

## **ANEXO J**

### **DEMAIS DIAGNÓSTICOS AMBIENTAIS**

**(CLIMATOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, ESPELEOLOGIA, SOLOS,  
GEOLOGIA, HIDROGRAFIA, SOCIOECONÔMICO)**

## 5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Este capítulo traz o resultado dos estudos de base realizados para caracterizar o contexto ambiental em que se insere o projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR), dentro do Complexo de Mineração de Tapira – CMT.

Subdivide-se em três grandes blocos de acordo com os componentes do meio ambiente: físico, biótico e socioeconômico. Iniciando cada bloco, discutem-se os limites das áreas de estudo e de influência aplicáveis a cada componente.

Precedendo a apresentação de cada bloco, discutem-se os conceitos de área de estudo e área de influência.

### 5.1 ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Existem diferenças importantes entre os conceitos de área diretamente afetada, área de influências e área de estudo.

Define-se Área Diretamente Afetada (ADA) como a área ocupada pelo empreendimento, incluídos todos os seus componentes. No caso objeto deste estudo, é contemplada a faixa de alçamento, resultante do aumento do N.A. da barragem, assim como a área do canteiro de obras e as áreas de empréstimo. As áreas de influência e de estudo, por seu turno, têm como fundamento de sua definição a intensidade e a abrangência temporal e espacial dos impactos gerados pelo empreendimento.

A área de influência não recebe diretamente as obras de engenharia, embora seja afetada pelos impactos de tais obras em diferentes intensidades. É subdividida em Área de Influência Direta (AID) e em Área de Influência Indireta (AII).

Para a delimitação das AID e AII, parte-se de dois pressupostos: (i) há uma gradação dos impactos e (ii) tal gradação, em termos espaciais, está associada à distância da origem desencadeadora do impacto. Assume-se, portanto, que a intensidade de determinado impacto diminui à medida que aumenta a distância de sua origem. Tal modelo de continuidade espacial é genericamente assumido, embora, em alguns casos, possa haver impactos com efeitos descontínuos no espaço. Além disso, o limite assumido entre a AID e a AII deve ser entendido como uma faixa de transição e não como duas áreas estanques, apesar de sua representação linear.

Adota-se como AID a porção imediatamente exterior à Área Diretamente Afetada, a qual pode sofrer de maneira mais intensa e relevante os impactos gerados nas fases de implantação e operação do empreendimento. Por isso, ao se lidar com a caracterização e avaliação dos processos naturais e socioeconômicos nesta área, é necessário um tratamento de maior detalhe. Tal área é delimitada em função da natureza do impacto que está sendo levado em consideração. Seus limites são, portanto, variáveis.

A All é a área exterior tanto do empreendimento em si quanto da AID. Diferencia-se da AID por receber os impactos de maneira menos intensa e de forma indireta, recebendo um tratamento mais genérico. Tal área pode se projetar por extensas porções do território adjacente ao empreendimento. Dentro do escopo deste EIA e, mais precisamente, de seus estudos de base, contudo, é necessária a demarcação de um limite, tendo em vista a importância dos impactos nessa área mais distante. De maneira análoga à AID, a All também tem limites variados de acordo com o tipo e a natureza do impacto em questão.

Por fim, a área de estudo é a porção total na qual foram desenvolvidos os estudos, abrangendo desde a área do empreendimento propriamente dita (ADA) até o limite da sua área de influência, o qual varia conforme a natureza dos impactos detectados.

Apresentadas tais definições e esclarecimentos, as delimitações propriamente ditas das AID e All prováveis são contempladas no início de cada bloco do diagnóstico ambiental. Ou seja, apresenta-se no início de cada item do diagnóstico ambiental - meio físico, meio biótico e meio socioeconômico – a delimitação de suas AID e All prováveis, considerados os impactos prováveis e a funcionalidade dos respectivos ambientes.

Em conformidade com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC do Ministério do Meio Ambiente cabe ressaltar que os limites definidos para as AID e All, de todos os itens do diagnóstico, não se sobrepõem a nenhuma unidade de conservação, seja ela de proteção integral ou de uso sustentável.

## 5.2 MEIO FÍSICO

### 5.2.1 Delimitação das áreas de influência do meio físico

O principal fator que norteou a delimitação das áreas de influência direta e indireta do meio físico foi o sentido do fluxo das águas pluviais e fluviais, tendo-se em vista que uma das maiores preocupações que se deve ter no empreendimento está relacionada ao aumento dos processos erosivos, de transporte e deposição de sedimentos e poluentes em áreas a jusante da barragem, cujos impactos aos meios físico, biótico e socioeconômico podem assumir proporções preocupantes caso não sejam tomadas corretas medidas mitigadoras e de monitoramento.

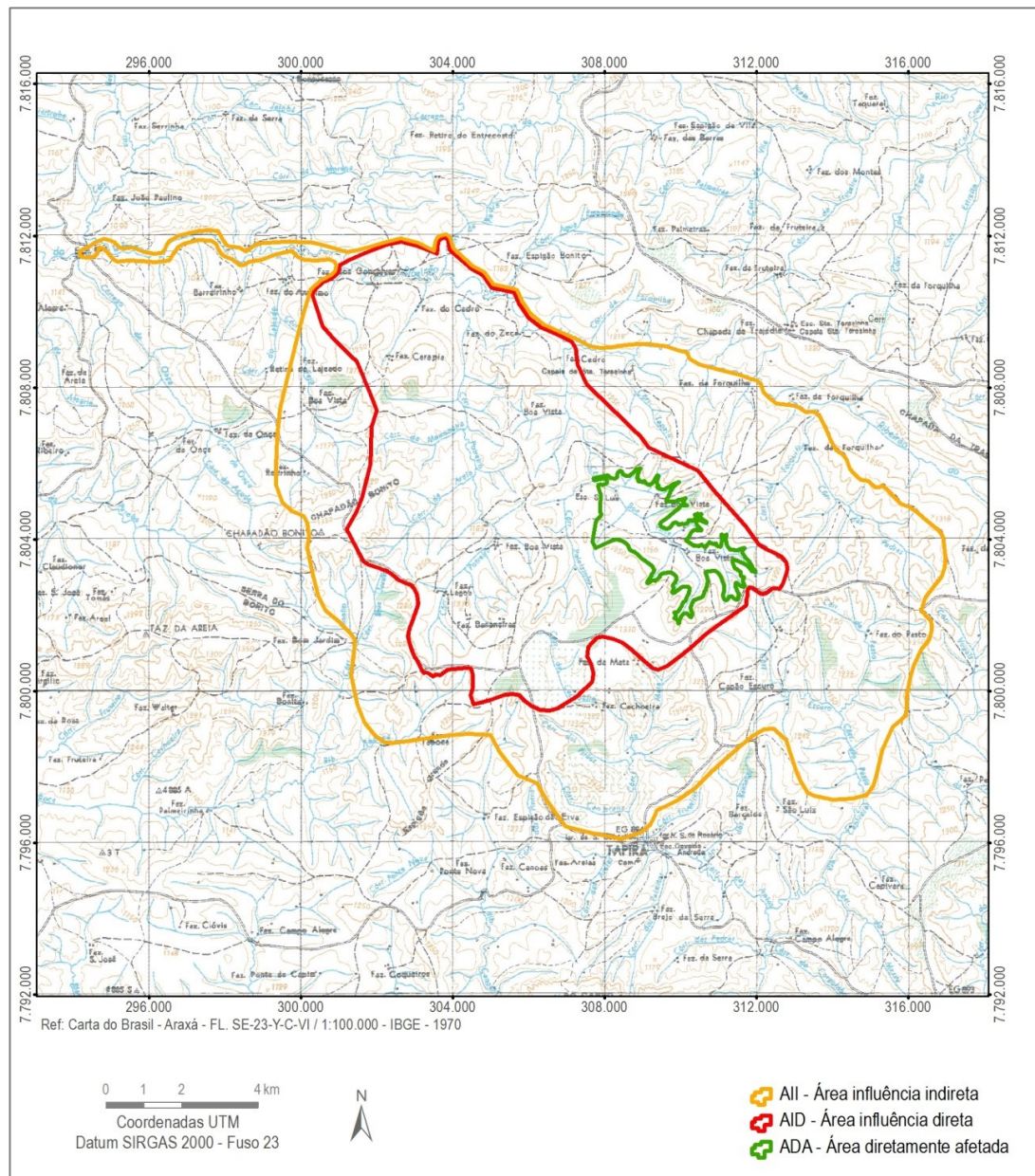
A opção pela delimitação utilizando-se a bacia é também justificada tendo-se em vista a unidade que tal conformação natural dá aos elementos físicos atuantes. Trata-se de um sistema aberto, mas que possui certa unidade no que se refere aos processos naturais, sejam de origem geológica, geomorfológica, pedológica, climática ou hidrológica.

Nesse sentido, a Área de Influência Direta (AID) para o meio físico foi definida pela cabeceira das bacias de drenagem dos córregos do Potreiro, Paiolzinho, Boa Vista, da Areia e da Mata, assim como o restante de sua bacia hidrográfica, que abrange as estruturas hoje presentes no CMT. A AID segue sentido córrego do Potreiro,

incluindo as barragens BRI e BA-3, e um trecho de 2 km na bacia do Ribeirão do Inferno.

Já a Área de Influência Indireta (AII) extrapola ligeiramente as sub-bacias contribuintes da barragem, se estendendo em faixas variáveis em torno de aproximadamente 3 km além da AID, coincidindo com esta na porção norte e continuando pelo Ribeirão do Inferno até a confluência com o córrego da Onça.

A **Figura 5.1** ilustra as áreas de influência sobre a base IBGE e a **Figura 5.2** contém as áreas de influência lançadas sobre imagem Google Earth.



**Figura 5.1 – Áreas de Influência para o Meio Físico.**



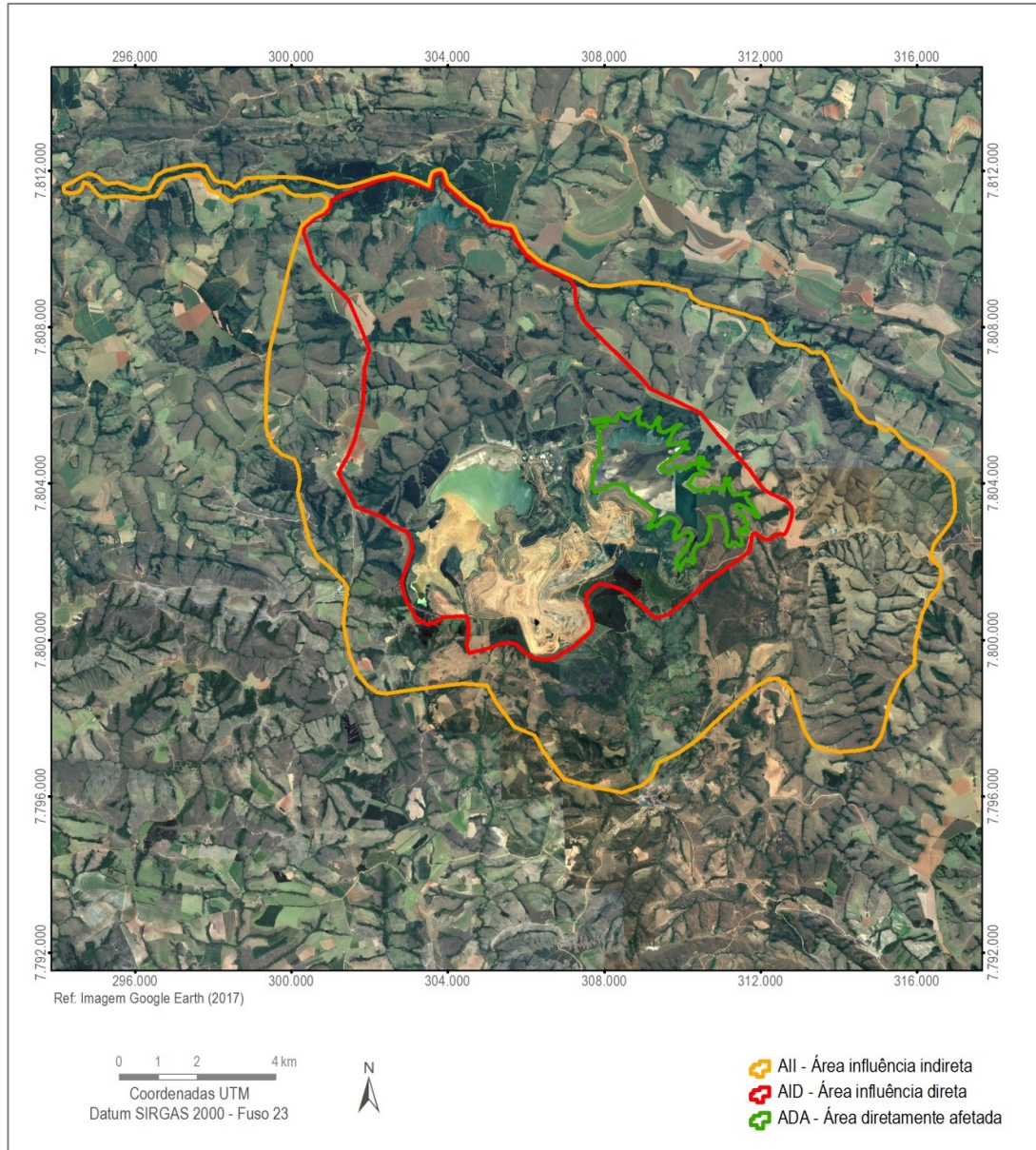


Figura 5.2 – Áreas de Influência para o Meio Físico sobre imagem do Google Earth.

### 5.2.2 Climatologia

Neste item será apresentada a caracterização do clima regional onde situa-se o empreendimento, com destaque dos seguintes elementos climáticos: temperatura, umidade relativa do ar, direção dos ventos, radiação solar acumulada, balanço hídrico do solo, nebulosidade e regime pluviométrico.

O Complexo de Mineração Tapira (CMT) possui uma estação meteorológica que monitora a temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção dos ventos, nebulosidade e regime pluviométrico. Estes registros foram disponibilizados pela

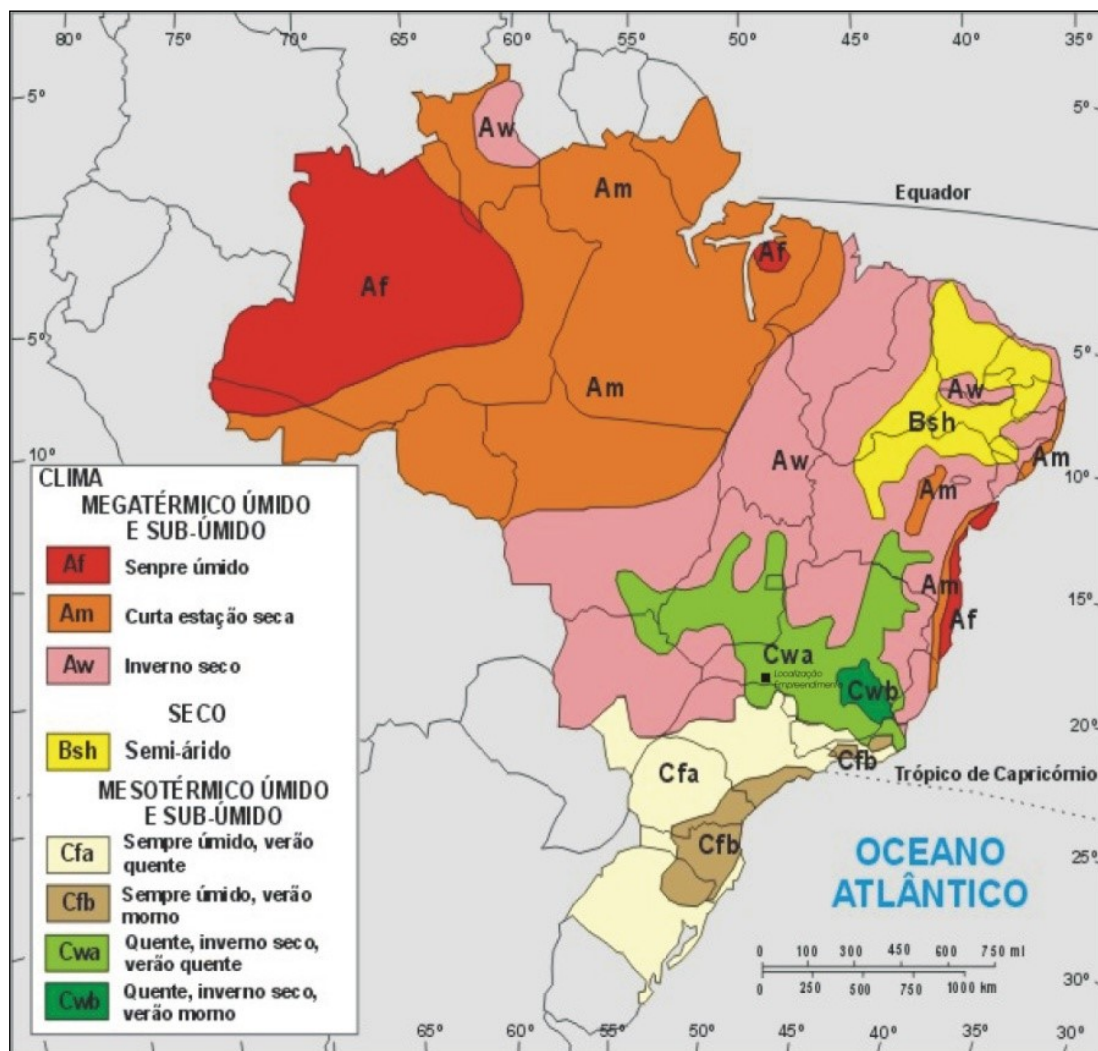
Vale Fertilizantes para compor a caracterização climática, enquanto outros dados foram coletados na literatura e em sites de órgãos governamentais.

#### 5.2.2.1 Classificação climática

O clima de Minas Gerais é influenciado pela zona de alta pressão subtropical do Atlântico Sul (Massa Tropical Marítima), eventualmente afetada pela Massa Tropical Continental, associada aos efeitos causados pelo avanço da frente polar e oscilações da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). No verão atuam na região a Massa Equatorial Continental (mEc) e a Tropical Atlântica (mTa), sendo a primeira responsável pelas chuvas, devido à sua maior umidade. No inverno, prevalece a entrada da Massa Polar Atlântica (mPa), responsável pelas temperaturas mais baixas (ROSS, 2005).

O clima regional é do tipo Cwa segundo a classificação de Köppen (**Figura 5.3**), ou seja, clima temperado chuvoso e moderadamente quente, com verão chuvoso no período de outubro a abril e inverno seco no período de maio e setembro (AYOADE, 2002).

O clima Cwa ocorre na região brasileira do sul da Bahia ao extremo norte do Mato Grosso do Sul e extremo sul do Mato Grosso, passando pelos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal. Em Minas Gerais o clima Cwa abrange parte do norte, centro, sul e oeste do Estado (**Figura 5.3**).



Fonte: GuiaNet (2008).

**Figura 5.3 - Classificação climática, segundo Köppen.**

#### 5.2.2.2 Temperatura do ar

A estação meteorológica do CMT é equipada com termômetro medidor de amplitude térmica, indicador de umidade, pluviômetro com torneira, estrela (tipo roseta), proveta de 500 mL, bureta de 30 mL e revestimento em madeira.

No período de 2015 a 2017, a temperatura média anual foi de 20,0 °C. As médias mensais variam de 17,0 °C em junho e julho, a 22,0 °C em janeiro, fevereiro e outubro (Figura 5.4).

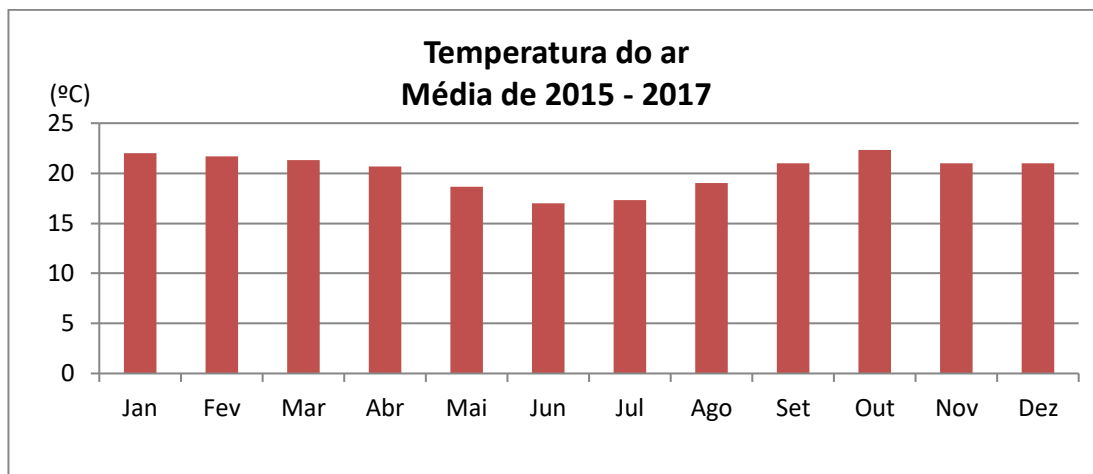


Figura 5.4– Temperatura média do ar - média de 2015 a 2017.

A média de temperatura mínima registrada foi de 8 °C no mês de junho e julho, enquanto que média máxima foi de 33,0 °C no mês de outubro, totalizando uma amplitude térmica de 25,0 °C durante o período analisado. A **Figura 5.5** ilustra as médias das mínimas e máximas ocorridas no período de 2015 a 2017.

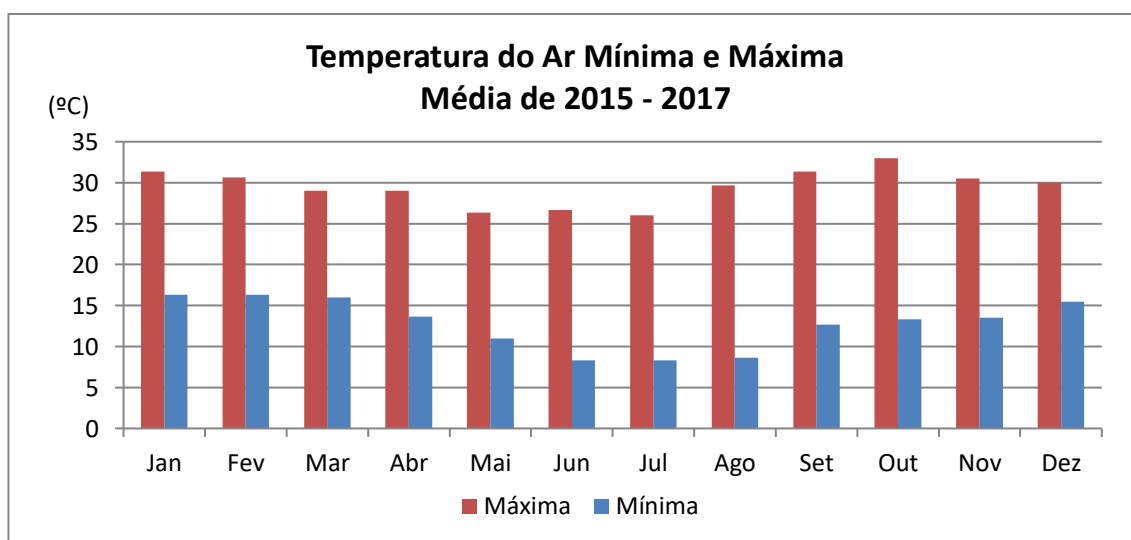


Figura 5.5 – Temperatura do ar mínima e máxima - média de 2015 a 2017.

### 5.2.2.3 Perfil da direção dos ventos

Os dados de direção dos ventos foram registrados no período de 2015 a 2017 pela estação meteorológica do CMT em três horários distintos por dia.

Em 2015, nos meses de janeiro, fevereiro e abril, constatou-se que no município de Tapira predominam ventos nas direções nordeste; já no período de maio à dezembro, predominavam ventos nas direções sudeste e sudoeste. No ano de 2016, houve predominância dos ventos nas direções norte, sudeste e sudoeste. Em 2017, constatou-se predomínio dos ventos sudeste e sudoeste, influenciados pelas correntes de ar e condições orográficas da região.



As direções dos ventos e sua uniformidade no mês podem ser observadas na **Figura 5.6** a **Figura 5.8**.

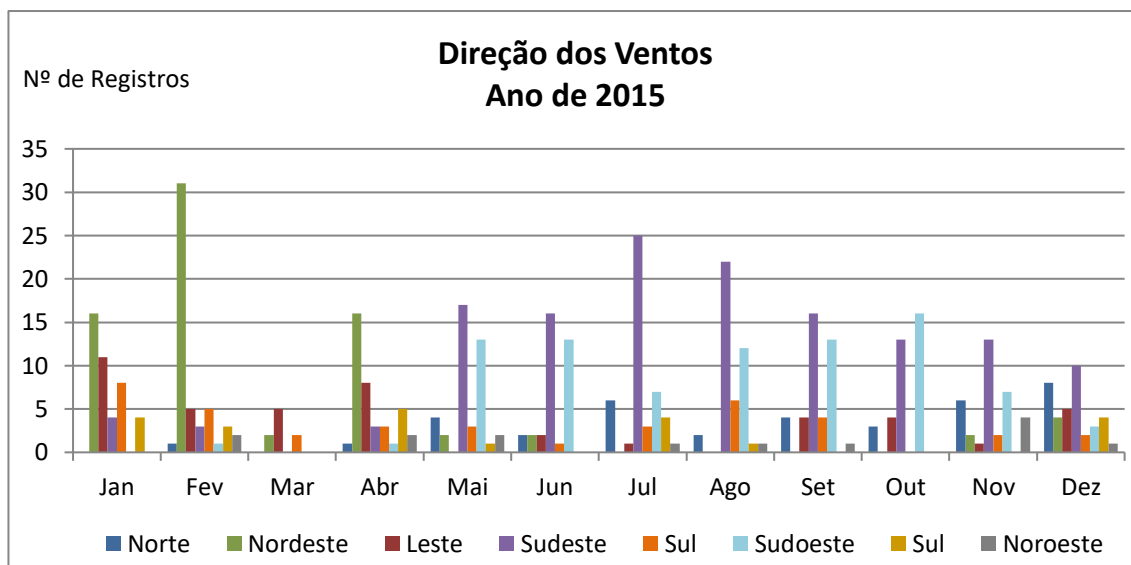


Figura 5.6 – Direção dos ventos - 2015.

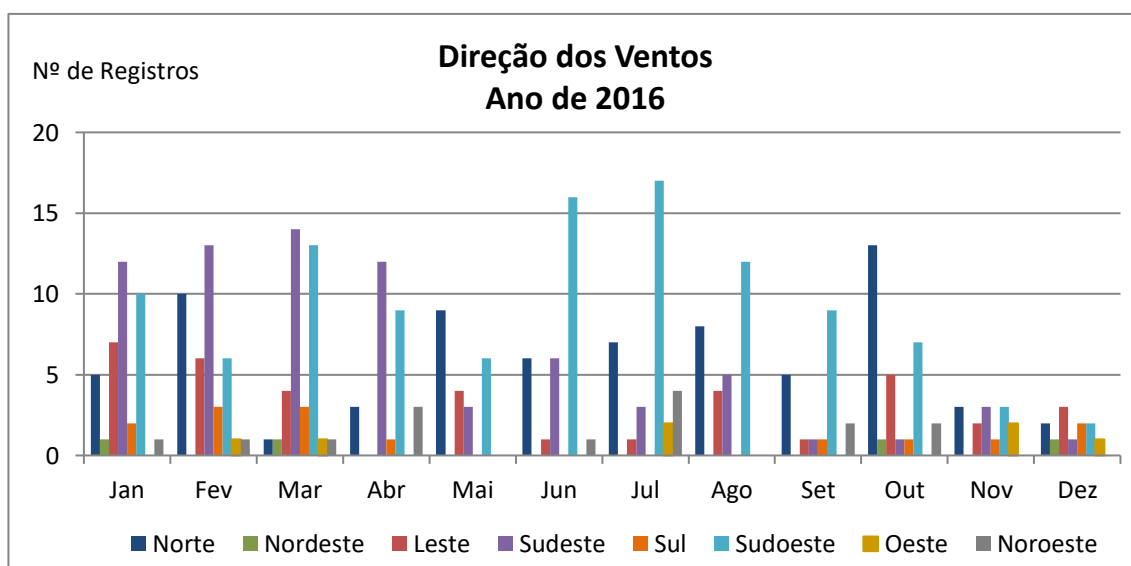


Figura 5.7 – Direção dos ventos - 2016.

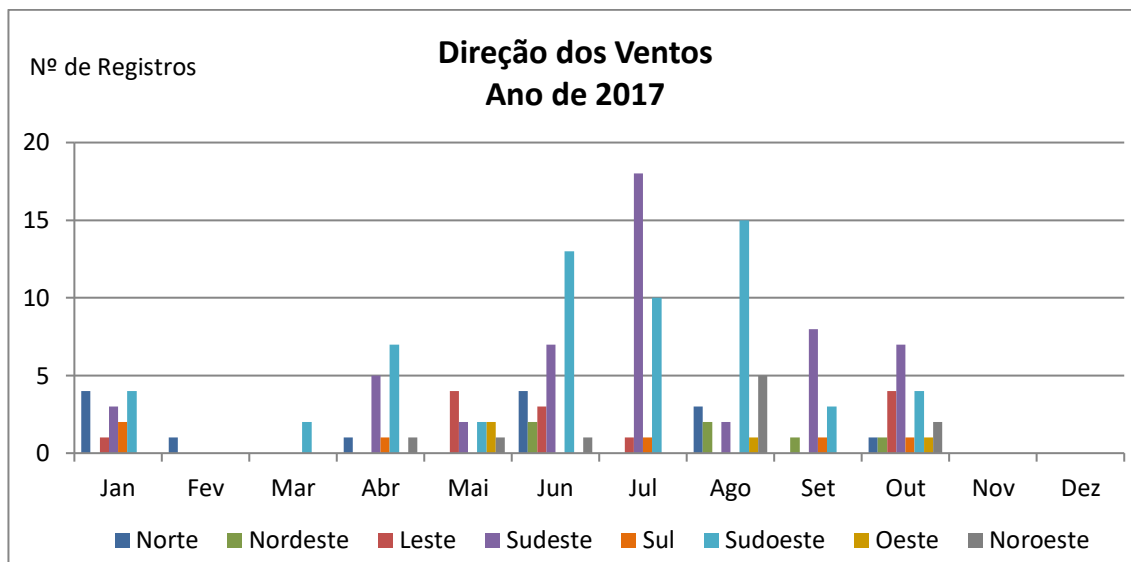


Figura 5.8 – Direção dos ventos - 2017.

#### 5.2.2.4 Radiação solar acumulada

Para a caracterização da radiação solar acumulada foram obtidas, no período de 2015 a 2017, informações da estação meteorológica do município de Tapira, localizado a norte de Tapira, em distância aproximada de 50 km.

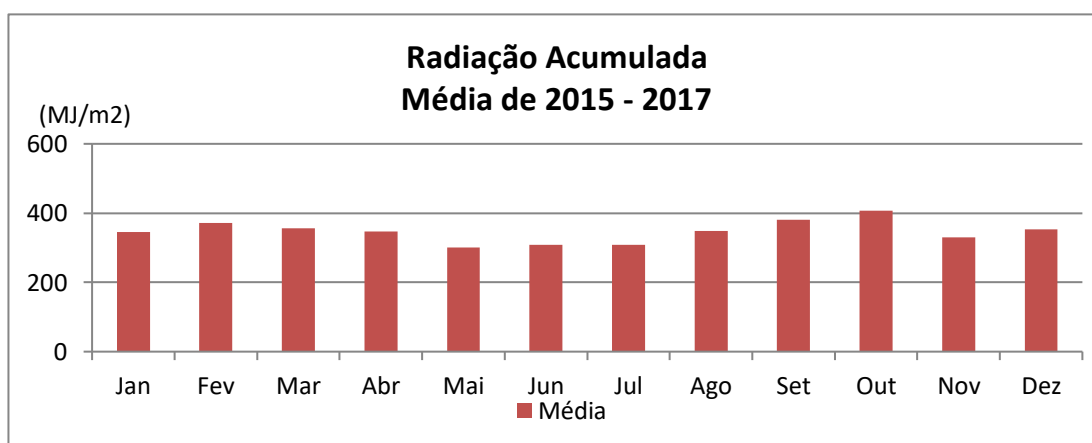
Conforme **Quadro 5.1**, a radiação solar média mensal variou de 300,4 MJ/m<sup>2</sup> em maio a 407,4 MJ/m<sup>2</sup> em outubro, totalizando um acumulado médio anual de 4.160,0 MJ/m<sup>2</sup> de radiação solar.

**Quadro 5.1 – Médias mensais da radiação solar acumulada (2015 – 2017) em MJ/m<sup>2</sup> da estação meteorológica de Tapira.**

Meses	Anos			Média MJ/m <sup>2</sup>
	2015	2016	2017	
Jan	449,8	255,8	331,9	345,8
Fev	360,8	374,3	381,2	372,1
Mar	359,0	343,9	364,6	355,8
Abr	331,5	378,6	332,2	347,4
Mai	298,9	300,8	301,4	300,4
Jun	305,3	288,7	332,6	308,9
Jul	309,0	309,9	306,4	308,4
Ago	373,3	353,0	319,1	348,5
Set	355,7	389,8	397,1	380,9

Meses	Anos			Média MJ/m <sup>2</sup>
	2015	2016	2017	
<b>Out</b>	419,0	387,4	415,9	407,4
<b>Nov</b>	335,5	325,9	-	330,7
<b>Dez</b>	304,1	403,1	-	353,6

Os valores médios mensais de radiação solar acumulada (2015 a 2017) podem ser vistos na **Figura 5.9**, na qual é possível observar menores índices nos meses de maio a julho, permanecendo abaixo de 310 MJ/m<sup>2</sup> mensais médios, coincidindo com períodos de menor temperatura. Nos demais meses do ano, a radiação solar média permanece entre 310 J/m<sup>2</sup> e 410 MJ/m<sup>2</sup> mensais.



**Figura 5.9 – Radiação acumulada - média de 2015 a 2017.**

#### 5.2.2.5 Balanço hídrico

Os dados a respeito do balanço hídrico do solo foram obtidos a partir da estação meteorológica de Araxá, cujo período disponível é de 1971 a 1990. De acordo com o **Quadro 5.2**, há um déficit hídrico de escala mensal que se inicia em maio e se estende até setembro, com pico de carência em agosto.

Durante o período considerado, a capacidade de armazenamento de água no solo atinge seu nível mínimo no mês de setembro, quando se registrou 25 mm.

O balanço hídrico do solo se torna positivo a partir do mês de outubro, quando a precipitação se reestabelece a valores acima da evapotranspiração. Desta forma, o período de superávit hídrico subterrâneo se dá entre os meses de outubro e maio, mês em que se inicia o déficit no balanço. (**Figura 5.10**).

Quadro 5.2 – Balanço hídrico mensal da estação meteorológica de Araxá (1971 – 1990)

Mês	Temp. (°C)	Pluv. (mm)	Evapot. potencial (mm)	Armaz. híd. (mm)	Evapot. real (mm)	Déf. (mm)	Exced. (mm)
Jan	21,7	296	96	100	96	0	200
Fev	22,2	187	92	100	92	0	95
Mar	22,0	169	96	100	96	0	73
Abr	20,7	99	77	100	77	0	22
Mai	19,2	44	65	81	63	2	0
Jun	17,9	17	52	58	41	11	0
Jul	17,5	20	50	42	35	15	0
Ago	19,4	20	65	27	35	30	0
Set	20,5	67	74	25	69	5	0
Out	21,4	154	89	90	89	0	0
Nov	21,3	208	89	100	89	0	110
Dez	21,1	293	92	100	92	0	201

Legenda: Temp. – temperatura, Pluv. – pluviosidade, Evapot. Potencial – evapotranspiração potencial, Armaz. híd. – armazenamento hídrico, Evapot. real – evapotranspiração real, Déf. – déficit, Exced. – excedente.

Fonte: Embrapa, 2009.

A **Figura 5.10** mostra que nos primeiros quatro meses do ano costuma ocorrer um significativo excedente hídrico. Nos meses de maio a setembro, tem-se um período com deficiência hídrica, com seu mínimo em agosto. No mês de outubro, não há déficit ou excedente, visto que a água que entra no sistema neste mês serve para repor a capacidade de absorção e armazenamento no solo. Em novembro o sistema atinge capacidade de 100 mm de armazenamento.

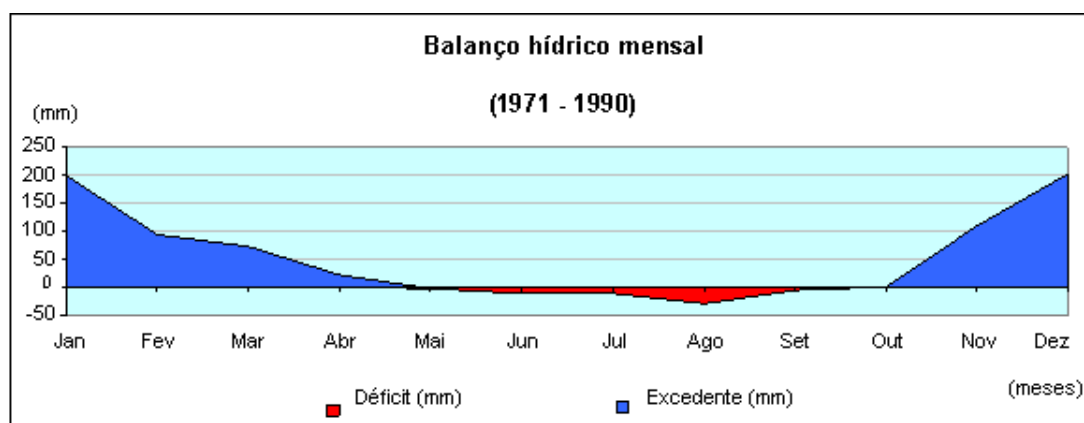
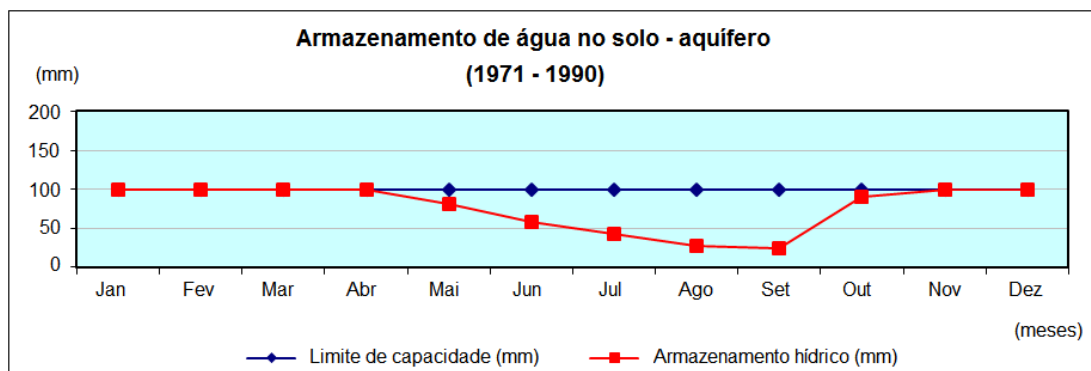


Figura 5.10 – Balanço hídrico mensal - média de 1971 a 1990.



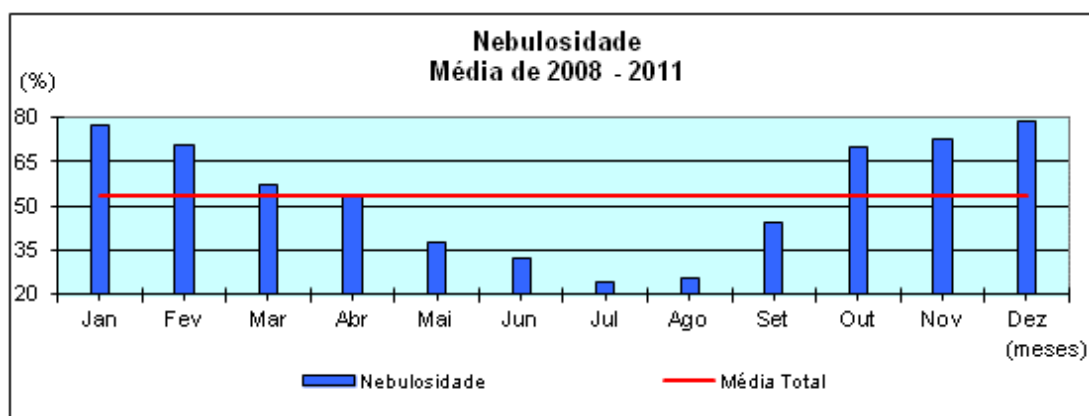
Setembro foi o mês que apresentou menor armazenamento de água subterrânea no solo no período analisado, entre 1971 e 1990 (**Figura 5.11**).



**Figura 5.11 – Armazenamento de água no solo no período de 1971 – 1990.**

#### 5.2.2.6 Nebulosidade

Os dados foram obtidos da estação meteorológica do CMT (**Figura 5.12**). Para o período de 2008 a 2011 a nebulosidade média anual foi de 53,8%. A média mínima (24,5%) foi registrada no mês de julho e a máxima (79,0%) em dezembro.



**Figura 5.12 – Nebulosidade - média de 2008 a 2011.**

#### 5.2.2.7 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar média na região, no período estudado, é de 50,9%. As médias mensais estão em torno de 53,9% nos meses de maior índice pluviométrico (outubro a março) e de 48,0% nos meses de menor índice pluviométrico (abril a setembro) (**Figura 5.13**), revelando importante inter-relação desses índices climáticos.

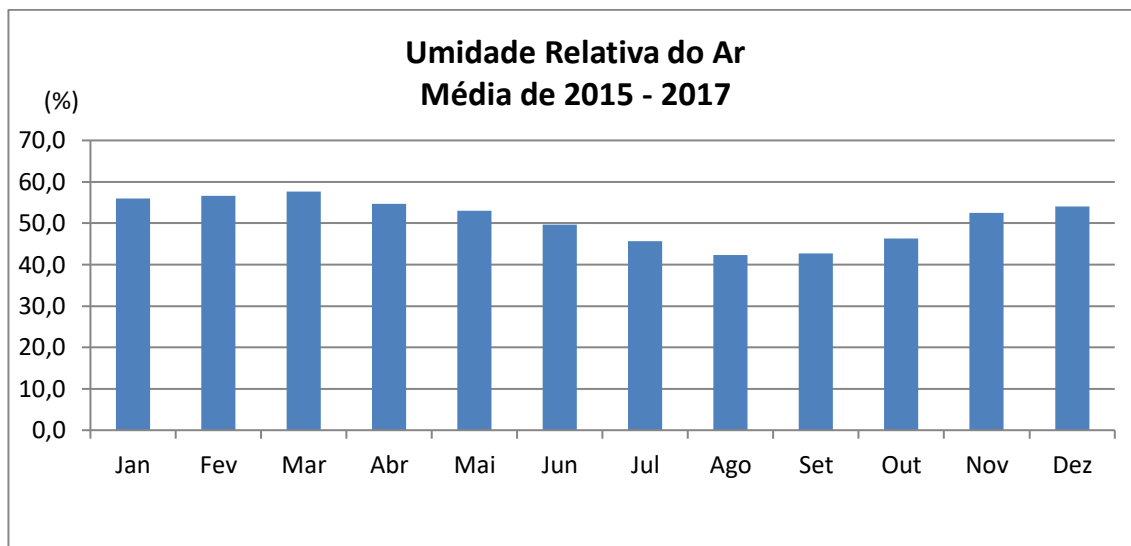


Figura 5.13 – Umidade relativa do ar - média de 2015 a 2017.

#### 5.2.2.8 Regime pluviométrico

Segundo Mello & Viola (2012), fenômenos atmosféricos importantes afetam a pluviosidade do estado de Minas Gerais, tais como chuvas frontais (frentes frias), chuvas convectivas e chuvas geradas pela influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

As frentes frias predominam na região sul do Estado e são responsáveis pelas chuvas de longa duração com intensidades de baixa a média, ocorrendo ao longo de todo o ano.

As chuvas convectivas ocorrem durante o verão, quando há calor e excesso de umidade, causando chuvas de curta duração e maior intensidade em todo o Estado.

A ZCAS afeta mais intensamente regiões entre 10 e 18°S, comumente entre os meses dezembro e janeiro. As chuvas associadas a ZCAS podem ser de grande magnitude e se estender por vários dias. Esse evento atmosférico consiste em um canal de umidade com origem na região Amazônica que alcança a região sudeste do Brasil (Mello & Viola, 2012).

A precipitação média anual em Minas Gerais varia entre 900 e 1800 mm, com maior pluviosidade a sudoeste do Estado (**Figura 5.14**).

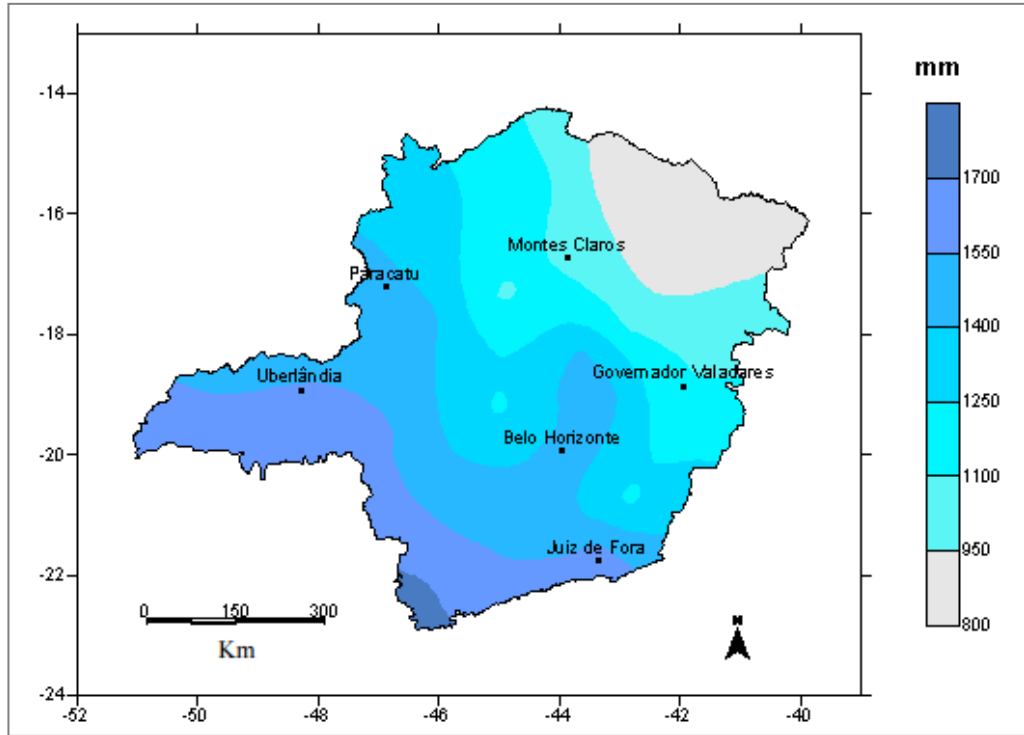
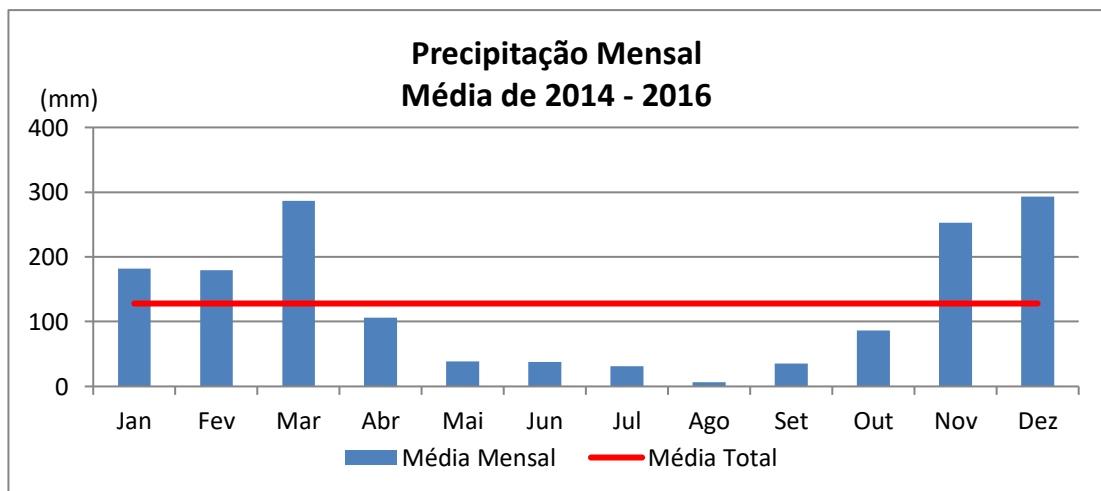


Figura 5.14 - Precipitação média anual no período de 1961 - 1990 (Reis, 2005)

Durante o período de 2014 a 2016, os Boletins Agroclimatológicos publicados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para o município de Araxá, registraram a pluviosidade máxima média no mês de dezembro (293,1 mm) e mínima no mês de agosto (6,3 mm), com média mensal total de 128,0 mm (Figura 5.15).

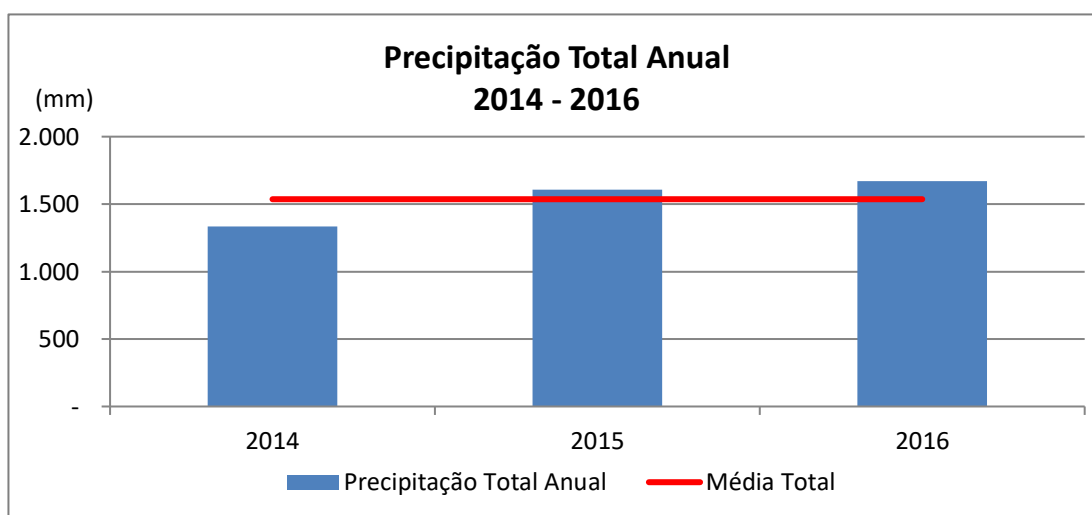


Fonte: INMET (2014-2016)

Figura 5.15 - Precipitação Mensal - Média de 2015 a 2016.

O período chuvoso começa no mês de outubro e se estende até março, com maiores níveis pluviométricos atingidos nos meses de dezembro e março. Apesar de pertencer ao período chuvoso, a média para o mês de outubro no período de 2014 a 2016 esteve abaixo da média anual. O período seco tem duração de abril até setembro com pico de estiagem durante o mês de agosto.

A média da pluviosidade total anual durante o período observado foi de 1.536,27 mm, sendo 2016 o ano com maior índice pluviométrico médio total (1.669,80 mm) e 2014 com o menor índice, 1.332,70 mm (**Figura 5.16**).



Fonte: INMET (2014-2016)

**Figura 5.16 - Precipitação total anual - média de 2014 a 2016.**

### 5.2.3 Geomorfologia

O relevo é o resultado da interação entre os diversos processos geológicos endógenos e exógenos da Terra atuantes ao longo do tempo. A geomorfologia é a ciência que busca caracterizar as formas de relevo segundo sua gênese e características físicas.

A caracterização do empreendimento e de sua área de influência delimitada se baseia na metodologia descrita na 2ª edição do Manual Técnico de Geomorfologia (2009) do IBGE, que foi elaborada inicialmente a partir do Projeto RadamBrasil de 1983, em que se adotou uma classificação taxonômica inspirada na proposta de A. Cailleux e J. Tricart, de 1965. A classificação possui seis escalas de táxons, começando em âmbito regional e de pequena escala até uma descrição morfológica local com grande escala.

Em adição, para análise geomorfológica, utilizaram-se também modelos digitais de terreno produzidos através de imagens SRTM com resolução espacial de 30 m, tratados no software GRASS GIS 7.0.0.



### 5.2.3.1 Geomorfologia Regional

Segundo Ferreira et al. (2007), a região na qual se insere o Complexo Alcalino de Tapira se situa no domínio morfoestrutural dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos (1º táxon), na Faixa Brasília, que são caracterizados por planaltos residuais, chapadas e depressões interplanálticas condicionados pela litologia composta por metassedimentos dobrados dos Grupos Araxá e Canastra (**Figura 5.17**).



**Figura 5.17 – Escarpa formada em metassedimentos.**

O domínio é caracterizado pelo planalto dissecado da Serra da Canastra (2º táxon) e o processo de formação da morfologia característica é do tipo denudacional (3º táxon). O padrão morfométrico do relevo, que representa o 4º táxon, é constituído por topos convexos e aguçados (**Figura 5.18**), em que nas formas aguçadas prevalecem o escoamento e a erosão. Condicionados a esses tipos de vertentes que permitirão o desenvolvimento de determinados tipos de solos, ocorrem processos erosivos de formação de ravinas, devido ao escoamento superficial concentrado.



**Figura 5.18 - Topo aguçado formado sobre os metassedimentos.**

Pelo mapa altimétrico da região (**Figura 5.19**), observam-se altitudes entre 900 e 1400 m e são notáveis orientações de talvegues e cumeeiras concêntricas e aproximadamente tangenciais ao complexo alcalino, condicionados pela intrusão do corpo ígneo alcalino. Dos bordos da chaminé para o exterior predominam formas suaves, vales e ravinas com suas cabeceiras apresentando padrão dendrítico (Sobrinho, 1974).

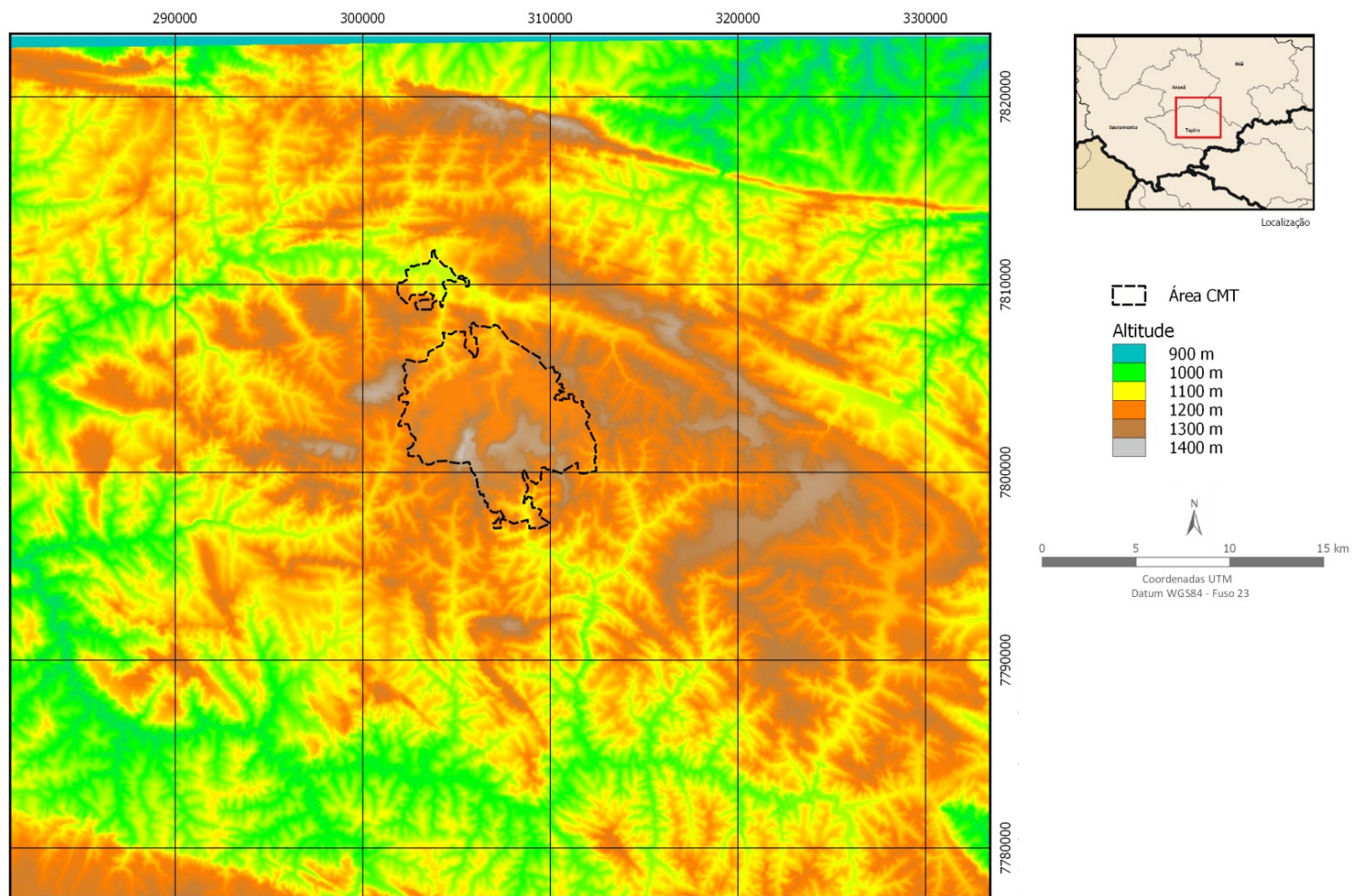


Figura 5.19 – Mapa altimétrico do CMT.

### 5.2.3.2 Geomorfologia local

O Domo de Tapira é uma estrutura geomorfologicamente proeminente, contrastando com relevo gerado pelos os metassedimentos ao redor. O formato circular do complexo faz com que a rede de drenagens superimpostas assumam um padrão radial e localmente um padrão anular e sub-retangular.

A unidade morfoestrutural do CMT é classificada como intrusão dômica e é fortemente controlada pela evolução geológica do local, que se deu pelo magmatismo intrusivo alcalino e ultramáfico ocorrido ao longo do Cretáceo.

No CMT é possível observar altitudes que variam entre 1100 e 1400 m, com as altitudes mais baixas nas drenagens e as mais elevadas no centro e na borda NE do complexo.

As declividades no geral são baixas, variando predominantemente de plano (0 – 3%) a ondulado (8 – 20%), com declividade média em torno de 9% e declividade máxima de 41% (**Figura 5.20**). A declividade é expressa em porcentagem e representa a distância vertical entre dois pontos dividida pela distância horizontal entre esses pontos.



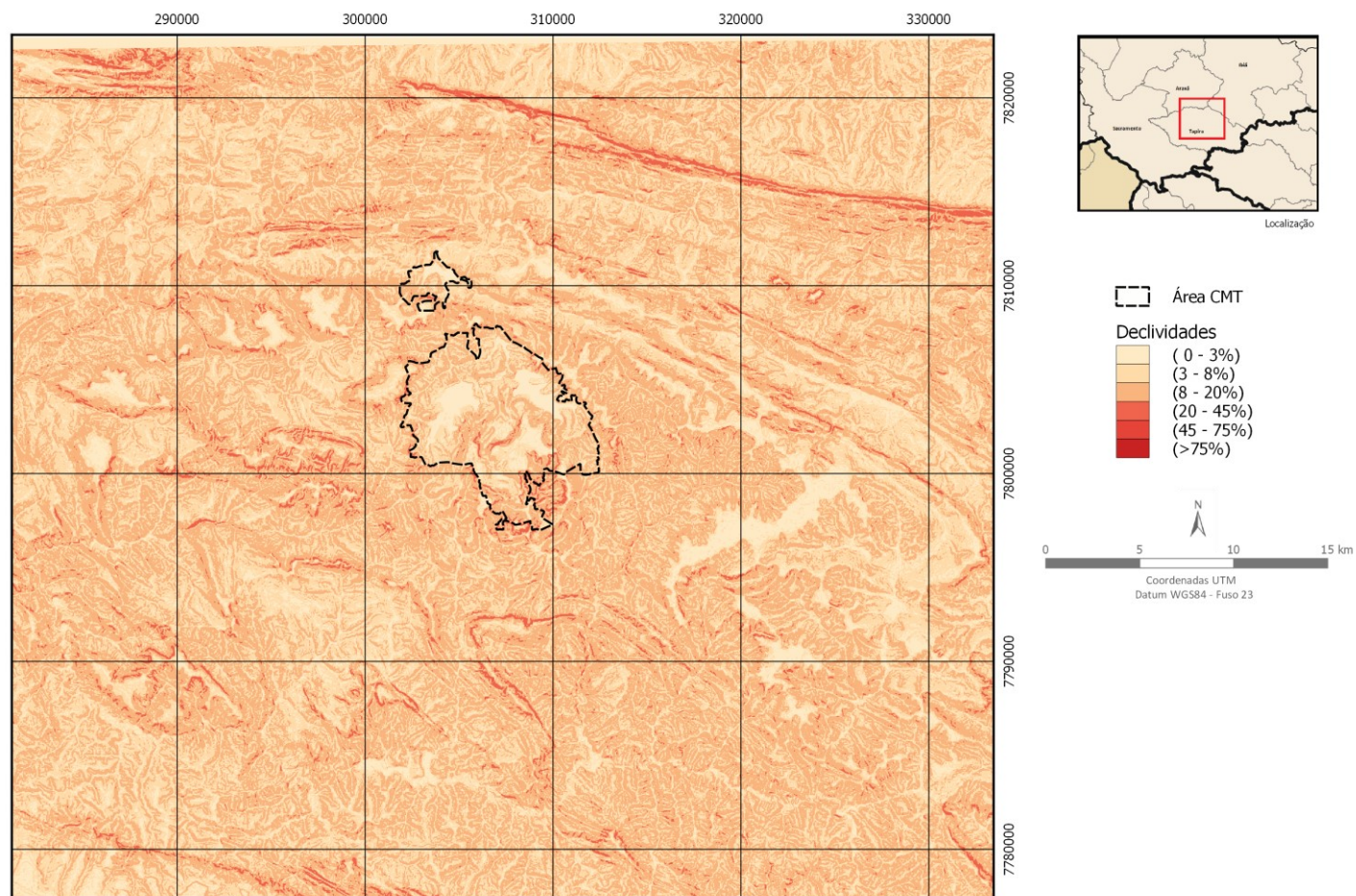


Figura 5.20 – Mapa altimétrico do CMT.

Segundo Sobrinho (1974), no interior da chaminé observam-se relevos pouco acidentados, peneplanizados e formados por extensos chapadões com capeamento laterítico na região WNW. Para E e sul S o relevo torna-se acidentado com desníveis mais acentuados e declives abruptos, evidenciando erosão diferencial, e nos vales, com erosão regressiva.

O relevo local é resultado da somatória dos processos de denudação, apresentando vertentes planas, côncavas e convexas, conforme **Figura 5.21**.



**Figura 5.21 – Relevo dissecado com vertentes convexas e formação de ravinas. Tapira – MG.**

## 5.2.4 Espeleologia

### 5.2.4.1 Metodologia

Os levantamentos espeleológicos na região do CMT foram elaborados pela empresa Prominer Projetos Ltda., entre os dias 13 e 17 de abril de 2015, visando à prospecção e constatação de cavernas, cavidades e/ou outras feições cársticas na área de estudo e suas regiões de influência.

A metodologia para avaliação da área segundo seu potencial espeleológico consistiu no levantamento bibliográfico na biblioteca do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – IGC-USP, na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Serviço Geológico do Brasil – CPRM e em outras instituições de pesquisa.

Também foram consultadas publicações de periódicos científicos disponibilizadas em plataformas de busca online referentes ao meio geológico, geomorfológico e espeleológico das áreas de interesse, além da Sociedade Brasileira de Espeleologia –

SBE – e do Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas – CECAV – que possuem o cadastro de cavernas registradas no Brasil.

Inicialmente analisaram-se imagens de satélite de recobrimento da área de estudo, localizando feições importantes e características de relevo cárstico com o objetivo de direcionar os trabalhos de campo para esses pontos, traçando uma rota de caminhamento principal. Também foram consideradas nas imagens as vias de acesso ao empreendimento e a rede drenagem para verificação da forma de acessibilidade aos pontos de interesse.

A carta topográfica da folha Araxá de 1970 foi empregada na avaliação, pois a área atualmente ocupada pelo Complexo de Mineração de Tapira – CMT – ainda não apresentava intervenções significativas de relevo, possibilitando observar a morfologia e rede de drenagem original.

Na etapa de campo do estudo foram verificados 65 pontos demarcados com ajuda da imagem de satélite e mapas topográficos, geológicos e de potencial espeleológico. Em todos os pontos do caminhamento foram coletadas as coordenadas em formato UTM utilizando-se GPS off road portátil.

Também foram efetuadas entrevistas com moradores locais com conhecimento regional para identificação de possíveis locais com ocorrência de cavidades naturais.

#### 5.2.4.2 Resultados

O relatório desenvolvido pela Prominer Projetos Ltda. encontra-se na íntegra disponível no **Anexo B** do presente documento.

Em resumo, fora do contexto do Complexo Alcalino de Tapira, encontram-se xistos e quartzitos intercalados. Os xistos se apresentam altamente intemperizados, produzindo solos argilosos compactos. Os quartzitos se encontram intemperizados em menor intensidade, compondo solos arenosos.

Ambos os tipos litológicos não compunham escarpas que, quando existentes, eram sustentadas por solo limonitizado e essas estruturas não se revelaram suficientes para permitir o desenvolvimento de feições cársticas.

A área do CMT, composta por um corpo ígneo intrusivo, possui um manto de intemperismo com cerca de 160 m de espessura. O solo desenvolvido é predominantemente argiloso, com baixo índice de porosidade, impossibilitando o desenvolvimento de cavernas.

A camada de aproximadamente 30 m de solo vermelho laterítico superficial sustenta o relevo ao redor do complexo, gerando tabuleiros escarpados. Porém, sem rocha aflorante, o que impossibilita a formação de cavernas.

Em entrevista com moradores locais, confirmaram-se os dados levantados em campo a respeito do reduzido potencial espeleológico e sobre a inexistência de cavidades naturais subterrâneas na área de estudo e suas regiões de influência.

Regionalmente existem cavernas, mas em outros contextos geológicos e a significativa distância da área do CMT.

### 5.2.5 Solos

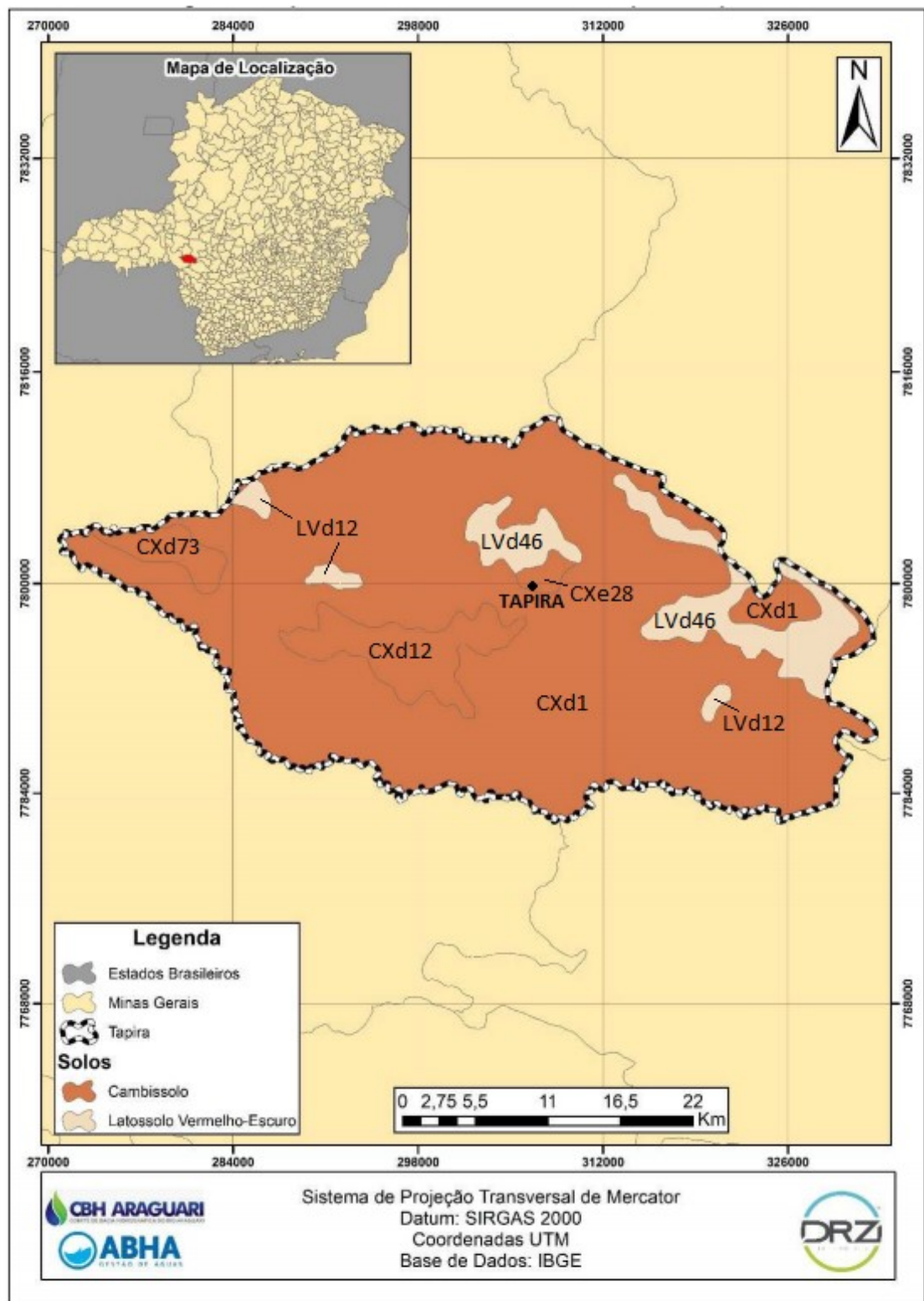
A pedologia é o ramo da ciência que estuda a formação, identificação, classificação e mapeamento dos solos. A caracterização pedológica adequada é essencial para o diagnóstico ambiental do CMT, pois as jazidas de material fosfático exploradas atualmente pela Vale Fertilizantes S.A. correspondem a depósitos pedogenéticos.

#### 5.2.5.1 Pedologia regional

Segundo o mapa pedológico do município de Tapira (**Figura 5.22**), predominam duas principais ordens de solos, o cambissolo e o latossolo vermelho-escuro.

O tipo de solo predominante no município é o cambissolo háplico distrófico, com cambissolo háplico eutrófico presente apenas na sua região urbana. Latossolos são observados mais a leste e na área do domo de Tapira.





Fonte: IBGE (2014), Embrapa (2014).

Organização: DRZ – Geotecnologia e Consultoria

Figura 5.22 - Mapa pedológico do Município de Tapira (modificado do Diagnóstico Técnico Participativo, Tapira – MG, 2014).

De acordo com o sistema brasileiro de classificação dos solos (2006), o cambissolo é caracterizado pelo desenvolvimento de um horizonte B incipiente sob um horizonte superficial de qualquer natureza, que apresenta argila de atividade baixa e/ou saturação por base baixa. Trata-se de um solo cuja pedogênese é pouco desenvolvida, evidenciada pela desestruturação do material geológico original em variados graus, mas de limitada intensidade. Devido às diferentes formas de intemperismo, relevo e condições climáticas, as características destes solos são muito variáveis.

Esses solos são importantes na região devido ao intemperismo que age sobre as rochas quartzíticas intercaladas com metapelíticas dos Grupos Araxá e Canastra. Rochas quartzíticas, por apresentarem limitação mineralógica e mineralogia bastante estável, são resistentes aos processos de intemperismo químico, o que torna lento o desenvolvimento avançado dos solos.

Diferentemente dos cambissolos, os latossolos são solos altamente desenvolvidos que evidenciam intemperismo químico intenso dos constituintes primários e, eventualmente, dos secundários mais instáveis. Possuem um horizonte B volumetricamente expressivo com acumulação de argilas em relação aos horizontes mais superficiais.

Os latossolos vermelho-escuro ou vermelho distrófico, em específico, são solos minerais que apresentam horizonte B latossólico com quantidade significativa de óxidos de ferro, responsável pela típica coloração avermelhada, abaixo de qualquer tipo de horizonte A. Apresentam avançado estágio de intemperização, são muito evoluídos e virtualmente destituídos de minerais primários e secundários menos resistentes ao intemperismo, como os demais latossolos.

Os latossolos conhecidos na região estão associados às rochas com maior susceptibilidade ao intemperismo químico, como as sequências metapelíticas dos Grupo Araxá e Canastra, os metapelitos e metamargas do Grupo Bambuí e as rochas ígneas dos diversos complexos ultramáficos e alcalinos.

Os cambissolos e latossolos são divididas nas seguintes subordens:

- CXd1, CXd12 e CXd73: Cambissolo Háptico distrófico;
- CXe28: Cambissolo Háptico eutrófico;
- LVd12 e LVd46: Latossolo vermelho distrófico.

O termo háptico significa “o mais simples” e é utilizado quando o solo não apresenta características determinantes de alguma outra classe, ou seja, é a classificação genérica para o caso de solos que não se enquadram em categorias mais específicas.

Solos distróficos possuem baixa saturação por bases, inferior a 50%, tornando-os, portanto, solos ácidos, normalmente de média ou baixa fertilidade natural.

Solos eutróficos, por outro lado, possuem alta saturação por bases, superior a 50% e são associados aos solos de fertilidade natural alta.

#### 5.2.5.2 Pedologia local

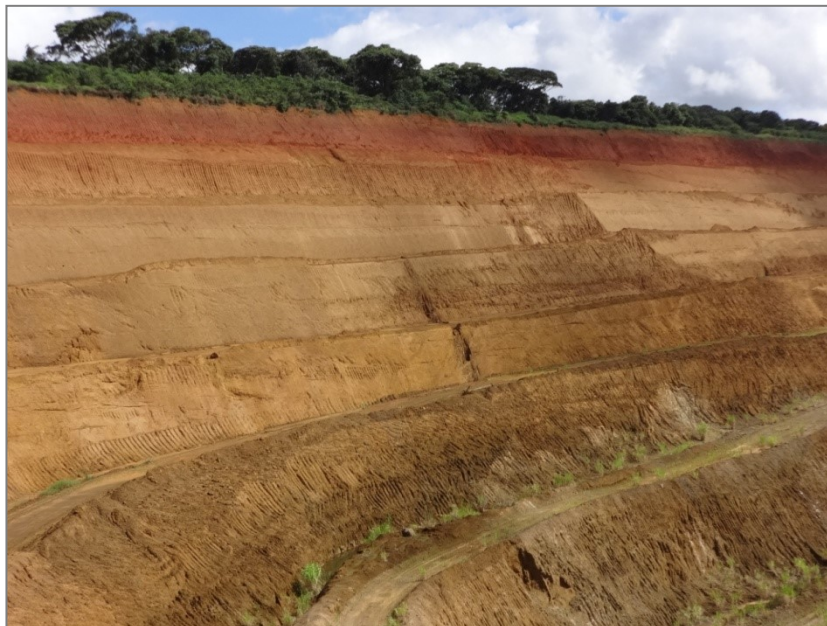
Segundo Santos et al. (2002), o CMT (**Figura 5.23**) é reconhecido como um dos maiores complexos de mineração da América Latina, com reservas medidas da ordem de 265 milhões de toneladas e produção de concentrados na ordem de 1,6 milhão de toneladas anuais, com teor médio de  $P_2O_5$  em 7,5%.



**Figura 5.23 – Manto de intemperismo no Complexo de Mineração de Tapira.**

Os depósitos do minério atualmente lavrados no CMT são provenientes do espesso manto de intemperismo formado no Terciário e Quaternário por processos de lixiviação, que promoveram o enriquecimento supérgeno em teores de titânio, fosfato, nióbio, Elementos de Terras Raras (ETR) e vermiculita por concentração residual (Bezerra & Brod, 2011). Os teores de fosfato possuem variação vertical, uma vez que a intensidade do intemperismo é o principal fator condicionante para o enriquecimento do minério.

Nesta jazida laterítica, as camadas seguem grosseiramente a topografia e a espessura média da cobertura de alteração é de 90 m, mas podendo chegar a 200 m em alguns locais (**Figura 5.24**).



**Figura 5.24 - Diferentes horizontes do manto de intemperismo, CMT.**

Os primeiros 30 a 40 m de espessura correspondem a material argiloso intemperizado de coloração avermelhada. Não possui teores econômicos para nenhuma das substâncias minerais de interesse, sendo considerado estéril (**Figura 5.25**).

A segunda camada, de coloração esbranquiçada e com espessura variável de 25 a 30 m, é composta por minerais supérgenos de titânio, fundamentalmente anatásio, conforme **Figura 5.26**, gerado a partir da alteração de perovskita e constituindo um horizonte pedológico acima do nível freático.

O minério de fosfato de maior teor se situa abaixo destas camadas (**Figura 5.27**), após uma região de interface com a camada de alto teor de titânio e acima da rocha matriz (**Figura 5.28**), na qual ocorre apatita primária (Santos et al, 2002).





Figura 5.25 - Horizonte pedológico estéril.



Figura 5.26- Horizonte titanífero.



Figura 5.27 - Horizonte pedológico fosfático



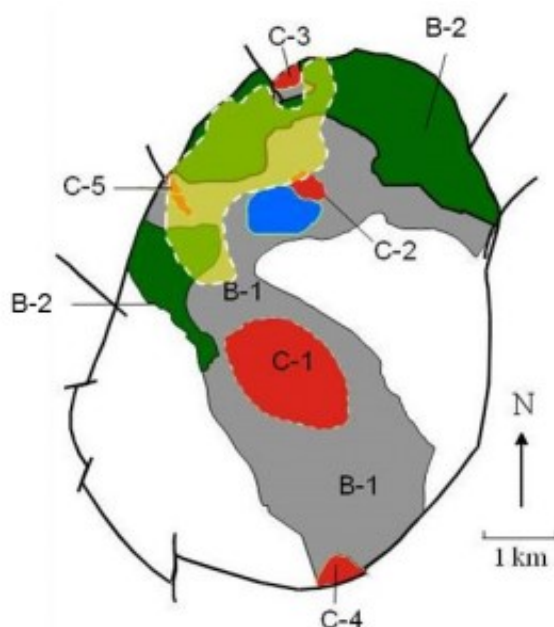
Figura 5.28 Interface solo-rocha.

A apatita possui baixa solubilidade em condições ácidas e oxidantes. Desta forma, acima do nível freático ocorre a dissolução da apatita e a hidrólise ácida dos silicatos. Abaixo do lençol freático, no entanto, visualiza-se a concentração da

apatita, facilitada pela neutralização do pH das águas freáticas que inibe seu processo de dissolução (Soubies et al. 1991).

O Complexo de Tapira com a localização (área amarelada) da mina de fosfato em 2004 é apresentado na **Figura 5.29**.

A mineração do fosfato iniciou-se na unidade B2, no perfil de intemperismo sobre as unidades de apatita piroxenitos e bebedouritos. As unidades B1 e B2 representam unidades de cumulos bebedouríticos. Já as unidades C1 a C5 são sucessivas intrusões carbonatíticas, com a área em azul representando intrusão sienítica.



**Figura 5.29 – Contexto geológico simplificado do CMT (modificado de Brod 1999)**

## 5.2.6 Geologia

### 5.2.6.1 Geologia regional

Segundo Fischel et al. (2011), a região de Tapira se localiza a norte da Serra da Canastra, porção meridional da Faixa Móvel Brasília, inclusa na região centro-leste da Província Tocantins. Esta província é interpretada como um orógeno gerado da colisão ao fim do Neoproterozóico entre os crátons Amazonas (oeste), São Francisco-Congo (leste) e do bloco Paranapanema (sul, encoberto por rochas fanerozóicas da Bacia do Paraná).

O segmento meridional da Faixa Brasília sofreu grandes deformações e metamorfismo que se intensificam de leste para oeste, obliterando as relações estratigráficas das unidades e gerando um complexo sistema de *nappes* e dobramentos com vergência para o cráton São Francisco (Silva et al. 2003).



Litologicamente a região possui as intrusões ígneas ultramáficas e alcalinas que formam o complexo de Tapira e os domínios pré-cambrianos de maior expressão, encaixantes para as intrusões ígneas e que são limitados a sul pela Bacia do Paraná. Esses domínios são constituídos pelos metassedimentos do Grupo Canastra e pelas sequências de rochas metavulcanossedimentares pertencentes ao Grupo Araxá que, eventualmente, são intrudidas por corpos granitoides.

As unidades pré-cambrianas contidas na região de interesse são definidas como Domínio Leste (DE) e estão confinadas entre as zonas de cisalhamento do Alta Araguari (a oeste), da Canastra (a sul) e da Bocaina (a norte). O DE é compartimentado tectonicamente em um conjunto de três escamas imbricadas por falhas de empurrão divididas em inferior e intermediária (Grupo Canastra) e superior (Grupo Araxá), que cavalgam a leste rochas do Grupo Bambuí.

Os litotipos que compõe o conjunto são descritos da seguinte forma, segundo Silva et al. (2003), Silva et al. (2006) e Ribeiro (2011), **Figura 5.30**:

- O Grupo Bambuí é composto por filitos com lentes métricas de mármores com metamorfismo de fácies xisto verde inferior (zona da clorita).
- O Grupo Canastra inferior apresenta em sua base quartzo-muscovita xistos intercalados com muscovita xistos, que são sobrepostos gradativamente a grafita-muscovita xistos. Essas rochas são sucedidas estratigraficamente por quartzo-muscovita xistos, com intercalações de quartzitos. No topo deste compartimento ocorrem quartzitos puros a micáceos com intercalações de quartzos xistos. Apresenta condições metamórficas de fácies xisto verde inferior a médio (zona da clorita e da biotita).
- O Grupo Canastra intermediário é marcado por granada-grafita-muscovita xisto de granulação fina intercalado com xistos grafitosos e granada-biotita-muscovita xistos. Esses são sobrepostos por granada-grafita xistos, que passam gradativamente a granada-mica xistos pouco grafitosos. No topo desse grupo ocorrem quartzitos com intercalações métricas de quartzo xistos, muscovita xistos e quartzitos micáceos. As condições metamórficas encontradas são de fácies xisto verde superior (zona da granada).

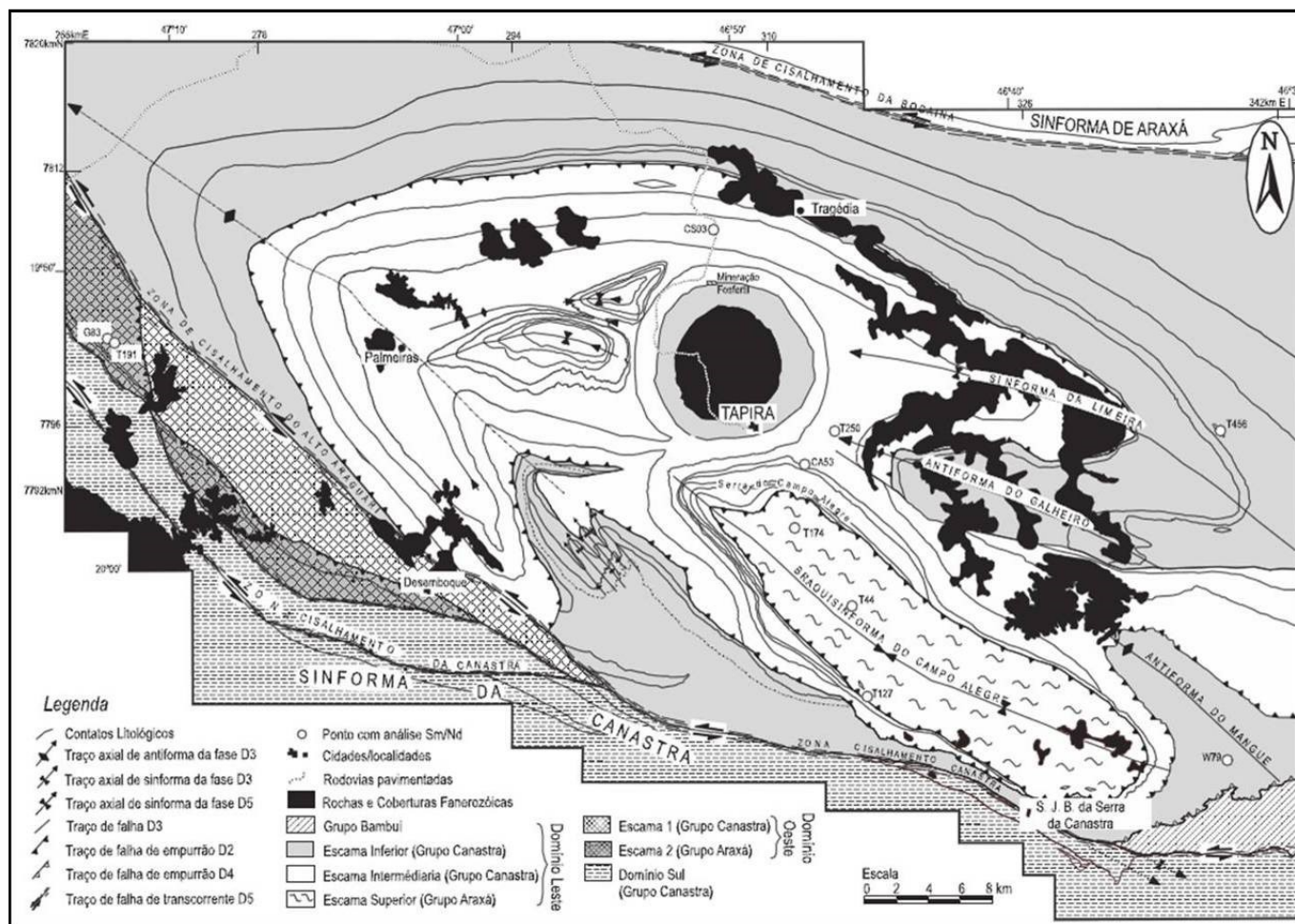


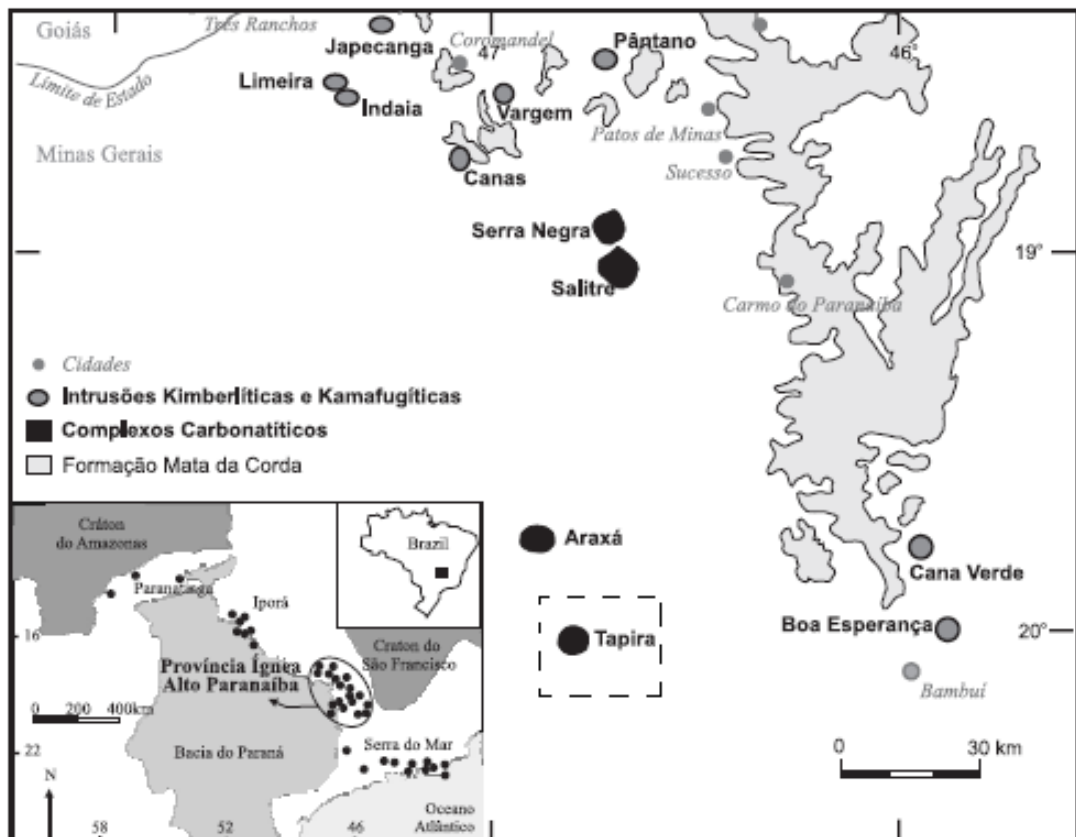
Figura 5.30 - Mapa geológico regional da região de Tapira - MG (Silva, 2003).

O ambiente deposicional interpretado para as litologias dos domínios que compõem os metassedimentos da região é de margem continental passiva do paleocontinente São Francisco. Os compartimentos inferior e intermediário são interpretados como plataforma distal, enquanto que o bloco superior é interpretado como talude continental ou de fundo oceânico (Silva et al. 2012).

A intrusão do Complexo Alcalino de Tapira no Grupo Canastra foi responsável pelo domeamento, fenitização e alteração termal dos quartzitos e filitos encaixantes, gerando localmente disjunções colunares em quartzitos (Brod, 1999).

O complexo alcalino se situa a sudoeste do Cráton São Francisco e imediatamente a NW da Bacia do Paraná, fazendo parte de um conjunto de intrusões alcalinas do sudeste brasileiro denominada Província Ígnea do Alto Paranaíba (APIP), conforme pode ser observado na **Figura 5.31**.

A APIP é representada por magmatismos alcalinos do Cretáceo Superior ao Terciário que se localizam ao longo de falhas profundas de direção NW que ocorreram após a ruptura do supercontinente Gondwana (Azzone & Ruberti, 2010).



**Figura 5.31 - Mapa de localização das principais intrusões da Província Alcalina do Alto Paranaíba, Azzone e Ruberti (2010).**

### 5.2.6.2 Geologia local

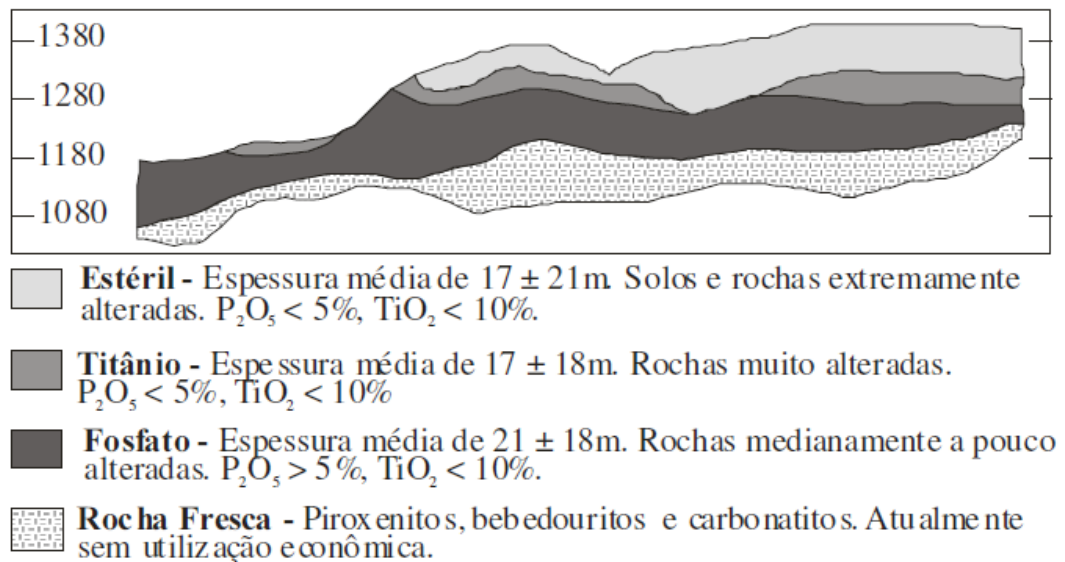
Concentrações de titânio, fosfato, nióbio, elementos de terras raras e vermiculita estão associadas ao manto de intemperismo do Complexo Alcalino de Tapira.

O CMT é atualmente lavrado para fosfato e titânio, este último ainda sem aproveitamento comercial. As atividades da mina iniciaram-se no perfil de intemperismo sobre apatita piroxenitos e bebedouritos B2, e atualmente avançam para regiões mais centrais do complexo, tendo atingido zonas com maior quantidade de foscorito.

Porções de rocha fresca expostas pelo avanço da mina, constituem em conjunto com a seção-tipo no complexo de Salitre, os melhores exemplos disponíveis de rochas preservadas da série bebedourítica.

A geologia da mina de Tapira consiste de material intemperizado proveniente predominantemente de piroxenitos. A intensidade do intemperismo condiciona verticalmente o teor e tipo de minério (**Figura 5.32**).

Imediatamente abaixo do intervalo estéril ocorre um horizonte rico em titânio (anatásio) e, sotoposto a este, o minério fosfatado. Este último é classificado como minério friável e minério granulado.



Fonte: BROD, J. A. *et al.* (2004).

**Figura 5.32 - Perfil geológico da mina de Tapira, mostrando o controle vertical dos tipos de minério.**

O minério friável, na porção superior do horizonte de fosfato, é caracterizado por maior grau de alteração/oxidação, contendo em média 7,5% de  $P_2O_5$ , 23,8%  $Fe_2O_3$  e 5,5%  $MgO$ , com razão  $CaO/P_2O_5$  média de 1,62. O minério granulado, na região inferior do horizonte fosfatado é caracterizado por menor grau de

alteração/oxidação, e tem teores médios de 5,9%  $P_2O_5$ , 16,9%  $Fe_2O_3$  e 7,5%  $MgO$ , com razão  $CaO/P_2O_5$  média de 1,9.

Segundo Brod et al. (2005), o complexo Tapira é resultado da amalgamação de diversas intrusões de rochas plutônicas silicáticas e, em menor volume, de diques carbonatíticos e ultramáficos. As intrusões plutônicas são compostas principalmente por bebedouritos, com wehrlitos e sienitos subordinados e com raras ocorrências de dunitos e melilitolitos.

Os bebedouritos (**Figura 5.33**) são clinopiroxenitos alcalinos com mineralogia principal composta por diopsídio, biotita, perovskita e minerais opacos. Os wehrlitos (**Figura 5.34**) são rochas ultrabásicas, formadas essencialmente por olivina e clinopiroxênio e em Tapira ocorrem na forma de cumulatos de olivina ou perovskita. Melilitolitos, por sua vez, são rochas plutônicas com importante conteúdo de melilita, que se trata de um silicato de alumínio, magnésio, ferro e cálcio-sódico de fórmula química  $(Ca,Na)_2(Mg,Fe,Al,Si)_3O_7$ .



Figura 5.33 – Bebedourito



Figura 5.34 - Wehrlito

Os sienitos ocorrem na forma de brechas (**Figura 5.35**) ou intrusões independentes e são formados predominantemente por K-feldspato, flogopita e/ou aegirina. Ocorrem também rochas formadas quase inteiramente por flogopita, os flogopititos (**Figura 5.36**).





Figura 5.35 - Brecha de sienito



Figura 5.36 - Flogopitito

As intrusões carbonatíticas variam de grandes corpos intrusivos quilométricos a diques ou veios centimétricos. As rochas hospedeiras nos contatos com as intrusões constantemente apresentam-se brechadas e, com alto grau de metassomatismo. C1 é a maior intrusão carbonatítica com foscritos associados, ocorrendo na área central do complexo e, assim como C2, C4 e C5, também é intrusivo em B1.

Brod (1999) identifica no complexo três tipos composicionais e texturais distintos de carbonatitos (**Figura 5.37**):

- Sovito (C1, C3, C4): Predomina textura média-fina, sendo formado essencialmente por calcita e flogopita, contendo como minerais acessórios clinopiroxênio, anfibólio, apatita, pirocloro, magnetita e pirita. São constantemente cortados por veios de pirita-flogopita e dolomita-ankerita;
- Sovitos Dolomíticos (C1, C2): Predomina textura média-fina, ocasionalmente porfirítica, com fenocristais de calcita (com 2 a 3 mm) e apresentando orientação de fluxo em meio a uma matriz calcítica-dolomítica. Ocorrem como corpos maciços ou em diques cortando piroxenitos, sovitos mais recentes e sienitos. Minerais acessórios comuns são flogopita e pirocloro;
- Beforsitos (C5): Possuem textura fina, geralmente bandados e apresentando orientação de fluxo magmático. Possuem composição dolomítica. Ocorrem como diques e veios tardios, possuindo como mineralogia acessória flogopita, pirita, ilmenita e apatita.

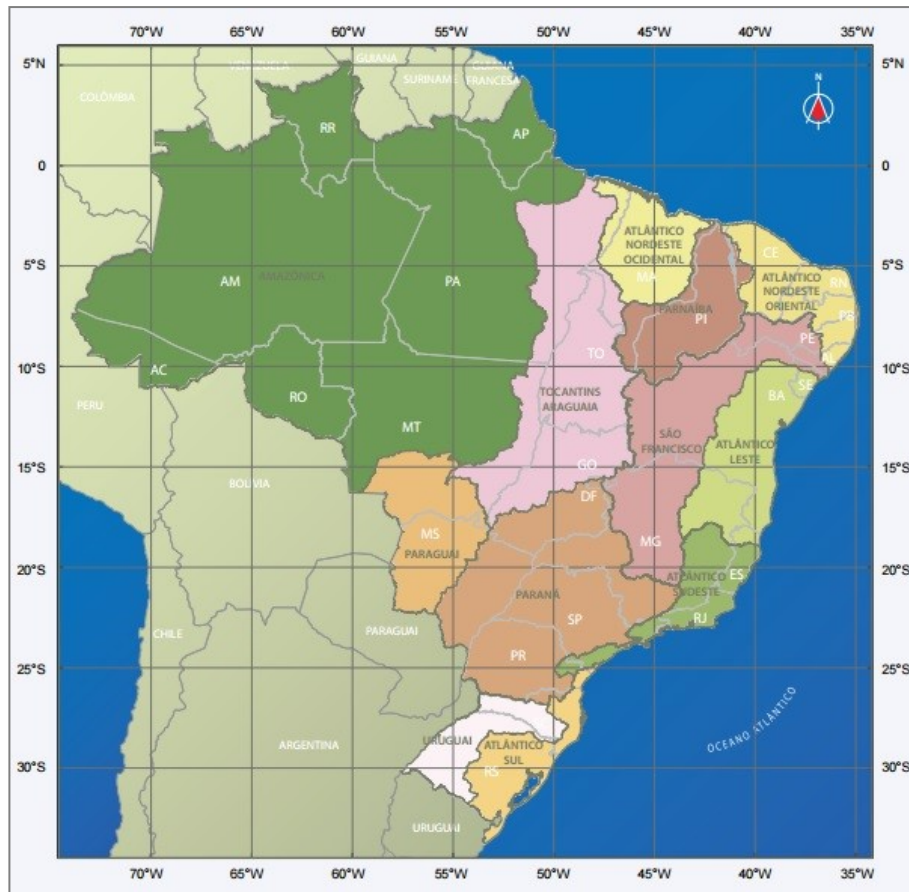




Figura 5.37 - Diferentes composições e texturas dos carbonatitos

### 5.2.8 Hidrografia

A Hidrografia é o ramo da Hidrologia que descreve, mede, mapeia e classifica os corpos de água superficiais (UNESCO, 2013). De acordo com a Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o território brasileiro encontra-se dividido em 12 Regiões Hidrográficas (RHs), conforme **Figura 5.39**, como forma de aprimorar e tornar eficiente a gestão dos recursos hídricos em âmbito nacional (MMA, 2006).



Fonte: MMA (2006).

**Figura 5.39 – Regiões Hidrográficas Brasileiras.**

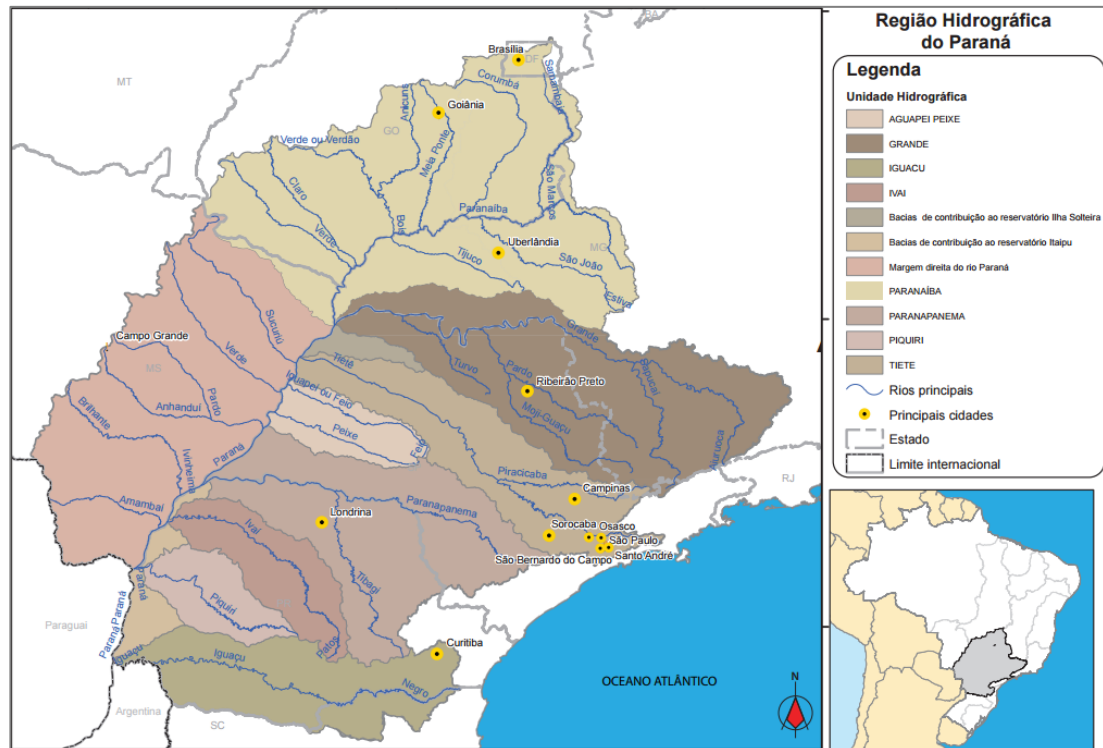
Dentre as Regiões Hidrográficas representadas na figura anterior, destaca-se a do Paraná que abriga 32,1% da população nacional e apresenta o maior desenvolvimento econômico do país.

Com uma área de 879.873Km<sup>2</sup>, essa RH abrange os territórios dos estados de São Paulo (25% da região), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e o Distrito Federal (0,5%) (ANA, 2015; ANA, 2013).

Essa RH está dividida em 11 bacias hidrográficas: Aguapeí Peixe, Grande, Iguazu, Ivaí, Paranapanema, Piquiri, Tietê, Bacias de contribuição ao reservatório Ilha

Solteira, Bacias de contribuição ao reservatório Itaipu, Afluentes da Margem Direita do Rio Paraná e Paranaíba (ANA, 2015), sendo essa última a bacia na qual está localizado a área do Projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR).

A **Figura 5.40** apresenta as unidades hidrográficas que compõem a RH do Paraná.



Fonte: ANA, 2015 adaptado.

**Figura 5.40 - Região Hidrográfica do Paraná.**

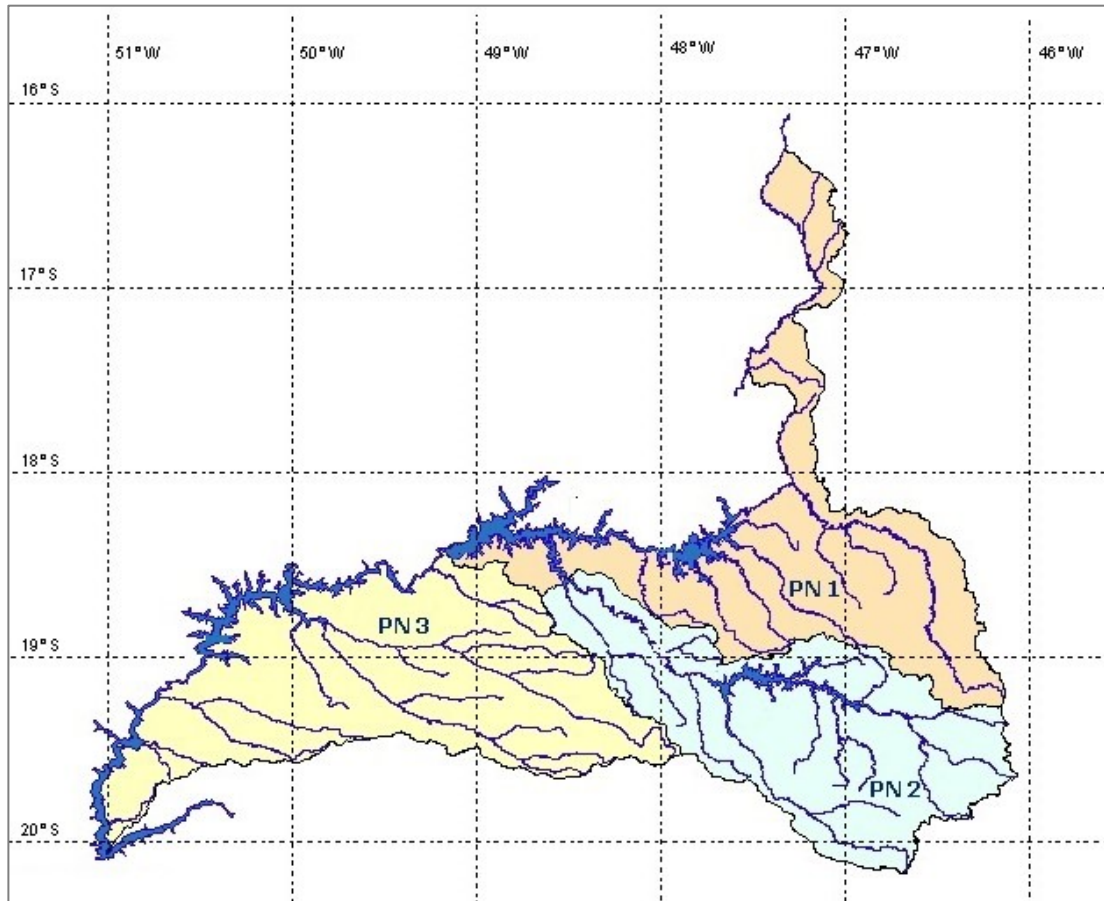
A Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba é a segunda maior bacia da RH do Paraná e apresenta uma área de drenagem de 222,6 mil km<sup>2</sup>. Localizada na região central do Brasil, ela ocupa 2,6% do território nacional e engloba em sua área os estados de Goiás (63,3%), Minas Gerais (31,7%), Mato Grosso do Sul (3,4%), além do Distrito Federal (1,6%) (ANA, 2013).

O rio Paranaíba, cuja nascente está localizada no município de Rio Paranaíba - MG, na Serra da Mata da Corda, percorre uma extensão de 1.160 km até confluência com o rio Grande, exutório da bacia, para formar o rio Paraná (CBH PARANAÍBA, 2015; ROSA, 2014).

No Estado de Minas Gerais, a Bacia do Rio Paranaíba apresenta uma área de 70.538,7 km<sup>2</sup> distribuída em 56 municípios. Nesse estado, a gestão dos recursos hídricos é realizada por meio de Comitês de Bacias e das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs) (CBH PARANAÍBA, 2015).

De acordo com essa divisão, a Bacia do Rio Paranaíba fica subdividida em três UPGRHs, a saber: PN1 (Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto

Paranaíba); PN2 (Bacia Hidrográfica do Rio Araguari) e PN3 (Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba) (IGAM, 2015) como mostra a **Figura 5.41**.



Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas, 2015

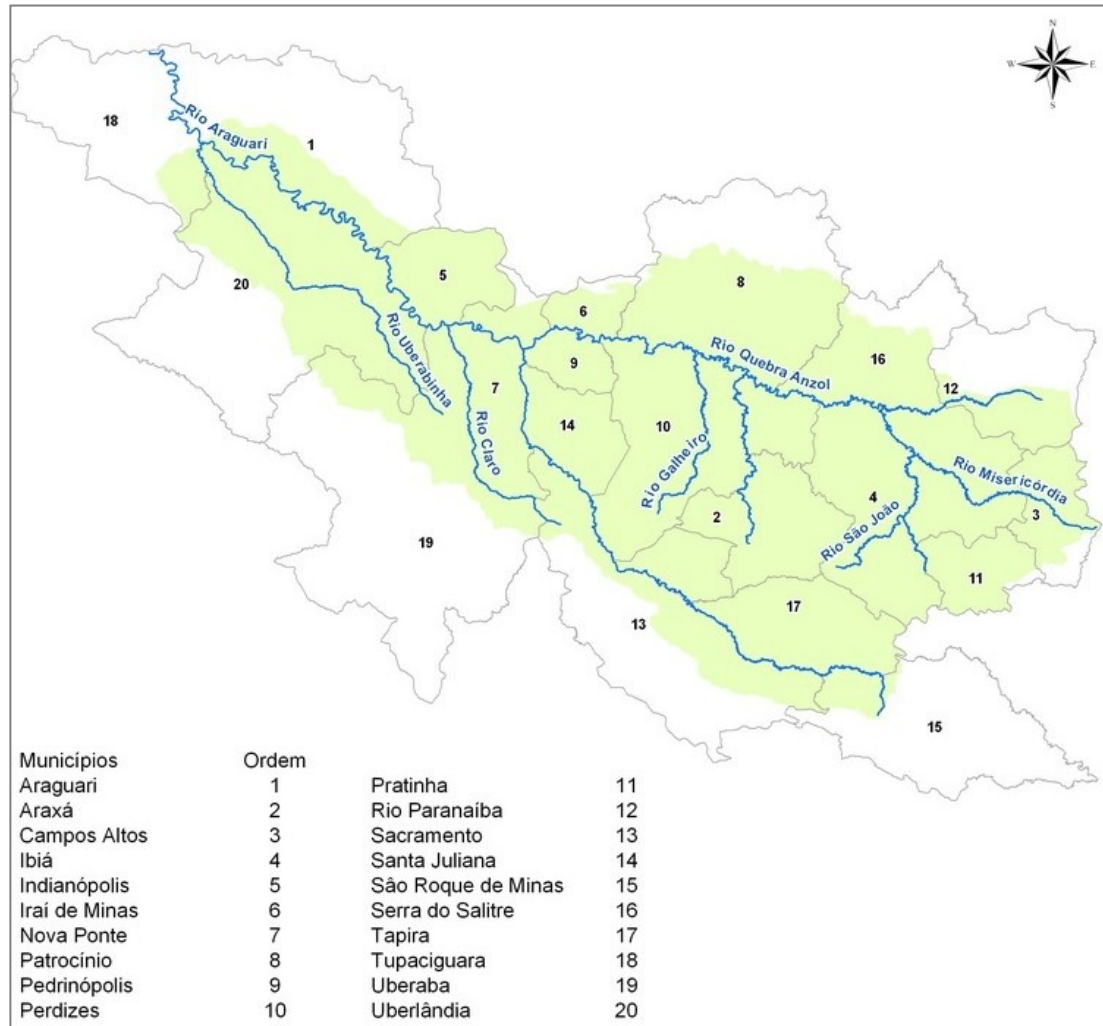
**Figura 5.41 - Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGHs) da Bacia do Rio Paranaíba, no Estado de Minas Gerais.**

#### 5.2.8.1 Rede hidrográfica

Considerando a divisão apresentada, a área do projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR) está localizada na UPGH PN2 - Bacia Hidrográfica do Rio Araguari – caracterizada por ter uma área de drenagem de 21.566 km<sup>2</sup> distribuída na porção Oeste do Estado de Minas Gerais, englobando os territórios de 20 municípios (CBH ARAGUARI, 2014; IGAM, 2015), conforme **Figura 5.42**.

A Bacia do Rio Araguari faz divisa ao sudoeste e a oeste com a Bacia do Rio Tijuco, ao sul com a Bacia do Rio Grande, ao norte com a Bacia do Rio Dourados, a leste com a Bacia do Rio São Francisco e a nordeste com as nascentes do Rio Paranaíba.

A nascente do Rio Araguari está localizada no Parque Nacional da Serra da Canastra, no município de São Roque de Minas e percorre 475 km até sua foz no Rio Paranaíba (CBH ARAGUARI, 2014; IGAM, 2015).



Fonte: IGAM (2015).

**Figura 5.42 - Bacia do rio Araguari.**

Dentro da unidade hidrográfica do rio Araguari, a Barragem de Rejeitos (BR) foi feita por meio do barramento do córrego Boa Vista.

O córrego da Boa Vista apresenta uma área de drenagem de 30,67 km<sup>2</sup>, padrão de escoamento dendrítico com orientação de sudeste para noroeste, sendo classificado como de quarta ordem de acordo com o sistema de Sthraler (1952).

Com características de primeira a quarta ordem, apresenta pequenos trechos de sinuosidade e tem sua foz na margem esquerda do ribeirão do Inferno. Em sua margem esquerda, tem como tributário o córrego do Paiolzinho que possui uma área de drenagem de 6,32 km<sup>2</sup>, orientação de sul a norte e é classificado como um curso d'água de terceira ordem.

A delimitação das bacias hidrográficas presentes na área do projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR) é apresentada na **Figura 5.43**.



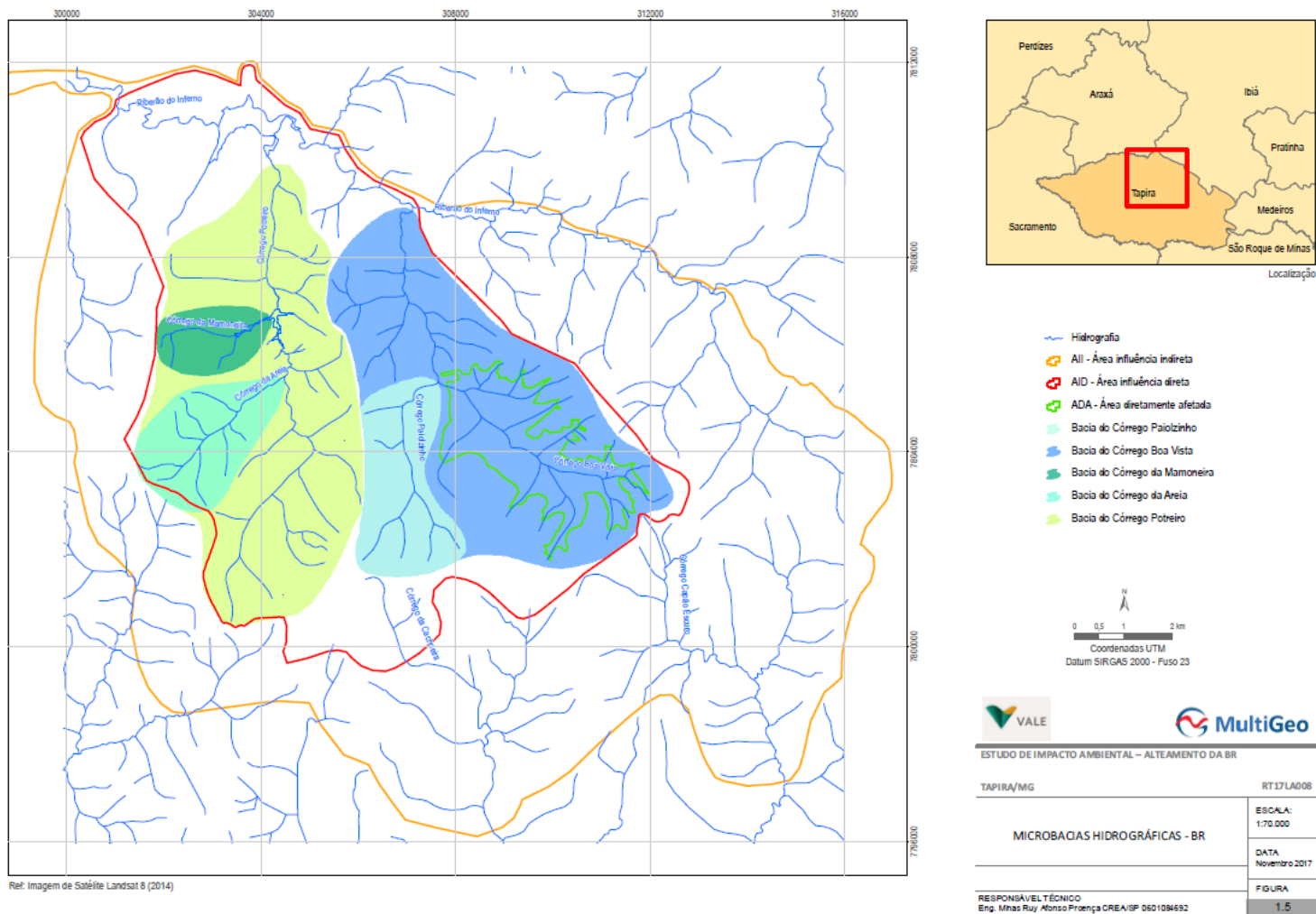
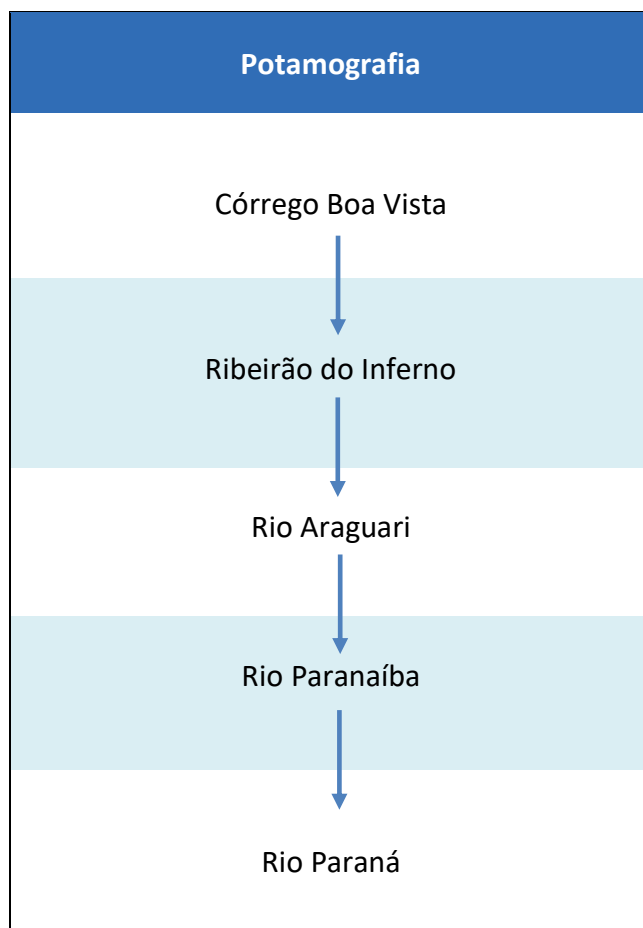


Figura 5.43 – Microbacias hidrográficas na área do Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR)



O **Quadro 5.5** apresenta uma visão esquemática da potamografia onde se insere a área do projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR).

**Quadro 5.5 – Esquema da potamografia na área do Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR)**

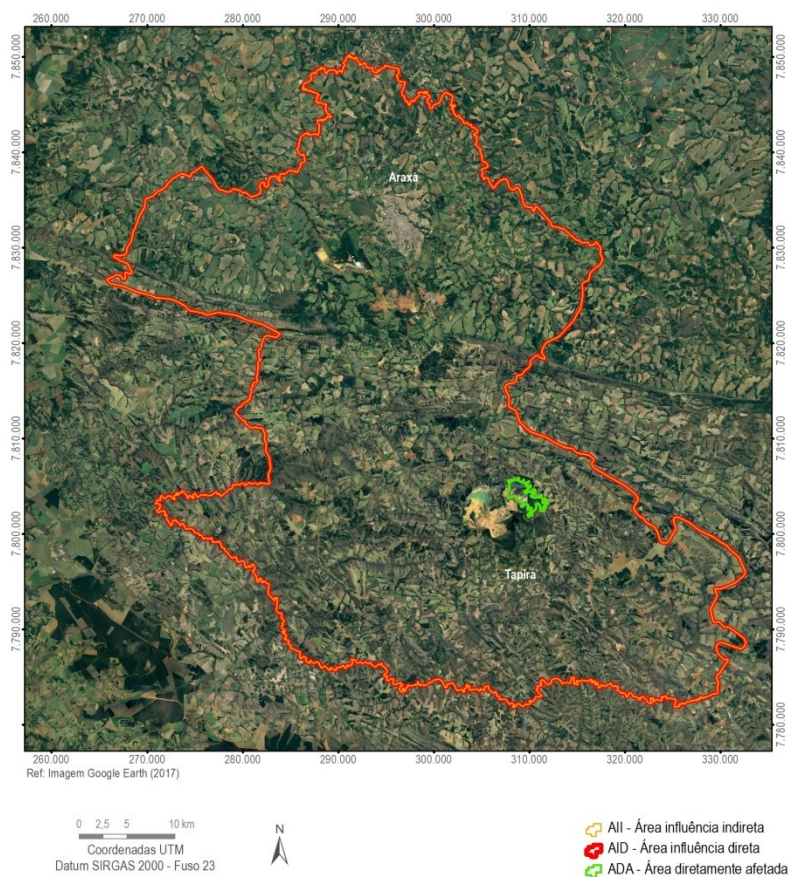


## 5.4 MEIO SOCIOECONÔMICO

A elaboração do diagnóstico socioeconômico tem por objetivo fornecer e avaliar as principais características demográficas, sociais e econômicas das áreas de influência para o projeto de Alçamento da Barragem de Rejeitos (BR), com o intuito de possibilitar a identificação e qualificação dos principais impactos que estas áreas poderão gerar sobre os aspectos socioeconômicos e à qualidade de vida dos habitantes. Desse modo, esse item corresponde a um diagnóstico ambiental focado principalmente em relação aos aspectos que poderão ser alterados pela implantação e operação do empreendimento.

### 5.4.1 Delimitação das áreas de influência

Para a definição das áreas de influência direta (AID) e indireta (AII), optou-se pelos limites dos municípios de Tapira e Araxá em função da localização física e da relação do empreendimento com esses municípios. A AID e a AII serão consideradas as mesmas, sendo, portanto, os limites municipais de Araxá e Tapira (**Figura 5.128**).



**Figura 5.128 – Limites das áreas de influência.**

#### 5.4.2 Fontes de informação

Este estudo foi elaborado com base em dados secundários obtidos em páginas da internet mantidas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e em estudos anteriores realizados na área do Complexo de Mineração de Tapira, localizado no município homônimo de Tapira/MG, sob responsabilidade da empresa Vale Fertilizantes S.A., complementados por estudos específicos e interpretações de fotos.

Foram realizadas tentativas de contato com as Prefeituras locais, tanto presencial quanto via e-mails, para levantamento de informações primárias, porém não houve retorno das solicitações de atualização de informações demográficas e financeiras.

No que concerne ao levantamento arqueológico, o estudo foi realizado pela empresa Arqueologica Consultoria em Arqueologia e Negócios Socioculturais e suas fontes de informação. Seus procedimentos metodológicos são apresentados no **Anexo M**.

#### 5.4.3 Caracterização regional

De acordo com a divisão territorial brasileira, os municípios de Tapira e Araxá inserem-se na microrregião geográfica de Araxá, que é uma das microrregiões do estado brasileiro de Minas Gerais pertencente à mesorregião Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (LIMA, 2003).

A organização do espaço microrregional pode ser identificada pela vida de relações locais, isto é, pelo comércio de varejo/atacado ou dos setores sociais básicos (LIMA, 2003).

Esta microrregião contempla ainda os municípios de Campos Altos, Ibiá, Nova Ponte, Pedrinópolis, Perdizes, Pratinha, Sacramento e Santa Juliana como é possível verificar pela **Figura 5.129**.



toda área urbana com maior ocorrência na parte central.

O centro financeiro e administrativo situa-se na área central e é constituído por uma agência bancária, prefeitura, câmara municipal, posto da polícia civil e militar, secretaria de infraestrutura e demais prédios ligados à prefeitura. As dependências administrativas e financeiras não fogem da característica de edificações de pequeno porte, apresentando no máximo dois pavimentos em alvenaria



**Foto 5.62 - Área de expansão no município de Tapira (casas populares).**

A expansão da malha urbana no município de Tapira apresenta dois vetores de crescimento, a oeste e leste, conforme representado na **Figura 5.130**. O vetor oeste é mais expressivo, abrangendo uma área com cerca de quatro vezes maior do que a do vetor leste.



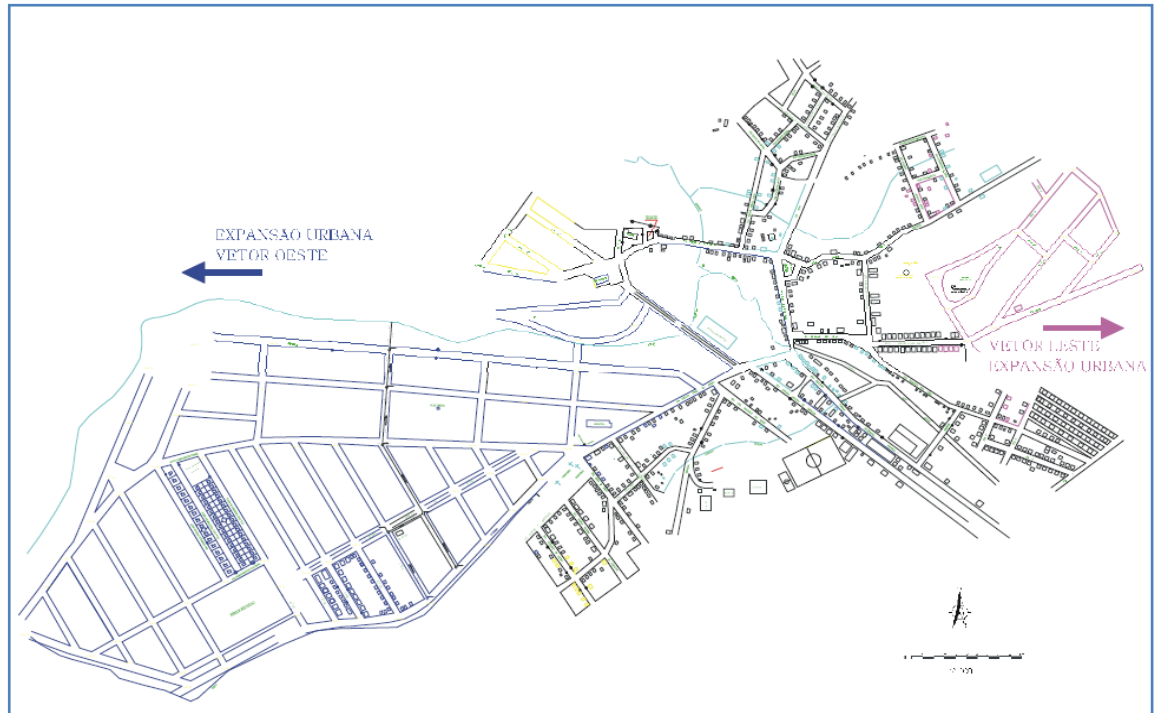


Figura 5.130 - Mapa de Expansão Urbana de Tapira

#### 5.4.4.2 Araxá

O município de Araxá, situado ao norte do Complexo de Mineração de Tapira (CMT), possui com 1.165 km<sup>2</sup> e apresenta infraestrutura de cidade de médio porte.



Foto 5.63 - Área de expansão no município de Araxá (casas populares).

No município de Araxá, a área contida dentro do perímetro urbano é dividida em área de consolidação (atual malha urbana), área de adensamento controlado (lindeira à mineração e aos mananciais) e áreas de expansão que representam os vetores de crescimento da malha urbana.

A cidade possui dois grandes vetores de crescimento para o norte e noroeste possuindo topografia favorável para novos loteamentos urbanos (**Figura 5.131**) (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAXÁ, 2002).

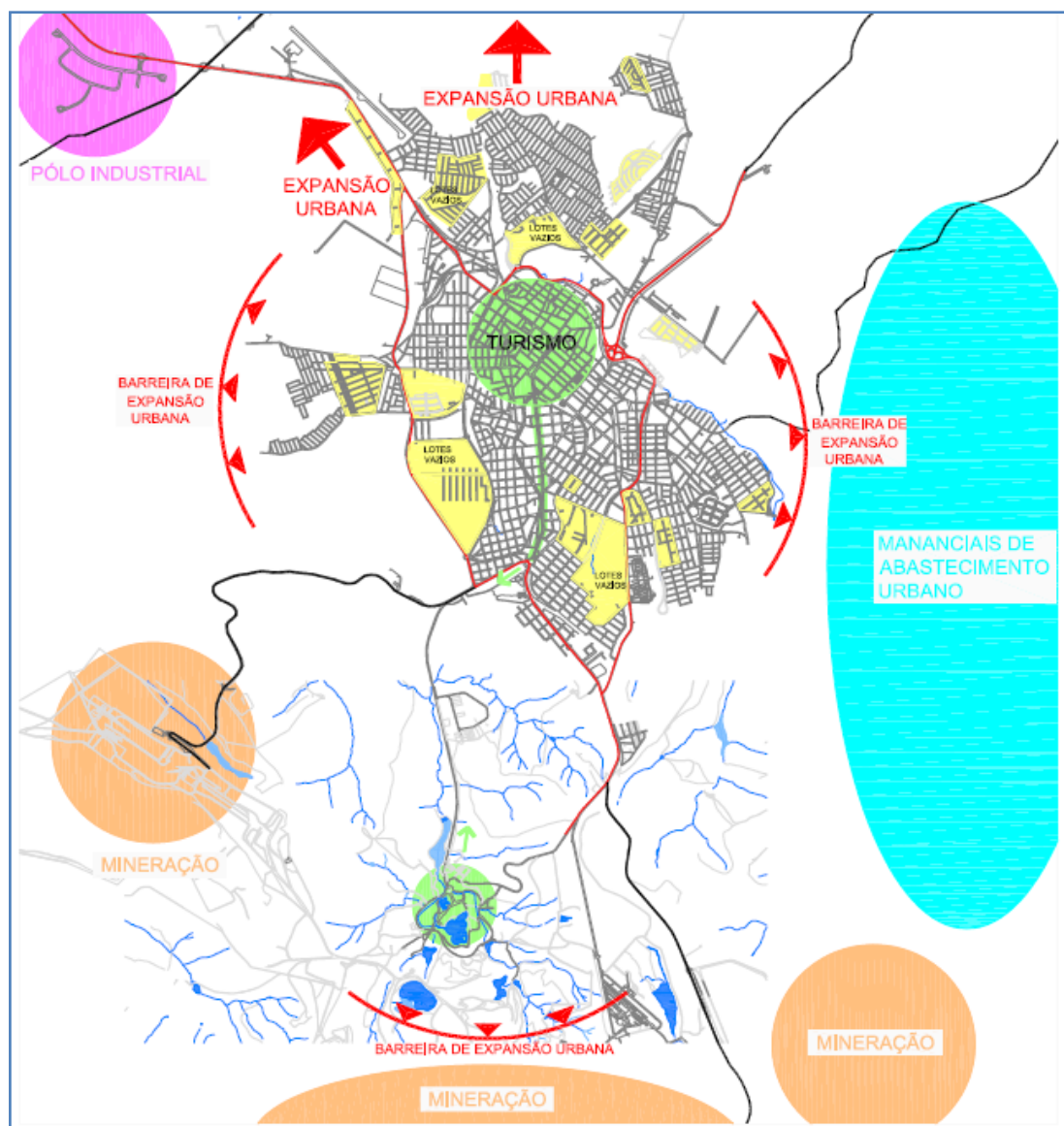


Figura 5.131 - Mapa da expansão urbana de Araxá

#### 5.4.5 Dinâmica Demográfica

A densidade demográfica no Estado de Minas Gerais é muito variável, mesmo entre municípios da mesma região, como é o caso de Araxá e Tapira. Apesar destes municípios possuírem áreas de tamanhos similares, a quantidade de habitantes é

significativamente diferente: a população total de Araxá (93.672 habitantes) é cerca de vinte e duas vezes a população total de Tapira (4.112 habitantes) (IBGE, 2010).

A Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL), que considera quatro categorias de assentamentos urbanos de acordo com sua densidade populacional. Segundo esta classificação, Araxá caracteriza-se como um município de médio porte e com influência restrita em relação às outras cidades. Por ser uma cidade de médio porte, é ainda subordinada às capitais, no entanto também serve como centro para núcleos urbanos menores. Já o município de Tapira enquadra-se como uma cidade de pequeno porte, restringindo suas influências ao próprio município. (BRAGA, 2004)

Desde a década de 70, o município de Araxá apresenta concentração majoritariamente em áreas urbanas, enquanto o município de Tapira passou a concentrar a maior parte de sua população na área urbana a partir dos anos 90, conforme demonstra o **Quadro 5.79**.

**Quadro 5.79 - Evolução da população segundo sua localidade**

Localidade		1970	1980	1991	2000	2010
Tapira	Rural	2.597	1.755	1.297	1.111	1.368
	Urbana	609	968	1.676	2.216	2.744
	<b>Total</b>	<b>3.206</b>	<b>2.723</b>	<b>2.973</b>	<b>3.327</b>	<b>4.112</b>
Araxá	Rural	4.093	2.075	1.939	1.254	1.388
	Urbana	31.583	51.339	67.972	77.743	92.284
	<b>Total</b>	<b>35.676</b>	<b>53.414</b>	<b>69.911</b>	<b>78.997</b>	<b>93.672</b>
Minas Gerais	Rural	5.422.365	4.396.734	3.956.259	3.219.666	—
	Urbana	6.063.298	8.983.371	11.786.893	14.671.828	—
	<b>Total</b>	<b>11.485.663</b>	<b>13.380.105</b>	<b>15.743.152</b>	<b>17.891.494</b>	<b>19.597.330</b>

Fonte: IBGE (2010).

Entre os anos de 2000 e 2010, as taxas de urbanização das cidades de Araxá e Tapira variaram apenas 0,1% cada uma, dessa forma o maior vínculo de Tapira com o meio rural continua evidente se comparado com o de Araxá (**Quadro 5.80**).

Quadro 5.80 - Percentual de urbanização por localidade

Taxa de Urbanização 2000 e 2010						
Localidades	População urbana		População total		Taxa	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
<b>Tapira</b>	2.216	2.744	3.327	4.112	66,6 %	66,7 %
<b>Araxá</b>	77.743	92.284	78.997	93.672	98,4 %	98,5 %
<b>Minas Gerais</b>	<b>14.671.828</b>	—	<b>17.891.494</b>	<b>19.597.330</b>	<b>82,0 %</b>	—

Fonte: IBGE, 2000 e 2010.

Analisando os municípios a partir da década de 70, é possível observar que Tapira sofreu um aumento em seu grau de urbanização, passando de 19% em 1970 para aproximadamente 67% em 2010, fator indicativo da transição de economia rural para economia urbana. O município de Araxá na década de 70 já apresentava um alto grau de urbanização, que veio acentuando-se no decorrer dos anos, chegando próximo aos 100% em 2010 (**Quadro 5.81**).

No período em que ocorreu o maior movimento do campo para a cidade, entre as décadas de 70 a 90, verificou-se uma redução da população em Tapira enquanto houve crescimento da população em Araxá. Possivelmente, o status de pólo regional exerceu atratividade sobre moradores de municípios vizinhos, inclusive os residentes em Tapira.

De modo geral, ao longo dos 40 anos analisados, a população total de Tapira se manteve estável mesmo após o surgimento dos grandes empreendimentos minerários na região; enquanto Araxá passou por um grande crescimento populacional e urbano.

Quadro 5.81 - Evolução do grau de urbanização 1970 a 2010

Localidade		1970	1980	1990	2000	2010
<b>Tapira</b>	Urbana	609	968	1.676	2.216	2.744
	População Total	3.206	2.723	2.973	3.327	4.112
	<b>Grau</b>	<b>19,00%</b>	<b>35,55%</b>	<b>56,37%</b>	<b>66,61%</b>	<b>66,73%</b>
<b>Araxá</b>	Urbana	31.583	51.339	67.972	77.743	92.284
	População Total	35.676	53.414	69.911	78.997	93.672
	<b>Grau</b>	<b>88,53%</b>	<b>96,12%</b>	<b>97,23%</b>	<b>98,41%</b>	<b>98,52%</b>

Fonte: IBGE (2010).

A densidade demográfica dos municípios de Araxá é quase duas vezes a densidade demográfica do estado de Minas Gerais, enquanto a do município de Tapira é cerca de 10% da apresentada pelo estado. Essa diferença ocorre pelo fato da área total dos dois municípios ser similar enquanto que a população total de Tapira é menor do que 5% da população total de Araxá. Os dados mencionados podem ser verificados no **Quadro 5.82**.

**Quadro 5.82 - Densidade demográfica dos municípios da AID**

Localidade	População	Área	Densidade
<b>Tapira</b>	4.112	1.179,248 km <sup>2</sup>	3,49 habitantes/km <sup>2</sup>
<b>Araxá</b>	92.284	1.164,358 km <sup>2</sup>	79,25 habitantes/km <sup>2</sup>
<b>Minas Gerais</b>	21.119.536	586.519,727 km <sup>2</sup>	36,01 habitantes/km <sup>2</sup>

Fonte: IBGE (2010).

A partir de uma análise dos dados do IBGE (2010), verifica-se que as populações de Araxá e Tapira são constituídas principalmente por pessoas mais novas, com predomínio de indivíduos com idade entre 15 e 29 anos. (**Figura 5.132 e 5.133**).

Uma das possíveis justificativa para a predominância de indivíduos desta faixa etária, principalmente os do sexo masculino, é a migração em decorrência de atividades do meio rural que necessitam de mão de obra temporária. Estas pessoas permanecem nos municípios por período determinado pela safra, retornando para suas origens ou migrando para outras regiões no período de entressafra. Majoritariamente, estes trabalhadores temporários são naturais de outros municípios de Minas Gerais e do estado de São Paulo.

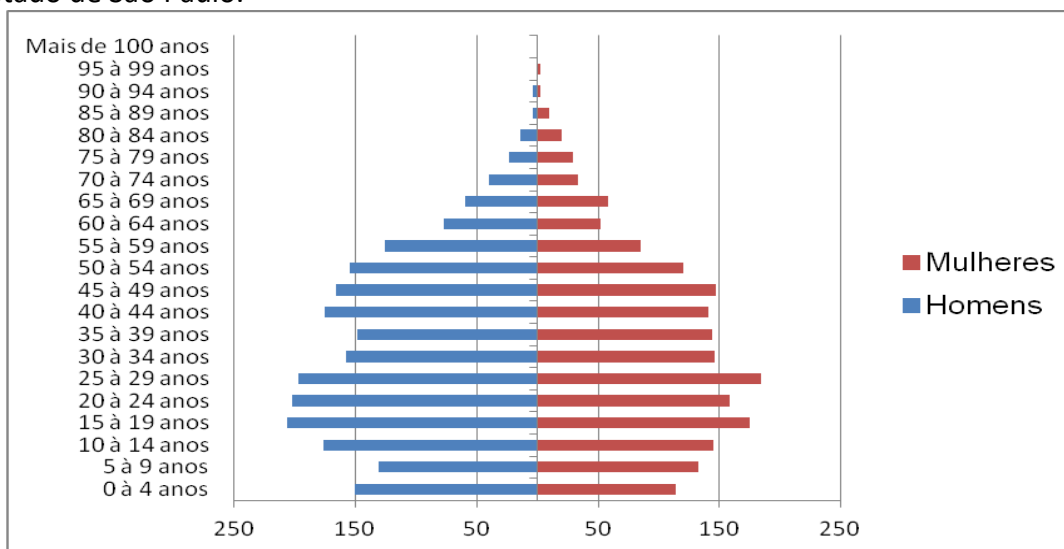




Figura 5.132 - Pirâmide etária do município de Tapira – 2010.

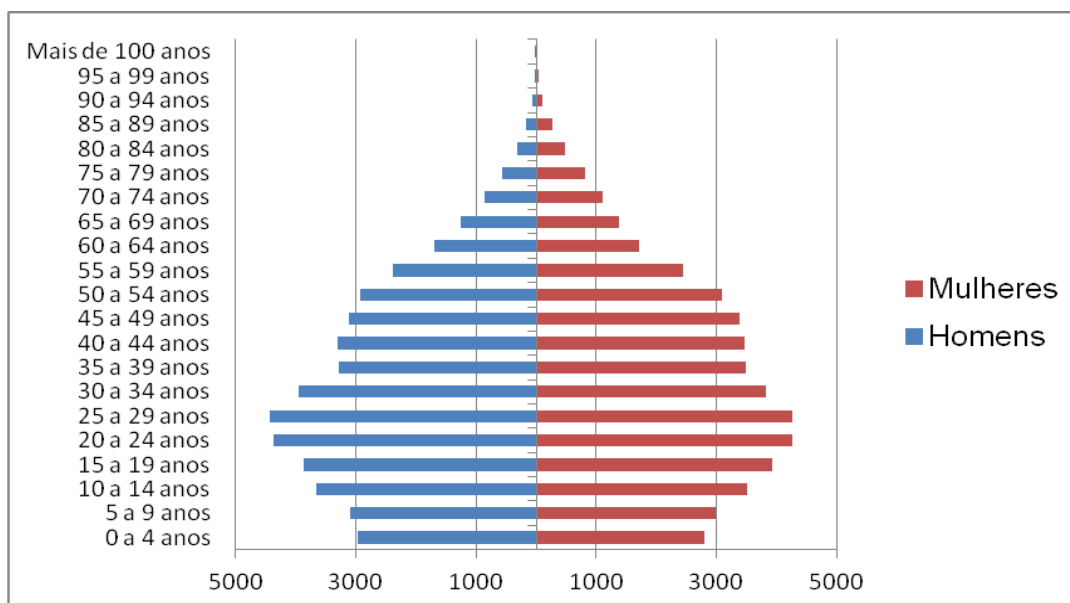


Figura 5.133- Pirâmide etária do município de Araxá – 2010.

#### 5.4.6 Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM é um indicador que focaliza o município como unidade de análise, a partir das dimensões de longevidade, educação e renda.

O IDHM varia entre 0 e 1, sendo que o valor mais alto indica nível superior de desenvolvimento humano. Segundo a classificação do PNUD, os valores distribuem-se em três categorias:

- baixo desenvolvimento humano: IDHM <0,500;
- médio desenvolvimento humano: IDHM entre 0,500 e 0,800
- alto desenvolvimento humano: IDHM >0,8000

No ano de 2010, o IDHM de Tapira foi de 0,712, situando o município em 161º lugar no ranking do Estado de Minas Gerais, que possui 853 municípios. Nesse mesmo ano, Araxá ficou em 15º lugar, com 0,772. Segundo a classificação do PNUD o IDHM dos dois municípios é considerado médio.

A dimensão que mais contribui para o IDHM do município de Tapira é longevidade, com índice de 0,847, seguida de renda, com índice de 0,759, e de educação, com índice de 0,561. Na mesma ordem de relevância estão estes parâmetros para a cidade de Araxá com os seguintes índices: longevidade 0,858, renda 0,756, e educação 0,709.

#### 5.4.7 Atividades Econômicas

Segundo dados do Atlas Brasil, em 2010, da população de 18 anos ou mais de Tapira: 71,7% era economicamente ativa, 25,3% economicamente inativa e 3%

economicamente ativa, mas desocupada no momento. Das pessoas economicamente ativas: 36,27% trabalhavam no setor agropecuário, 7,81% na indústria extrativa, 1,50% na indústria de transformação, 5,73% no setor de construção, 0,81% nos setores de utilidade pública, 6,96% no comércio, 28,95% no setor de serviços e 11,97% em outras atividades.

Já com relação a população de 18 ou mais anos de Araxá: 70,3% era economicamente ativa, 24,6% economicamente inativa e 5,1% economicamente ativa, mas desocupada no momento. Das pessoas economicamente ativas: 8,39% trabalhavam no setor agropecuário, 6,87% na indústria extrativa, 8,65% na indústria de transformação, 8,58% no setor de construção, 0,85% nos setores de utilidade pública, 15,02% no comércio, 45,46% no setor de serviços e 6,18% em outras atividades.

O setor agropecuário dos municípios é composto por: lavouras, silvicultura, pastagem, vegetação secundária e mineração, atividades estas do setor primário da economia, desenvolvidas através da exploração de recursos naturais. Há atividades agrícolas, realizadas tanto nos limites da Vale Fertilizantes S.A quanto em seu entorno, praticadas por arrendatários e empregados da própria empresa.

A mineração de fosfato, da Vale Fertilizantes S.A., entra na classificação de indústria extrativa. Ela como um todo é responsável pela geração de mais de mil e quatrocentos empregos diretos (funcionários próprios). A maior parte dos funcionários é proveniente do município de Araxá, correspondendo a 85% do total. Além deste número, há aqueles indiretamente relacionados à atividade do CMT, como serviços terceirizados.

Com base nos dados do IBGE de 2013, a cidade de Tapira possui 82 empresas que geram 2.317 empregos, enquanto que a cidade de Araxá possui 3.547 empresas que geram 31.396 postos de emprego.

Com relação a atividades econômicas que modificam a paisagem rural dos municípios em questão, além das atividades desempenhadas pela Vale Fertilizantes, têm-se as atividades de agricultura, extração vegetal e pecuária cujos detalhes são apresentadas nos quadros abaixo (IBGE, 2016 e 2017).

**Quadro 5.83 - Lavouras permanentes e temporárias**

Lavoura	Tapira	Araxá
Banana	-	130 t
Borracha	240 t	-
Café	450 t	3.420 t
Cebola	600 t	1.500 t
Goiaba	-	10 t
Laranja	-	100 t
Limão	-	20 t
Figo	-	5 t
Maracujá	-	100 t

Lavoura	Tapira	Araxá
Tangerina	-	15 t
Tomate	-	540 t
Arroz	180 t	270 t
Batata Inglesa	54.000 t	12.200 t
Cana-de-açúcar	-	108.500 t
Feijão	1.300 t	810 t
Mandioca	375 t	640 t
Milho	18.000 t	29.500 t
Soja	4.050 t	19.845 t
Girassol	-	90 t
Trigo	-	950 t
Sorgo	-	7.560 t
Total	79.195 t	186.205 t

Fonte: IBGE (2016, 2007).

Mesmo com o menor percentual de população dedicada, verifica-se que a produção de produtos agrícolas na cidade de Araxá é, tanto em volume quanto em diversidade, superior a produção agrícola encontrada na cidade de Tapira. Em termos de volume, a diferença é na ordem de 28% (**Quadro 5.84**)

**Quadro 5.84 - Extração vegetal**

Extração vegetal e silvicultura	Tapira	Araxá
Eucalipto	2.500 ha	3.750 ha
Carvão vegetal	390 t	90 t
Madeira lenha	2.100 m <sup>3</sup>	15.000 m <sup>3</sup>
Madeira em tora	115 m <sup>3</sup>	17.000 m <sup>3</sup>

Fonte: IBGE (2016).

A madeira de lenha é a madeira proveniente de qualquer tipo de árvore e que se apresenta seccionada para servir de lenha, como o próprio nome diz. Já a madeira de tora é o tronco da árvore sem seccionamento prévio. A cidade de Araxá possui extração de madeira em volume substancialmente superior ao da cidade de Tapira. Este cenário pode ser justificado pela diferença de áreas verdes entre as duas cidades, já que em contrapartida, a cidade de Tapira possui área superior ao da cidade de Araxá (**Quadro 5.85**)

**Quadro 5.85 - Pecuária**

Pecuária	Tapira	Araxá
Bovinos	50.944	77.812
Equinos	868	2.428

Pecuária	Tapira	Araxá
Bubalíno	258	42
Asininos	-	-
Muare	-	-
Suíno	1.000	2.937
Caprino	-	79
Ovino	2.732	1.093
Galináceo	15.780	200.000
Coelho	-	-

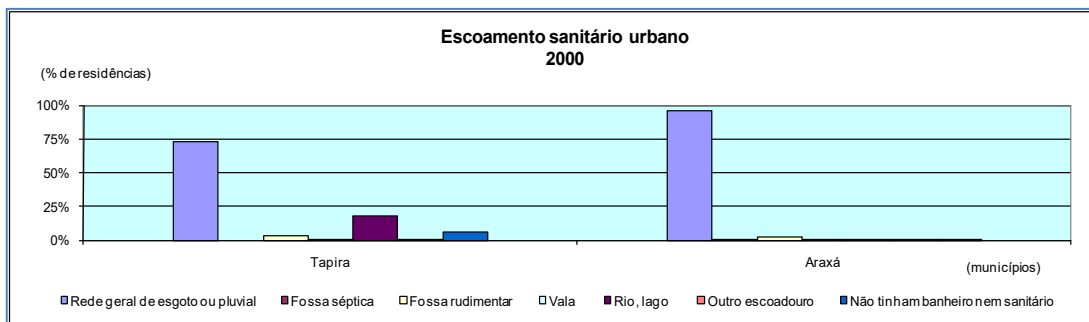
Fonte: IBGE (2016).

Atualmente os municípios apresentam uma paisagem rural com um grau antropogênico avançado, salvo por pequenas e esparsas áreas de vegetação natural.

As áreas rurais dos municípios de Tapira e Araxá não apresentam aglomerações populacionais, sendo constituídas por propriedades com características familiares.

#### 5.4.10 Saneamento e Coleta de Lixo

A análise do tipo de esgotamento sanitário adotado nos domicílios auxilia a identificação da situação dos assentamentos humanos mediante a vulnerabilidade e vetores de doenças. As **Figuras 5.134** e **5.135** trazem informações a respeito do esgotamento sanitário no ano 2000, nos municípios em questão.

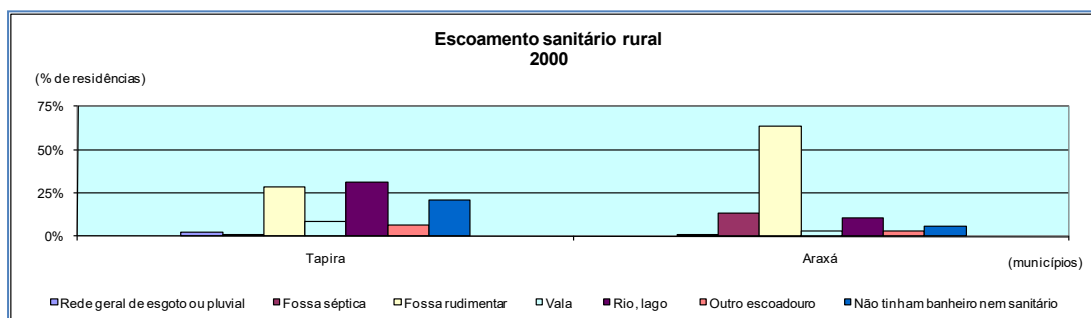


Fonte: IBGE (2000).

**Figura 5.134– Tipo de escoamento sanitário na área urbana dos municípios de Tapira e Araxá.**

Por meio da análise da **Figura 5.134**, verifica-se que a cidade de Tapira já possui em 2000 cerca de 75% das construções da região urbana com rede geral de esgoto ou pluvial, enquanto que na cidade de Araxá, 90% das construções são atendidas por este tipo de sistema que garante melhor qualidade de vida aos moradores locais.

Em Tapira, 64,8 % do esgotamento sanitário era considerado adequado enquanto que em Araxá o percentual era de 96,9 % (IBGE, 2010).



Fonte: IBGE (2000).

**Figura 5.135- Tipo de escoamento sanitário na área rural dos municípios de Tapira e Araxá.**

Já na região rural, verifica-se que a situação ainda é precária, sendo que não há tratamento para a maior parte do esgoto sanitário. Em Tapira a maior parte do esgoto da região rural é destinada a rios, lagos ou fossa rudimentar, enquanto que em Araxá a vasta maioria é enviada para fossas rudimentares.

O esgotamento sanitário no município de Araxá é realizado pela COPASA; já em Tapira o esgotamento é de responsabilidade da Prefeitura Municipal (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2009).



O Sistema de esgoto da COPASA inclui, entre outras obras, a construção de quatro Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), implantação de mais de 37 mil metros de redes coletoras e interceptoras, padronização das ligações prediais e a retirada de lançamentos indevidos de esgoto nas redes pluviais (COPASA, 2013).

A COPASA é responsável pela coleta do esgoto gerado nos imóveis, por meio de redes coletoras, e o encaminha até as ETEs, onde passa por um processo de retirada de sujeiras, antes de ser devolvido aos rios e córregos.

As situações mais precárias encontradas são as de domicílios que “não possuíam banheiros nem sanitários”, que na área rural de Tapira representavam mais de 21% e, mesmo na área urbana, ainda era superior a 5%. O quadro sanitário no município de Araxá apresenta condições melhores que as do município de Tapira, porém, apresentava na área rural um percentual acima de 5% de domicílios que “não possuíam banheiros nem sanitários”.

Outra situação inadequada no município de Tapira é a do lançamento do efluente sanitário *in natura* para os cursos d’água. Em 2000, o esgotamento sanitário para os rios representava 22%. Numa análise global, mais de 50% dos domicílios não são dotados de sistema adequado de coleta e destinação de efluentes (esgoto).

Na análise das condições habitacionais da população, a verificação da situação sanitária do município é relevante. Na área urbana de Tapira, segundo o IBGE (2000), a coleta de lixo atendia a 86% da população e, em Araxá, 97%. Na área rural a situação predominante é a da queima na propriedade, procedimento este inadequado, que corresponde a 71% em Tapira e 50% em Araxá. Outra situação de destinação inadequada do lixo dos domicílios é quando este é enterrado na propriedade ou jogado em terrenos baldios.

O município de Araxá somente em 2007 iniciou a construção de aterro sanitário e a implementação do PGIRS – Programa de Gestão Integrada de Resíduos. O aterro sanitário foi inaugurado no dia 5 de junho de 2008, após aprovação da licença ambiental definitiva aprovada pelo Copam, segundo dados do Diário de Araxá (2008). A área localiza-se na BR-146, cerca de 6 km do entroncamento com a BR-262.

Dados levantados em campo anteriormente, revelam que atualmente o município de Tapira realiza coleta em toda sua área urbana, destinando estes resíduos ao aterro sanitário, localizado no município de Araxá.