométricos.

c. Valores Característicos

A caracterização pluviométrica da bacia do rio São Marcos pode ser realizada a partir dos registros das estações ali instaladas. Dentre essas, foram selecionadas as de período de observação mais extenso, listadas no Quadro 5.1-1.

A partir da análise dos respectivos registros, pode-se concluir que a precipitação média anual sobre a bacia é da ordem de 1.500 mm e traçar as isoietas médias anuais, que podem ser vistas na Figura 5.1-1.

O trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de novembro, dezembro e janeiro, responsável por 60% da precipitação anual. O trimestre mais seco corresponde aos meses de junho, julho e agosto, responsável por apenas 2% da precipitação anual. A duração do período seco varia entre 4 e 6 meses.

As Figuras 5.1-2 e 5.1-3 ilustram o comportamento sazonal das precipitações nas estações de Campo Alegre de Goiás e Fazenda São Domingos, localizadas na área de influência direta do AHE Serra do Facão.

Para avaliação das demais características climáticas da bacia, foram utilizados os dados das Normais Climatológicas publicadas pelo INEMET, abrangendo o período de 1961 a 1990, tendo sido selecionadas as estações de Brasília, Catalão, Ipameri e Paracatu, identificadas no Quadro 5.1-2, como representativas da bacia do rio São Marcos.

Os valores médios de temperatura, evaporação e umidade relativa, registrados naquelas estações, são apresentados no Quadro 5.1-3.

A temperatura média anual da bacia do rio São Marcos é de aproximadamente 22°C, devido, principalmente, à conjugação do fator relevo, através da altitude, com o fator latitude, que propicia maior inclinação dos raios solares e maior participação do ar frio polar na região. De modo geral, o trimestre mais quente corresponde aos meses de janeiro, fevereiro e março, com temperaturas máximas absolutas da ordem de 37°C, e o trimestre mais frio corresponde aos meses de maio, junho e julho, com temperaturas mínimas absolutas da ordem de 0°C.

Em termos de evaporação, a bacia do rio São Marcos apresenta-se com um valor médio anual da ordem de 1.500 mm. A evaporação mensal máxima é de aproximadamente 190 mm, nos meses secos de inverno, e a evaporação mensal mínima é de aproximadamente 90 mm, nos meses chuvosos de verão.

A umidade relativa do ar atinge valores médios anuais da ordem de 70%, com médias mensais máximas de 80% (dezembro e janeiro) e mínimas de 55% (agosto).

Em termos de insolação, a bacia apresenta-se ensolarada em cerca de 2.000 horas por ano, com valores médios extremos mensais de 240 horas, no mês de julho, e 150 horas, nos meses de dezembro e janeiro, respectivamente.

A partir dos valores médios mensais para esse período, foram calculados os dados de evapotranspiração potencial por dois métodos indiretos. Os resultados mostraram-se consistentes entre si e com aqueles obtidos dos registros de evaporação em tanque classe A na estação da UHE Emborcação (1985-1996). O Quadro 5.1-4 apresenta esses resultados.

5.1.2 GEOLOGIA, HIDROGEOLOGIA, SISMICIDADE E RECURSOS MINERAIS

a. Geologia

(1) Considerações Gerais

Os procedimentos desenvolvidos neste estudo objetivaram o levantamento das principais feições da geologia, tais como o reconhecimento das diversas litologias e a cartografia da sua distribuição, reconhecimento das principais direções de estruturas como foliações, falhas e fraturas, etc., em escalas compatíveis com os objetivos do estudo, ou seja, em nível de reconhecimento de média intensidade (Área de Influência Indireta, AI, escala 1:100.000) e em nível de reconhecimento de alta intensidade (Área de Influência Direta, AID, e de Entorno do reservatório, AE, escala 1:50.000).

Esses estudos proporcionaram uma avaliação das áreas propensas a sofrerem problemas de instabilização de encostas e informações para o futuro detalhamento do Projeto Básico Ambiental, a ser desenvolvido na fase de obtenção da Licença de Instalação (LI). Dessa forma, os estudos realizados forneceram elementos para:

- definição e avaliação dos impactos sobre o meio ambiente;
- prognósticos das condições emergentes;
- medidas preventivas ou, quando inevitáveis, mitigadoras e/ou compensatórias de efeitos eventualmente danosos que venham a ser desencadeados pela implantação do AHE Serra do Facão.

Dentre as dez Províncias Estruturais do Brasil (ALMEIDA et alii, 1977), a bacia do Rio São Marcos situa-se integralmente na denominada Província Tocantins. Conceitualmente, uma província estrutural corresponde a uma área geograficamente grande e contínua que apresenta feições de litologia, estratigrafia, estrutura, metamorfismo, magmatismo e idades distintas das apresentadas pelas províncias circundantes.

A Província Tocantins ocupa a porção central do Brasil e é subdividida em Porções Setentrional, Sudoeste e Central/Sudeste, sendo a última a de interesse para estes estudos. Nesse setor, 4 unidades geotectônicas são reconhecidas, segundo os trabalhos anteriores a 1990, representados principalmente por MARINI et alii (1984 a) e MARINI et alii (1984 b), ou seja, de oeste para leste:

- Maciço Mediano de Goiás, com predomínio de rochas mais antigas que 2.000 milhões de anos (M.A.);
- Faixa de Dobramentos Uruaçuana, com predomínio de rochas com idades de 1.300 M.A.;
- Faixa de Dobramentos Brasileira, com predomínio de rochas com idades de 600 a 700 M.A.;
- Cráton de São Francisco, com predomínio de rochas com idades mais antigas que 2.000 M.A., sendo parcialmente recoberto por cobertura indeformada de metassedimentos.

Segundo os trabalhos de MARINI e colaboradores (op. cit), a grosso modo, a Faixa de Dobramentos Uruaçuana corresponde ao Grupo Araxá, Formação Ibiá e ao Grupo Canastra, unidades presentes na porção central e sul da bacia do rio São Marcos.

A faixa de Dobramentos Brasileira corresponde principalmente às áreas situadas na região norte e leste da bacia hidrográfica, e correspondem à Formação Paranoá (principalmente na região de Cristalina) e à Formação Paraopeba, que integram o Grupo Bambuí, que tanto pode estar dobrado na faixa de dobramentos brasileiro quanto pode representar a cobertura do Cráton.

Deve ser lembrado que ocorreram muitas mudanças de conceitos nesse período compreendido entre os trabalhos iniciais na década de 70 e os dias atuais, com idas e vindas de nomenclaturas.

Um exemplo claro desse fato é o Grupo Canastra, inicialmente considerado como uma unidade mais jovem que o Grupo Araxá, por BARBOSA (1955) mas que alguns pesquisadores entenderam, posteriormente (e.g. BARBOSA et alii, 1970a; TEIXEIRA & DANNI, 1978) representar o topo da seqüência Araxá.

Outro exemplo é a Formação Paranoá, que inicialmente foi incorporada ao Grupo Bambuí e posteriormente individualizada em Grupo Paranoá, constituído por 8 formações por DARDENNE (1978). Esse mesmo autor e CAMPOS NETO (1979) consideraram complementarmente que a parte superior do Grupo Paranoá pode ser correlacionada ao Grupo Canastra.

Assim, com o anteriormente salientado, oito unidades litoestratigráficas foram reconhecidas na área da bacia hidrográfica:

- Aluviões;
- Cobertura Detrito-Laterítica;
- Formação Paraopeba do Grupo Bambuí;
- Formação Paranoá do Grupo Bambuí;
- Ritmitos do grupo Canastra;
- Filitos e Metarenitos da Formação Ibiá;
- Xistos Araxá; e
- Corpos de granitos e de rochas alcalinas de diversas composições.

(2) Caracterização das Unidades Litoestratigráficas

Aluviões

Iniciando pelas formações mais recentes, é notável o encaixe dos rios, isto é, o profundo entalhe na topografia, e, como resultado, a quase ausência de planícies aluvionares. A drenagem do rio São Marcos forma escassas planícies aluviais, concentradas principalmente junto às barras dos tributários, principalmente aqueles de maior bacia de drenagem. Tratam-se de depósitos arenosos finos, bem selecionados, que podem formar terraços com cerca de 4 a 5 m de espessura. Em uma localidade (UTM224 981/8056 736), foram observadas cascalheiras aluvionares, inclusive com a presença de garimpeiros prospectando diamante. O cascalho retirado era de dimensões de 5 a 10 cm de eixo maior, em uma matriz areno-siltosa.

A interpretação fotogeológica mostra ainda, de forma destacada, que as áreas de menor declividade e de topografia menos acidentada da Formação Ibiá apresentam, em geral, vales de fundos mais chatos, mostrando um desenvolvimento maior de planícies aluviais.

Outro ponto onde se encontram sedimentos aluvionares é nas veredas que, devido à escala de trabalho, dificilmente são representáveis em mapa. Nesses locais, de maior umidade e vegetação específica, podem ser encontrados depósitos essencialmente argilosos, negros, orgânicos, moles e saturados. A execução de tradagens para os estudos de pedologia mostrou a presença de camadas de até 4 m de espessura desses materiais em áreas de veredas. Pode ocorrer ainda um material similar ao primeiro, porém não orgânico e de coloração cinza-escura.

Coberturas Detrito-Lateríticas

Enfeixados sob a designação de “Cobertura Detrito-Laterítica”, podem ser enquadrados os depósitos formados nos diversos ciclos de erosão que permanecem registrados no Centro-Oeste brasileiro como magníficas superfícies de aplainamento. Por ocorrerem no topo dos chapadões, tipicamente as diversas vias de acessos implantam-se sobre a cobertura detrito-laterítica.

Correspondem a depósitos continentais, predominantemente arenosos, pouco consolidados e de coloração avermelhada em função da presença de material ferruginoso. Pode conter lentes finas de arenitos e conglomerados quartzosos com estratificação horizontal. Nas partes mais altas da bacia, próximas ao Distrito Federal, elas podem atingir espessuras de até 30m.

Nas áreas mais visitadas nas proximidades da calha do rio São Marcos, a cobertura detrito-laterítica é representada por material arenoso quase sempre capeado por um manto de “seixos” de material laterítico e quartzosos, separados ou não do material subjacente por linha de seixos. A matriz é essencialmente silto-arenosa, de coloração vermelha-escura e a espessura total observada jamais passou de 2 m.

Formação Paraopeba

Trata-se da formação com maior área de afloramento do Grupo Bambuí na área da bacia hidrográfica do rio São Marcos. Caracteriza-se por uma acentuada variação litológica que inclui tanto uma seqüência clasto-química, representada por margas, calcários, argilitos, filitos e ardósias, e uma seqüência clástica grosseira, representada por quartzitos, arcósios e conglomerado basal.

Os filitos e ardósias da Formação Paraopeba correspondem a rochas de coloração acinzentada, quando são, e granulação fina.

Formação Paranoá

A Formação Paranoá foi alçada à hierarquia de grupo por DARDENNE (1978), sendo constituída por uma seqüência sedimentar de 8 unidades, referidas de A a H. Constitui-se basicamente por uma seqüência de rochas detríticas, representada por um conglomerado junto à base, que para o topo passam para siltitos e quartzitos, com estes predominando na base e aqueles no topo.

Junto às seqüências basais, ocorrem lentes de calcário que contêm estromatólitos, que são colunas calcárias que preservam estruturas algálicas, que permitem a datação dessa seqüência no Proterozóico Superior.

Grupo Canastra

O Grupo Canastra foi definido por BARBOSA (1955) e corresponde a um conjunto de rochas pelito-grosseiras, que podem se associar a rochas metavulcânicas (CAMPOS NETO, 1979).

No trabalho de CAMPOS NETO (1979), foi composta uma coluna com cerca de 2.000 m de espessura, que se inicia por quartzo-muscovita-xisto, que é sobreposto por um espesso pacote de quartzitos finos alternados com finos bancos de clorita-xisto, o que confere um caráter rítmico a essas rochas.

O pacote de quartzitos pode apresentar níveis de quartzito hematítico, ortoquartzitos brancos, além de quartzitos dominados por granulometria fina a muito fina. Finalmente, a unidade superior seria constituída de quartzo-muscovita-xisto e muscovita-quartzo-xisto com intercalações de quartzitos muito finos.

Na área estudada, o Grupo Canastra corresponde a uma seqüência rítmica que intercala bancos centimétricos de quartzitos impuros e de muscovita-quartzo-filitos, o que permite diferenciá-los da Formação Ibiá. Intercalações métricas de cerca de 5 m de espessura podem ocorrer ocasionalmente.

Formação Ibiá

A Formação Ibiá foi definida como uma seqüência constituída por calcixistos verdes com olhos, cordões e lentes de quartzo branco e seu contato com a formação Canastra seria marcado pela presença de um metaconglomerado, que poderia ser seguido desde o rio Paranaíba, a leste de Coromandel, até a nascente do rio Verde.

Pode apresentar intercalações de xisto que contém clorita e calcita, sendo bastante homogêneos. Na área percorrida, é representada por uma seqüência de rochas de baixo grau metamórfico, principalmente correspondendo a uma intercalação de filitos e quartzitos finos. Em lâmina, essa alternância fica clara, podendo-se inclusive observar o início da formação de uma clivagem de crenulação superimposta.

Grupo Araxá

O Grupo Araxá é representado, regionalmente, por um quartzito grosseiro, às vezes conglomerático, que passa a uma granulação fina e caráter laminado, em função da presença de muscovita, em direção ao topo.

Seguem-se mais de 800 m de um pacote de mica-xistos com porfiroblastos de granada, estaurolita e cianita. Podem ocorrer intercalações de xisto grafitosos e lentes de calcixisto que, mais para o topo da seqüência, tornam-se mais comuns.

Uma seqüência ainda mal caracterizada corresponde a intercalações de biotita gnaisses, associados a muscovita-biotita-gnaisses e a hornblenda-biotita-gnaisses. Interpreta-se que, na área percorrida pelo projeto, essas rochas foram interceptadas junto ao contato por empurrão do Grupo Araxá sobre as rochas da Formação Ibiá.

Na área, há muscovita-biotita-xistos de granulação média e muscovita-quartzo-xistos também de granulação média. Podem apresentar bandas enriquecidas de quartzo, formando quartzo-muscovita-xistos e intercalações subordinadas de anfíbolitos. O exame de lâmina petrográfica mostrou ainda a ocorrência de rocha com quartzo, anfibólio e granada em meio a uma massa de epídoto fino e sericita.

Granitos e Rochas Alcalinas

Os trabalhos de Pimentel (e.g. ver síntese em PIMENTEL et alii, 1999), utilizando de forma muito hábil a geoquímica de rochas e a isotopia, permitiram uma re-interpretação importante do arranjo da Faixa de Dobramentos Brasília. Os granitos mostram uma evolução complexa, porém em traços gerais correspondem ao tipo-A com idades entre 1,77 a 1,58 bilhões de anos (GA), granitos sin-colisionais de 0,8 a 0,7 GA, metatonalitos e metadioritos (ao redor de 0,9 a 0,63 GA) e uma suíte pós-orogênica bimodal com idades entre 0,59 e 0,48.

Na área percorrida, foi interceptado o Granito Pires Belo, correspondente a um biotita-granito, cinza-claro, leucocrático (M=6), inequigranular de granulação grossa. Como minerais acessórios principais, foram observados fluorita, titanita xenomórfica, apatita e zircão, e um outro tipo de rocha granítica de coloração cinzenta, leucocrático (M~12-15%), inequigranular de granulação média.

Durante o Cretáceo, época do início do processo de separação do continente sul-americano do continente africano, a plataforma brasileira sofreu uma importante reativação de atividade tectônica representada pelo volumoso derrame de basalto na bacia sedimentar do Paraná, que chega a atingir o sul de Minas, como em Uberlândia.

Outra manifestação importante é a intrusão de corpos alcalinos, como é o caso de Catalão I e II, que integram a Província Alcalina do Sudoeste de Goiás.

Correspondem, a grosso modo, a um conjunto de intrusões dômicas de natureza ultrabásica carbonatítica. São complexos subcirculares, de contatos verticais, consolidados em múltiplos pulsos de atividade magmática.

(3) Síntese Evolutiva

Antes da década de 90, o Grupo Araxá, incluindo a Formação Ibiá e o Grupo Canastra, constituíam a Faixa de Dobramentos Uruçuana que corresponderia a um ciclo tectônico que teria ocorrido há cerca de 1.300 milhões de anos atrás. Posteriormente,

durante épocas brasileiras (entre 1.000 e 640 milhões de anos), teriam se depositado e deformado as seqüências do Bambuí (Paranoá e Paraopeba).

A partir da década de 90, com a utilização intensiva de datações radiométricas de detalhe e de geoquímica de rocha, o grupo da Universidade de Brasília pôde demonstrar que todas essas seqüências são contemporâneas e de idade brasileira.

Dessa forma, as diferenças litológicas e estruturais entre essas unidades são explicadas em termos da sua posição original durante a sedimentação.

Assim, os Grupos Araxá e Ibiá representariam sedimentos de mares profundos ou sedimentos tipo “flysh” e as demais seqüências seriam depósitos de plataforma continental, o que explicaria a presença dos calcários e dos sedimentos mais grossos.

Após a estabilização da Plataforma Sulamericana, durante o Cretáceo ocorreram os sucessivos derrames que constituem a borda atual da Bacia Sedimentar do Paraná. O limite nordeste dos sedimentos é controlado pela atuação do Arco Parnaíba, que é uma estrutura positiva, ou seja, de elevação, com direção N55W. Esse importante arqueamento condicionou a intrusão de diques básicos e das rochas alcalinas do sul de Goiás.

(4) Geologia da Área Diretamente Afetada

A região de descrição mais detalhada da geologia corresponde às áreas imediatamente adjacentes ao reservatório, ou, mais especificamente, uma área de aproximadamente 2 km ao redor do reservatório que se constitui na Área Diretamente Afetada.

Grupo Araxá

As discussões sobre a geologia regional da área de interesse do Aproveitamento Hidrelétrico da Serra do Facão reportam que, historicamente, o Grupo Araxá foi considerado como uma seqüência de xistos e quartzitos de médio grau de metamorfismo e idade do Proterozóico Médio (BARBOSA, 1955 e ALMEIDA, 1967), que estaria desvinculada da Formação Ibiá e do Grupo Canastra.

Trabalhos mais recentes (e.g. PIMENTEL, 1999) oferecem uma interpretação alternativa, fundamentada principalmente em dados de química de rochas e isotopia, segundo a qual as três unidades supra-citadas seriam parte de um mesmo ciclo de sedimentação e deformação, ocorrida no Proterozóico Superior.

Independentemente da discussão da idade e origem desses metassedimentos, relatam-se a seguir os principais tipos litológicos que afloram na região e que tradicionalmente são atribuídos ao Grupo Araxá.

Utilizando a foliação principal como referência, do topo para a base, foram identificados os seguintes tipos litológicos:

- muscovita-xisto, muscovita-quartzo-xisto e bandas de quartzito (topo);
- biotita gnaisse miloníticos;
- biotita-muscovita-xisto e muscovita-quartzo-xisto;
- biotita-gnaisse;
- quartzitos e milonitos (base).

A seqüência basal do Grupo Araxá, situado imediatamente acima da zona de cisalhamento que o justapõe à Formação Ibiá, corresponde a uma unidade de quartzitos e de milonitos. Situam-se em uma faixa de 3 a 4 km de largura em mapa, orientada segundo WNW-ESE.

Os milonitos são rochas de coloração cinza-clara, granulação fina a média, que podem apresentar certo bandamento composicional, intercalando lâminas de milonito fino rico em sericita e biotita e bandas ricas em quartzo. A principal estrutura é a foliação milonítica que se apresenta sob a forma de um par de foliação do tipo S-C, com a foliação interna (S) orientada segundo 50/235 (*dip-dipdirection* ou N35W 50SW) e o plano de cisalhamento (C) orientado segundo 30/230 (*dip-dipdirection* ou N40W 30SW), claramente indicando transporte tectônico de Sudoeste para Nordeste.

Os quartzitos são rochas de coloração creme a branca, de granulação muito variada, desde grossa a fina, levemente micáceos e feldspáticos. Em geral, são compactos e, como são bastante resistentes à alteração, assim se apresentam mesmo quando medianamente alterados, principalmente, naqueles termos mais puros. Apresentam uma clara estratificação plano-paralela com espessura de bancos de 0,5 a 2,0 m, apresentando também intercalações de camadas de quartzito micáceo. Não foram observadas estruturas sedimentares que possibilitassem inferências sobre a polaridade sedimentar dos quartzitos. Ainda deve ser mencionada a grande quantidade de veios de quartzo de orientações variadas presentes nos quartzitos, com espessuras de 3 a 40 cm.

Os biotita-gnaises que se sobrepõem às rochas anteriores aparecem em faixa subparalela à primeira com largura em mapa de 2 a 3 km. Encontram-se bem expostos nos cortes próximos da ponte sobre o rio São Marcos (margem direita) na rodovia GO-206. Correspondem a biotita-gnaises bandados, que alternam bandas de 10 a 15 cm de material essencialmente quartzo-feldspático e bandas de 0,5 m de material cinza-escuro, porém ainda leucocrático (M=10-12%). Trata-se de rocha de cor cinza, leucocrática (M=8-10%), inequigranular de granulação média.

Os xistos do Grupo Araxá aparecem em duas faixas e, a despeito dessa aparente repetição de camadas, não se observaram estruturas do tipo dobras e/ou falhas que justificassem essa repetição, sugerindo portanto que se tratam de “camadas” distintas. A faixa mais meridional, na verdade, se estende mais além da Área Diretamente Afetada; assim, não foi observado o seu limite mais ao sul. Outro ponto importante refere-se ao fato dessa unidade ser litologicamente semelhante aos xistos encontrados entre as duas faixas de gnaisses, sendo assim descrita conjuntamente.

Os xistos são constituídos essencialmente por muscovita e quartzo, sendo a biotita subordinada à primeira. São rochas de coloração rosada quando alteradas, formando um solo essencialmente silto-arenoso micáceo. A rocha menos alterada apresenta coloração cinza-esverdeada. Embora os trabalhos regionais mencionem a presença esporádica de granada, estaurólita e cianita, nenhum desses minerais foi observado. O quartzo pode ser localizadamente importante, formando bancos importantes de quartzo xistos.

Os xistos apresentam uma foliação principal que está dobrada em dobras tardias simétricas, de comprimento de onda métrico e amplitudes menores a um metro, freqüentemente como plano axial subvertical. Quando essas dobras são assimétricas, a vergência é claramente direcionada para nordeste.

Finalmente, a faixa de gnaisses de sul orienta-se segundo WNW-ESSE, aflorando de maneira mais intensa em alguns pontos. Esses gnaisses caracterizam-se por se preservarem sob a forma de blocos e lajes isolados em meio ao solo, diferentemente dos anteriores. São biotita-gnaisses a muscovita-biotita-gnaisses, composição granítica, coloração branca a cinza-clara, leucocrático (M=4-5%), inequigranulares de granulação média a grossa e tipicamente com textura milonítica.

Formação Ibiá

Os terrenos ocupados pela unidade Ibiá ocupam as porções central e noroeste da área em estudo. O exame das fotos-aéreas mostra um forte contraste de relevo com a unidade Canastra ao longo do vale do rio Imburuçu. Assim, a oeste dessa drenagem, afloram os filitos da Formação Ibiá e, a leste da drenagem, afloram os metarritmitos do Grupo Canastra.

Como anteriormente descrito, a rocha típica dessa unidade corresponde a um filito cinza-esverdeado, quando são, a cinza-rosado quando mais alterado. Na lâmina petrográfica examinada, nota-se a presença conspícua de muscovita e de quartzo, estando a foliação principal dobrada, com a formação de uma clivagem de crenulação diferenciada superimposta.

Contrariamente ao apresentado nos trabalhos de cunho regional, não foi observada a presença de minerais de carbonato que justificassem a denominação de calci-filitos. A litologia subordinada que mais freqüentemente aparece sob a forma de lentes ou como bandas mais ricas são os quartzitos, como bancos de 1 a 2 m de espessura.

Grupo Canastra

Situados predominantemente na porção centro-leste da área em estudo, ocupam a faixa a leste do vale do rio Imburuçu. Regionalmente, como apresentado por CAMPOS NETO (1979), essa unidade pode atingir 2.000 m de espessura, que se inicia por quartzo-muscovita-xisto, que é sobreposto por um espesso pacote de quartzitos finos alternados com finos bancos de clorita-xisto, o que confere um caráter rítmico a essas rochas.

Na área estudada, o Grupo Canastra corresponde a uma seqüência rítmica que intercala bancos centimétricos de quartzitos impuros e de muscovita-quartzo-filitos, o que permite diferenciá-los da Formação Ibiá. Intercalações métricas de quartzito, com cerca de 5 m de espessura, podem ocorrer ocasionalmente. De forma similar, podem ocorrer bandas espessas de metassedimentos finos onde há apenas filitos cinza-prateados microdobrados.

Intrusivas

Dois corpos de granito foram observados na área de estudo, o primeiro na área sul junto à BR-210, logo após a ponte sobre o rio São Marcos, em direção a Davinópolis e nas proximidades de Pires Belo.

Como discutido nos trabalhos regionais de PIMENTEL ET AL. (1999), fazem parte de uma suíte ígnea que, a grosso modo, é constituída por granitos do tipo-A com idades entre 1,77 a 1,58 bilhões de anos (GA), granitos sin-colisionais de 0,8 a 0,7 GA, metatonalitos e metadioritos (ao redor de 0,9 a 0,63 GA) e uma suíte pós-orogênica bimodal com idades entre 0,59 e 0,48.

Na área percorrida, foi interceptado o Granito Pires Belo, que corresponde a um biotita-granito, cinza-claro, leucocrático (M=6), inequigranular de granulação grossa. Como minerais acessórios principais, foram observados fluorita, titanita xenomórfica, apatita e zircão. A rocha apresenta claramente texturas ígneas preservadas, além de alteração hidrotermal e uma completa ausência de texturas metamórficas ou de deformação. Tais evidências sugerem que se trate de representante da suíte pós-orogênica.

O outro corpo de granito corresponde a um muscovita-granito, branco, hololeucocrático (M=4-5%), inequigranular de granulação média a grossa e igualmente isento de

foliação. Claramente discordante da foliação regional, sugere também integrar a suíte pós-orogênica de PIMENTEL et al. (1999).

Cobertura Detrito-Laterítica

Regionalmente, essa unidade é descrita como correspondente a depósitos continentais, arenosos de coloração avermelhada, em função da presença de material ferruginoso. Pode conter lentes delgadas de arenitos e conglomerados quartzosos com estratificação horizontal. Na região de Brasília, podem atingir espessuras de até 30m. Nas áreas mais visitadas nas proximidades da calha do rio São Marcos, a cobertura detrito-laterítica é representada por material arenoso, quase sempre capeado por um manto de “seixos” de material laterítico e quartzosos, separados ou não do material subjacente por linha de seixos. A matriz é essencialmente silto-arenosa, de coloração vermelha-escura e a espessura total observada jamais passou de 2 m.

b. Hidrogeologia

(1) Considerações Gerais

Os sistemas aquíferos da bacia hidrográfica do rio São Marcos foram divididos em dois grandes domínios: Rochas Cristalinas Pré-Cambrianas (aquíferos fissurados/manto de intemperismo) e Coberturas Detrítico-Lateríticas de idades terciárias e quaternárias, como demonstra o Mapa Hidrogeológico, no final desta Subseção.

Os poços cadastrados pela CPRM mais próximos da Área de Influência do AHE Serra do Facão apresentam as seguintes informações:

- PAR-01: profundidade de 13 metros; níveis estático e dinâmico, 12 metros; aquífero fissural; localidade: Fazenda Manequim; município: Paracatu; proprietário: João Prado;
- PAR-02: profundidade de 13 metros; níveis estático e dinâmico, 9 metros; aquífero fissural; localidade: Fazenda Escuro; município: Paracatu; proprietário: Osmar Costa;
- PAR-03: profundidade de 22 metros; níveis estático e dinâmico, 15 metros; aquífero livre; localidade: Fazenda Engenho Velho; município: Paracatu; proprietário: Jansen Geraldo;
- PAR-04: profundidade de 150 metros; níveis estático e dinâmico, 25 metros; aquífero fissural, localidade: Fazenda Currealinho; município: Paracatu; proprietário: Tereza Pereira.

De acordo com os estudos hidrogeológicos realizados para o Diagnóstico Ambiental do EIA-RIMA do AHE Serra do Facão, a Área de Influência Direta do empreendimento está situada no Domínio de Rochas Cristalinas (Domínio I), onde ocorrem aquíferos do tipo fissural (fraturados) encobertos ou não por manto de intemperismo, sem evidências de hidrotermalismo.

(2) Domínio I: Rochas Cristalinas Pré-Cambrianas

• **Aqüíferos Fissurados**

As rochas cristalinas pré-cambrianas (micaxistos, gnaisses, quartzitos, ardósias, calcários metamórficos, granitos e granodioritos, dentre outras) ocupam a maior parte da área em estudo (subunidade geomorfológica Planalto Alto Tocantins-Paranaíba).

Esse conjunto litológico é considerado genericamente como aquífero pouco expressivo, em razão de suas características impermeáveis e pouco porosas, com importância hidrogeológica relativamente pequena.

Entretanto, as rochas cristalinas armazenam água nas fraturas em volumes variados. Estão quase sempre cobertas por um manto de alteração (ou manto de intemperismo) areno-argiloso, variando de poucas espessuras até 4,5 metros em média. Esse manto de intemperismo permite a infiltração direta das águas meteóricas, que podem originar as fontes e/ou alimentar as fraturas abertas ou pouco abertas das rochas.

Em termos hidrogeológicos, os aquíferos fissurados estão condicionados às zonas de fraturas ou fissuras oriundas de processos tectônicos antigos, que provocaram a abertura de determinadas zonas de maior fraqueza da rocha, mostrando ser a única maneira de lá se acumular água. Os aquíferos fissurados são livres e localizados, restritos a essas zonas fraturadas, ampliados, em certos trechos, devido à associação com rochas porosas do manto de intemperismo. A qualidade química da água é geralmente boa.

O padrão de distribuição das discontinuidades regionais existentes (sistemas de fraturas permeáveis) permite considerar o seguinte:

- nas zonas onde houver maior densidade de fraturas, ou seja, sistemas de juntas intercomunicáveis abertas, haverá maior circulação de água;
- a presença de zonas fortemente cisalhadas por falhamentos paralelos à foliação das rochas pode influenciar o fluxo d'água do substrato;
- a alimentação desses aquíferos – além da contribuição do manto de intemperismo – dá-se nos leitos das drenagens, na maioria encaixadas, onde podem ocorrer afloramentos da rocha fraturada.

Acredita-se que os exutórios desses aquíferos sejam a própria rede de drenagem. Os elementos de drenagem e de relevo são, em geral, bem marcados, com segmentos retilíneos acompanhando linhas de fraturas pré-estabelecidas.

De acordo com trabalhos anteriores (OLIVEIRA, 1997), realizados na bacia hidrográfica contígua (bacia do rio Corumbá), o surgimento de zonas de cisalhamento expressivas, com prováveis aberturas significativas, tende a formar condições ideais para a formação de condutos para fluxo de água subterrânea. As zonas de cisalhamento N80E-EW funcionariam como condutos de água subterrânea para abastecimento de

aqüíferos. Em geral, zonas de cisalhamento estão associadas a intenso fraturamento e áreas com alta frequência de fraturas favorecem a permeabilidade das rochas, significando áreas importantes na função de recarga ou acúmulo de água nos aqüíferos. Nesse mesmo estudo, o autor considera que os baixos estruturais são relacionados a zonas de acúmulo de água subterrânea e os altos estruturais a zonas de recarga.

Dados de poços tubulares profundos na mesma província hidrogeológica (Estudo Oriental/Sudeste), em litologias semelhantes, indicam uma produtividade para esses aqüíferos variando de média a fraca, com capacidade específica entre $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e $0,13 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, e vazão entre 25 e $3,25 \text{ m}^3/\text{h}$ para rebaixamento do nível d'água de 25 m (Mapa Hidrogeológico do Brasil 1:5.000.000, DNPM, 1983). A permeabilidade varia com o grau de fraturamento. Por suas constantes descontinuidades, precária homogeneidade e forte anisotropia, não apresenta parâmetros hidrodinâmicos constantes. Assim, em determinada zona do maciço rochoso, onde não ocorra nenhuma fratura, a porosidade e a permeabilidade são praticamente nulas, podendo ser relativamente elevadas em outra zona, onde haja concentração de fraturas.

Pela natureza das rochas cristalinas, esse domínio apresenta, em geral, baixa a média favorabilidade para exploração, em função da distribuição e densidade aleatórias das fraturas e, também, das ocorrências de rochas não-fraturadas ou pouco fraturadas na região, não obstante as condições locais possam ser favoráveis para a exploração de água subterrânea.

- **Manto de Intemperismo**

A intemperização das rochas cristalinas tem gerado solos de espessuras variadas. Os aqüíferos locais restritos a zonas fraturadas podem ser ampliados em certos trechos, devido à associação com materiais porosos das formações superficiais representados pelos solos residuais e transportados. Na base das encostas das elevações, a predominância de depósitos de solos coluviais bastante espessos pode resultar na formação de reservatórios expressivos de água. Nas partes mais onduladas do relevo (ondulado a forte ondulado), têm sido geradas pequenas espessuras de solos (solos cambissólicos), formando reservatórios de água subterrânea de pequeno volume.

Os solos profundos e bem drenados, com textura grosseira e estruturas em bloco ou prismática (solo latossólicos), situados nos topos das chapadas, apresentam alta capacidade de infiltração. Já os solos rasos e mais argilosos ou os solos com horizonte de acumulação de argila (solos podzólicos) nos relevos suave ondulados e ondulados demonstram baixas taxas e volumes de infiltração.

A cobertura vegetal também facilita a infiltração de água nos solos. As áreas cobertas por vegetação densa permitem maior infiltração e percolação da água nos solos. As matas nas encostas regulam as águas de escoamento, perenizam os córregos, riachos, nascentes e alimentam o lençol da água subterrânea. Esses aqüíferos são

caracterizados pela pouca profundidade do lençol freático, cujo nível d'água e espessura são bastante variáveis. De maneira geral, apresentam uma capacidade de infiltração boa, com probabilidade de armazenamento de média a alta. São aquíferos contínuos de extensão limitada, livres, com permeabilidade variável. Contém, normalmente, água de boa qualidade físico-química, porém com elevado risco de contaminação, haja vista a pequena profundidade do lençol freático, sem proteção em superfície.

Esse tipo de aquífero deve ser explorado através de poços rasos e/ou drenos radiais. Devido às dimensões reduzidas na área (não mapeáveis no mapa hidrogeológico, na escala 1:250.000), não são significativos em termos regionais.

Nos mantos de alteração constituídos por solos com boa infiltração, o fluxo de água subterrânea escoar de forma laminar em direção aos flancos e vales, podendo alimentar os córregos ou rios durante longos períodos de estiagem. Esse escoamento é condicionado pela permeabilidade do material e pelas características litológicas e estruturais das rochas cristalinas subjacentes. A presença de fontes e nascentes nos vales e nas encostas indicam a influência da água subterrânea. Os exutórios desses aquíferos são representados, em geral, pela interceção da superfície de erosão dos vales com a superfície hidrostática do aquífero, além do contato com o manto/rocha alterada/rocha fresca.

(3) Domínio II: Coberturas Detrítico-Lateríticas

Esses aquíferos estão relacionados aos sedimentos cenozóicos (Terciário/Quaternário) que ocorrem no topo das chapas e chapadões (subunidade geomorfológica Supercícies Aplainadas), compostos de uma formação laterítica secundada por carga de natureza ferrífera.

As condições topográficas representadas pelos topos aplainados, vertentes alongadas e vales fluviais pouco profundos, proporcionam estágios diferentes de escoamento. Nos topos aplainados, predomina a percolação, resultando em solos mais lixiviados, bem drenados e profundos (Latossolos). Nas vertentes, o escoamento superficial pode ser intensificado durante a estação chuvosa, carreando areias e sedimentos finos que vão se depositar nos vales. Entretanto, o escoamento superficial é atenuado pela presença de formações porosas e permeáveis e, também, pela baixa declividade das vertentes.

O escoamento subsuperficial nessas formações, em geral com boa infiltração, converge lentamente para as correntes de fluxo e pode alimentar os mananciais, córregos e rios durante os longos períodos de estiagem. As áreas adjacentes aos canais que drenam o fundo dos vales encontram-se, em geral, úmidas ou mesmo molhadas, pois representam as principais fontes dos fluxos da água subterrânea provenientes das partes mais elevadas. Durante os períodos secos, os canais são mantidos pela descarga de água subterrânea residente nos solos e rochas.

As coberturas Detrítico-Lateríticas podem conter aquíferos locais em camadas ou lentes arenosas, constituídas de sedimentos clássicos, em geral, não consolidados. A permeabilidade das coberturas é considerada média e a qualidade química das águas é boa.

As fontes que ocorrem nas vertentes íngremes alguns metros abaixo do rebordo das escarpas das chapadas, dando origem aos córregos ali existentes, estão condicionadas à fragmentação das crostas lateríticas pela erosão desses rebordos. O lençol freático nesses locais sofre um rebaixamento com o desmoronamento dos blocos e o recuo da linha de escarpa, originando tais fontes.

Dados hidrogeológicos regionais – Mapa Hidrogeológico do Brasil – classificam-nos como contínuos de extensão variável, livres ou confinados; permeabilidade variável; qualidade química das águas geralmente boa; possibilidade de exploração através de poços rasos (profundidade inferior a 50 m); importância hidrogeológica relativamente grande. A produtividade é média a fraca, com poços com capacidade específica entre 1 e 0,13 m³/h/m e vazão entre 25 e 3,25 m³/h para rebaixamento do nível d'água de 25 m.

c. Sismicidade Induzida

(1) Considerações Gerais

A interferência do Homem na Natureza pode provocar sismos. Vários podem ser os processos desencadeadores, como injeção de gás e fluidos sob pressão no subsolo (ou mesmo sua extração), alívio de cargas em minas, etc., porém, o mais importante deles é o enchimento de reservatórios.

Os principais sismos induzidos por reservatórios no mundo chegaram a alcançar magnitudes em torno de 6, porém, normalmente, são pequenos. Deve-se ressaltar, porém, que mesmo em regiões de baixa sismicidade natural esses eventos podem ocorrer.

O mecanismo de indução mais plausível relaciona-se com a alteração das pressões neutras ao longo de falhas e outros defeitos geológicos de grande porte, em geral, já submetidos a esforços tectônicos decorrentes do reservatório, que compõe a força adicional necessária ao desencadeamento do fenômeno. A grande dificuldade que se enfrenta, portanto, é definir se as tensões pré-existentes estão altas, próximas do ponto de ruptura.

É preciso salientar, também, que a maioria dos reservatórios artificiais, em geral, não desencadeia processos dessa natureza, mesmo se implantados em regiões com alta sismicidade natural.

A atividade sísmica do território nacional, que até recentemente era considerada de nível desprezível, em virtude do Brasil ocupar grande parte da plataforma Sulamericana (considerada estável do ponto de vista sismológico), pode, hoje, ser considerada significativa, conforme atestam inúmeras compilações e trabalhos publicados relativos ao tema.

A maior parte dos sismos que ocorrem no Brasil deve ter profundidade focal rasa, característica esta dos sismos de regiões intraplaca. Conseqüentemente, os efeitos na superfície tendem a afetar áreas pequenas.

Os sismos de foco profundo, no extremo oeste do Brasil, pertencem ao tectonismo profundo causado pela interação das placas Sulamericana e de Nazca, não produzindo grandes efeitos em superfície.

Portanto, o nível de sismicidade do Brasil não apresenta índices de risco alarmantes que possam representar situações de catástrofe, como em regiões tipicamente sísmicas.

Poucos são os eventos com magnitude maior que 5, registrados ou sentidos, que chegaram a alcançar intensidades da ordem de VI/VII em superfície (isto é, sentidos, na zona epicentral, por todos e provocando pequenos danos materiais em construções de má qualidade), conforme escala apresentada no Quadro 5.1-5.

Quanto à sismicidade induzida por reservatórios, as primeiras citações referem-se à Usina Hidrelétrica de Capivari-Cachoeira, no Paraná, em 1971 e 1972. De lá para cá, foi constatado o fenômeno em alguns outros reservatórios de hidrelétricas no Sudeste do Brasil (Capivara, Cajuru, Paraibuna e outros), no Norte (Tucuruí e Balbina) e no Nordeste (Açude Armando Ribeiro Gonçalves), todos com magnitude inferior a 4, provocando, em alguns casos, pequenos danos materiais.

O regime tectônico intraplaca é diverso daqueles que ocorrem nas bordas das placas, tendo como preponderante os esforços induzidos por correntes de convecção. Portanto, a sismicidade em áreas afastadas das bordas tem sido atribuída a diversas causas.

A correlação direta entre falhas geológicas e sismos ainda é difícil de ser estabelecida, principalmente pelo elevado número de falhas em algumas regiões do Brasil, bem como pelos erros na determinação epicentral.

Entretanto, a correlação com uma estruturação maior, que apresenta um quadro de fraqueza crustal, com manifestação até os dias atuais, é mais factível. Daí, decorrem as experiências de uma regionalização sísmica ou sismotectônica, considerando aspectos de tectônica ressurgente e neotectônica, conformando zonas sismogênicas

(MIOTO, J. A., 1993), associando manifestações da sismicidade intraplaca brasileira com zonas de fraqueza crustal com mobilidade intermitente no tempo geológico.

(2) A Região do AHE Serra do Facão

Segundo a Relação de Dados Sísmicos, elaborada pelo Observatório Sismológico da Universidade de Brasília, ocorreram na região próxima ao Aproveitamento Serra do Facão centenas de eventos sísmicos, todos porém com magnitudes baixas, inferiores a 4, e alguns induzidos por reservatórios. Trata-se, portanto, de uma atividade sísmica característica de regiões intraplaca.

É notável a concentração de eventos no Noroeste de Goiás e Sudoeste de Minas Gerais, sugerindo zonas definidas, como se verá adiante.

A bacia hidrográfica do rio São Marcos, onde será implantado o Aproveitamento Hidrelétrico Serra do Facão, insere-se integralmente na denominada Província Tocantins, setor Central/Sudeste, conforme pôde ser verificado no item a (Geologia), mais especificamente na Faixa de Dobramentos Brasileira, entre o Cráton de São Francisco, a leste, e a Faixa de Dobramentos Uruaçuana, a oeste.

Do ponto de vista sismotectônico, está inserida na denominada Zona Sismogênica de Passos, conforme apresentado na Figura 5.1-4. Essa zona sismogênica caracteriza a “instabilidade observada entre a Sutura de Alterosa (articulação dos blocos São Paulo e Brasília) e o Cinturão de Transcorrência Campo do Meio” (MIOTO, J. A., 1993), cujas estruturas maiores podem ser observadas nas Figuras 5.1-5 e 5.1-6.

De maior interesse à AHE Serra do Facão devem ser destacadas as falhas associadas ao Lineamento do Oeste Mineiro, inversas ou de empurrão com direção aproximada NW, que, no vale do rio São Marcos, limitam, por contato tectônico, as litologias do Grupo Araxá, Formação Ibiá, Grupo Canastra e Formação Paraopeba. No Mapa Geológico da Área de Influência Indireta, é possível observar uma extensa falha inversa, de direção NW, a montante do barramento, nas proximidades do ribeirão do Segredo.

Os sismos naturais nessa Zona Sismogênica de Passos alcançaram magnitude máxima de 3,7 mb e intensidade IV – V MM (Mercalli Modificada).

A sismicidade induzida pelo reservatório de Emborcação (Figura 5.1-7), nessa zona sismogênica, reflete essa estruturação, muito provavelmente.

Ainda no entorno da Zona Sismogênica de Passos, ocorrem outras zonas, conforme indicado na Figura 5.1-5: Ribeirão Preto, Pinhal, Paraopebas, Jequitaí e Porangatu.

d. Recursos Minerais

A bacia do rio São Marcos apresenta grande diversidade de recursos minerais, onde várias áreas foram requeridas junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, tanto para fins de pesquisa como para exploração. Dentre as substâncias requeridas, as principais são: a apatita, nióbio, fosfato, titânio, quartzito, quartzo, argila refratária, argila, terras raras, chumbo, ouro e diamante industrial. Os principais recursos minerais que suscitaram interesse para obtenção de autorizações e concessões minerais na Área de Influência Direta do AHE Serra do Facão (áreas requeridas com interferência do futuro reservatório) são o diamante industrial e o ouro. Com base nos números dos processos, foram realizadas pesquisas junto ao DNPM, de modo a disponibilizar os seguintes dados: titular da área (requerente), substância, área em hectares, unidade da federação, município, localidade e situação legal (fase do processo). Como resultado desse levantamento, foram discriminados 89 processos do DNPM relativos às áreas de autorizações e concessões minerais, cujos dados encontram-se relacionados no Quadro 5.1-6.

Na Área de Influência Direta, há uma propriedade que dispõe de Alvará para pesquisa de diamante industrial numa área de 2.000 ha, com validade até 10.09.2002. Entretanto, conforme verificado no local, está havendo uma exploração contínua, tanto no rio quanto na parte terrestre, embora o Alvará apresentado seja somente para pesquisa, como explicado na página 5-374, que trata dos aspectos socioeconômicos da Área de Influência Direta.

5.1.3 GEOMORFOLOGIA

a. Área de Influência Indireta (AII)

A bacia de contribuição do Aproveitamento Hidrelétrico Serra do Facão, no rio São Marcos, está inserida na paisagem do Planalto Central Brasileiro (CODEPLAN, 1976) ou Unidade Geomorfológica Planalto Central Goiano (RADAM, 1983). O Planalto Central Goiano está subcompartimentado em níveis topográficos distintos, que se apresentam escalonados conforme as idades geológicas, devido à ação erosiva e aos movimentos tectônicos.

A origem do padrão geomorfológico da bacia está relacionada a uma redução no processo de arqueamento ocorrido no Terciário. Durante a reativação tectônica do Plioceno, as fraturas pré-existentes foram reativadas, produzindo deslocamentos ao longo de contatos geológicos e dando origem aos escarpamentos.

O nível topográfico mais elevado corresponde à subunidade denominada neste trabalho de Superfícies Aplainadas (SA), onde predominam modelados suaves do tipo tabular, com formas muito amplas de topos aplainados conhecidos regionalmente como

“chapadas”. Tais “chapadas” contêm vales fluviais com poder de encaixe pequeno, fundos planos e são delimitadas por rebordos de dissecação escarpados e festonados, com declives alcançando até 70%.

São, portanto, formas tabulares conservadas ou suavemente dissecadas, observando-se apenas uma dissecação mais intensa nas bordas escarpadas desses relevos.

Essas feições se destacam na paisagem, apresentando superfícies com coberturas detrítico-lateríticas nas cotas de 900 a 1.000m. As coberturas detríticas são constituídas por sedimentos avermelhados com horizontes de concreções ferruginosas ou limoníticas e sedimentos arenosos e areno-argilosos subordinados.

Os interflúvios são amplos e separados por vales incipientes com vertentes suaves. Os detritos sofreram processos de pedogênese formando Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros.

Localmente, ocorrem áreas úmidas, devido à oscilação do lençol freático, favorecido pelo relevo plano e pela existência de bancadas concrecionadas em subsuperfície. O processo de escoamento predominante é superficial difuso, com fraco remanejamento de material fino nas áreas vegetadas. Nas áreas um pouco mais inclinadas, podem ocorrer processos de erosão laminar.

O contato entre essa subunidade e a subunidade de nível topográfico inferior, Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba – PATP, se faz através de escarpas erosivas e estruturais. As linhas de escarpa encontram-se, via de regra, recuadas e entrecortadas pela erosão remontante que deixa relevos residuais ou *inselbergs*.

Como resultado da coalescência dos pedimentos nos rebordos das superfícies elevadas, formou-se um pediplano suavemente inclinado em direção aos talwegues, devido ao alargamento dos vales por erosão lateral e remontante.

A unidade PATP engloba feições geomorfológicas dissecadas com altimetrias entre 650 e 850m. Compreende relevos bastante dissecados e heterogêneos com morfologia de formas convexas, aguçadas e tabulares (cristas angulosas e arredondadas, residuais de topos aplainados e *inselbergs* esparsamente distribuídos).

Os vales, em geral, apresentam-se em “V” com fundos afunilados, devido à presença de vertentes íngremes de perfil convexo. Muitos canais fluviais estão adaptados às linhas de fraqueza tectônica (falhas e diáclases).

A superfície dessa unidade estende-se por vastas áreas dissecadas em rochas pré-Cambrianas (Grupo Araxá, Grupo Canastra, Formação Ibiá, Grupo Bambuí, Formação

Paranoá, Formação Paraopeba). Os solos derivados dessas rochas são os Cambissolos e Podzólicos.

Alguns segmentos de relevo são delimitados por escarpas de natureza diversa ou ressaltos topográficos.

Dentre os processos dominantes, destaca-se o escoamento superficial difuso, produzindo erosão laminar em terrenos desprovidos de vegetação natural e, secundariamente, escoamento superficial concentrado, conduzindo a formação de sulcos localizados que podem evoluir para formação de ravinas.

b. Área de Influência Direta (AID)

(1) Introdução

O estudo geomorfológico realizado ao longo do rio São Marcos e áreas adjacentes visou caracterizar os aspectos morfológicos locais da Área de Influência Direta (AID) do AHE Serra do Facão, permitindo um diagnóstico para subsidiar a avaliação das possíveis interferências das feições do relevo no futuro reservatório e vice-versa.

A AID desse aproveitamento hidrelétrico está situada dentro da unidade geomorfológica Planalto Central Goiano, subunidades Superfícies Aplainadas (SA) e Planalto Alto Tocantins-Paranaíba (PATP), compreendendo 5 tipos de modelados distintos ou unidades de relevo: Tabuleiros (Tb), Colinas Amplas de Topos Abaulados (Ca), Colinas Médias de Topos Arredondados (Cm), Morros Diversos (Md) e Aluviões e Terraços Colúvio-Aluvionares (Ac).

Os tabuleiros ou chapadas que constituem as Superfícies Aplainadas apresentam o topo capeado por uma cobertura sedimentar terciária. As colinas e morros do Planalto Alto Araguaia-Paranaíba estendem-se em áreas dissecadas e modeladas em rochas pré-Cambrianas por quase toda a AID.

Além dessas unidades de relevo, foram delimitadas, no Mapa Geomorfológico, feições do modelado, tais como interflúvios arredondados/cristas indiferenciadas, vales estruturais e linhas de escarpa.

(2) Unidades de Relevo

Tabuleiros (Tb)

Esse tipo de modelado corresponde à subunidade geomorfológica Superfícies Aplainadas, sendo caracterizado por um relevo plano, tabular (chapadas), com superfícies apresentando declividades até 3% e altitudes em torno de 900m. Essas superfícies são delimitadas por escarpas com declives alcançando 70%. Apresentam

coberturas detrítico-lateríticas com horizontes de concreções ferruginosas e/ou limoníticas e sedimentos arenosos e areno-argilosos avermelhados. Essa cobertura encontra-se intemperizada e pedogeneizada, originando Latossolos com revestimento de vegetação do tipo cerrado.

O escoamento das águas pluviais é bastante restrito e quando ocorre em trechos suavemente inclinados é superficial difuso, propiciando uma incipiente erosão laminar.

Colinas Amplas (Ca)

Essa unidade apresenta relevo suave-ondulado, com declividades de até 6% e altitudes variando entre 650 e 750 m. Os topos das colinas são arredondados, mostrando interflúvios abaulados, vertentes convexas, drenagem de média densidade com vales em “V”, abertos e fechados, com depósitos colúvio-aluviais praticamente ausentes. Os solos são profundos e de boa permeabilidade, caracterizando a classe dos Latossolos.

A erosão laminar é considerada fraca nesse tipo de modelado.

Colinas Médias de Topos Arredondados (Cm)

As colinas médias apresentam interflúvios menores e densidades de drenagem maiores em relação às colinas amplas descritas anteriormente. O relevo é ondulado, com declividades variando entre 15 e 20%. Os topos são arredondados, as vertentes são convexas e os vales são fechados em forma de “V” com fundos afunilados. Alguns canais fluviais estão controlados por falhas e/ou diáclases formando vales ou sulcos estruturais. Essa unidade engloba os mesmos solos da unidade anterior, associados a solos menos profundos pertencentes à classe dos Cambissolos, onde o relevo é mais movimentado.

A erosão laminar é fraca a moderada nessa unidade de relevo.

Morros Diversos (Md)

Os morros diversos representam um relevo forte ondulado, com declividades em torno de 40% e altitudes entre 800 e 850m. Compreendem relevos bastante dissecados por sulcos e vales que dão início às linhas de drenagem, por vezes condicionadas aos elementos estruturais (falhas e diáclases). Os topos são arredondados, eventualmente angulosos e alongados, constituindo interflúvios angulosos ou cristas indiferenciadas. Os vales são alongados, em “V”, com vertentes convexas. Desenvolvem-se solos rasos, de textura cascalhenta e que correspondem aos Cambissolos Rasos.

A erosão laminar é considerada moderada a forte nas encostas dos morros dessa unidade.

Aluviões e Terraços Colúvio-Aluvionares (Ac)

Os aluviões e terraços ocorrem principalmente ao longo do rio São Marcos e alguns afluentes, formando manchas extensas e estreitas, com relevo predominantemente plano, e secundariamente suave ondulado. São constituídos de sedimentos quaternários aluvionares e coluvionares, compostos por cascalhos, areias, siltes e argilas. São depósitos heterogêneos e localmente selecionados pela ação das águas correntes. A fração coluvionar dos depósitos tem sua origem a partir da desagregação e erosão das rochas e solos das partes mais altas situadas em torno dos vales. Dominam Solos Hidromórficos de textura variada.

5.1.4 PEDOLOGIA E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS

a. Introdução

Na bacia do rio São Marcos, na Área de Influência Indireta, os estudos foram desenvolvidos em escala 1:100.000 e editados na escala 1:250.000. Já na Área de Influência Direta, os trabalhos foram executados em escala 1:60.000, tendo como escala final de publicação 1:100.000.

Na escala menor de trabalho, 1:250.000, foram aproveitadas as manchas diferenciadas na escala 1:60.000 para a Área de Influência Direta, em função de melhorar a qualidade de detalhe dessa ilustração.

Os estudos envolveram trabalhos de escritório e de campo, a seguir relatados, além da elaboração dos mapas. Para melhor compreensão do meio físico, contou-se com a participação de equipes multidisciplinares no campo, que desenvolveram os aspectos relacionados ao uso e ocupação do solo e, também, os estudos de erosão.

Nas áreas dos tabuleiros, dominam os Latossolos Vermelho-Amarelos associados aos Latossolos Vermelho-Escuros de textura argilosa, desenvolvidos em relevo plano e suave ondulado. Compreendem os solos de melhor aptidão, tanto no sistema de sequeiro quanto irrigado.

Nas colinas amplas e médias, ocorre uma associação entre Latossolos e Podzólicos nos topos arredondados e, nas áreas de relevo mais movimentado, desenvolvem-se, predominantemente, os Cambissolos.

Nos morros mais íngremes, principalmente na AID, predominam os Cambissolos rasos de textura cascalhenta, em relevo forte ondulado e montanhoso. A pequena

profundidade efetiva e a presença de cascalhos nesses solos impedem o desenvolvimento radicular de culturas, com restrições ao uso de máquinas e implementos agrícolas, tendo as terras, predominantemente, aptidão para pastagem. Nesses solos, a utilização de tecnologia de irrigação é quase sempre economicamente inviável.

b. Descrição do Trabalho

(1) Serviços de Escritório

Esta etapa se constituiu na introdução ao conhecimento das propriedades edáficas da área, sendo, em sua maior parte, desenvolvida no escritório. Foram coletados os principais antecedentes referentes à região, mais especificamente, da área onde se localiza a AHE Serra do Facão.

Procedeu-se, então, a uma análise minuciosa dos estudos existentes, especialmente aqueles relacionados aos solos. Essas análises tiveram um papel fundamental no estabelecimento da legenda preliminar de solos e na programação dos trabalhos de campo. Concomitantemente a esses serviços, deu-se início aos trabalhos de fotointerpretação preliminar para identificação das unidades de mapeamento, utilizando-se imagens de satélites geoprocessadas, com correção geométrica e espectral, contando com auxílio das plantas altimétricas do IBGE em escala idêntica às imagens, isto é, 1:100.000.

Na Área de Influência Direta, utilizaram também fotografias aéreas em escala 1:60.000 da USAF (1964/67) e base cartográfica ampliada da escala 1:100.000.

(2) Serviços de Campo

Os serviços de campo se constituíram na principal etapa do trabalho realizado, uma vez que ela norteia e define todas as dúvidas advindas da etapa anterior. São percorridos os trechos pré-definidos e checados todos os padrões fotointerpretados. Nessa etapa, contou-se com especialistas de outras áreas, como as de geomorfologia, geologia e vegetação, no sentido de integrar os dados, para melhor entendimento do meio físico.

As descrições morfológicas, tanto dos perfis como das tradagens, foram determinantes na elucidação dos padrões toposeqüenciais predominantes na região, padrões estes que se constituíram na base do mapeamento de solos. Essas informações, somadas às características limitantes internas e externas do solo e detectadas durante os trabalhos de campo, permitiram uma avaliação preliminar da aptidão tanto para o sistema de sequeiro quanto irrigado.

Na avaliação da drenagem, foram consideradas tanto a drenagem superficial como a drenagem interna do solo, levando-se em consideração, além dos dados morfológicos dos solos, os de geomorfologia da região. Esta avaliação se faz imprescindível, pois pode fornecer importantes subsídios para os estudos de erosão.

(3) Serviços Finais de Escritório

Critérios e conceitos utilizados para o estabelecimento das classes de solos

Foram adotadas características diferenciais, seguindo-se as normas e critérios para distribuição de classes de solos e estabelecimento de unidades de mapeamento, em uso pelo CNPS da EMBRAPA. Foram utilizados, neste trabalho, como diferenciais, caracteres apresentados a seguir.

Horizonte B Latossólico (Bw)

Horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, caracterizado pela alteração quase completa de minerais primários facilmente intemperizáveis ou de minerais de argila do tipo 2:1, seguida de intenso grau de dessilificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, argila do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo.

Esse horizonte apresenta espessura mínima de 50 cm, textura franco-arenosa ou mais fina e baixos teores de silte, de forma que a relação silte/argila seja inferior a 0,6, nos solos de textura argilosa na maioria dos subhorizontes de B.

Horizonte B Textural (Bt)

Horizonte mineral subsuperficial onde houve incremento de argilas (fração 0,002 mm), orientadas ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa de argila decorrente de processos de iluviação e/ou formação in situ, podendo ainda herdar essa característica a partir do material de origem. Pode também ser formado pela destruição de argila do horizonte A ou perda nesse horizonte por erosão diferencial. O conteúdo de argila, no horizonte B textural, é sempre maior que no horizonte A, podendo ou não ser maior que no horizonte C.

Horizonte B Incipiente ou Câmbico (Bi)

Trata-se de um horizonte subsuperficial subjacente ao A, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, mas suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original.

Constitui um horizonte de natureza variável que não apresenta suficiência de requisitos estabelecidos para caracterizar um horizonte B textural ou B latossólico e deve ter no mínimo 10cm de espessura.

Tipos de Horizontes A

Na região apenas dois tipos de horizonte A foram caracterizados nesse nível:

- Moderado – É um horizonte mineral superficial que não se enquadra no conjunto das definições dos demais horizontes diagnósticos superficiais. Diferindo deles pela espessura e/ou cor, teor de carbono orgânico e estrutura; e
- Proeminente – É um horizonte mineral superficial, relativamente espesso, de cores escuras, com saturação de bases sempre inferiores ao A Chernozêmico (inexistente nessa área), com estrutura desenvolvida (moderado e forte) e de consistência quando seco, duro ou mais coeso, muito duro e extremamente duro. O conteúdo de carbono orgânico é de 0,6% ou mais em todo o horizonte, seguindo-se o critério de espessura.

Eutrofismo e Distrofismo

Expressa o estado de saturação ou dessaturação do material constitutivo do solo, caracterizado pela proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca de cátions (valor V%). Caráter eutrófico designa Valor V, igual ou superior a 50% e caráter distrófico indica saturação baixa, com valores inferiores a 50%.

Para distinção de solo mediante estes critérios, é considerada a saturação de bases no horizonte B, ou no horizonte C, quando não existe B. Em qualquer caso, o caráter eutrófico ou distrófico deve ser considerado numa seção de controle de 1 metro de profundidade, contada a partir dos 25 cm superficiais ou menos profundos, se o contato lítico ou litóide ocorrer antes dos 125 cm.

Propriedade Álica

Refere-se à condição em que os materiais constitutivos do solo se encontram em estado dessaturado e caracterizado por apresentar saturação de alumínio igual ou superior a 50%, denotando a proporção de alumínio trocável em relação à soma de cátions básicos. Constitui critério distintivo em essência antagônico ao estado de eutrofia.

Atividade da Argila

A atividade da argila refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) correspondente à fração argila, calculada pela expressão: $T \times 100/\%$ de argila. Neste

trabalho, a atividade da argila encontrada foi somente a baixa, que corresponde a valores inferiores a 24 cmol_c/kg de argila, sem correção para o carbono.

Textura

Para efeito de subdivisão de classes de solos, de acordo com a textura, foram considerados os seguintes grupamentos de classes texturais:

- Textura arenosa - compreendendo às classes texturais areia e areia franca;
- Textura média - compreendendo composições granulométricas com teores de argila entre 15 a 40%;
- Textura argilosa - compreendendo composições granulométricas com teores de argila entre 40% e 60%; e
- Cascalhenta - Solos com 15% a 50% de cascalho.

Profundidade

Foram consideradas, para separação das classes, as profundidades entre a superfície do solo até um contato lítico ou litóide, de acordo com as seguintes especificações:

- Raso - profundidade de solo igual ou inferior a 50cm;
- Pouco profundo - profundidade de solo superior a 50 cm e inferior ou igual a 100 cm;
- Profundo - profundidade do solo superior a 100 cm e igual ou inferior a 200 cm; e
- Muito Profundo - profundidade do solo superior a 200 cm.

A interpretação dos dados de escritório e de campo, obedecidos os critérios utilizados para o estabelecimento de classes de solos, constituíram a base para as classificações definitivas de solos, da aptidão agrícola e de classe de terras para irrigação, estabelecendo as legendas finais, que possibilitaram a organização e elaboração dos respectivos nas escalas 1:250.000 e 1:100.000.

Os Mapas de Aptidão Agrícola e de Classes de Terras para Irrigação foram gerados, a partir de interpretações do levantamento de solos, utilizando-se metodologia a ser detalhada em capítulo posterior.

Aptidão agrícola das terras

A avaliação da aptidão agrícola das terras para o Projeto do AHE Serra do Facão consiste em classificar as terras em seis grupos, baseados na interpretação dos dados

fornecidos pelo levantamento pedológico e considerando práticas agrícolas em dois níveis de manejo tecnológico, médio e alto. O nível de manejo A – baixo nível tecnológico - não foi contemplado, por não ser praticado nessa região. Essa interpretação é realizada visando um planejamento agrícola de sequeiro, através da avaliação das condições de cada unidade de mapeamento do solos, não só para lavouras como também para pastagens e silvicultura. Segue a metodologia do sistema desenvolvido pela então Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, do Ministério da Agricultura (BENNEMA E CAMARGO, 1964), atualizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA (RAMALHO E BEEK, 1995).

Elaborou-se um Mapa de Aptidão Agrícola das Terras na escala 1:250.000, para a Área de Influência Indireta e, em escala de 1:100.000, para a Área de Influência Direta.

No nível B, as práticas de manejo estão condicionadas a um nível razoável de conhecimento técnico. Há alguma aplicação modesta de capital e utilização de resultados de pesquisa para a manutenção e melhoramento das condições agrícolas das terras e das lavouras. As práticas de manejo neste nível de manejo incluem calagem e adubação, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base na tração animal ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo.

As práticas agrícolas no nível C de manejo estão condicionadas a um alto nível de conhecimento tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital para a manutenção e melhoramento das condições das terras e das lavouras. As práticas de manejo são conduzidas com auxílio de maquinaria agrícola e um conhecimento técnico operacional capaz de elevar a capacidade produtiva. Incluem-se, nas práticas de manejo, trabalhos intensivos de drenagem, medidas de controle de erosão, tratamentos fitossanitários, rotação de culturas com plantio de sementes melhoradas, calagem e fertilizantes em nível econômico indicado através das pesquisas e mecanização adequada.

Foram admitidos 4 grupos de aptidão para avaliar as condições agrícolas de cada unidade de mapeamento do solo, não só para lavouras, como para pastagem plantada, pastagem natural e silvicultura, devendo as áreas inaptas ser indicadas para preservação da flora e da fauna, ou outra atividade não ligada a agricultura. Em outras palavras, as terras consideradas inaptas para lavoura são analisadas de acordo com os fatores básicos limitantes e classificadas segundo sua aptidão para usos menos intensos.

Os grupos 1 e 2 identificam terras cujo tipo de utilização mais intensivo é a lavoura. O grupo 4 é constituído de terras em que o tipo de utilização é a pastagem plantada, enquanto que o grupo 5 engloba subgrupos que identificam terras nas quais os tipos

mais intensivos são silvicultura e/ou pastagem natural. O grupo 6 refere-se a terras inaptas para qualquer tipo de utilização mencionados, a não ser em casos especiais.

As classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização que são lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural. As classes de aptidão foram definidas como Boa, Regular, Restrita e Inapta.

Classe Boa

- Terra sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade ou benefícios expressivamente e não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

Classe Regular

- Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos, de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras da classe boa.

Classe Restrita

- Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira, que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe Inapta

- Terras apresentando condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão.

A classe de aptidão agrícola das terras, de acordo com os níveis de manejo, é obtida em função do grau limitativo mais forte, referente a qualquer um dos fatores que influenciam a sua utilização agrícola: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

As classes são representadas por letras B e C que expressam aptidão das terras para lavouras e P e N que se referem a pastagem plantada e pastagem natural. Essas letras podem ser maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, conforme a classe

de aptidão seja Boa, Regular ou Restrita. A classe Inapta não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização.

Classificação das terras para irrigação

A avaliação da aptidão das terras para agricultura sob irrigação foi realizada com base nos critérios do “U.S. Bureau of Reclamation Manual” o qual estabelece 6 classes de terras, em função de parâmetros físicos relacionados com características de solos, topografia, drenagem e econômicos, considerando a produtividade e os custos de desenvolvimentos da terra.

As classes 1, 2 e 3 são consideradas aptas, sendo que a classe 1, embora não ocorra nessa área, corresponde às melhores terras, praticamente sem limitações para o desenvolvimento agrícola sob irrigação, e serve como parâmetro de comparação para definição das outras classes. A classe 4 separa aquelas terras que só podem ser irrigadas com sistemas especiais de manejo, enquanto que a classe 5 abrange as terras consideradas, provisoriamente, inaptas. Finalmente, na classe 6 separam-se aquelas terras que são impróprias para irrigação.

A classificação objetiva a predição da produção das culturas como uma função de fatores físicos (solo, topografia e drenagem) e socioeconômicos (nível tecnológico, organização social, etc). As classes são definidas como categorias de terras com similares características físicas, fornecidas pelo levantamento pedológico, e econômicas, que expressam a sua capacidade de pagamento para dar retorno aos investimentos necessários para a sua incorporação ao uso agrícola sob irrigação.

Nas chapadas dessa área, os solos são estruturalmente bem desenvolvidos e muito profundos e, mesmo sendo argilosos, são bastantes permeáveis, com altos valores de infiltração, resultando quase que como inadequados ao sistema de irrigação por métodos gravitários. Atendendo as suas características de solos bem drenados, muito profundos, porosos e friáveis, em geral, essas terras foram classificadas como 3s/S2 e S3, com moderadas limitações por baixo nível de fertilidade e média capacidade de retenção de umidade, exigindo práticas agrícolas conservacionistas, além de um racional manejo das aplicações de água e fertilizantes.

Nas áreas mais movimentadas ou com maior ocorrência de solos rasos e pedregosos, os solos foram classificados em sua maioria como inaptos, não atingindo os requisitos mínimos para serem incluídas entre as classes aptas a qualquer método de irrigação.

As classes estabelecidas pela classificação do “Bureau” são definidas a seguir.

Classe 3 – Apta

As terras dessa classe são aptas para irrigação, porém apresentam deficiências de solo mais severas do que as da classe anterior, devido a alguma forte deficiência. Apresentam menor capacidade produtiva e/ou maiores custos de produção e desenvolvimento que a classe 2. Assim como a classe 1, a 2 também não ocorre nessa área, porém possui limitações menores que a classe 3. Embora maiores riscos envolvam a sua utilização em agricultura irrigada, essas terras têm adequada capacidade de pagamento, para atender os custos de operação, manutenção e reposição, sob manejo, em unidades de tamanho adequado.

Classe 4 – Apta

As terras dessa classe são delimitadas e utilizadas somente para um uso específico sob irrigação. É necessário diferenciar uma quarta classe para identificar e caracterizar adequadamente as terras que apresentam fortes limitações e que restringem a sua utilização. Porém, possuem requisitos mínimos para uma terra arável, sob um plano determinado. Utiliza-se o símbolo “S” para unidades aptas para irrigação por aspersão ou métodos semelhantes.

Classe 5 – Provisoriamente inapta

A aptidão das terras incluídas nessa classe não pode ser determinada pelos métodos de classificação de rotina, porém são terras que apresentam valor potencial suficiente para serem separadas para estudos especiais. A constituição da classe 5 é provisória e, normalmente, muda para uma classe arável ou para a 6, após completados os estudos de maior detalhe. Podem ser deficiências de solo, topografia, drenagem, cobertura de pedras, ou outras deficiências severas que exigem estudos de agronomia, economia ou engenharia para determinar a sua arabilidade.

Classe 6 – Inapta

Incluem terras que não atingem os requisitos mínimos para pagar os custos de operação, manutenção e reposição. Em geral, compreendem terras com alto declive, erodidas, extremamente pedregosas, com pouca profundidade sobre a rocha ou drenagem inadequadas.

c. Descrição e Avaliação das Unidades de Mapeamento

Na área da bacia, foram encontrados 31 unidades de mapeamento de solos, representadas no Quadro 5.1-7, com as unidades taxonômicas componentes, e distribuídas de acordo com as interpretações para avaliação da aptidão agrícola e aptidão para irrigação (Quadro 5.1-8). Essas Unidades são descritas a seguir.

LRa - Latossolo Roxo álico e distrófico A moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado

São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico (Bw), vermelho-escuros de tonalidades arroxeadas, e teores, consideravelmente, elevados de Fe_2O_3 (> 18% e < 40%), MnO e usualmente, de TiO_2 , com atração magnética forte e textura argilosa.

Com profundidades superiores a 200 cm e estrutura, predominantemente, ultra-fina granular, são bastante porosos, bem drenados e friáveis, sendo o horizonte superficial moderadamente desenvolvido. Estas características tornam esses solos de grande significado agrícola, de fácil preparo e boa resistência à erosão, requerendo, contudo, trato conservacionista adequado, conforme o declive do terreno em uso.

Apesar de serem álicos, respondem bem à aplicação adequada de corretivos e fertilizantes, resultando em elevadas produções. Ocorrem ao sul da área, mas em pequenas expressões geográficas, representando 1599 hectares que correspondem a 0,13% da área.

A deficiência de fertilidade constitui a principal limitação de uso desses solos, tanto em sistema sequeiro, quanto sob tecnologia de irrigação, pois independe do grau de saturação de bases, a CTC da fração argila é sempre baixa, expressando pequeno poder-reservatório de nutrientes. Esta limitação é considerada moderada, sendo as terras classificadas como 1bC, regulares para culturas anuais no nível médio de tecnologia e boas no alto nível tecnológico, e predominantemente, 3s/S2, isto é, aptas para irrigação superficial por sulcos e, preferencialmente, para aspersão ou sistema semelhante.

LEa1 - Latossolo Vermelho Escuro álico e distrófico A moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado

Compreende solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico (Bw), vermelho-escuro, vermelho ou bruno avermelhado-escuro de matiz 4YR ou mais vermelho, valores 3 a 5 e croma 4 a 6 e teores de Fe_2O_3 provenientes do ataque sulfúrico na TFSA inferiores a 18% quando argilosos, com atração magnética fraca ou inexistente.

São solos muito profundos (> 200cm), de textura argilosa e de consistência muito friável, quando úmidos. A estrutura do horizonte B é muito similar à dos Latossolos Roxos, muito pequena granular com aspecto de maciça porosa; contudo, é comum a ocorrência de estruturas subangulares fracas. Podem ser classificados como bem acentuadamente drenados, apresentando boa resistência à erosão, em igualdade de condições ao solo anteriormente descrito.

Possuem teores baixos de bases trocáveis, sendo distróficos e álicos, porém, não atingindo índices muito elevados de alumínio trocável; desta forma, respondem bem à aplicação adequada de corretivos e fertilizantes.

Ocorrem sobre o relevo plano e suave ondulado, facilitando não somente a mecanização, como também a irrigação. Ocorrem em pequenas manchas, distribuídas na parte centro-leste da área da bacia, representando 6946 hectares, o que corresponde aproximadamente a 0,57% do total da área.

Possuem a mesma aptidão que a unidade anterior tanto para o sistema de sequeiro quanto para o sistema irrigado, isto é, 1bC e 3s/s2, respectivamente.

LEa2 - Latossolo Vermelho Escuro álico e distrófico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado e ondulado

Os solos dessa unidade diferenciam-se dos solos da unidade anterior, apenas pelo relevo mais movimentado, isto é, ondulado. Possuem a mesma aptidão, diferindo-se um pouco quanto ao segundo componente da unidade que possui moderadas limitações em função do relevo ondulado, sendo representado por 1bC. O tracejado representa a ocorrência de componentes com aptidão inferior na unidade. Quanto ao potencial para irrigação, fica limitado ao uso de sistemas localizados, quando o relevo for ondulado. Também, devem ser considerados, maiores cuidados quanto aos processos erosivos nesse relevo. A classe de terras para irrigação é S3.

LEa3 - Latossolo Vermelho Escuro + Latossolo Vermelho Amarelo ambos álicos e distróficos A moderado textura argilosa relevo plano

Os solos dessa unidade diferenciam-se da unidade LE1, por estarem associados aos solos com teores de Fe_2O_3 provenientes do ataque sulfúrico na TFSA igual ou inferior a 11% e, normalmente, inferior a 7% quando a textura é argilosa, menos vermelhos, virtualmente sem atração magnéticas e que correspondem aos Latossolos Vermelho-Amarelos.

Devido à baixa fertilidade natural, tais solos têm pouca capacidade de retenção de cátions, requerendo aplicações adequadas de corretivos e fertilizantes para se obterem boas produtividades.

Apresentam-se em relevo plano, sendo bastante utilizados para agricultura e pecuária. Apesar do Latossolo Vermelho-Amarelo ser mais susceptível à erosão, nesse relevo, não se diferencia do Latossolo Vermelho-Escuro quanto aos tratos conservacionistas para o controle de erosão.

Esta classe somente foi separada na ADA, devido à escala maior de detalhe e distribuem-se em manchas estreitas na parte central da bacia e próximas ao rio São Marcos. Ocupa 0,16 % da área da bacia num total de 1927 hectares.

Como opção para exploração de sequeiro, as terras dessa unidade apresentam aptidão regular e boa para culturas anuais nos níveis médio e alto de tecnologia, respectivamente (1bC). São consideradas aptas para irrigação, com moderadas restrições de fertilidade. Pertencem à classe 3s/S2 de terras para irrigação, isto é, indicadas tanto para irrigação por superfície quanto para irrigação localizada por aspersão ou gotejamento.

LEa4 - Latossolo Vermelho Escuro + Latossolo Vermelho Amarelo ambos álicos e distróficos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado

Diferenciam-se dos solos da unidade anterior, apenas por desenvolverem sobre um relevo mais movimentado, isto é, suave ondulado. Neste caso, deve-se redobrar os cuidados com o manejo do Latossolo Vermelho-Amarelo, pois sendo esse o mais susceptível, quanto maior for a declividade maior será a sua susceptibilidade à erosão.

Da mesma forma que a unidade anterior e devido à escala de trabalho, somente separou-se esta classe na ADA. Ocorrem em pequenas manchas distribuídas na parte central, tanto próximo ao rio São Marcos como também a leste da área da bacia. Representam 1091ha de terras, que equivalem a 0,09 % da área total.

Quanto à potencialidade, diferenciam-se da unidade anterior pelas restrições ligeiras impostas pelo relevo suave ondulado; entretanto, pode ser classificada com a mesma aptidão para sequeiro, 1bC, e 3s/S2 para irrigação. Neste último, pode-se utilizar, preferencialmente, os métodos localizados por aspersão ou sistema semelhante.

LEa5 - Latossolo Vermelho Escuro textura argilosa + Latossolo Vermelho Amarelo textura argilosa ambos álicos e distróficos A moderado relevo plano e suave ondulado

Essa unidade compreende o somatório das duas últimas unidades descritas anteriormente. Abrange os Latossolos Vermelho-Escuros mais expressivos da região, cobrindo uma área de 47.390 ha, o que representa aproximadamente 3,89 % do total da área da bacia. São manchas grandes distribuídas em toda a porção central e no extremo sul da área.

Apresenta aptidão 1bC para sequeiro e 3s/S2 de classe de terras para irrigação, já discutidas.

LEa6 - Latossolo Vermelho Escuro textura argilosa + Latossolo Vermelho Amarelo textura argilosa cascalhenta ambos álicos e distróficos A moderado relevo plano e suave ondulado

Os Latossolos Vermelho-Escuros dessa unidade encontram-se associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos de textura argilosa cascalhenta, isto é, apresentam valores entre 15 e 50% de cascalho na TFSA. Esta condição torna tais solos mais susceptíveis à erosão, principalmente em condições de relevo suave ondulado. Quanto à aptidão agrícola, 1bC, o nível C de manejo, alto nível tecnológico, é o mais afetado, pois a textura cascalhenta é um fator moderado de limitação ao sistema mecanizado. Entretanto, por ser a segunda componente, essa unidade fica com a mesma aptidão da unidade anterior, diferindo apenas pelo tracejado, que representa classe de solos com a menor aptidão na unidade. No sistema irrigado, pertencem à mesma classificação, 3s/S2, visto que a textura cascalhenta não afeta muito o sistema por aspersão indicado para os solos dessa unidade.

Distribuem-se em grandes manchas localizadas na parte centro-oeste da área da bacia, compreendendo 32.433 hectares, que correspondem a aproximadamente 2,66% da área total.

LVa1 - Latossolo Vermelho-Amarelo álico e distrófico A moderado textura argilosa relevo plano

Abrangem os solos minerais não hidromórficos, muito profundos, com horizonte B latossólico (Bw), apresentando teores de Fe_2O_3 provenientes do ataque sulfúrico na TFSA iguais ou inferiores a 11% e, normalmente, inferiores a 7%, quando a textura é argilosa. As cores desse horizonte são de matiz menos vermelho que 1,5YR, com valores, normalmente, maiores que 4,5 e croma maior ou igual a 6. São virtualmente sem atração magnética.

Mesmo sendo argilosos, são porosos e com pequenas variações texturais ao longo do perfil. São mais susceptíveis à erosão do que o Latossolo Vermelho-Escuro, porém, nesse relevo, tornam-se semelhantes sob este aspecto. Do ponto de vista químico, são solos, predominantemente, distróficos e com teores mais altos de alumínio trocável. Nesta situação, o solo retém muito pouco cálcio, magnésio, potássio e, em contrapartida, adsorve os nitratos e fósforos.

Esta classe somente foi separada na AID devido à escala de trabalho; entretanto, foi publicada também na escala de 1:250.000. Ocorre na porção central da área, distribuída em pequenas manchas, representando 1.892 hectares, que equivalem a 0,16% do total da área.

A potencialidade das terras para produção agrícola em regime de sequeiro apresenta-se regular para culturas anuais no médio nível tecnológico e boa para o alto nível de tecnologia, o que corresponde à classe 1bC. Quanto à potencialidade das terras para irrigação, esses solos apresentam limitações moderadas, em virtude da fertilidade natural e da boa velocidade de infiltração, mesmo tendo textura argilosa. Pertencem à classe 3s/S2, e são aptos à irrigação por sulcos e também para qualquer sistema localizado.

LVa2 - Latossolo Vermelho Amarelo álico e distrófico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado

Diferenciam-se dos solos da unidade anterior, apenas por ocorrerem em relevo suave ondulado. Neste caso, deve-se redobrar os cuidados com a erosão, pois, quanto maior for a declividade, maior será a sua susceptibilidade.

Devido à escala de trabalho e da mesma forma que a unidade anterior, somente separou-se esta classe na ADA. Ocorrem em pequenas manchas distribuídas na parte central, tanto próximo ao rio São Marcos como também a leste da área da bacia e representam 837 hectares de terras, que equivalem a 0,07 % da área total.

Quanto à potencialidade, diferenciam-se da unidade anterior pelas restrições ligeiras impostas pelo relevo suave ondulado; entretanto, pode ser classificada com a mesma aptidão para sequeiro, 1bC, e 3s/S2 para irrigação. Neste último, pode-se utilizar, preferencialmente, os métodos localizados por aspersão ou sistemas semelhantes.

LVa3 - Latossolo Vermelho Amarelo álico e distrófico A moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado

Essa unidade representa as duas unidades anteriores que, devido à escala de trabalho, não puderam ser separadas na Área de Influência Indireta da bacia. Compreende os Latossolos Vermelho-Amarelos que ocorrem em relevos plano e suave ondulado. É uma das unidades mais expressivas da região, cobrindo uma área de 215.493 hectares, o que representa aproximadamente 17,69% do total da área da bacia. São manchas grandes distribuídas em toda a porção norte da área.

Apresenta aptidão 1bC para sequeiro e 3s/S2 de classe de terras para irrigação, discutidos anteriormente nas unidades LVa2 e LVa3.

LVa4 - Latossolo Vermelho Amarelo álico e distrófico A moderado textura argilosa cascalhenta relevo plano e suave ondulado

A unidade LVa4 compreende solos semelhantes aos da unidade anterior, diferindo deles por apresentarem textura argilosa cascalhenta, com 15% a 50% de cascalho.

Apresentam limitações ao uso agrícola superiores às da unidade LVa3, principalmente, relacionadas ao impedimento à mecanização e ao risco de erosão.

Distribuem-se em pequenas manchas localizadas na parte centro-oeste da área da bacia.

Quanto à potencialidade, diferenciam-se restrições ligeiras a moderadas impostas pela textura cascalhenta, sendo classificada com aptidão para sequeiro, 2bc, regular para culturas anuais nos níveis médio e alto de tecnologia e S2, aptos para irrigação por sistemas localizados por aspersão ou sistemas semelhantes.

LVa5 - Latossolo Vermelho Amarelo + Latossolo Vermelho Escuro ambos álicos e distróficos A moderado textura argilosa relevo plano

Os solos dessa unidade diferenciam-se da unidade LVa1, por estarem associados aos solos com horizonte B latossólico (Bw), vermelho-escuro, vermelho ou bruno avermelhado-escuro de matiz 4YR ou mais vermelho, valores 3 a 5 e croma 4 a 6 e teores de Fe_2O_3 provenientes do ataque sulfúrico inferiores a 18% quando argilosos, com atração magnética fraca ou inexistente, que corresponde ao Latossolo Vermelho-Escuro.

Com a baixa fertilidade natural, tais solos têm pouca capacidade de retenção de cátions, requerendo aplicações adequadas de corretivos e fertilizantes para se obterem boas produtividades.

Apresentam-se em relevo plano, sendo bastante utilizados para agricultura e pecuária. Apesar do Latossolo Vermelho-Amarelo ser mais susceptível à erosão, nesse relevo, não se diferencia do Latossolo Vermelho-Escuro quanto aos tratos conservacionistas para o controle de erosão.

Esta classe ocorre em pequenas manchas na ADA, na porção central e também em grandes manchas a centro-leste da Área de Influência Indireta (AII). Ocupa aproximadamente 0,77% da área da bacia, o que representa cerca de 9.436 hectares.

Como opção para exploração de sequeiro, as terras dessa unidade apresentam aptidão regular e boa para culturas anuais nos níveis médio e alto de tecnologia, respectivamente (1bC). São consideradas aptas para irrigação com moderadas restrições de fertilidade. Pertencem à classe 3s/S2 de terras para irrigação, isto é, são indicadas tanto para irrigação por superfície quanto para irrigação localizada por aspersão ou gotejamento.

LVa6 - Latossolo Vermelho Amarelo + Latossolo Vermelho Escuro ambos álicos e distróficos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado

Diferenciam-se dos solos da unidade anterior por se desenvolverem em relevo suave ondulado. Neste caso, sendo o Latossolo Vermelho-Amarelo mais susceptível, os tratamentos conservacionistas para o controle de erosão devem ser mais intensos nessa classe, pois a susceptibilidade intensifica-se à medida que aumenta-se a declividade.

Ocorrem na porção central e sul da bacia, concentrando-se mais a leste. Ocupa uma área de 14.117 hectares, que corresponde a 1,16% do total da área.

A potencialidade das terras para produção agrícola em regime de sequeiro apresenta-se regular para culturas anuais no médio nível tecnológico e boa para o alto nível de tecnologia, o que corresponde à classe 1bC. Quanto à potencialidade das terras para irrigação, esses solos apresentam limitações moderadas, em virtude da fertilidade natural e da boa velocidade de infiltração, mesmo tendo textura argilosa. Pertencem à classe 3s/S2 e são aptos à irrigação por sulcos e, devido ao relevo, são, preferencialmente, indicados para os sistemas localizados por aspersão ou sistemas semelhantes.

LVa7 - Latossolo Vermelho-Amarelo + Latossolo Vermelho-Escuro ambos álicos e distróficos A moderado textura argilosa relevo plano e suave ondulado

Essa unidade representa as duas unidades anteriores, compreendendo os Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros que ocorrem em relevos plano e suave ondulado. É uma das unidades mais expressivas da região, ocupando boa parte da porção central, tanto a leste quanto a oeste do rio São Marcos, estendendo-se para sudeste da área. São grandes manchas que cobrem uma área de 140.394 hectares, o que representa aproximadamente 11,52 % do total da área da bacia.

Apresenta aptidão 1bC para sequeiro e 3s/S2 de classe de terras para irrigação, discutidos anteriormente nas unidades LVa5 e LVa6.

LVa8 - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa + Latossolo Vermelho-Escuro textura média ambos álicos e distróficos A moderado relevo plano e suave ondulado

Os solos que compõem o LVa8 são semelhantes aos da unidade LVa3, diferenciando-se deles por apresentarem, em menores proporções, textura mais leve. Compreendem os Latossolos Vermelho-Escuros de textura média e relevo plano e suave ondulado, os quais são bem acentuadamente drenados, apresentando textura franco-arenosa e franco-argilo-arenosa e de baixa capacidade de retenção de umidade. Estas características elevam as restrições para a irrigação por métodos gravimétricos.

Ocorrem na porção sul da área da bacia, representando 6.132 hectares, que equivalem a 0,50% do total da área.

São solos potencialmente indicados para aproveitamento tanto no sistema de sequeiro quanto irrigado. Possuem aptidão regular para culturas anuais e boa nos níveis de médio e alto de tecnologia, respectivamente, o que corresponde à classe 1bC. Devido à elevada taxa de infiltração dos solos, principalmente, os de textura média, a classe de terras para irrigação é S2, somente recomendada para uso especial com sistemas localizados por aspersão ou gotejamento.

LVa9 - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa + Latossolo Vermelho-Escuro textura média ambos álicos e distróficos A moderado relevo suave ondulado

Difere da unidade anterior por apresentar como componente de menor proporção apenas o Latossolo Vermelho-Escuro em relevo suave ondulado.

Embora o Latossolo Vermelho-Escuro seja considerado como menos susceptível à erosão do que o Vermelho-Amarelo, nesse relevo e com textura mais leve, essa susceptibilidade fica invertida, devendo os tratos conservacionistas para o controle de erosão ser mais intensificados para essa classe.

Ocorrem em pequenas manchas localizadas na porção centro-sul da área, próximas ao rio São Marcos. Representam 2.717 hectares de terras que correspondem a um percentual de 0,22% da área total da bacia.

Possui a mesma potencialidade que a unidade LVa8 para produção em sistema de sequeiro e irrigado, dando ênfase para este último, no que diz respeito ao uso de sistemas localizados, devido ao fato do relevo ser suave ondulado.

LVa10 - Latossolo Vermelho Amarelo textura argilosa relevo plano e suave ondulado + Cambissolo tb textura média e argilosa cascalhenta relevo suave ondulado ambos álicos e distróficos A moderado

Os Latossolos dessa unidade ocorrem em associação com solos que possuem horizonte B com desenvolvimento incipiente (Bi), os Cambissolos de textura média e argilosa cascalhenta em relevo ondulado.

A produção agrícola em sequeiro fica mais restrita para os Cambissolos, principalmente, devido ao relevo ondulado e à textura cascalhenta presentes nesses solos.

Para os Latossolos, discutidos anteriormente nas outras unidades, a aptidão é regular para culturas anuais no médio nível tecnológico e boa no nível mais alto de tecnologia.

Para a unidade LVa10, a aptidão é 1bC, devido ao fato dela apresentar o Cambissolo como componente de menor proporção e também de menor aptidão.

Quanto à potencialidade das terras para irrigação, esses solos apresentam limitações moderadas, em virtude da baixa fertilidade natural e da boa velocidade de infiltração, mesmo tendo textura argilosa. Pertencem à classe 3s/S2 e são aptos à irrigação por sulcos e, quando se tratar de relevo suave ondulado, são preferencialmente indicados para os sistemas localizados por aspersão ou sistemas semelhantes.

Ocorrem em sua maioria na porção centro-leste da bacia, representando cerca de 24.042 hectares de terras, que correspondem a um percentual de 1,97 % da área total.

Ca1 - Cambissolo tb textura média, argilosa e média/argilosa + Latossolo Vermelho Amarelo textura argilosa ambos álicos e distróficos A moderado relevo plano e suave ondulado

Esta unidade abrange solos minerais com horizonte B incipiente (Bi), com argila de atividade baixa e de relevo plano e suave ondulado, associados ao Latossolos Vermelho-Amarelos discutidos anteriormente.

A variação da profundidade em Cambissolos é uma característica importante a ser considerada quando do planejamento das culturas. A textura média coloca o Cambissolo na mesma classe de permeabilidade dos Latossolos de textura argilosa; entretanto, devem ser indicadas diferentes práticas conservacionistas de manejo quanto à erosão para esses solos.

Distribuem-se na porção central da área da bacia, ocupando cerca de 826 hectares de terras, que equivalem a 0,07% da área total.

A potencialidade das terras para produção agrícola em regime de sequeiro apresenta-se regular para culturas anuais nos níveis médio e alto de tecnologia, o que corresponde à classe 2bc. Quanto à potencialidade das terras para irrigação, estes solos apresentam limitações moderadas, em virtude da baixa fertilidade natural e da boa velocidade de infiltração. Pertencem a classe 3s/S2 e são aptos à irrigação por sulcos e, devido ao relevo e à textura média, são, preferencialmente, indicados para os sistemas localizados por aspersão ou sistemas semelhantes.

Ca2 - Cambissolo Raso tb álico e distrófico A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta relevo suave ondulado e ondulado

A principal característica dos solos da unidade Ca2 refere-se à menor profundidade, geralmente, igual ou inferior a 50cm, e à textura variada com quantidades significativas de cascalhos, de 15 a 50%.

Estas características são bastantes limitantes à produção agrícola, funcionando como barreira física impeditiva ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas e também da mecanização.

A proximidade da rocha matriz, devido à pouca profundidade, torna esses solos moderadamente a imperfeitamente drenados.

Abrangem 85.794 hectares de terras, que representam cerca de 7,04% do total da área, estando localizados, principalmente, na porção sul e extremo sul da área da bacia. Ocorrem também em pequenas manchas na porção norte da bacia.

No sistema sequeiro, são classificados como 5n, isto é, aptidão regular para pastagem natural. São solos que, embora possam ser utilizadas com pastagens, apresentam alto risco de degradação, sendo, em consequência, mais indicado evitar o desmatamento dessas áreas.

Pertencem à classe 6 para irrigação, inapta, por não atingir os requisitos mínimos para serem incluídas entre as classes aráveis.

Ca3 - Cambissolo Raso relevo plano e suave ondulado + Cambissolo Raso relevo ondulado e forte ondulado ambos tb álicos e distróficos A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta

Os solos dominantes desta unidade são pouco desenvolvidos, rasos e muito rasos, de espessura inferior a 50cm até a rocha matriz. A textura é cascalhenta, estando situados em relevo plano e suave ondulado. O componente secundário possui as mesmas características, diferindo apenas pelo relevo mais acidentado, ondulado e forte ondulado. São mais suscetíveis à erosão em virtude da combinação de espessura reduzida e do relevo onde se localizam.

A pequena profundidade efetiva do solo impede o desenvolvimento radicular de culturas, sendo terras com aptidão restrita para pastagem natural 5(n) com restrições ao uso de máquinas e implementos agrícolas. A utilização de tecnologia de irrigação é economicamente inviável, sendo as terras consideradas inaptas, classe 6.

Esta unidade distribui-se, principalmente, às margens do ribeirão Imbiruçu, na porção centro-oeste da bacia. Abrange cerca de 7.300 hectares de terras, que equivalem a 0,60% do percentual total da área.

Ca4 - Cambissolo Raso álico e distrófico + Cambissolo eutrófico ambos tb A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta relevo suave ondulado e ondulado

Compreende solos semelhantes aos da unidade Ca2, diferindo deles por apresentarem-se associados aos Cambissolos eutróficos. São mais profundos e possuem uma relação de fertilidade superior à componente principal. Apesar da melhor fertilidade natural, assemelham-se quanto à textura cascalhenta, característica que restringe a mecanização pela presença elevada de cascalhos.

As limitações ao uso agrícola ficam por conta da profundidade efetiva dos solos, textura cascalhenta, relevo e risco à erosão, sendo mais limitante a componente principal da unidade.

Ocorrem em grandes manchas no extremo sul da bacia e ocupam uma área de 22.476 hectares, que correspondem a 1,84% do total da área.

No sistema sequeiro, são classificados como 5n, isto é, aptidão regular para pastagem natural. São solos que, embora possam ser utilizadas com pastagens, apresentam alto risco de degradação, sendo, em consequência, mais indicado evitar o desmatamento dessas áreas. O sublinhado representa o Cambissolo eutrófico que possui melhor aptidão.

Pertencem à classe 6 para irrigação, inapta, por não atingir os requisitos mínimos para ser incluída entre as classes aráveis.

Ca5 - Cambissolo Raso álico e distrófico textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta + Podzólico Vermelho-Escuro distrófico e eutrófico textura média/argilosa cascalhenta e argilosa cascalhenta ambos tb A moderado relevo suave ondulado e ondulado

Nessa unidade, ao invés da componente de menor proporção ser o Cambissolo eutrófico como a unidade anterior, ocorre o Podzólico Vermelho-Escuro de textura médi/argilosa cascalhenta e argilosa cascalhenta em relevo suave ondulado e ondulado. Esta classe abrange solos com horizonte B textural e são mais profundos que o primeiro componente da unidade.

Os Podzólicos dessa unidade apresentam significativas diferenças texturais no perfil, o que torna essa classe mais susceptível à erosão que os Cambissolos. Por outro lado, sendo mais profundos, possuem melhor aptidão tanto para o regime de sequeiro quanto irrigado.

Os Cambissolos Rasos, como descrito anteriormente, têm como principal característica a menor profundidade do solo, geralmente, igual ou inferior a 50cm, e a textura variada com quantidades significativas de cascalhos, de 15 a 50%.

Estas características são bastantes limitantes à produção agrícola, funcionando como barreira física impeditiva ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas e também da mecanização.

Ocupam grandes manchas de solos na porção centro-oeste, principalmente, ao longo do ribeirão Ponte Alta. Abrangem 38.150 hectares de terras, que representam cerca de 3,13% do total da área.

No sistema sequeiro, são classificados como 5n, isto é, aptidão regular para pastagem natural. São solos que, embora possam ser utilizadas com pastagens, apresentam alto risco de degradação, sendo, em consequência, mais indicado evitar o desmatamento dessas áreas. O traço contínuo representa os Podzólicos que ocorrem em menores proporções, mas que possuem melhor aptidão.

A utilização de tecnologia de irrigação é economicamente inviável, sendo as terras consideradas inaptas, classe 6.

Ca6 - Cambissolo Raso tb álico e distrófico A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta relevo suave ondulado e ondulado + Solos Hidromórficos Indiscriminados relevo plano e suave ondulado

A principal característica dos solos da unidade Ca6 refere-se à menor profundidade do solo, geralmente, igual ou inferior a 50cm, e à textura variada com quantidades significativas de cascalhos, de 15 a 50%. Associados a esses solos, ocorrem também os Solos Hidromórficos Indiscriminados que compreendem solos minerais hidromórficos que possuem horizonte B textural gleizado abaixo de um horizonte E albico. São solos formados em relevo plano ou suave, predominantemente, em extensões colúvio-aluvionar e terraços. Apresentam limitações relacionadas a drenagem deficiente e, neste caso, também de baixa fertilidade.

A potencialidade das terras para produção agrícola em regime de sequeiro apresenta-se regular para pastagem, o que corresponde à classe 5n. Quanto à potencialidade das terras para irrigação, estes solos apresentam limitações fortes, em virtude da fertilidade natural, má drenabilidade e profundidade efetiva do solo, sendo inaptos à irrigação.

Ocupam a porção noroeste da bacia e representam cerca de 33.820 hectares de terras, que correspondem a 2,78% do percentual total da área.

Ca7 - Cambissolo Raso relevo suave ondulado e ondulado + Cambissolo Raso relevo ondulado e forte ondulado ambos tb álico e distrófico A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta + Solos Hidromórficos Indiscriminados relevo plano e suave ondulado

Os solos dominantes desta unidade são rasos e muito rasos, de espessura inferior a 50cm até a rocha matriz. A textura é cascalhenta, estando situados em relevo suave ondulado e plano. O componente secundário possui as mesmas características, diferindo-se apenas pelo relevo mais acidentado, ondulado e forte ondulado. São mais suscetíveis à erosão em virtude da combinação de espessura reduzida e do relevo onde se localizam.

A terceira componente da unidade, Solos Hidromórficos, compreende os solos desenvolvidos ao longo das extensões colúvio-aluvionar e terraços. Apresentam limitações relacionadas à drenagem deficiente e, neste caso, são também de baixa fertilidade.

A pequena profundidade efetiva do solo impede o desenvolvimento radicular de culturas, tendo terras com aptidão restrita para pastagem natural 5n, com restrições ao uso de máquinas e implementos agrícolas. A utilização de tecnologia de irrigação é economicamente inviável, sendo as terras consideradas inaptas, classe 6.

Esta unidade distribui-se, principalmente, às margens do ribeirão do Cristal, na porção centro-norte e também, em grandes manchas na porção sul da bacia. Abrange cerca de 115.712 hectares de terras, que equivalem a 9,50% do percentual total da área.

Ca8 - Cambissolo Raso A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta relevo suave ondulado e ondulado + Solo Litólico A moderado textura arenosa cascalhenta e média cascalhenta relevo suave ondulado e ondulado todos tb álico e distrófico + Afloramentos Rochosos

Esta unidade reúne solos com profundidades, geralmente, iguais ou inferiores a 50cm até a rocha matriz. Apresentam textura variada com quantidades significativas de cascalhos, de 15 a 50%. Associados a esses solos, ocorrem também os Afloramentos de Rocha.

Os Solos Litólicos ocorrem como componente secundário e são solos rasos e muito rasos, possuindo A moderado, sendo assentados diretamente sobre a rocha, situados em áreas de relevo suave ondulado e ondulado. São muito susceptíveis à erosão, em virtude da espessura reduzida e do relevo onde se localizam.

A pequena profundidade efetiva do solo impede o desenvolvimento de culturas, sendo as terras indicadas para uso restrito com pastagem natural, o que corresponde à classe

5(n). O tracejado corresponde haver, na unidade, solos com aptidão pior que a classe dominante, isto é, Solos Litólicos e Afloramentos de Rocha. A utilização de tecnologia de irrigação é, sem dúvida, economicamente inviável, pertencendo esta unidade à classe 6 ou inapta.

Estão distribuídos na porção centro-oeste, ocupando cerca de 11.915 hectares de terras que correspondem a 0,98% do total da área.

Ca9 - Cambissolo Raso tb álico e distrófico A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta, relevo ondulado e forte ondulado

Compreende solos rasos com profundidades inferiores a 50cm até a rocha matriz, com 15 a 50% de cascalho na sua composição textural e ocorre em relevo ondulado e forte ondulado.

Estas características são bastantes limitantes à produção agrícola, funcionando como barreira física impeditiva ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas e também da mecanização.

A proximidade da rocha matriz, devido à pouca profundidade, torna esses solos moderadamente a imperfeitamente drenados.

Abrange 74.838 hectares de terras, que representa cerca 6,14% do total da área, estando localizados, principalmente, na porção central, ao norte da bacia.

No sistema sequeiro, são classificados como 5(n), isto é, aptidão restrita para pastagem natural. São solos que, embora possam ser utilizadas com pastagens, apresentam alto risco de degradação, sendo, em consequência, mais indicado evitar o desmatamento dessas áreas.

Pertencem à classe 6 para irrigação, inapta, por não atingir os requisitos mínimos para ser incluída entre as classes aráveis.

Ca10 - Cambissolo Raso álico e distrófico textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média e argilosa cascalhenta relevo ondulado e forte ondulado + Podzólico Vermelho-Escuro distrófico e eutrófico textura média/argilosa cascalhenta e argilosa cascalhenta, relevo suave ondulado e ondulado ambos tb A moderado

Esta unidade possui a mesma composição de unidades taxonômicas que a unidade Ca5, diferindo delas por apresentar, na classe do Cambissolo Raso, relevo mais movimentado, ondulado e forte ondulado. O Podzólico Vermelho-Escuro de textura

média/argilosa cascalhenta e argilosa cascalhenta ocorre em relevo suave ondulado e ondulado. Este, apesar de apresentar significativas diferenças texturais no perfil, talvez não seja a classe mais susceptível à erosão, como na unidade Ca5. Aqui, o Cambissolo, por ocorrer em relevo ondulado e forte ondulado e somado a sua pouca espessura, é o mais susceptível.

No sistema sequeiro, são classificados como 5n, isto é, aptidão regular para pastagem natural. São solos que, embora possam ser utilizadas com pastagens, apresentam alto risco de degradação, sendo, em consequência, mais indicado evitar o desmatamento dessas áreas. O traço contínuo representa os Podzólicos que ocorrem em menores proporções, mas que possuem melhor aptidão.

A utilização de tecnologia de irrigação é economicamente inviável, sendo as terras consideradas inaptas, sendo classificadas como classe 6.

Ca11 - Cambissolo Raso álico e distrófico textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta relevo ondulado e forte ondulado + Podzólico Vermelho-Escuro distrófico e eutrófico textura média/argilosa cascalhenta e argilosa cascalhenta relevo suave ondulado e ondulado ambos tb A moderado + Afloramentos Rochosos

Os solos que compõem o Ca11 são semelhantes aos da unidade Ca10, diferenciando-se deles por apresentarem, em menores proporções, Afloramentos Rochosos na unidade.

Quanto à aptidão de sequeiro, possuem a mesma classe que a unidade anterior, 5n, aptidão regular para pastagem natural. São solos que, embora possam ser utilizadas com pastagens, apresentam alto risco de degradação, sendo, em consequência, mais indicado evitar o desmatamento dessas áreas. O traço contínuo representa os Podzólicos que ocorrem em menores proporções, mas que possuem melhor aptidão agrícola.

No sistema irrigado a classe é inapta, pois não apresenta os requisitos mínimos necessários para ser enquadrada na classe arável.

Ca12 - Cambissolo Raso relevo ondulado e forte ondulado + Cambissolo Raso relevo suave ondulado e ondulado ambos tb álico e distrófico A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta

Esta unidade reúne solos com profundidades, geralmente, iguais ou inferiores a 50cm até a rocha matriz. Apresentam textura variada com quantidades significativas de cascalhos, de 15 a 50%. Dominam a classe de solos com relevo mais movimentado, isto é, ondulado e forte ondulado, sendo, por esse motivo, os mais susceptíveis à erosão.

Distribuem-se, principalmente, em grandes manchas na porção sul e central da área de estudo. Ocupam uma área equivalente a 95.591 hectares, que corresponde a 7,85 % do total da área da bacia.

No sistema sequeiro, são classificados como 5(n), isto é, aptidão restrita para pastagem natural. São solos que, embora possam ser utilizadas com pastagens, apresentam alto risco de degradação, sendo em consequência mais indicado evitar o desmatamento dessas áreas.

Pertencem à classe 6 para irrigação, inapta, por não atingir os requisitos mínimos para ser incluída entre as classes aráveis.

Ca13 - Cambissolo Raso relevo forte ondulado e montanhoso + Cambissolo Raso relevo ondulado e forte ondulado ambos tb álico e distrófico A moderado textura média cascalhenta, argilosa cascalhenta e média/argilosa cascalhenta + Solo Hidromórficos indiscriminados relevo plano e suave ondulado

Os solos dominantes desta unidade são rasos e muito rasos, de espessura inferior a 50cm até a rocha matriz. A textura é cascalhenta, estando situados, predominantemente, em relevo forte ondulado e montanhoso. Dos Cambissolos, estes são os mais susceptíveis à erosão do solo por apresentarem-se em relevo muito movimentado.

O componente secundário possui as mesmas características, diferindo-se apenas pelo relevo menos acidentado, ondulado e forte ondulado. Em virtude da combinação de espessura reduzida e do relevo, são também bastantes susceptíveis à erosão.

A terceira componente da unidade, Solos Hidromórficos, compreende os solos desenvolvidos ao longo das extensões colúvio-aluvionares e terraços, apresentando limitações relacionadas à drenagem deficiente e à baixa fertilidade natural.

Em geral, são terras com aptidão restrita para pastagem natural 5(n) com restrições ao uso de máquinas e implementos agrícolas. A utilização de tecnologia de irrigação é economicamente inviável, sendo as terras consideradas inaptas, classe 6.

Ocupam boa parte da porção norte da área, principalmente ao longo das grandes linhas de drenagens. Abrangem cerca de 222.417 hectares de terras, que equivale a 18,26% do percentual total da área.

GP - Gleí Pouco Húmico A moderado e proeminente + Solos Hidromórficos Indiscriminados ambos relevo plano e suave ondulado

Esta classe compreende solos minerais hidromórficos, mal drenados, formados em terrenos baixos sujeitos a alagamentos periódicos e que possuem características

resultantes sobretudo do excesso de umidade permanente ou temporário, decorrente do nível do lençol freático durante um longo período do ano.

A componente principal caracteriza-se por apresentar horizonte subsuperficial glei, de coloração acizentada ou cinzenta, sendo comum a presença de mosqueados de cores amareladas ou avermelhadas.

Os Solos Hidromórficos, discutidos na unidade anterior, também desenvolvem-se ao longo das extensões colúvio-aluvionares e terraços e apresentam fortes limitações relacionadas à drenagem deficiente e à baixa fertilidade natural.

Em virtude da deficiência de drenagem, os solos são indicados para pastagem plantada, 4p. Para agricultura irrigada, a qual possibilita o controle da lâmina d'água através de canais de drenagem, as terras possuem potencial elevado para rizicultura inundada, entretanto foram classificadas como 3sd.

Esta unidade somente foi separada na AID devido à escala de trabalho ser maior, mas, nos casos mais representativos, também foi apresentada em escala menor de publicação. Abrange 3.066 hectares de terras, que representam cerca de 0,25% do total da área, estando localizados, principalmente, na porção central ao longo do rio São Marcos.

5.1.5 RECURSOS HÍDRICOS E QUALIDADE DAS ÁGUAS

a. Aspectos Fisiográficos da Bacia

O rio São Marcos drena uma área de 12.140 km², abrangendo os Estados de Goiás e Minas Gerais e o Distrito Federal. Desde a nascente até o rio da Batalha, afluente da margem esquerda, o rio São Marcos é o limite dos Estados de Goiás e Minas Gerais.

O ponto mais alto da bacia situa-se a cerca de 1000m de altitude na nascente do córrego Samambaia, no Distrito Federal. A nascente do curso d'água principal, situada a 900m de altitude, é bastante peculiar, pois está localizada numa extensa vereda, na qual em um extremo o rio São Marcos escoa no sentido norte-sul e contribui para a bacia do rio Paraná, e, no outro extremo, o rio Arrependido, contribuinte do rio São Francisco, escoa no sentido sul-norte.

O rio São Marcos percorre cerca de 480km, em sua extensão total, e desemboca no rio Paranaíba, no reservatório da UHE Emborcação, cujo NA máximo normal é 661m. Sua declividade média é cerca de 0,5m/km.

A bacia apresenta um relevo praticamente plano e levemente ondulado no trecho superior, tornando-se bastante acidentado no trecho médio. Próximo à foz, o relevo

suaviza-se um pouco, ficando fracamente acidentado. Assim, o rio São Marcos apresenta vales abertos nos trechos mais a montante e vales encaixados com margens íngremes nos estirões mais a jusante.

Na margem esquerda, seus principais tributários são, de montante para jusante, os ribeirões Soberbo, Mundo Novo e da Batalha e o rio São Bento. Pela margem direita, os contribuintes de maior porte são o rio Samambaia e os ribeirões Arrojado, São Firmino, Castelhana e Imburuçu.

b. Regime Fluvial

As observações fluviométricas na bacia do rio São Marcos iniciaram na década de 60, tendo sido disponibilizados por FURNAS e pela ANEEL, para o presente estudo, dados oriundos de seis postos, listados a seguir.

Estações Fluviométricas da Bacia do Rio São Marcos

Código ANEEL	Nome	Rio	Área (km ²)	Coordenadas		Período de Operação	Entidade
				Lat.	Long.		
60018000	Faz. Batista	São Marcos	691	16° 25'	47° 25'	1978-1980	ANEEL
60020000	Ponte São Marcos	São Marcos	4.445	17° 02'	47° 10'	1966	ANEEL
60030000	Campo Alegre	São Marcos	8.386	17° 31'	47° 34'	1972	ANEEL
60040000	Faz. São Domingos	São Marcos	10.762	18° 07'	47° 41'	1969	ANEEL
60050000	Davinópolis	São Bento	902	18° 07'	47° 37'	1974	ANEEL
60060000	Porto Jacinto	São Marcos	12.077	18° 10'	47° 38'	1972-1982	CEMIG

Pode-se verificar que a rede em operação tem apenas quatro estações, sendo três localizadas ao longo do curso principal e uma no rio São Bento, seu principal afluente. A Figura 5.1-8 apresenta a localização dessas estações.

(1) Vazões Médias Mensais

O conhecimento do regime hidrológico da bacia do rio São Marcos está baseado, fundamentalmente, nas séries históricas de vazões médias mensais, correspondentes às estações fluviométricas existentes e relacionadas anteriormente.

Como o período de registros de vazões médias mensais destas estações fosse relativamente curto, quando comparado com aquele referente aos demais postos fluviométricos localizados na bacia do rio Paranaíba, essas séries históricas de vazões médias mensais foram estendidas, por meio de correlações com aquelas disponíveis ao longo da bacia do rio Paranaíba, algumas abrangendo períodos de observação desde o início da década de trinta.

O posto Fazenda São Domingos foi escolhido como estação fluviométrica chave do rio São Marcos, tendo sido sua série estendida a partir de correlação com as estações mais antigas do rio Paranaíba. Posteriormente, a partir da Fazenda São Domingos, foram estendidas as séries dos demais postos do rio São Marcos. A metodologia utilizada para cada posto fluviométrico, para complementação e extensão das séries históricas cobrindo o período 1931/1982, está descrita na “Atualização do Inventário” (FURNAS).

Posteriormente, FURNAS desenvolveu estudos de consistência dos dados fluviométricos da bacia, com revisão das curvas-chave e preenchimento de falhas, estendendo as séries mensais desses postos até 1995, exceto para Davinópolis.

Tendo em vista a importância do rio São Bento para bem caracterizar o regime fluvial a jusante do barramento de Serra do Facão, durante os atuais estudos complementou-se a série de vazões médias mensais do posto Davinópolis. Para isso, a partir das medições de descarga foi definida uma curva-chave ($Q = 8,245 LR^{2,856}$), que permitiu a obtenção das vazões médias diárias a partir das leituras de réguas desse posto, disponibilizadas pela ANEEL.

Finalmente, a série de vazões médias mensais de Davinópolis no período 1983-1999 foi obtida a partir das médias diárias, sendo que as falhas foram preenchidas por correlação com o posto Faz. São Domingos ($Q_{\text{Davinópolis}} = 0,101 Q_{\text{Faz.SãoDomingos}} - 2,779$). Nos Quadros 5.1-9 a 5.1-12, que apresentam as séries obtidas para os quatro postos em operação, as vazões médias obtidas dessa forma aparecem em negrito.

Pode-se observar que o regime hidrológico do rio São Marcos é bem definido, apresentando um período de estiagem, que se inicia em abril e finda em setembro, mês em que mais frequentemente ocorrem as vazões mínimas do ano. E, também, um período chuvoso de outubro a março, sendo que as maiores médias mensais verificam-se neste último.

O local previsto para o AHE Serra do Facão, drenando uma bacia de 10.618 km², teve sua série de vazões médias mensais determinada a partir da série estabelecida para o posto fluviométrico Fazenda São Domingos, devido à proximidade dos locais. A equação de transferência adotada por FURNAS foi $Q_{\text{AHE Serra do Facão}} = 0,9856 Q_{\text{Faz.SãoDomingos}}$, e a série resultante está apresentada no Quadro 5.1-13.

Das séries obtidas, pode-se destacar, como informações mais relevantes para os atuais estudos, as vazões médias de longo termo e as vazões mínimas mensais. Calculando-se a relação entre a média das vazões mínimas e a vazão média de longo termo de cada posto fluviométrico, obtêm-se valores entre 24 e 32%, indicando que a

bacia possui uma boa regularização natural das vazões, que aumenta em função da área de drenagem.

Na Figura 5.1-9 pode-se observar a curva de permanência das vazões no local do futuro aproveitamento hidrelétrico.

(2) Vazões de estiagem

O aprofundamento do estudo das vazões mínimas durante a estiagem foi desenvolvido para subsidiar a análise de impacto ambiental do aproveitamento, caracterizando a disponibilidade hídrica superficial natural do rio São Marcos.

Para isso, foram utilizadas as vazões médias diárias dos postos fluviométricos do rio São Marcos na Fazenda São Domingos, em Campo Alegre de Goiás e na Ponte São Marcos. Para cada posto, foi selecionada uma série das vazões mínimas anuais com 7 dias de permanência, isto é, uma série das médias dos 7 dias mais secos do ano. O Quadro 5.1-14 apresenta as séries obtidas.

Para a escolha das distribuições de probabilidades a serem empregadas, considerou-se que os estudos de disponibilidade hídrica lidam com eventos de tempos de recorrência baixos, em geral inferiores ao tamanho dos registros disponíveis. Nestes casos, é preferível a adoção de uma distribuição de probabilidades que apresente um bom grau de ajustamento às amostras. Por isso, foram empregadas duas distribuições de três parâmetros: Log-Pearson Tipo III e Log-Normal de três parâmetros.

Não houve diferenças significativas entre os quantis calculados por uma ou outra distribuição, ficando os valores praticamente coincidentes, nos resultados relativos a pequenos tempos de recorrência. Os resultados obtidos são apresentados a seguir.

Vazões com 7 Dias de Permanência para Diversas Recorrências (m³/s)

POSTO	Ad (km ²)	TR = 5 ANOS	TR = 10 ANOS	TR = 20 ANOS
Ponte São Marcos	4.287	13	11	9
Campo Alegre de Goiás	9.627	30	26	23
Fazenda São Domingos	10.659	42	37	33

Para estimativa das vazões mínimas assistidas a diversos tempos de recorrência em outros locais de interesse, como nos eixos previstos para as barragens, buscou-se ajustar uma equação exponencial às vazões específicas (l/s.km²), obtidas a partir dos resultados apresentados anteriormente. A Figura 5.1-10 ilustra os resultados obtidos, permitindo a realização de interpolações e extrapolações, caso necessárias.

Dessa Figura, pode-se extrair que a vazão específica mínima no local do aproveitamento é de $3,122 \text{ l/s.km}^2$, e a vazão mínima com 7 dias de permanência e 10 anos de recorrência é de $33,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Em resumo, na caracterização das vazões de estiagem no local previsto para o AHE Serra do Facão, foram obtidos os valores característicos apresentados a seguir.

Valores Característicos de Estiagens

VAZÕES DE ESTIAGEM NO AHE SERRA DO FACÃO (m^3/s)	
VAZÃO MÍNIMA MENSAL OBSERVADA (m^3/s) (1)	28,1
80% DA VAZÃO MÍNIMA MENSAL (m^3/s)	22,5
VAZÃO MÍNIMA CALCULADA (m^3/s) (2)	33,4

- (1) Vazão mínima mensal obtida da série de vazões médias mensais no período 1931 a 1995.
- (2) Vazão mínima com 7 dias de permanência e 10 anos de recorrência, calculada pelo ajuste de distribuições de probabilidade.
- (3) Vazões de cheia

Os estudos do regime das cheias na bacia do rio São Marcos visaram o estabelecimento das curvas de frequência das vazões máximas, a partir das quais foram dimensionadas as estruturas hidráulicas componentes da obra de desvio e do vertedouro, bem como determinados os níveis de proteção da usina e demais estruturas.

Em virtude da pequena extensão das séries de dados fluviométricos disponíveis, quando do desenvolvimento dos Estudos de Viabilidade em 1987, foi realizada uma análise de âmbito regional, onde foram incorporados os registros de outras estações mais antigas e localizadas nas áreas circunvizinhas, admitindo-se regimes hidrológicos homogêneos.

Durante a Complementação da Viabilidade, em 1999, FURNAS desenvolveu um novo estudo das cheias máximas anuais na bacia do rio São Marcos, desta vez utilizando as séries de vazões diárias registradas nos postos fluviométricos em operação (Fazenda São Domingos, Campo Alegre de Goiás e Ponte São Marcos) e procedendo ao ajuste de diversas distribuições de probabilidades aos eventos máximos anuais selecionados.

As vazões para períodos de recorrência de 10 a 10.000 anos são apresentadas a seguir.

Valores Característicos de Cheias

VAZÕES MÁXIMAS PARA DIVERSAS RECORRÊNCIAS (m ³ /s)	
TR = 10 anos	1.125
TR = 25 anos	1.312
TR = 50 anos	1.448
TR = 100 anos	1.582
TR = 200 anos	1.717
TR = 1.000 anos	2.031
TR = 10.000 anos	2.494

Ainda durante a Complementação, foram desenvolvidos estudos sobre a Enchente Máxima Provável – EMP em Serra do Facão, resultando no valor de 3.205 m³/s para o pico do hidrograma afluente.

c. Comportamento Sedimentológico

Os postos fluviométricos existentes no rio São Marcos não possuem medições sistemáticas de descarga sólida. Em 1994 e 1995, foram realizadas por FURNAS duas medições em Fazenda São Domingos, uma medição em cada ano. Em 1997, foram realizadas mais sete medições, sendo duas no posto de Campo Alegre de Goiás e cinco em Fazenda São Domingos.

Essas medições não abrangeram o período de cheia (dezembro a março), dificultando a definição de uma curva-chave de sedimentos. O maior valor encontrado para concentração de sedimentos em suspensão foi 71 ppm, em maio de 1995.

Para os estudos de assoreamento do reservatório, foram utilizados dados regionais, em especial do posto Porto dos Pereiras no rio Paranaíba, a montante da foz do rio São Marcos, cuja área de drenagem é equivalente à do AHE Serra do Facão.

Desses estudos, pode-se estimar que o transporte de sedimentos no rio São Marcos é moderado, o que pode ser também extraído do Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros (ELETROBRÁS, 1992), que indica para a bacia em estudo uma produção específica mínima de material em suspensão de 50 a 100 t/km².ano, considerado como um valor médio para o Brasil.

d. Qualidade das Águas

O Diagnóstico de Qualidade das Águas do rio São Marcos aqui apresentado baseou-se em dados básicos obtidos de duas formas: dados pré-existentes disponibilizados pela ANEEL e resultados de duas campanhas realizadas no âmbito do EIA do AHE Serra do Facão.

(1) Dados Básicos Disponibilizados pela ANEEL

Anteriormente ao atual estudo, nos três postos fluviométricos existentes no rio São Marcos e operados pela ANEEL, foram realizadas diversas campanhas de coleta e análise da água.

Nos postos Campo Alegre de Goiás e Ponte São Marcos, essas campanhas abrangeram apenas o período de 1977 a 1978 e ficaram restritas à determinação da temperatura da água, do pH, da condutividade elétrica e do oxigênio dissolvido.

Já no posto Fazenda São Domingos, as coletas e análises ocorreram sistematicamente de 1977 a 1988, e em 1993. Além disso, foram determinados outros parâmetros como DBO, sedimentos, coliformes, metais pesados e organoclorados. A partir da análise dos dados desse posto, muito próximo ao local previsto para a futura barragem do AHE Serra do Facão, pode-se caracterizar a qualidade das águas do baixo curso do rio São Marcos. O Quadro 5.1-15 apresenta os valores médios de cada parâmetro.

Nas 60 amostras coletadas, em 43 dias durante o período citado, o oxigênio dissolvido (OD) esteve entre 4,1 e 8,6 mg/l, sendo maior que 6 mg/l em 45 amostras (33 dias), cerca de 75% do tempo. Em apenas 3 dias (6 amostras), o OD esteve abaixo de 4 mg/l. O valor médio dos dias amostrados ficou em 6,6 mg/l, valor esse dentro dos padrões exigidos para rios de Classe 1, conforme Resolução CONAMA nº 20, de 18/06/86.

Também quanto à DBO, as águas analisadas estão dentro dos limites exigidos para classe 1, visto que em todas as 15 análises efetuadas esse parâmetro não ultrapassou 3 mg/l.

Em apenas 27% das amostras, o pH ficou acima de 7, na maioria esteve entre 6 e 7, ficando em 26 % entre 4,5 e 6. A média calculada foi 6,6, o que indica condições ligeiramente ácidas.

Com relação à cor e à turbidez, os resultados evidenciaram uma forte sazonalidade, com os valores de turbidez entre 3 e 100 uT, ficando a média em 20 uT. Em apenas 10% das amostras, os valores foram superiores a 40 uT, limite máximo da classe 1, segundo o CONAMA.

Quanto à condutividade elétrica, os resultados indicam um valor médio de 41 micromho/cm a 20 °C, tendo sido medidos em apenas 3% das amostras valores superiores a 250 micromhos/cm a 20 °C. Portanto, a água do rio São Marcos pode ser classificada como de baixa salinidade e adequada para irrigação.

Nas análises efetuadas, a média de nitratos ficou em torno de 0,18 mgN/l.

Quanto às substâncias tenso-ativas, em duas amostras colhidas em janeiro (1987 e 1989), os resultados foram superiores a 0,5 mgLAS/l, limite da Resolução CONAMA para as classes 1 a 3.

Os coliformes fecais e totais ficaram abaixo do limite dos padrões exigidos para rios da classe 1, corroborando os valores obtidos para outros parâmetros, o que indica a boa qualidade da água.

Com relação a metais, foram realizadas análises para detecção de 1985 a 1988, mas não foi possível calcular um valor médio, visto que não foram determinadas as concentrações inferiores a 0,002mgCd/l de Cádmio, 0,02mgPb/l de Chumbo e de 0,002mgHg/l de Mercúrio. No reinício do monitoramento, em 1993, essa questão provavelmente foi solucionada, porém foram disponibilizados apenas dois resultados.

(2) Primeira Campanha Realizada

A Primeira Campanha de Qualidade da Água e Limnologia no âmbito do EIA do AHE Serra do Facão foi realizada pela empresa HABTEC, no período de cheia de 26 a 29/04/1998. Foram selecionados cinco pontos de coleta, sendo um na entrada e dois ao longo do estirão do futuro reservatório, um no eixo previsto para o barramento e o último a jusante deste.

Os resultados obtidos nessa campanha estão apresentados no Quadro 5.1-16, onde pode-se observar que não se distanciaram muito dos valores médios e estiveram sempre dentro dos extremos dos resultados do monitoramento sistemático de qualidade da água da estação Fazenda São Domingos.

Os resultados e análises referentes à Limnologia estão apresentados neste documento no item relativo aos Ecossistemas Aquáticos.

(3) Segunda Campanha Realizada pela Biodinâmica/ Instituto de Biologia da UFRJ

A Segunda Campanha de Campo de Qualidade de Água e Limnologia foi realizada no período de estiagem entre 31 de agosto e 03 de setembro de 1999, pela equipe do Instituto de Biologia da UFRJ, com a execução de medições de variáveis meteorológicas e limnológicas diretamente em campo, bem como a coleta de amostras

para análise posterior em laboratório da Universidade. Apenas as análises de coliformes, pela impossibilidade de transporte em tempo adequado, foram realizadas pela SANEAGO em Catalão.

Os locais selecionados para coleta foram os mesmos cinco pontos empregados na Primeira Campanha (FURNAS/HABTEC, 1998), cuja localização é apresentada no Quadro 5.1-17 e na Figura 5.2-2. O posicionamento georreferenciado foi obtido por um aparelho GPS.

Os resultados e análises referentes à Limnologia estão apresentados neste documento no item relativo aos Ecossistemas Aquáticos.

Para as análises físico-químicas, todas as amostras foram processadas de acordo com os métodos descritos em APHA (1998), cujo detalhamento se encontra em PARANHOS (1996). As amostras de água foram coletadas à subsuperfície (cerca de 0,5 m de profundidade) com uma garrafa do tipo Van Dorn. Após o procedimento de coleta, as amostras foram sub-amostradas para frascos compatíveis com as diferentes determinações. Foram medidas, no momento da coleta, as temperatura do ar e da água e o oxigênio dissolvido, assim como realizadas as filtrações para as determinações de clorofila e resíduo total. As amostras para análises bacteriológicas foram coletadas em frascos esterelizados e mantidas em isopor com gelo e ao abrigo da luz até a análise em laboratório. Para as demais variáveis, as amostras foram congeladas e assim mantidas até determinação em laboratório.

Durante a realização dessa campanha, foram realizadas 120 determinações químicas, e os resultados brutos das diferentes análises físico-químicas para a qualidade de água estão apresentados no Quadro 5.1-18. A Figura 5.1-11 contém os gráficos das variáveis que apresentaram algum padrão entre os diferentes pontos de coleta. Não foram apresentados em gráficos o pH e a alcalinidade, por terem pequena variabilidade, e os sulfetos e turbidez, por terem valores sempre não detectáveis. Os gráficos foram organizados por parâmetros que se relacionam, ou por parâmetros que apresentam valores na mesma escala.

As características encontradas durante essa campanha podem ser um bom exemplo da estação seca do ano, onde o baixo volume de água e do leito exposto são os principais panoramas do rio São Marcos. Em especial, a época amostrada representa o final de uma longa e forte estação de seca, agravada pelas queimadas.

As temperaturas do ar e da água estiveram bem homogêneas e não foram observadas grandes variações, sendo em média 26,5 °C (temperatura do ar) e 22,7 °C (temperatura da água). Estas pequenas diferenças podem ser atribuídas às variações

diurnas na região, relacionadas aos diferentes horários do dia em que foram realizadas as amostragens.

O pH foi, em média, 7,14 e não foram observadas variações entre os pontos de coleta.

Os valores observados para Alcalinidade foram muito baixos (média 0,27 meq/l), bem como foi baixa a variabilidade desses resultados. Estes parâmetros foram absolutamente homogêneos nos diferentes pontos de coleta. Os valores de condutividade elétrica medidos estiveram entre 14,0 e 16,9 $\mu\text{S/cm}$ (média 15,14 $\mu\text{S/cm}$), mas foi observado um ligeiro aumento do ponto SM-05 em direção ao ponto SM-01.

Os valores obtidos para o Oxigênio Dissolvido foram em média 5,65 mg/l, variando entre 5,14 e 6,17. Todos os valores obtidos nos diferentes pontos de coletas estiveram dentro dos limites estabelecidos pelo CONAMA para águas classe 2, onde o Oxigênio Dissolvido deve ser igual ou maior que 5 mg/l (CONAMA, 1982). Esses valores podem ser considerados baixos, o que pode ser consequência do prolongado período de seca.

Já os valores obtidos para a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram, em média, de 2,37 mg/l, mas apresentaram uma variabilidade maior, sendo registrados valores entre 1,21 e 4,45 mg/l, e o maior valor foi registrado no ponto SM-01. Portanto, todos os valores de DBO estiveram dentro dos limites do CONAMA para águas classe 2.

Para a Demanda Química de Oxigênio (DQO), os valores obtidos foram, em média, de 3,21 mg/l, variando entre 1,90 e 6,20 mg/l. Como ocorrido para a DBO, para a DQO o maior valor foi observado no ponto SM-01; nos outros pontos de coleta, os valores desses dois parâmetros foram semelhantes. Os valores maiores destes parâmetros, que são indicadores de poluição, no ponto SM-01 podem indicar um nível maior de ação antrópica no rio São Marcos nesse local.

Os resultados encontrados para Ortofosfato, Fósforo Total, Amônia, Nitrito e Nitrato foram todos muito baixos, em geral próximos dos limites de detecção dos métodos colorimétricos empregados. Os valores de Ortofosfato foram, em média, de 0,0037 mg/l P-PO_4^{3-} , não sendo identificado nenhum padrão entre os diferentes pontos de coleta. Os valores de Fósforo Total foram, em média, 0,0072 mg/l P, e os valores obtidos nos pontos SM-03, SM-04 e SM-05 apresentaram-se maiores que os obtidos nos pontos SM-01 e SM-02.

Para a Amônia, os valores obtidos foram, em média, de 0,037 mg/l $\text{N-NH}_3/\text{NH}_4^+$, sendo observado o maior valor no ponto SM-01, o que pode estar relacionado com os valores de DBO e DQO, que mostraram-se maiores para este mesmo ponto de coleta. Os valores observados para o Nitrito foram, em média, de 0,0011 mg/l, sendo muito

baixos. Já para o Nitrato, apenas os pontos de coleta SM-02 e SM-04 apresentaram valores detectáveis ($>0,0005$ mg/l), e, como observado para o nitrito, os valores são muito baixos e a alta variabilidade encontrada não é significativa. Para o Nitrogênio Total, os valores observados foram, em média, de $0,4695$ mg/l, sendo maiores nos pontos de coleta SM-03, SM-04 e SM-05.

Todos as formas químicas de Fósforo e Nitrogênio estiveram bem abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA para águas de classe 1 (Fósforo total $< 0,025$ mg/l; Amônia $<0,02$ mg/l; Nitrito < 1 mg/l; Nitrato <10 mg/l).

Para o Silicato, os valores observados foram, em média, de $7,67$ mg/l, sem grande variabilidade. Foi observado um padrão de aumento nos resultados desse parâmetro ao longo do curso do rio São Marcos, sendo que os maiores valores foram observados nos pontos de coleta SM-01 e SM-02. Para a Dureza Total, os resultados foram bastante semelhantes (média $4,89$ mg/l) e com pouca variabilidade, não indicando diferenças entre os pontos de coleta de amostras.

Para a Clorofila *a*, foram observados valores entre não detectável ($<0,1$ $\mu\text{g/l}$) e $0,50$ $\mu\text{g/l}$, sendo, em média, de $0,29$ $\mu\text{g/l}$. Os valores são muito baixos, com alta variabilidade, e refletem as características naturais do rio estudado. Os valores observados para Cloretos foram, em média, de $0,64$ mg/l e com pequena variabilidade. Os valores observados para o Ferro total foram, em média, de $0,38$ mg/l, também com pequena variabilidade entre os diferentes pontos de coleta.

Foi observada uma grande homogeneidade entre os diferentes pontos de coleta, e, para a maioria dos parâmetros físico-químicos, este padrão foi o predominante. As exceções foram para a Condutividade Elétrica e o Silicato, cujos valores aumentaram ligeiramente na direção do curso do rio. Para o Nitrogênio Total, os maiores valores foram observados a montante do futuro barramento, enquanto neste local e a jusante os valores foram nitidamente menores (ver Figura 5.1-11). Além destas diferenças entre os locais de coleta, no restante dos outros parâmetros avaliados o rio São Marcos se apresentou como um ambiente oligotrófico, com baixos teores de nutrientes e clorofila (em geral, próximos aos limites de detecção dos métodos).

De maneira geral, os resultados dessa segunda campanha ficaram próximos aos da primeira, sendo que na campanha de cheia (abril/98) os parâmetros relacionados com sais dissolvidos e sólidos em suspensão foram superiores, o que já era esperado.

Se enquadrado na classe 2 do CONAMA, o ambiente estudado estaria dentro dos padrões em todos os parâmetros analisados nessa campanha que têm índices na Resolução citada desse órgão.

Vale destacar que alguns pontos merecem atenção, por já apresentarem maiores indícios de conseqüências da ação antrópica na qualidade de água, os pontos 1 e 2. O primeiro pelos níveis maiores de DBO e o segundo pelos resultados de coliformes, que superam, inclusive, o valor máximo do posto Fazenda São Domingos.

e. Outros Usos da Água

As águas do rio São Marcos, no trecho da Área de Influência Direta, não são captadas para abastecimento público ou irrigação, tendo seu uso se limitado ao suprimento de algumas casas, a dessedentação de animais e a rega de pequenas áreas com cultivos de subsistência.

Com relação ao abastecimento industrial, o Complexo de Mineração de Catalão, da empresa Ultrafertil, possui uma estrutura de captação, com capacidade para 1 m³/s, localizada na margem direita, imediatamente a montante do córrego Fundo. No entanto, nos últimos anos, a indústria não tem utilizado essa captação, visto que o seu processo de produção tem permitido a recirculação da água. A empresa pretende operá-la apenas em situações de emergência.

No ribeirão Castelhana, afluente da margem direita do rio São Marcos, localiza-se uma pequena central hidrelétrica, denominada Lago Azul, com potência instalada de 2,2 MW. Pela coordenadas levantadas durante a viagem de campo (UTM 231472/ 8087689), as cotas altimétricas obtidas na restituição aerofotogramétrica (escala 1:10.000) e os resultados do estudo de remanso, elaborado por FURNAS, concluiu-se que esse aproveitamento não possui interferência com o AHE Serra do Facão.