

 DRM	PLANEJAMENTO DO PRAD DA UTM (LEVANTAMENTO SOCIOAMBIENTAL)	RT-UTM-11-16
		Rev.: 00 Data: 11/05/16 Página: 1 / 103

SUMÁRIO:

1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICAÇÃO
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
4. DEFINIÇÕES E SIGLAS
5. DESENVOLVIMENTO
6. CONCLUSÕES
7. EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO/REVISÃO
8. ANEXOS

CONTROLE DE REVISÕES		
REV.	DATA	DESCRIÇÃO SUMÁRIA
00	11/05/16	Emissão Inicial.

	Elaboração	Verificação Técnica	Verificação Qualidade	Aprovação
Nome	Roberta Cristina Martins Dias – CLISE.P	Thiago Fernando de Ávila Navarro – GEDEC.M	Marcos Assunção Cagnani – UQ-UTM	Maurício de Almeida Ribeiro – GEDEC.M
Conselho Nº	CREA 2010772180	CREA 5063892517	-	CREA 36.325
IBAMA Nº		5800949	-	231908
Data				
Assinatura				

1. OBJETIVO

A Unidade de Tratamento de Minérios (UTM Caldas), antigamente conhecida como Complexo Minerário Industrial do Planalto de Poços de Caldas (CIPC), foi implantada na década de 70 com o objetivo de produzir concentrado de urânio, sob a forma de Diuranato de Amônio (DUA). As atividades de produção dessa unidade, em escala industrial, iniciaram-se em 1981 e cessaram ao final de 1995. As instalações da UTM foram então utilizadas para o beneficiamento de materiais proveniente de outras regiões em uma série de projetos pequenos.

A UTM está situada no Planalto de Poços de Caldas, no Campo do Cercado, região pertencente ao município de Caldas, na região sudoeste do Estado de Minas Gerais. Compreendida entre as coordenadas UTM: 7.560.000 – 7.582.000 N e 334.000 – 356.000 E, em uma área de aproximadamente 1.360 hectares (ha).

A usina foi projetada para tratar cerca de 750 mil t/ano de minério, atendendo a demanda das usinas nucleares brasileiras. Ao longo da vida útil da mina foram lavrados cerca de 2,3 milhões de toneladas de minério e 108,1 milhões de toneladas de estéril, produzindo aproximadamente 1.030 toneladas de Urânio.

A mineralização do Urânio da jazida estava presente em três áreas mineralizadas distintas, conhecidas como Corpo A, Corpo B e Corpo E, sendo neste último encontradas as maiores concentrações do mineral.

Ao longo da operação da mina os teores de corte praticados foram de 200 ppm de U_3O_8 , passando para 400 ppm e ao final das atividades mineradoras 800 ppm. Por razões operacionais e mercadológicas, durante a fase de planejamento, o Molibdênio foi considerado um subproduto da lavra. No entanto, por sua zona mineralizada muito profunda (abaixo do nível 1.270 m) para as concentrações viáveis à sua extração, não ocorreu o seu aproveitamento.

A cava resultante da lavra ocupa atualmente uma área de aproximadamente 80 ha e cerca de 1 km de diâmetro. No interior da cava formou-se um lago com área de cerca de 20 ha e volume aproximado de 1,9 milhões de m^3 .

O material estéril retirado da cava, durante a sua fase de extração, foi depositado em 5 diferentes bota-foras localizados em seu entorno (BF1, BF3, BF4, BF7 e BF8) e um bota-fora no seu interior (BF

cava). Apesar da previsão de instalação de bota-fora com os números 2, 5 e 6, as estruturas não chegaram a ser implantadas.

O material estéril com característica terrosa, removido das camadas superiores lavradas foi depositado nos bota-fora BF1, BF3 e BF7. Enquanto os materiais de origem rochosa, extraídos das camadas inferiores, foram depositados nos bota-fora BF4, BF8, e BF cava.

O relevo anterior à escavação da cava da mina mostra uma série de vales bastante entalhados com encostas íngremes contendo cursos d'água efêmeros. Nesta situação, a percolação de água teria recarga nos interflúvios dos vales, entretanto, o padrão de drenagem natural foi bastante alterado com a implantação da mina. Tornando, dessa forma, a cava da mina no receptor de quase a totalidade do volume de água percolado.

A água de recarga dos interflúvios da cava apresenta potencial oxidante, com sua percolação pela rocha promovendo interação química com minerais (principalmente pirita), na qual ocorre remoção do oxigênio da água, tornando-a progressivamente mais redutora. Essa condição de oxidação da pirita resulta em água do lago com características ácidas (pH em torno de 4).

Com dinâmica semelhante, este mesmo fenômeno atua sobre as pilhas de depósito estéril (bota-fora). A pilha de material, por sua matriz geológica rica em ferro e exposta à percolação de água, gera drenagem ácida que lixivia e solubiliza os constituintes metálicos naturais das rochas e solos. Com isso, além de serem ácidas, essas drenagens podem apresentar concentrações consideráveis de Sulfato, Manganês, Ferro, Zircônio, Magnésio e Potássio.

Devido às obrigações legais para com a recuperação dos passivos ambientais causados pelas atividades desenvolvidas pela UTM, deu-se início o processo de descomissionamento da unidade, sendo a diretriz o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) através do desenvolvimento de um Programa de Remediação (PRem) e de um Programa de Reabilitação (PRea).

Com base nisso, em dezembro de 2002, foi assinado um Termo de Compromisso entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, Prefeitura do Município de Caldas e a INB, registrando o compromisso da INB em apresentar o PRAD da UTM Caldas.

Em 2004, o IBAMA, em parceria com a CNEN, emitiu um Termo de Referência para a elaboração do PRAD, estabelecendo as diretrizes do documento.

Entre os anos de 2010 e 2011, o PRAD a nível conceitual foi elaborado pela empresa Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. e encaminhado aos órgãos licenciadores em 2012.

A avaliação do PRAD conceitual pelo IBAMA foi apresentada por meio do Parecer nº 128/2012/COMOC/CGTMO/DILIC-IBAMA em que o aprova e requer o seu detalhamento a nível executivo. Até a presente data, a INB não recebeu da CNEN um parecer referente à aprovação do PRAD.

O objetivo do presente documento é apresentar os levantamentos preliminares de modo a embasar os estudos que irão contribuir para a execução de um diagnóstico socioambiental, considerando os meios físico, biótico e socioeconômico, de forma integrada multi e interdisciplinar, a partir dos dados básicos primários e secundários já levantados na região.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento se aplica ao PRAD da Unidade de Tratamento de Minérios - UTM.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- DORANTI, C.; HACKSPACHER, P. C.; NETO, J. C. H.; RIBEIRO, M. C. S.; LIMA, H. C. Evolução do Relevo da Região do Planalto de Poços de Caldas: correlações entre níveis planálticos e termocronologia por traços de fissão em apatitas. Revista Geografias, 2008. Belo Horizonte, MG.
- DORANTI, Carolina. Evolução Geomorfológica e Modelagem Termocinética 3D da Região do Planalto de Poços de Caldas (SP/MG). Tese de Doutorado. 2013. UNESP. Rio Claro, SP.
- <http://www.bandeiradosul.mg.gov.br/>
- http://www.campestre.cam.mg.gov.br/cont_pag1.asp?pag=45
- <http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-caldas.html#economia>
- <http://www.ipuiuna.mg.gov.br/>
- <http://www.minasgeraismg.net/cidades/campestre#economia-de-campestre-mg>
- <http://www.minasgeraismg.net/cidades/ipuiuna#economia-de-ipuiuna-mg>
- <http://www.minasgeraismg.net/cidades/santa-rita-de-caldas#a-cidade-de-santa-rita-de-caldas-mg>
- http://www.pocosdecaldas.mg.gov.br/site/?page_id=9363
- IBAMA. Manual de Normas e Procedimentos para Licenciamento Ambiental no Setor de Extração Mineral. Brasília, DF. 2001. 132p
- IGAM. Relatório Anual de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais. 2014.

- INB. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas da UTM Caldas – PRAD. 2012
- INB. Relatório Ambiental do Complexo Minerário Industrial de Poços de Caldas – CIPC. 1999. Caldas/MG
- Meio Biótico – Estudos sobre a Fauna da Área de Influência do Complexo Ind. do Pl. de Poços de Caldas Mai/99 SISTÊMICA - Consultoria e Assessoria Ltda
- Meio Biótico – Estudos sobre a Flora da Área de Influência do Complexo Ind. do Pl. de Poços de Caldas Jun/99 SISTÊMICA - Consultoria e Assessoria Ltda
- Meio Biótico – Estudos sobre a Ictiofauna da Área de Influência do Complexo Ind. do Pl. de Poços de Caldas Mai/99 SISTÊMICA - Consultoria e Assessoria Ltda
- Meio Biótico – Estudos sobre a Ictiofauna da Área de Influência do Complexo Ind. do Pl. de Poços de Caldas Set/99 SISTÊMICA - Consultoria e Assessoria Ltda.
- Minas Verde, 2015. ESTUDO FLORÍSTICO E FITOSSOCIOLÓGICO. Projeto de Drenagem Superficial –INB. Caldas/MG. Março/2015.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE POÇOS DE CALDAS. Estudo Hidrogeológico. Poços de Caldas, MG. 2006.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, FUNDAÇÃO CENTOR TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS; FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.

4. DEFINIÇÕES E SIGLAS

4.1 Definições

- Não Aplicável.

4.1 Siglas

- **AC** – Área de Controle
- **ADA** – Área Diretamente Afetada
- **AIE** – Área de Intervenção do Empreendimento
- **AM** – Área de Monitoramento
- **ANA** – Agência Nacional de Águas
- **ARCAL** – Acordo Regional de Cooperação para a Promoção da Ciência e da Tecnologia Nuclear na América Latina e no Caribe
- **ARM** – Armazenamento de Água no Solo

- **BF** – Bota Fora
- **BR** – Barragem de Rejeitos
- **CAPC** – Complexo Alcalino de Poços de Caldas
- **CEASA** – Central de Abastecimento
- **CIPC** – Complexo Minerado Industrial do Planalto de Poços de Caldas
- **CLISE** – Coordenação de Licenciamento Nuclear e Ambiental, Saúde e Segurança
- **CNEN** – Comissão Nacional de Energia Nuclear
- **CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- **COSAM** – Coordenação de Segurança e Laboratório Ambiental
- **CPUE** - Captura por Unidade de Esforço
- **CREA** – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
- **CT** – Contaminação por Tóxicos
- **DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- **DEF** – Deficiência Hídrica
- **DQO** – Demanda Química de Oxigênio
- **DRM** – Diretoria de Recursos Minerais
- **DUA** - Diuranato de Amônio
- **EM** – Estação Climatológica
- **EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- **ETP** – Evapotranspiração Potencial
- **EXC** – Excedente Hídrico
- **FEAM** - Fundação Estadual do Meio Ambiente
- **FEAM** - Fundação Estadual do Meio Ambiente
- **FES** – Floresta Estacional Semidecidual
- **GEDEC** – Gerência de Descomissionamento de Caldas
- **IAEA** – Agência Internacional de Energia Atômica
- **IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- **IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- **IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- **IDH** – Índice de Desenvolvimento Humano
- **IDHM** – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
- **IGAM** – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
- **INB** – Indústrias Nucleares do Brasil
- **INFRAERO** – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
- **INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia

- **IPHAN** – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
- **IQA** – Índice de Qualidade das Águas
- **MAPC** - Maciço Alcalino de Poços de Caldas
- **MTE** – Ministério do Trabalho e Emprego
- **OD** – Oxigênio Dissolvido
- **PEA** – População Economicamente Ativa
- **PIB** – Produto Interno Bruto
- **PMRA** – Programa de Monitoração Radiológica Ambiental
- **PRAD** – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
- **PREa** - Programa de Reabilitação
- **PRem** - Programa de Remediação
- **RCSB** - Rift Continental do Sudeste do Brasil
- **RT** – Relatório Técnico
- **UFLA** - Universidade Federal de Lavras
- **UFV** - Universidade Federal de Viçosa
- **UNESP** – Universidade Estadual Paulista
- **UPGRH** – Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
- **UQ** – Unidade da Qualidade
- **UTM** – Unidade de Tratamento de Minérios

5. DESENVOLVIMENTO

A metodologia utilizada pode ser dividida em seis etapas sendo as quais:

Etapa 1 – Definição da Estratégia de Trabalho

Etapa 2 – Definição das Áreas de Influência

Etapa 3 – Caracterização Socioeconômica dos Municípios Integrantes das Áreas de Influência

Etapa 4 – Caracterização dos Meios Físico e Biótico

Etapa 5 – Avaliação dos potenciais Impactos Ambientais e das possíveis Medidas Mitigadoras

Etapa 6 – Procedimentos para elaboração da Análise Integrada

5.1 Definição de Estratégia de Trabalho

Objetivo: Elaboração da estratégia para composição de uma análise integrada entre os meios socioeconômico, físico e biótico das áreas de influência da UTM Caldas/MG. Tal estratégia tem por objetivo final a execução da recuperação das áreas degradadas da UTM – Caldas-MG e seu entorno.

Métodos utilizados:

- Reunião da diretoria técnica da INB com os órgãos fiscalizadores IBAMA e CNEN.
- Visitas regulares à área do empreendimento.
- Reuniões internas com os técnicos da INB para discussão do plano de trabalho.

5.2 Definição das Áreas de Influência

Objetivo: Delimitar os espaços geográficos de interesse para o estudo.

As áreas de influência do empreendimento constituem os locais que devem sofrer a maiores interferências ambientais e socioeconômicas nas fases de planejamento e implantação da desativação do empreendimento. As características do empreendimento e as suas interações com o meio ambiente no qual está inserido também determinam os limites da área de influência. Tal delimitação é determinante para todo o trabalho, uma vez que somente após esta etapa é possível orientar as diferentes análises temáticas, bem como a intensidade dos impactos e a sua natureza.

Na definição das áreas de estudo, foram levadas em conta, entre outras, as seguintes variáveis:

- características e abrangência da Unidade;
- bacias hidrográficas;
- planaltimetria da região;
- dados meteorológicos;
- rede de pontos do sistema de monitoração pré-operacional e operacional;
- experiências de estudos ambientais anteriores;
- possíveis interferências com as comunidades do entorno; e
- legislação ambiental pertinente.

Neste estudo as áreas de influência foram definidas em três níveis, descritos nos itens a seguir:

5.2.1 Área de Intervenção do Empreendimento - AIE

Corresponde aos locais onde se darão ações/intervenções necessárias à implantação e realocação dos diferentes elementos do empreendimento, quais sejam: a área da cava da mina, as áreas de disposição de bota-foras, barragem de rejeitos, depósito de torta II, a área industrial, a infraestrutura de apoio e os acessos internos (ver Figura 1).

A área diretamente afetada abrange o município de Caldas, onde está localizada a área do empreendimento.

5.2.2 Área de Controle – AC

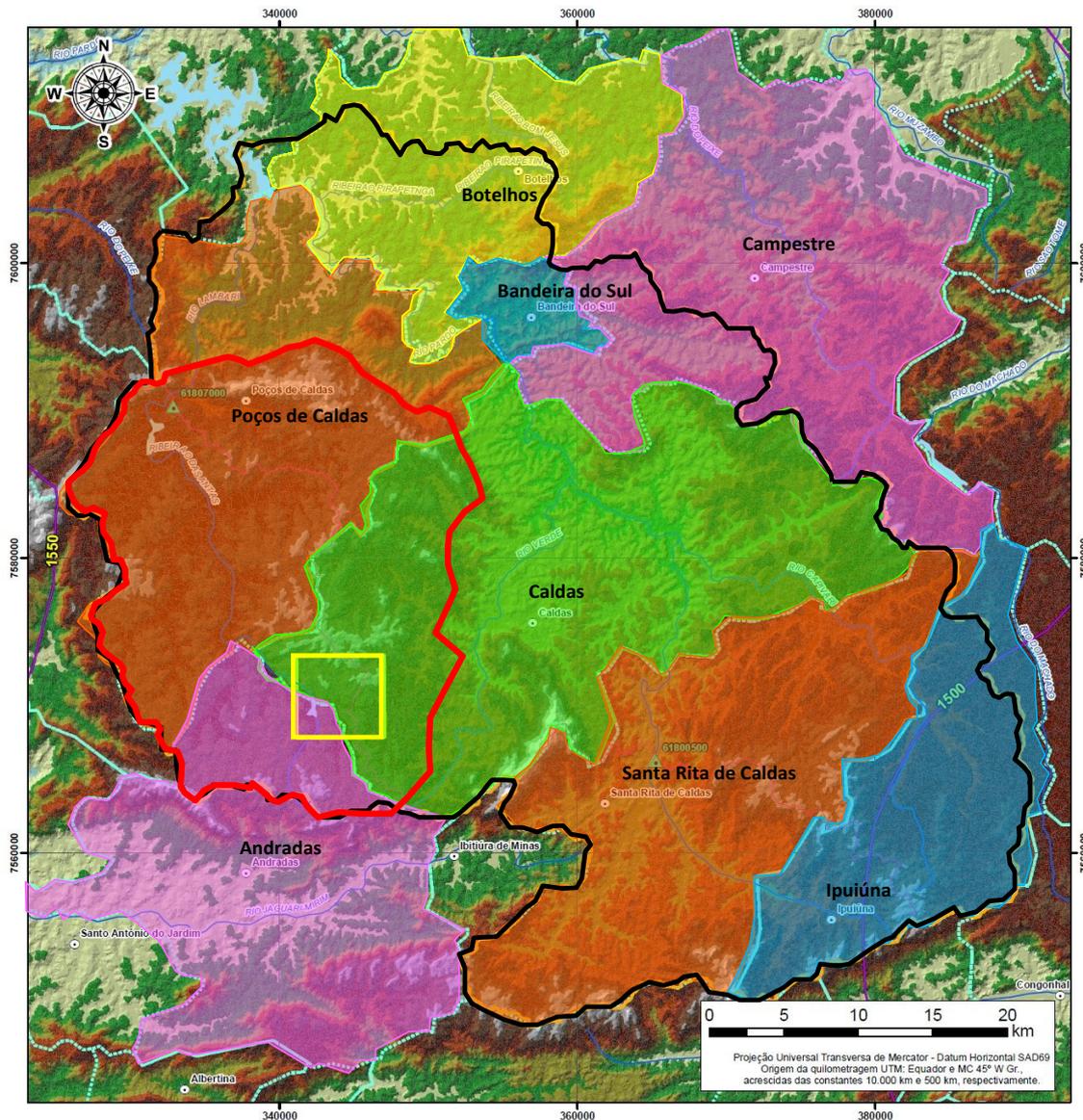
Área geográfica que fica no entorno da ADA, passível de ser diretamente afetada pelos impactos significativos diretos, positivos ou negativos, decorrentes da desativação do projeto (descomissionamento), portanto, a área em que o empreendedor tem responsabilidades.

A área diretamente afetada abrange os municípios de Poços de Caldas e Andradas, que se localizam na periferia imediata direto do empreendimento.

5.2.3 Área de Monitoramento – AM

Área localizada no entorno da AC que está passível de sofrer os impactos indiretos da desativação do projeto (descomissionamento), sejam benéficos ou adversos. Embora tal área esteja menos suscetível a possíveis impactos, devido à natureza da atividade, o empreendedor julga necessário monitoramento por período determinado, como forma de medida preventiva.

Nos estudos do meio socioeconômico, a AM abrangerá a área de 5 municípios pertencentes ao Estado de Minas Gerais: Botelhos, Bandeira do Sul, Campestre, Santa Rita de Caldas e Ipuúna.


CONVENÇÕES

	Sede Municipal		Área de Intervenção do Empreendimento	Hipsometria (m)		1100 - 1200
	Estação Fluviométrica (ANA)		Área de Controle		1500 - 1760	1000 - 1100
	Isoieta		Área de Monitoramento		1400 - 1500	900 - 1000
	Drenagem		Área de Estação Fluviométrica		1300 - 1400	800 - 900
	Represa		Limite Municipal		1200 - 1300	700 - 800
			Área de Inserção da UTM Caldas (INB)			

NOTAS

Fontes: Folha SF-23, Rio de Janeiro, Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas, Programa Geologia do Brasil, Brasília, CD-ROM. Folhas SF-23-Y-A-III-2 (Pinhal), SF-23-Y-B-4-1 (Santa Rita de Caldas), SF-23-V-C-VI-4 (Poços de Caldas) e SF-23-V-D-IV-3 (Caldas), Escala 1/50.000, IBGE. Agência Nacional de Águas - U. S. Geological Survey (USGS) - UNIFEI

Figura1 - Mapa das Áreas de Estudo – Cidades integrantes

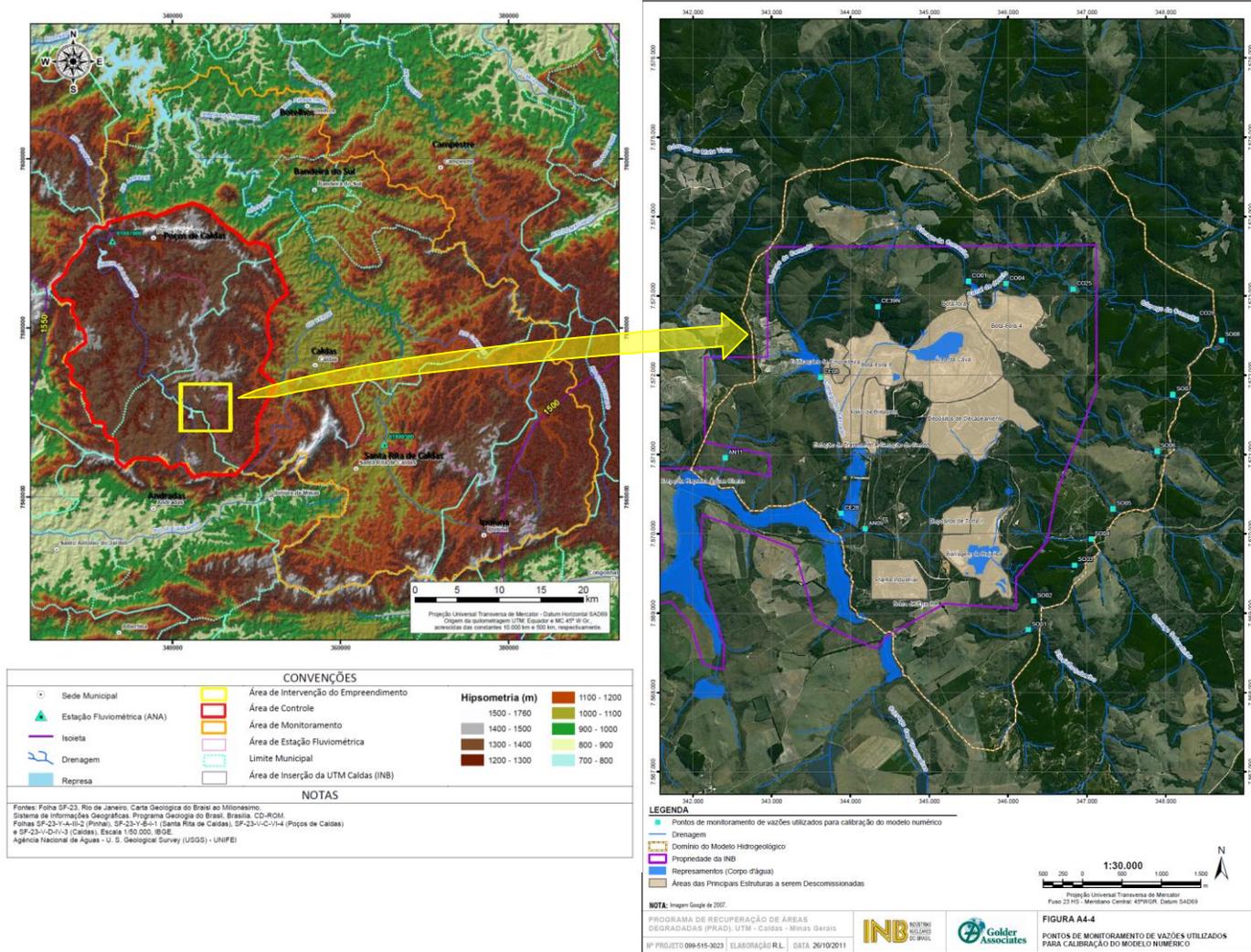


Figura 2 - Definição das Áreas de Estudo

5.3 Caracterização Socioeconômica dos Municípios Integrantes das Áreas de Influência

5.3.1 Caldas

O município de Caldas localiza-se na porção sudoeste do estado de Minas Gerais e possui 711,414 km². Situa-se a 1131 metros de altitude e possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 21° 55' 23" Sul e Longitude: 46° 23' 15" Oeste.

Possui população estimada em 14.396 habitantes, em 2015, e densidade demográfica de 20 habitantes por km². Sua economia é baseada no setor terciário, seguido pela agropecuária, no qual se destaca o cultivo da uva e do café, além da criação de bovinos para pecuária de corte e leiteira.

É importante destacar a presença de lavoura temporária com o cultivo de gêneros alimentícios básicos: arroz, feijão, batata inglesa, mandioca e milho. O setor econômico que possui menor destaque é a indústria, conforme Gráfico 1, a seguir:

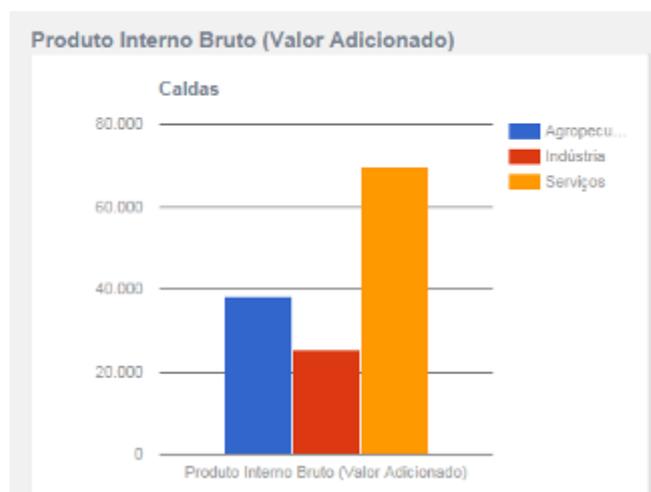


Gráfico 1 - PIB Caldas

Fonte: www.ibge.gov.br

A população possui baixa escolaridade, e das 12000 pessoas que possuem mais de 10 anos, apenas 2000 ainda frequentam a escola, a maior parte está cursando o ensino fundamental, cerca de 1500 pessoas. Das 18 escolas presentes no município 4 atendem a pré-escola, 12 oferecem o ensino fundamental e apenas 2 possuem a oferta de ensino médio para população, conforme Gráfico 2:



Gráfico 2 - Educação - Caldas

Fonte: www.ibge.gov.br

Apenas 1800 pessoas estão ocupadas e recebem renda mensal média de 2,5 salários mínimos. Cerca de 440 pessoas estão ocupadas com atividades não assalariadas, o que aponta para pessoas envolvidas em negócios próprios, como os proprietários que desenvolvem atividades agropecuárias. O PIB *per capita* é de 13000 reais por ano.

A maior parte da população vive em áreas urbanas e pouco mais da metade dos domicílios possuem saneamento básico adequado, com destaque para aqueles da área rural, onde apenas 5,8% dos domicílios são servidos adequadamente. Existe o total de 6 estabelecimentos de saúde com atendimento ambulatorial médico com especialidades básicas. Baseado no quadro renda, educação e saúde o IDHM é de 0,68, classificado como médio.

5.3.2 Poços de Caldas

O município de Poços de Caldas localiza-se na porção sudoeste do estado de Minas Gerais e possui 547,059 km². Possui população estimada em 152.435 habitantes, segundo o Censo Demográfico do IBGE – 2010 e tem uma densidade demográfica considerada elevada para a região: 278 habitantes por km².

Sua economia é baseada no setor terciário, entretanto, a participação da produção industrial no PIB é expressiva. Ainda nos anos 70, a Laticínios Poços de Caldas iniciou sua produção de iogurtes com a tecnologia da Francesa Danone, a qual posteriormente ampliou exponencialmente suas instalações e então transferiu toda sua produção de São Paulo para a fábrica local.

O parque industrial instalado no município conta ainda com as indústrias Ferrero do Brasil, Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), Mitsui Fertilizantes, Mineração Curimbaba, Togni S/A Materiais

Refratários, Lorenzetti/Sanitex, Thyssenkrupp, Nutrire, NeoNutri, Newbread, Bolivar Produtos Plásticos, Pradolux, Arfarol, dentre outros.

Segundo dados do ano de 2012 divulgados pelo IBGE, o Produto Interno Bruto-PIB do município é de 4.601.435 mil reais, e o PIB exclusivamente do setor industrial é 1.134.678 mil reais, representando dessa forma aproximadamente 24,7% da economia local (Gráfico 3).

O município, em conformidade com dados do mês de agosto de 2015 do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, possui 9.431 estabelecimentos empresariais em atividade, dos quais 719 estão no segmento da indústria de transformação e 150 da mineração. Somados, estes dois segmentos representam 9,21% do total. Ainda segundo o MTE, atualmente Poços de Caldas possui 51.056 pessoas formalmente empregadas, das quais 8.436 laboram no setor industrial e 1.012 na mineração. Na agropecuária destaca-se o cultivo de café, que é um produto típico do agronegócio mineiro. Além disso, observa-se criação de bovinos voltada para pecuária leiteira. Tal fato ocorre porque a região, conforme salientado acima, possui uma forte tradição na indústria alimentícia de derivados de leite. É importante destacar a presença de lavoura temporária com o cultivo de gêneros alimentícios básicos: feijão, batata inglesa, tomate, mandioca e milho.

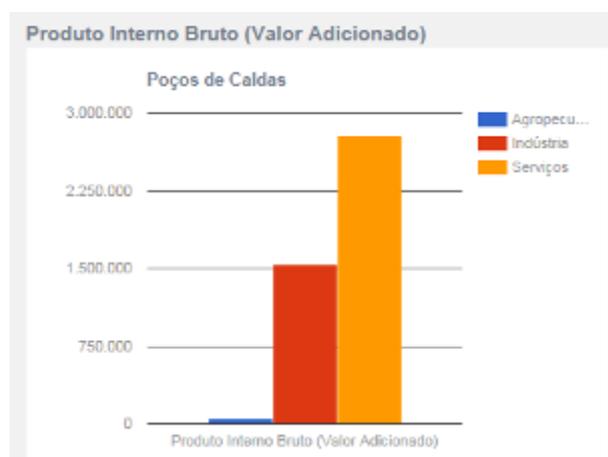


Gráfico 3 - PIB - Poços de Caldas

Fonte: www.ibge.gov.br

A maior parte da população matriculada na escola cursa o ensino fundamental, cerca de 19200 pessoas, conforme apresentado no Gráfico 4. O ensino médio apresenta apenas cerca de 6200 matrículas e o índice de alfabetização é de 90%. A diferença observada entre as matrículas do ensino fundamental e médio é comum, devido o ciclo mais curto do segundo, entretanto, diferenças acentuadas, tal qual observada neste município, pode apontar para uma dificuldade de continuidade dos estudos por parte da população. Um fato relevante, é que neste segmento, a oferta de escolas é

reduzida, apenas 17 de ensino médio e, a maior parte delas, 9 unidades, são instituições privadas (Tabela 1).



Gráfico 4 - Educação – Poços de Caldas

Fonte: www.ibge.gov.br

Tabela 1 - Matrículas segundo segmento escolar - Poços de Caldas

Variável	Poços de Caldas	Minas Gerais	Brasil
Pré-escolar	63	74,31	1.077,91
Fundamental	45	118,31	1.447,05
Médio	17	29,79	271,64

Fonte: www.ibge.gov.br

Cerca de 56.603 pessoas estão ocupadas em alguma atividade, destas, 85% são assalariadas e recebem renda mensal média de 2,5 salários mínimos. Os 15% da população que estão ocupados em atividades não assalariadas, são trabalhadores autônomos, como os proprietários que desenvolvem atividades agropecuárias ou microempresários do setor de comércio. O PIB *per capita* é de 36260 reais por ano.

A maior parte da população vive em áreas urbanas e pouca mais da metade dos domicílios possuem saneamento básico adequado, com destaque para aqueles da área rural, onde apenas 5,8% dos domicílios são servidos adequadamente.

Existem 62 estabelecimentos de saúde com atendimento ambulatorial médico com especialidades básicas e 38 unidades que atendem outras especialidades. Poços de Caldas é a sexta colocada no Índice de Desenvolvimento Humano-IDH do Estado de Minas Gerais, com 0,78 e ocupa a posição 141º no país.

5.3.3 Bandeira do Sul

Bandeira do Sul localiza-se no Sul de Minas Gerais, e possui limite com os municípios de [Botelhos](#), [Poços de Caldas](#) e [Campestre](#). Situa-se a 14 km a Sudoeste de [Campestre](#), a maior cidade nos arredores. Situado a 991 metros de altitude, e possui as coordenadas geográficas: Latitude: 21° 44' 11" Sul e Longitude: 46° 22' 47" Oeste.

Possui população estimada em 5.674 habitantes, em 2015, e densidade demográfica de 113,41 habitantes por km².

A economia do Município consiste basicamente na agricultura e pecuária, destacando-se a lavoura de café e a produção de leite e seus derivados, pois Bandeira do Sul possui duas indústrias de laticínios com excelente porte, destinando parte de seus produtos para outras cidades e estados.

Outro tipo de indústria que muito contribuiu para o Município prosperar é a indústria de cerâmicas, atualmente com uma indústria de cerâmicas gerando empregos diretos e indiretos para a população. O Município conta, também, com quatorze fábricas das quais as de facção (jeans) e de tijolos (olarias) são predominantes, provendo sustento digno para dezenas de famílias.

Nos setores de comércio e prestação de serviços, as empresas são bem diversificadas, contando com supermercados, farmácias, panificadoras, papelarias, armarinhos, materiais de construção, móveis e decorações, bares, lanchonetes, postos de gasolina, oficinas mecânicas, entre outros.

No setor turístico, Bandeira do Sul tem como objetivo desenvolver o turismo rural às margens do Rio Pardo, que possui uma bela cachoeira.

O escoamento da produção de Bandeira do Sul é feito pelas rodovias: BR 491, BR 459 e BR 267.

Produto Interno Bruto (Valor Adicionado)

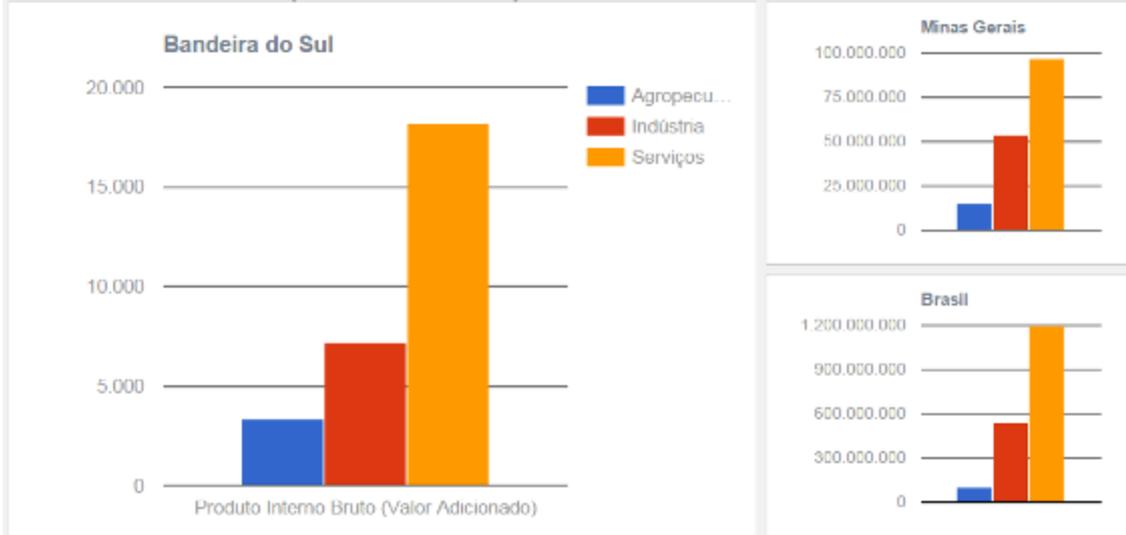


Gráfico 5 - PIB - Bandeira do Sul

Fonte: www.ibge.gov.br

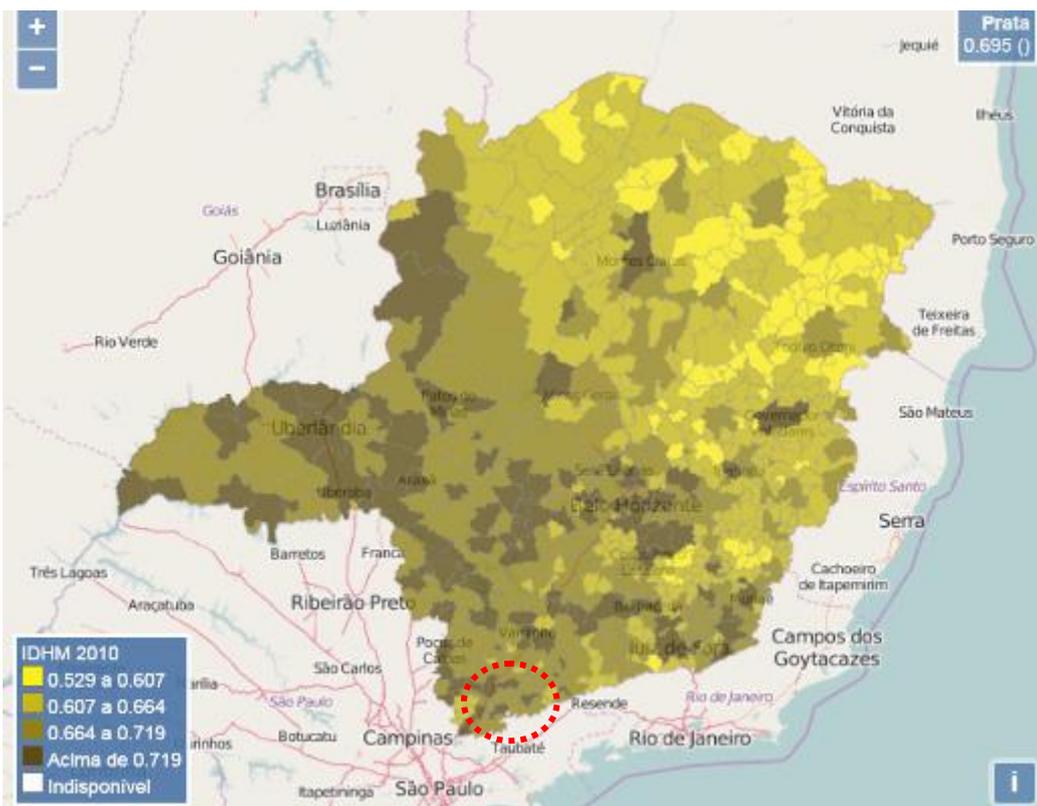


Figura 3 - IDHM 2010 – MG

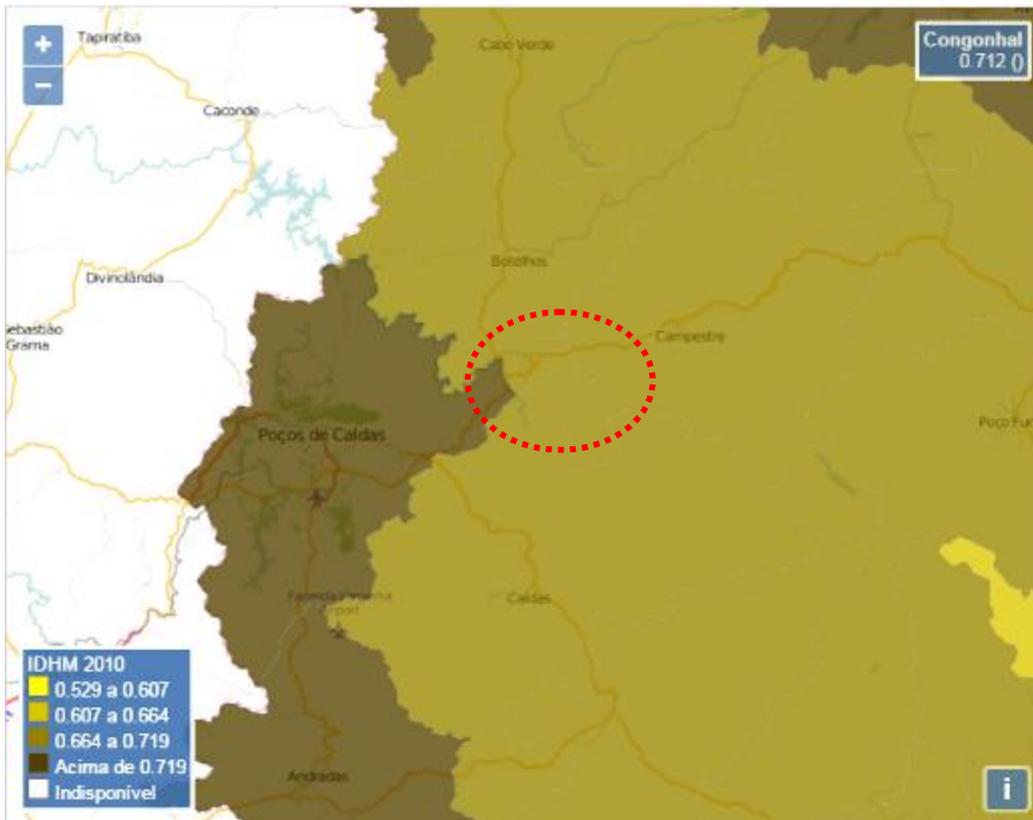


Figura 4 - IDHM 2010 - Detalhe Bandeira do Sul

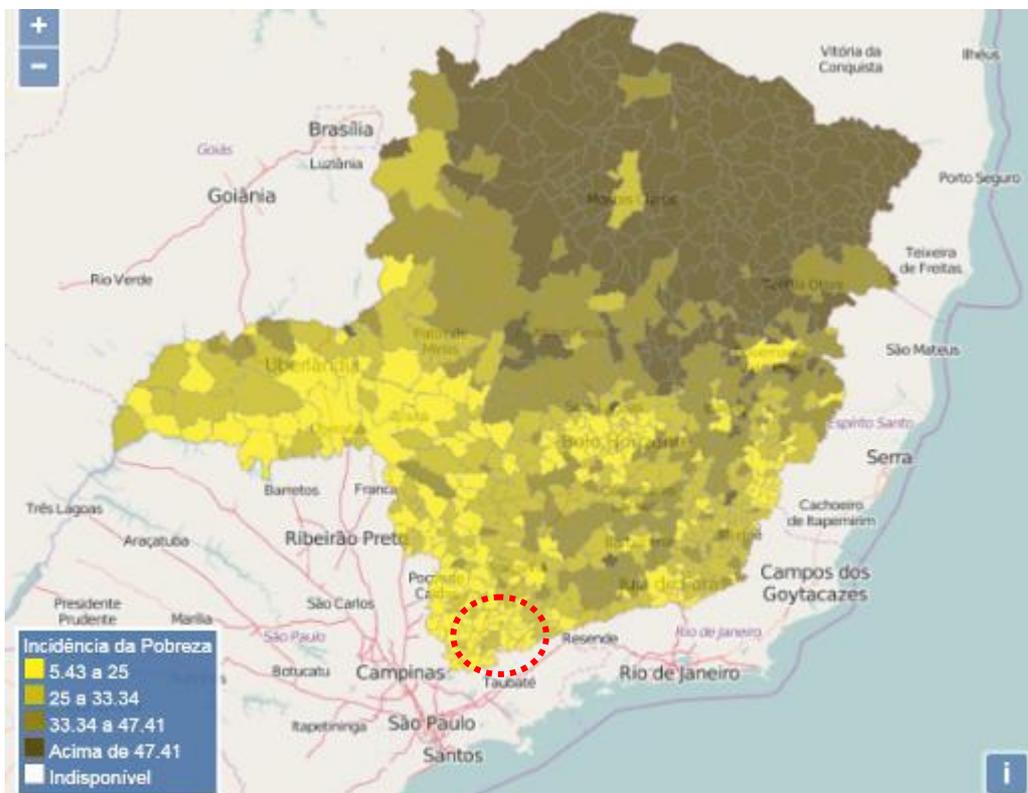


Figura 5 - Incidência da Pobreza - MG

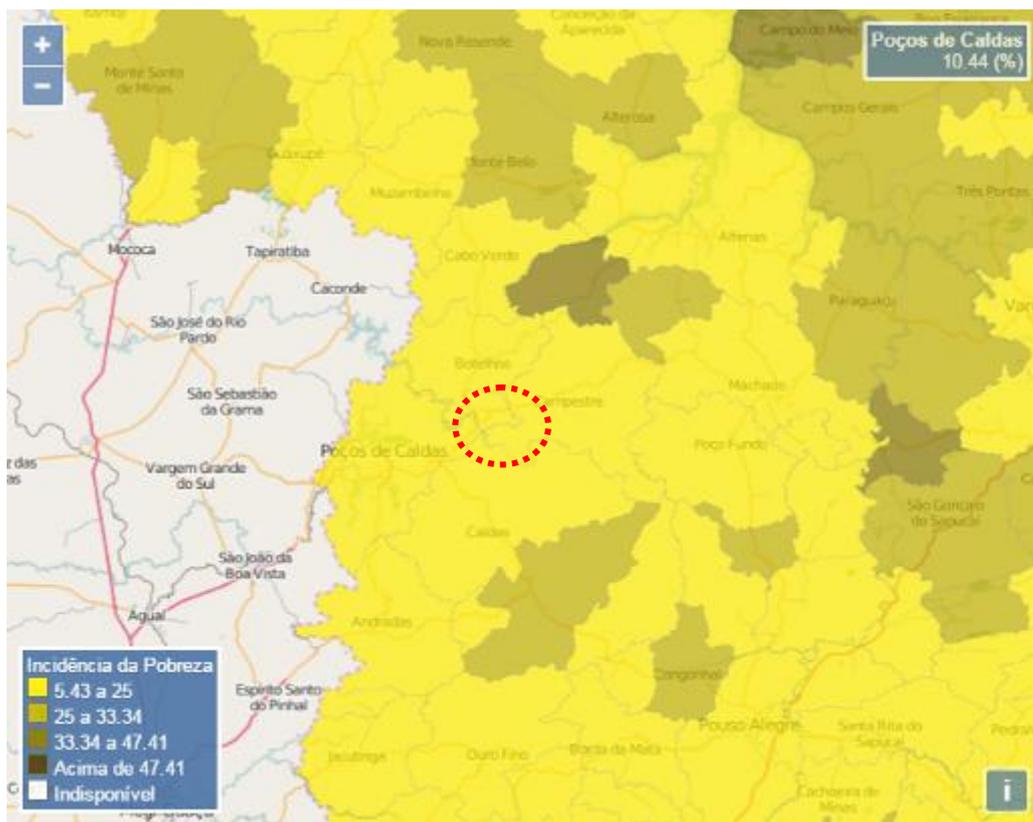


Figura 6 - Incidência da Pobreza - Detalhe Bandeira do Sul

A população possui baixa escolaridade, e das 4.656 (87%) pessoas que possuem mais de 10 anos, apenas 811 (17%) ainda frequentam a escola, a maior parte está cursando o ensino fundamental, cerca de 2.866 (62%) pessoas. Das 4 escolas presentes no município apenas 1 atende a pré-escola, 2 oferecem o ensino fundamental e apenas 1 possui a oferta de ensino médio para população, conforme gráficos 6 e 7:

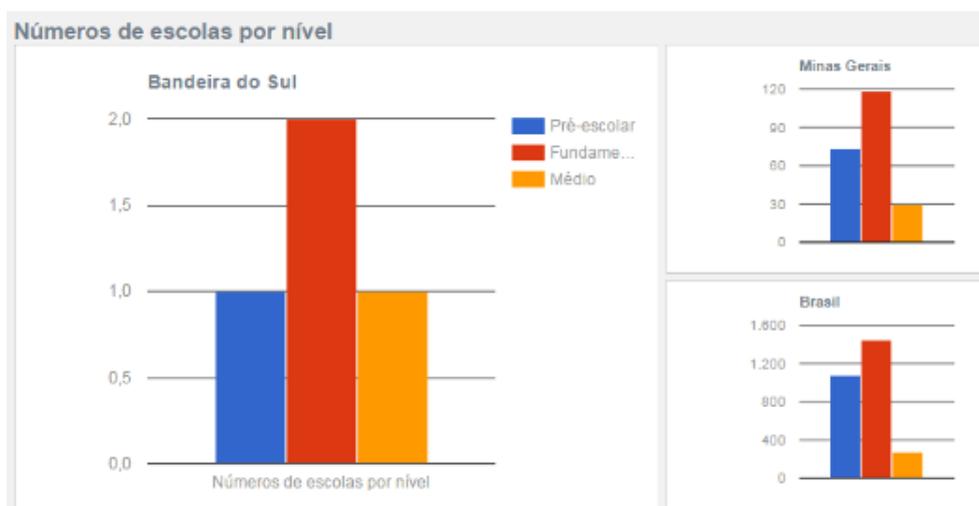


Gráfico 6 - Número de escolas por nível - Bandeira do Sul

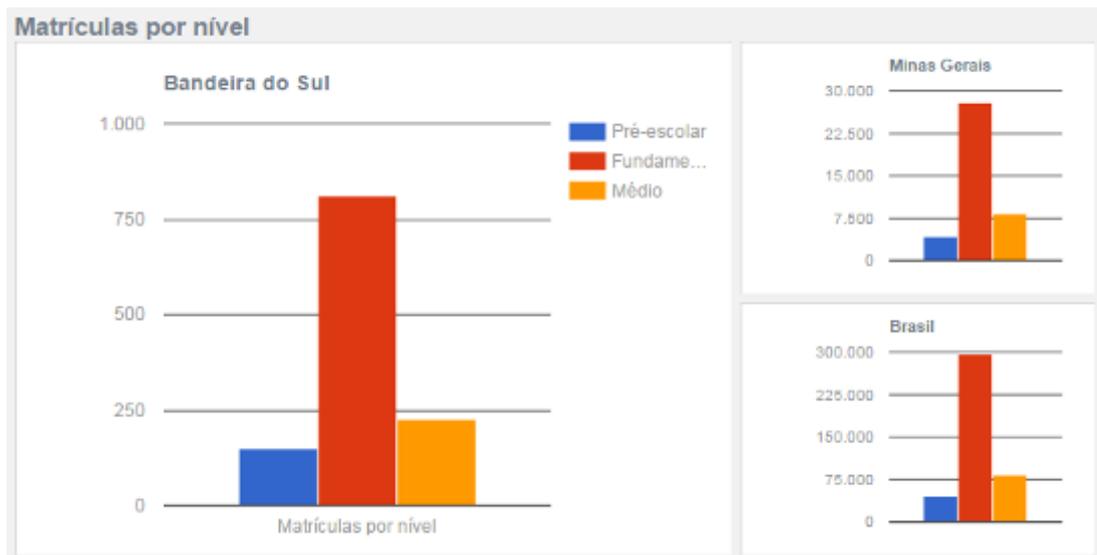


Gráfico 7 - Matrículas por nível - Bandeira do Sul

Fonte: www.ibge.gov.br

Mais de 70% das pessoas de 10 anos ou mais de idade estão ocupadas, e destas 2.687 (79%) apresentam classe de rendimento nominal mensal entre $\frac{1}{2}$ a 2 salários mínimos. O PIB *per capita* é de 7.748,9 reais por ano.

A maior parte da população vive em áreas urbanas e boa parte dos domicílios possui saneamento básico adequado (85%), diferente daqueles da área rural, onde apenas 5,8% dos domicílios são servidos adequadamente. Existe o total de dois estabelecimentos de saúde com atendimento ambulatorial médico com especialidades básicas. Baseado no quadro renda, educação e saúde o IDHM é de 0,692, classificado como médio.

5.3.4 Campestre

O município de Campestre encontra-se localizado na região administrativa do Sul de Minas gerais, faz parte da micro-regional do alto do rio Pardo e possui 577,843 km². Composto por colinas e campos, com altitudes variando entre 1.000 e 1.300 metros e possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 21° 42' 40" Sul e Longitude: 46° 14' 47" Oeste.

Possui população estimada em 21.392 habitantes, em 2015, e densidade demográfica de 35,8 habitantes por km².

- Sistema Econômico:

A economia de Campestre em Minas Gerais, possui como principais setores econômicos a prestação de Serviço e a Agropecuária.

Na agricultura destacam-se o café, grãos em geral (milho, arroz), batata, fumo. O café tipo exportação e a batata são destinados aos grandes centros de São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. A horticultura e demais produtos são explorados em menor escala por micro-produtores que destinam suas mercadorias aos CEASAS e à subsistência local.

A maior parte da população apta à produção efetiva desenvolve atividades de trabalho na zona rural, nos serviços relacionados à agricultura e pecuária. A pecuária é bastante expressiva, praticada de forma intensa com predomínio da produção de gado leiteiro e de suínos.

O município conta com indústrias de móveis, confecções, destilarias, torrefações e indústrias artesanais. Um contingente menor trabalha na sede municipal em indústrias de móveis, confecções e no comércio local. O déficit de empregos, entretanto, é alto, o que favorece o êxodo tanto rural, tanto no interior do município quanto para os grandes centros urbanos.

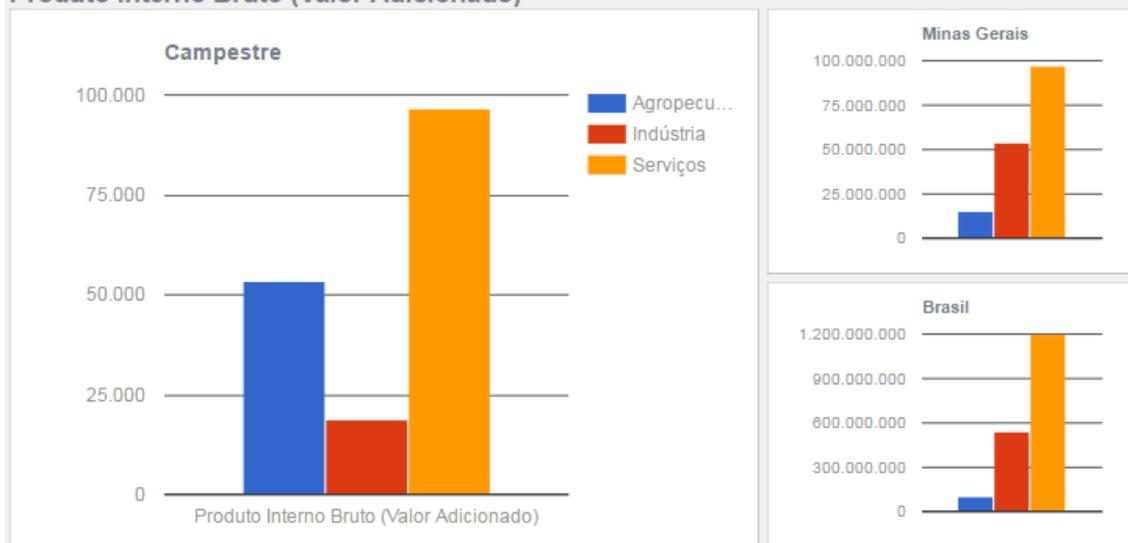
- Estrutura Fundiária:

O município está dividido em vários minifúndios, num total aproximado de 2.814 propriedades rurais produtivas.

- Comércio:

O comércio local é pequeno, porém ativo, restrito à sede municipal em estabelecimentos pequenos e tradicionais. Somam-se mais de 1.800 estabelecimentos comerciais urbanos e rurais. O município conta com três agências bancárias e uma cooperativa de crédito rural.

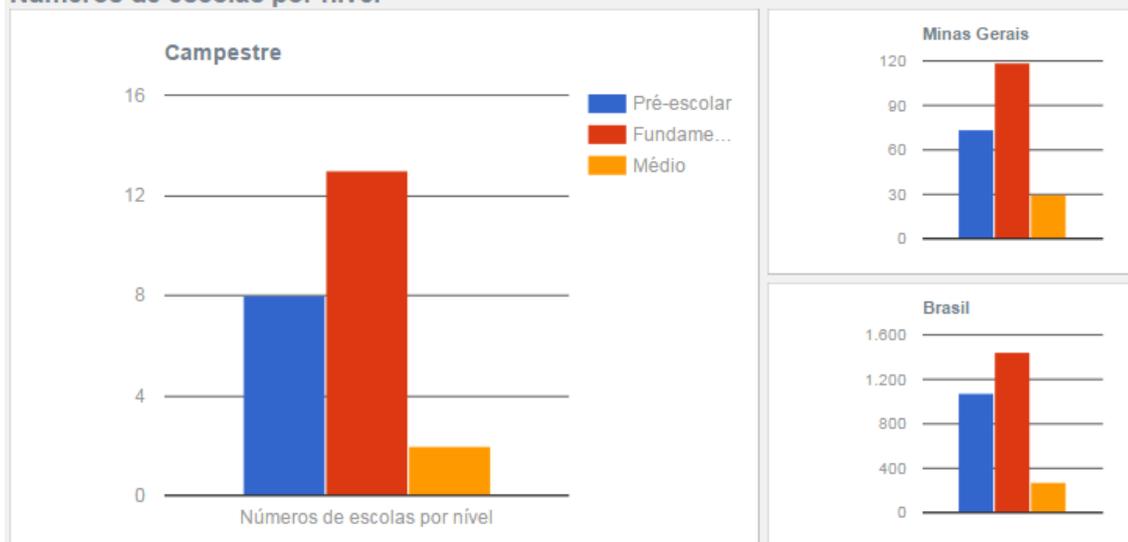
O PIB de Campestre é de R\$ R\$ 273.780.000,00 e o PIB per Capita de R\$ 13.221,61. O setor econômico que possui menor destaque é a indústria, conforme Gráfico 8, a seguir:

Produto Interno Bruto (Valor Adicionado)

Gráfico 8 - PIB - Campestre

 Fonte: www.ibge.gov.br

A população possui baixa escolaridade, e das 18.110 pessoas que possuem mais de 10 anos, apenas 3.562 (20%) ainda frequentam a escola, a maior parte está cursando o ensino fundamental, cerca de 11.923 pessoas (66%).

Das 23 escolas presentes no município 8 atendem a pré-escola, 13 oferecem o ensino fundamental e apenas 2 possuem a oferta de ensino médio para população, conforme Gráfico 9:

Números de escolas por nível

Gráfico 9 - Educação - Campestre

 Fonte: www.ibge.gov.br

Cerca de 11.655 pessoas (64%) estão ocupadas e 56% das pessoas com 10 anos ou mais de idade se enquadram em classes de rendimento nominal mensal entre 1/2 a 2 salários mínimos. O PIB *per capita* é de 11.371,80 reais por ano.

Pouco mais da metade da população vive em áreas urbanas (54%) e por volta de 56% dos domicílios possuem saneamento básico adequado, com destaque para aqueles da área rural, onde apenas 7,2% possuem saneamento básico adequado.

Existe o total de 4 estabelecimentos de saúde com atendimento ambulatorial médico com especialidades básicas. Baseado no quadro renda, educação e saúde o IDHM é de 0,698, classificado como médio.

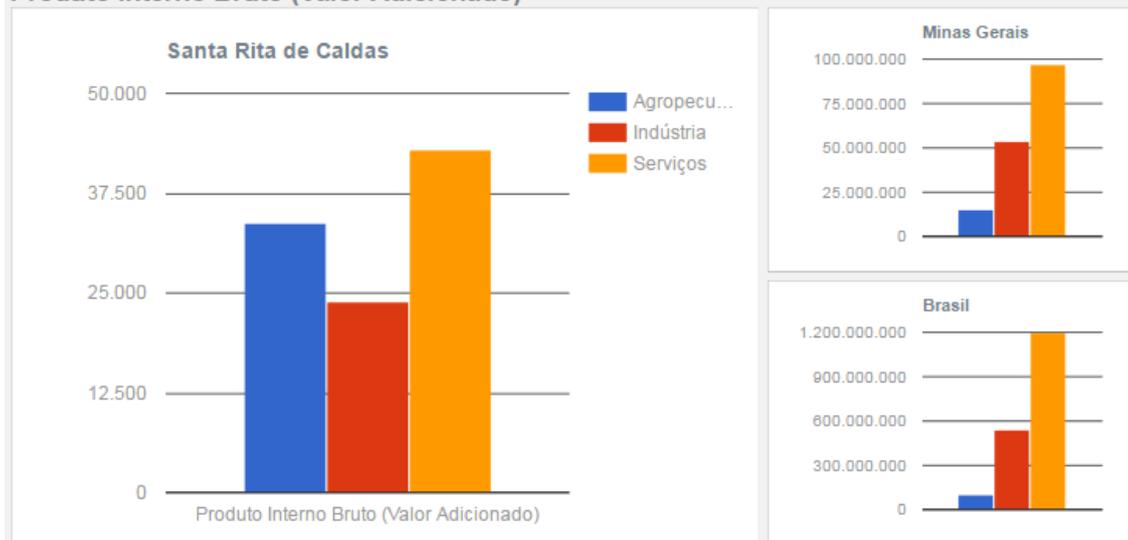
5.3.5 Santa Rita de Caldas

O município de Santa Rita de Caldas localiza-se na porção sudoeste do estado de Minas Gerais e possui 503,011 km². A altitude na área central da cidade é de 1122.53 metros. Está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 22° 1' 13" Sul e Longitude: 46° 20' 42" Oeste.

A cidade integra a microrregião de Poços de Caldas, e faz divisa com os municípios de Caldas, Ibitiúra de Minas, Andradas, Caldas, Ouro Fino, Ipuiúna e Campestre. Possui população estimada em 9.218 habitantes, em 2015, e densidade demográfica de 17,95 habitantes por km².

O Município faz parte do Circuito Turístico Caminhos Gerais e, portanto, o Turismo religioso é o grande atrativo da cidade, que fica a 475 Km de Belo Horizonte e a 430 Km de Juiz de Fora.

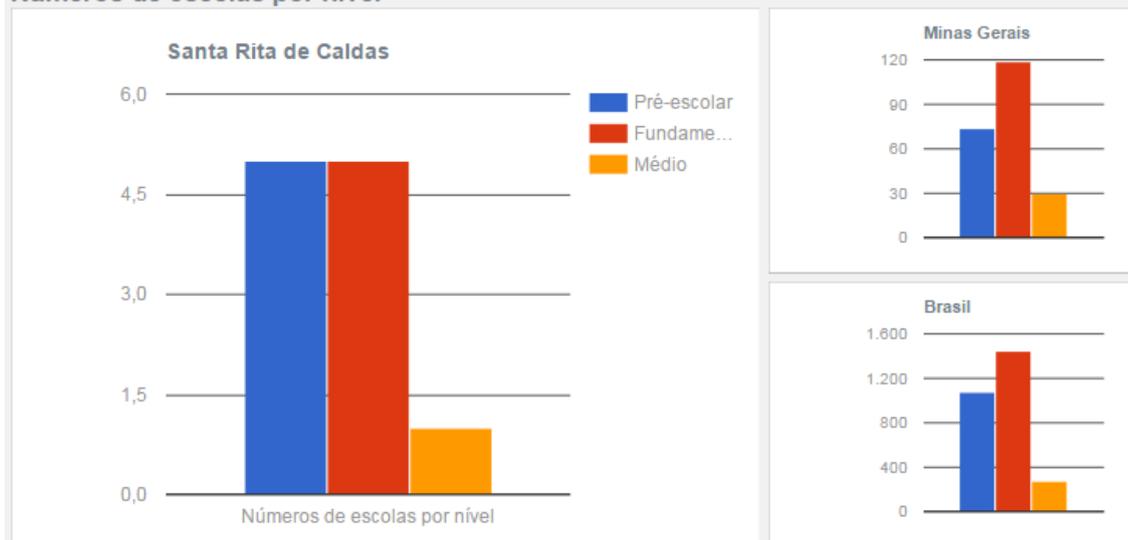
A economia de Santa Rita de Caldas em Minas Gerais, possui como principais setores econômicos o Serviço e a Agropecuária. O PIB de Santa Rita de Caldas é de R\$ R\$ 124.809.000,00 e o PIB per Capita de R\$ 13.883,09 (PIB per capita a preços correntes do ano de 2013 é de 14.743,55 reais). O setor econômico que possui menor destaque é a indústria, conforme Gráfico 10, a seguir:

Produto Interno Bruto (Valor Adicionado)

Gráfico 10 - PIB - Santa Rita de Caldas

Fonte: www.ibge.gov.br

A população possui baixa escolaridade, e das 8.022 pessoas que possuem mais de 10 anos, apenas 1.272 (16%) ainda frequentam a escola, e a maior parte das pessoas de 10 anos ou mais de idade, são classificadas como sem instrução e possuem fundamental incompleto, cerca de 5.157 (64%) pessoas.

Das 11 escolas presentes no município 5 atendem a pré-escola, 5 oferecem o ensino fundamental e apenas 1 possui a oferta de ensino médio para população, conforme Gráfico 11:

Números de escolas por nível

Gráfico 11 - Educação - Santa Rita de Caldas

Fonte: www.ibge.gov.br

Cerca de 5.021 (63%) pessoas de 10 anos ou mais de idade apresentam classes de rendimento nominal mensal entre $\frac{1}{2}$ a 2 salários mínimos.

A maior parte da população vive em áreas urbanas (64%) e pouco mais da metade dos domicílios possuem saneamento básico adequado (55%). Existe no total de 5 estabelecimentos de saúde com atendimento ambulatorial médico com especialidades básicas. Baseado no quadro renda, educação e saúde o IDHM é de 0,69, classificado como médio.

5.3.6 Ipuiuna

O município de Caldas localiza-se na porção sudoeste do estado de Minas Gerais e ocupa uma área de 298,195 Km² estando distante da capital Belo Horizonte 436 Km.

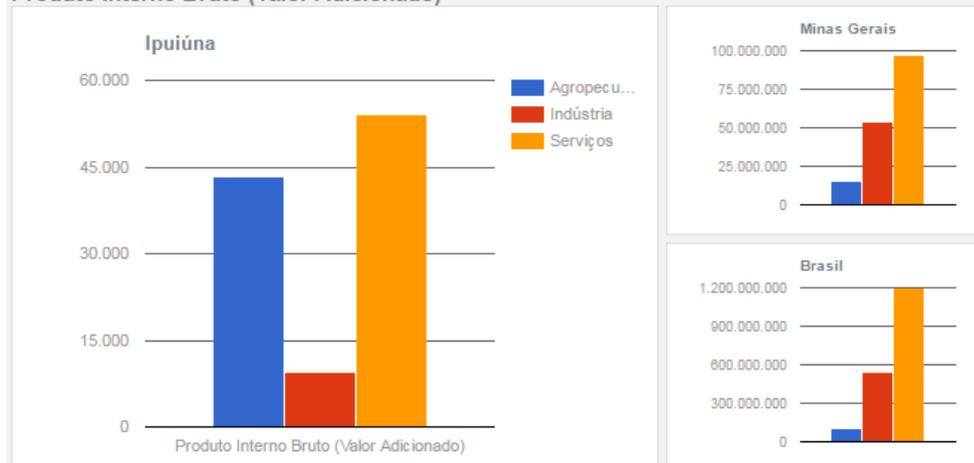
A altitude na área central da cidade é de 1.149,99 m e possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 22° 5' 57" Sul e Longitude: 46° 10' 37" Oeste.

A cidade integra a microrregião de Pouso Alegre, e faz divisa com os municípios de Congonhal, Espírito Santo do Dourado, Senador José Bento, Santa Rita de Caldas, Borda da Mata, Campestre, Poço Fundo e Ouro Fino (maior cidade nos arredores que dista a 28km de Ipuiuna).

Possui de acordo com o censo de 2010, 9.521 habitantes, com a população estimada em 2015 de 10.038 habitantes. Sua densidade demográfica de 31,93 hab/Km². A economia de Ipuiuna em Minas Gerais possui como principais setores econômicos o Serviço e a Agropecuária.

O Município faz parte do Circuito Turístico Caminhos Gerais. Possui grande potencial para trabalhar com segmentos de turismo na área rural, além do turismo de esportes e aventura diante dos cenários e belezas naturais que o município possui.

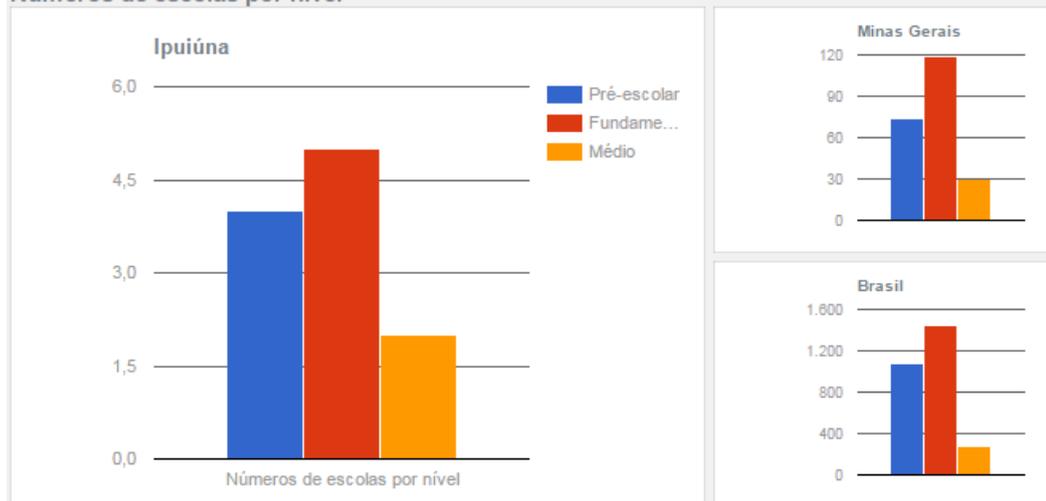
O PIB de Ipuiuna é de R\$ R\$ 115.445.000,00 e o PIB per Capita de R\$ 12.016,81. O setor econômico que possui menor destaque é a indústria, conforme Gráfico 12, a seguir:

Produto Interno Bruto (Valor Adicionado)

Gráfico 12 - PIB - Ipuíuna

Fonte: www.ibge.gov.br

A população possui baixa escolaridade, e das 8.281 pessoas que possuem mais de 10 anos, apenas 1.381 (17%) ainda frequentam a escola. Cerca de 5800 pessoas (70%) de 10 anos ou mais de idade, são sem instrução e possuem fundamental incompleto.

Das 11 escolas presentes no município 4 atendem a pré-escola, 5 oferecem o ensino fundamental e apenas 2 possuem a oferta de ensino médio para população, conforme Gráfico 13:

Números de escolas por nível

Gráfico 13 - Educação - Ipuíuna

Fonte: www.ibge.gov.br

Apenas 4.975 pessoas (60%) estão ocupadas e cerca de 50% das pessoas de 10 anos ou mais de idade se enquadram em classes de rendimento nominal mensal entre 1/2 a 2 salários mínimos. O PIB *per capita* é de 9.099,38 reais por ano.

A maior parte da população vive em áreas urbanas (78%) e pouco mais da metade dos domicílios (57%) possuem saneamento básico adequado. Existe o total de 3 estabelecimentos de saúde com atendimento ambulatorial médico com especialidades básicas. O IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano) da cidade é de 0,686, considerado Médio.

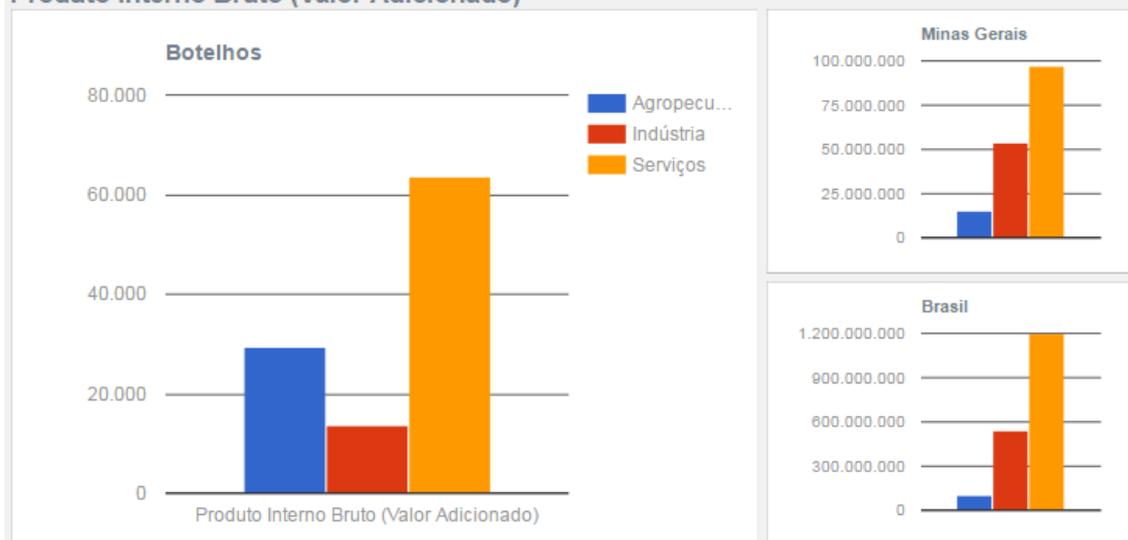
5.3.7 Botelhos

A cidade de Botelhos em Minas Gerais foi fundada em 30 de agosto de 1911. Está situada na região Sudoeste de Minas Gerais e integra o Circuito Turístico Caminhos Gerais. A cidade integra a microrregião de Poços de Caldas, e faz divisa com os municípios de Cabo Verde, Poços de Caldas, Bandeira do Sul, Campestre e Divisa Nova.

Ocupa uma área de 334,089 km² estando distante da capital Belo Horizonte 450 km. A altitude na área central da cidade é de 987.45 m e possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 21° 38' 28" Sul e Longitude: 46° 23' 44" Oeste.

Possui população estimada em 15.324 habitantes, em 2015, e densidade demográfica de 44,66 habitantes por km².

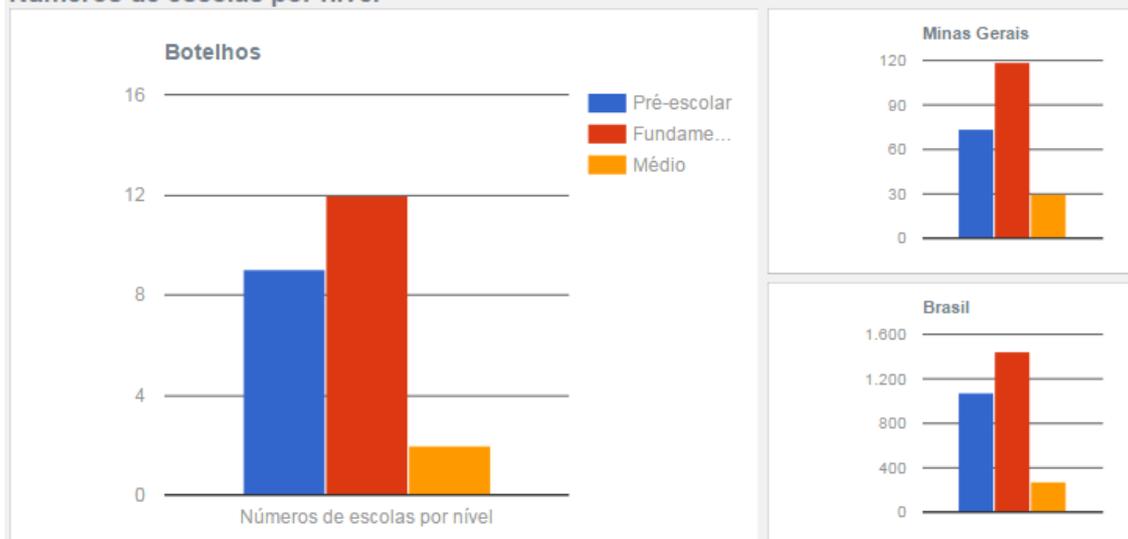
A economia de Botelhos em Minas Gerais possui como principais setores econômicos o Serviço e a Agropecuária. O PIB de Botelhos é de R\$ R\$ 165.534.000,00 e o PIB per Capita de R\$ 11.114,91 Sua economia é baseada no setor terciário, seguido pela agropecuária, no qual se destaca o cultivo da banana, do café, arroz, feijão e milho, além da criação de bovinos para pecuária de corte e leiteira. É importante destacar a presença de lavoura temporária com o cultivo de gêneros alimentícios básicos: feijão, batata inglesa, mandioca, milho e tomate. O setor econômico que possui menor destaque é a indústria, conforme Gráfico 14, a seguir:

Produto Interno Bruto (Valor Adicionado)

Gráfico 14 - PIB - Botelhos

Fonte: www.ibge.gov.br

A população possui baixa escolaridade, e das 13.020 pessoas que possuem mais de 10 anos, apenas 2.190 (17%) ainda frequentam a escola, e 65% das pessoas de 10 anos ou mais de idade são classificadas como sem instrução, com o ensino fundamental incompleto.

Das 23 escolas presentes no município 9 unidades atendem a pré-escola, 12 oferecem o ensino fundamental e apenas 2 possuem a oferta de ensino médio para população, conforme Gráfico 15:

Números de escolas por nível

Gráfico 15 - Educação - Botelhos

Fonte: www.ibge.gov.br

Apenas 7.593 (58%) pessoas estão ocupadas e 7.137 (55%) pessoas de 10 anos ou mais de idade com Classes de rendimento nominal mensal entre 1/2 a 2 salários mínimos. O PIB *per capita* é de 11.114,91 reais por ano.

A maior parte da população vive em áreas urbanas (76%) e boa parte dos domicílios (75%) possuem saneamento básico adequado, com destaque para aqueles da área rural, onde apenas 0,2% dos domicílios são servidos adequadamente. Existe o total de 8 estabelecimentos de saúde com atendimento ambulatorial médico com especialidades básicas. Baseado no quadro renda, educação e saúde o IDHM é de 0,702, classificado como médio.

5.3.8 Andradas

A cidade de Andradas em Minas Gerais foi fundada em 22 de Fevereiro de 1890, estando situada na região Sul e Sudoeste de Minas. Ocupa uma área de 469,370 km² estando distante da capital Belo Horizonte 498 km. A altitude na área central da cidade é de 878.90 m e possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 22° 4' 4" Sul e Longitude: 46° 34' 12" Oeste.

A cidade integra a microrregião de Poços de Caldas e faz parte do Circuito Turístico Caminhos Gerais. O município faz divisa com os municípios de Poços de Caldas, Caldas, Ibityúra de Minas, Santa Rita de Caldas, Ouro Fino, Jacutinga, Albertina, Águas da Prata-SP, Espírito Santo do Pinhal-SP, Santo Antônio do Jardim-SP e São João da Boa Vista-SP.

Possui de acordo com o censo de 2010, 37.270 habitantes, sendo a população estimada em 2015 de 40.092 habitantes, com uma densidade demográfica de 79,40 hab/km². O IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) da cidade é de 0,734, considerado médio.

A economia de Andradas, em Minas Gerais, possui como principais setores econômicos o Serviço e a Indústria. O PIB de Andradas é de R\$ R\$ 599.313.000,00 e o PIB per Capita de R\$ 15.804,67 (Gráfico 16).

Sua economia é baseada no setor terciário, seguido pela indústria. A agropecuária é o menor setor, conforme gráfico apresentado na sequência. Na agropecuária qual se destaca o cultivo de alimentos básicos como arroz, feijão, milho, banana, café, e ainda pêssego e uva. Além da criação de bovinos para pecuária de corte e leiteira, possui também suínos, galináceos e mel de abelha, entre outros. É importante destacar a presença de lavoura temporária com o cultivo de gêneros alimentícios básicos: feijão, batata inglesa, batata doce, mandioca, milho, tomate e cana de açúcar.

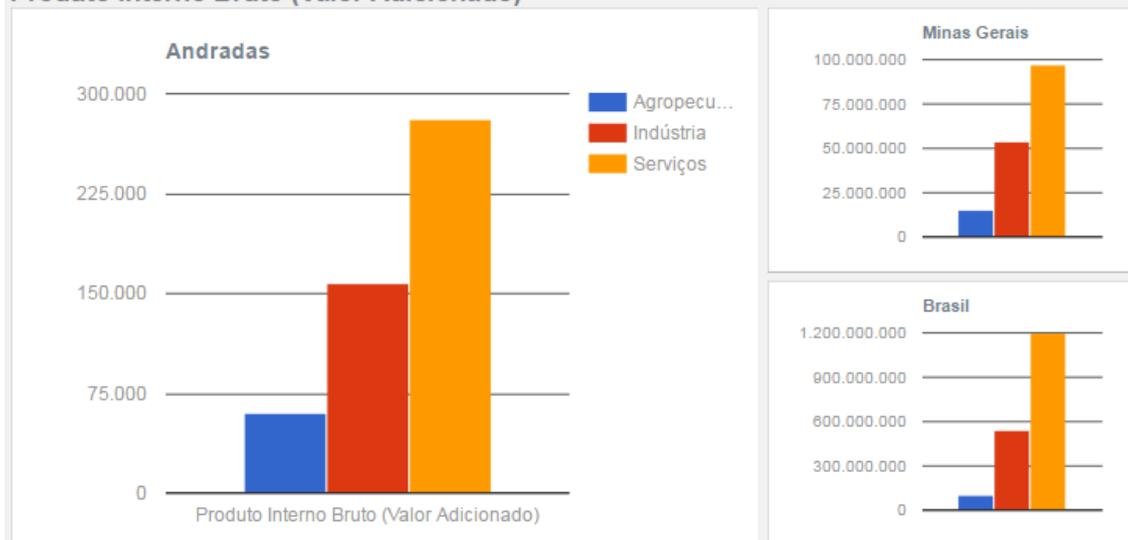
Produto Interno Bruto (Valor Adicionado)


Gráfico 16 - PIB - Andradas

 Fonte: www.ibge.gov.br

A população possui baixa escolaridade, e das 32.672 pessoas que possuem mais de 10 anos, apenas 6.426 (20%) ainda frequentam a escola, e 60% das pessoas de 10 anos ou mais de idade são classificadas como sem instrução e fundamental incompleto.

Das 32 escolas presentes no município 11 atendem a pré-escola, 19 oferecem o ensino fundamental e apenas 5 possuem a oferta de ensino médio para população, conforme Gráfico 17:

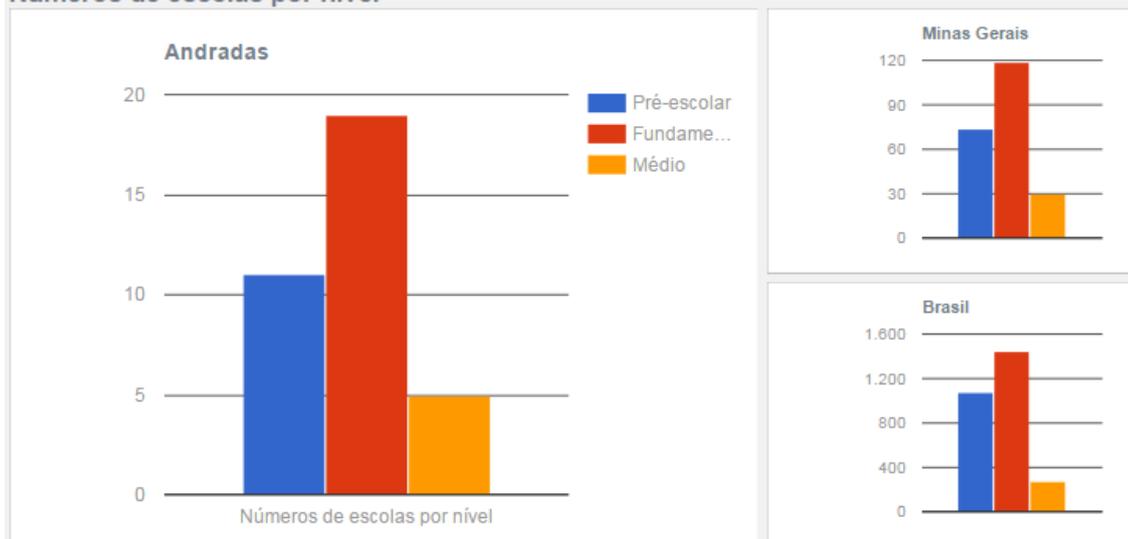
Números de escolas por nível


Gráfico 17 - Educação - Andradas

 Fonte: www.ibge.gov.br

Apenas 21.209 pessoas (65%) estão ocupadas e 17.624 pessoas de 10 anos ou mais de idade (54%) possuem rendimento nominal mensal entre 1/2 a 2 salários mínimos.

A maior parte da população vive em áreas urbanas (75%) e boa parte dos domicílios (75%) possui saneamento básico adequado, exceto aqueles da área rural, onde apenas 1,8% dos domicílios são servidos adequadamente. Existe o total de 11 estabelecimentos de saúde com atendimento ambulatorial médico com especialidades básicas.

5.4 Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico deverá caracterizar a situação ambiental atual das áreas de influência do empreendimento, nos aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos e culturais. Desta forma, será obtido um conhecimento da região antes da implantação da obra, que servirá de referência para a avaliação dos impactos advindos pela construção, operação e desativação da mina. Os resultados dos levantamentos e dos estudos deverão ser apresentados com o apoio de mapas, gráficos e tabelas.

Para possibilitar uma visão sistêmica da área de interesse, os diagnósticos dos diversos meios deverão ser apresentados, primeiramente em separado e, em seguida, de forma multi e interdisciplinar na Análise Integrada.

5.4.1 Meio Socioeconômico

O levantamento de dados secundários realizado no item 5.3 servirá de base para construção de um termo de referência. Tal termo tem como finalidade a contratação de empresa para levantamento socioeconômico nos municípios integrantes das áreas de influência do empreendimento, conforme apresentado no item 5.2.

A elaboração do termo de referência levará em conta:

- A natureza e as características da atividade desempenhada pela empresa;
- As atividades econômicas dos Municípios em questão;
- As características geográficas do local do empreendimento;
- A legislação territorial e ambiental aplicável à região e à atividade.

Além desses, outros elementos importantes que deverão compor o diagnóstico em epígrafe das comunidades do entorno, na busca por melhores ações para execução do projeto de desativação, serão descritos a seguir:

5.4.1.1 Dinâmica Populacional

- Distribuição e mapeamento da população, localização das aglomerações urbanas e rurais e hierarquização dos núcleos.
- Identificar os fluxos migratórios para a localidade, informando a origem e as causas da migração.

5.4.1.2 Caracterização das Comunidades Atingidas

- Estrutura ocupacional: população economicamente ativa (PEA) urbana e rural; distribuição da renda da PEA; geração de emprego; aspectos da economia informal; índices de desemprego e relações de troca entre a economia local, regional e a nacional.
- Educação: caracterização do sistema formal e informal de ensino, rural e urbano (recursos físicos e humanos); índice de alfabetização; cursos profissionalizantes existentes.
- Saúde: coeficiente de mortalidade geral e proporcional; coeficiente de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias; caracterização da estrutura institucional e infraestrutura correspondente. Programas de saúde em nível governamental e privado; identificação de vetores de doenças infecto contagiosas, relacionando-os com os estudos da fauna terrestre.
- Lazer, turismo e cultura: manifestações culturais relacionadas ao meio ambiente natural e sócio-religioso; principais atividades de lazer da população; áreas de lazer mais utilizadas; equipamentos de lazer urbanos e rurais.
- As condições habitacionais nas cidades, nos povoados e na zona rural. Estrutura de segurança civil.
- Descrição dos programas/projetos que estão sendo desenvolvidos junto à população, bem como dos convênios junto às universidades e prefeituras.

5.4.1.3 Organização Social

- Forças e tensões sociais, grupos e movimentos comunitários, lideranças, forças políticas e sindicais atuantes, associações.
- Levantamento do contingente operário a ser estabelecido nos locais das obras e infraestrutura para manutenção do mesmo, assim como a avaliação dos impactos sociais decorrentes do novo agrupamento populacional.
- Levantamento da situação periférica do acampamento das obras, instalação de pequenos comércios.
- Identificação e caracterização das reservas e populações indígenas/ tradicionais existentes na área de influência do empreendimento.

5.4.1.4 Infraestrutura Básica

- Caracterização e mapeamento da infraestrutura regional: transporte, energia elétrica (especificação das formas de geração), comunicações, captação e abastecimento de água potável e saneamento.

5.4.1.5 Uso e Ocupação Territorial

- Caracterização da paisagem (topografia, geomorfologia, vegetação sob a ótica das modificações humanas).
- Análise descritiva e histórica da evolução e ocupação humana na região.
- Estrutura fundiária

5.4.1.6 Patrimônio Natural e Cultural

Deverá ser realizado levantamento de campo de forma a gerar o mapeamento da ocorrência dos sítios do patrimônio natural (cavernas, picos, cachoeiras e outros elementos relevantes) e histórico-culturais, especialmente protegidos pela legislação em relação aos valores histórico, natural, paisagístico e arqueológico.

Os levantamentos do patrimônio arqueológico deverão ser feitos mediante aprovação prévia do IPHAN.

5.4.2 Meio Físico

5.4.2.1 Clima e Condições Meteorológicas

5.4.2.1.1 Dados Regionais

Segundo Nilmer (1979) o clima da região da UTM Caldas é tropical mesotérmico brando úmido com 3 meses do ano secos. Este clima é caracterizado por temperaturas amenas durante todo o ano, com média variando entre 18 e 19°C e ocorre no Sul de Minas Gerais em altitudes maiores do que 900 m. O verão é brando, a temperatura média do mês mais quente é menor do que 22°C. Já no inverno a temperatura média do mês mais frio é menor do que 15°C, porém maior do que 10°C. Nos meses mais frios de junho e julho, a mínima diária pode atingir 0°C, a média das mínimas varia entre 6 e 8°C. Neste clima podem ser registradas geadas em 5 a 20 dias por ano e neste caso a mínima absoluta

atinge -4°C . De acordo com a classificação de Köppen este clima é Aw, ou seja, tropical com inverno seco.

A estação climatológica mais próxima da UTM pertencente à rede do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia localiza-se na cidade de Machado coordenadas $21^{\circ}40'00''$ de latitude Sul e $45^{\circ}55'00''$ de longitude Oeste e altitude 873,35 m. A Tabela 2 e a Figura 7 a Figura 9 apresentam os dados das normais climatológicas registradas nesta estação no período de 1961 a 1990.

Tabela 2 - Normais climatológicas registradas em Machado (1961 a 1990)

Variável/Mês	Und	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Precipitação	mm	274	196	183	79	57	35	32	32	74	145	188	298	1593
Pressão Atm.	hPa	915,1	916	916,3	917,4	919	920,1	921	919,6	918,4	916,4	915,1	914,9	917,6
Temp. Média	$^{\circ}\text{C}$	22,1	22,4	21,8	20,1	17,4	16,1	15,6	17,6	19,4	20,7	20,9	21,6	19,6
Temp. Mínima	$^{\circ}\text{C}$	17,8	17,6	17,0	14,2	13,6	9,4	8,8	10,4	13,1	15,3	16,4	17,4	14,3
Temp. Máxima	$^{\circ}\text{C}$	28,6	29,0	28,6	27,0	25,2	23,9	24,0	26,0	27,0	27,5	28,0	27,6	26,9
Insolação	horas	159	158	171	180	185	172	201	195	163	164	161	140	2049
Nebulosidade	(0-10)	7,1	6,9	6,2	5,1	4,3	4,0	3,5	3,7	5,2	6,6	6,8	7,7	5,6
Umid. Relativa	(%)	77	76	76	75	75	73	69	64	64	70	73	77	72

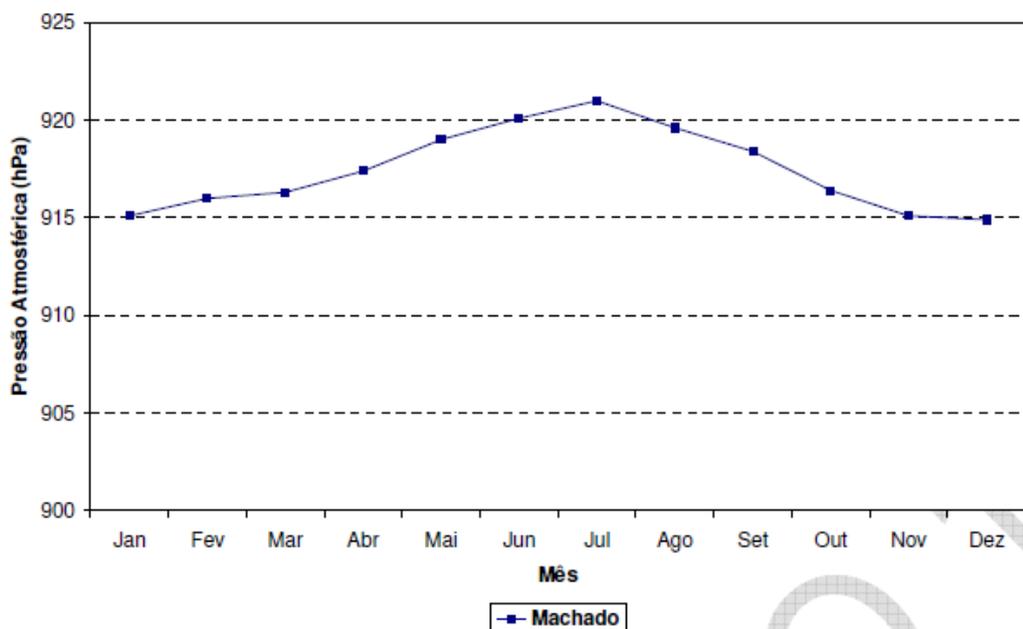


Figura 7 - Pressão atmosférica média mensal registrada em Machado (1961 a 1990)

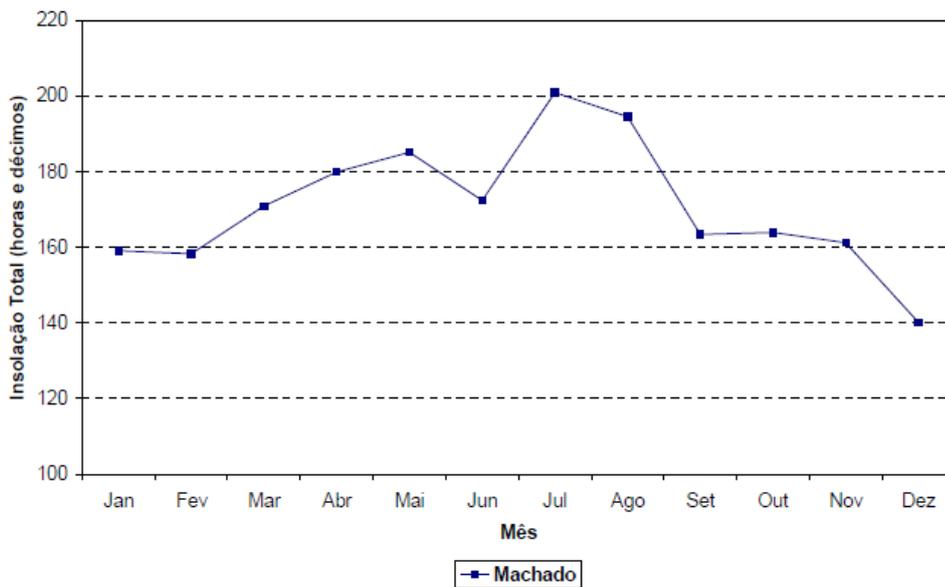


Figura 8 - Insolação total média mensal registrada em Machado (1961 a 1990)

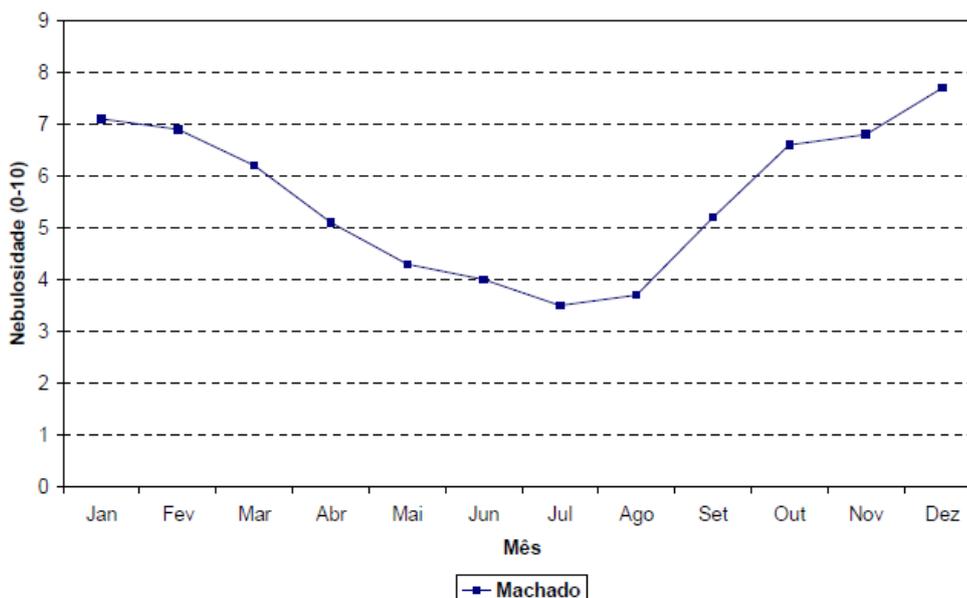


Figura 9 - Nebulosidade média mensal registrada em Machado (1961 a 1990)

Com os dados da estação de Machado, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA elaborou o balanço hídrico climatológico por meio do método de Thornthwaite & Matter (1955), cujos resultados estão apresentados na Tabela 3 e na Figura 10.

Tabela 3 - Balanço hídrico climatológico em Machado

Mês/Variável	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	22,1	274	103	100	103	0	171
Fev	22,4	196	96	100	96	0	100
Mar	21,8	183	97	100	97	0	86
Abr	20,1	79	75	100	75	0	4
Mai	17,4	57	54	100	54	0	3
Jun	16,1	35	43	93	42	0	0
Jul	15,6	32	41	84	40	1	0
Ago	17,6	31	54	67	49	6	0
Set	19,4	74	68	73	68	0	0
Out	20,7	145	85	100	85	0	33
Nov	20,9	188	88	100	88	0	100
Dez	21,6	298	101	100	101	0	197
Anual	19,6	1592	904	1117	897	7	695

Legenda:

T: temperatura média mensal do ar

P: precipitação total média

ETP: evapotranspiração potencial

ARM: armazenamento de água no solo

DEF: deficiência hídrica

EXC: excedente hídrico

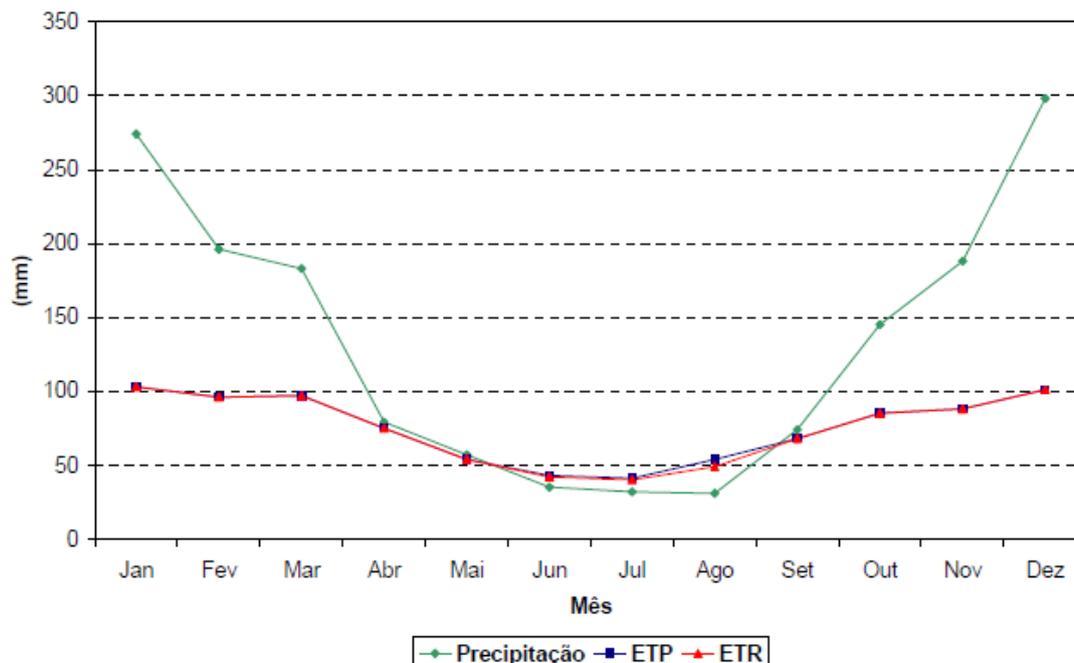


Figura 10 - Balanço hídrico climatológico mensal em Machado

A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) opera uma estação meteorológica localizada no aeroporto de Poços de Caldas/MG, cujos registros de totais mensais de precipitação,

médias mensais de temperatura do ar, máxima e mínima mensal de temperatura do ar e umidade relativa, no período de 1992 a 2009 são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Dados climatológicos registrados no aeroporto de Poços de Caldas (1992 a 2009)

Variável/Mês	Und	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Precipitação	mm	312,9	216,7	201,2	74,1	79,7	28,7	29,4	29,6	81,3	143,9	187,7	258,2	1643,5
Temp. Média	°C	22,4	22,6	22,3	21,0	18,2	17,1	17,5	19,4	21,1	22,2	22,0	22,2	20,6
Temp. Mínima	°C	11,9	11,4	10,5	4,9	1,0	-1,0	-0,8	0,3	4,0	6,8	9,2	10,0	5,7
Temp. Máxima	°C	30,8	30,2	29,7	28,9	26,9	25,6	26,6	29,1	30,6	30,8	30,4	30,2	29,2
Umid. Relativa	%	74,4	72,1	70,6	67,8	68,1	65,1	61,4	54,2	58,5	63,4	68,8	72,8	66,4

Foram também levantadas pelo PRAD as frequências de direção e velocidade média mensal do vento no período de 1992 a 2009, as quais são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Velocidade média mensal (V - km/h) e frequência por direção (F - %) do vento no aeroporto de Poços de Caldas (1992 a 2009)

Direção	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calmo
	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	
1992	12,7	4,7	14,1	15,5	14,6	31,0	13,0	5,3	10,0	1,1	13,6	2,8	14,1	6,1	12,8	7,9	25,6
1993	11,7	8,6	12,0	17,1	12,3	19,0	9,9	2,6	8,5	1,1	12,6	5,3	13,2	9,6	11,7	8,2	28,6
1994	11,6	10,0	10,8	20,0	10,2	20,7	8,1	3,3	8,7	1,5	11,6	6,2	11,6	7,9	10,9	6,3	24,0
1995	10,6	9,5	10,1	18,9	9,8	15,4	8,1	2,6	10,3	1,0	10,8	7,2	11,1	9,2	10,4	6,9	29,2
1996	9,7	9,7	9,7	20,4	9,0	16,1	7,4	2,7	7,7	1,0	11,0	8,6	9,6	9,1	10,4	7,8	24,6
1997	11,3	10,6	10,5	20,7	9,7	14,1	7,6	2,2	8,9	1,2	11,3	7,7	11,7	10,8	10,6	6,0	26,7
1998	11,0	15,4	10,3	20,3	9,2	5,5	8,9	1,8	11,6	3,2	11,4	9,9	11,4	8,8	10,4	8,7	26,4
1999	10,0	17,6	9,1	20,2	8,6	5,7	9,9	1,5	10,6	6,6	10,8	10,8	9,5	7,1	9,0	8,3	22,2
2000	7,8	22,5	7,8	20,8	7,0	7,3	7,0	1,0	9,2	6,4	8,2	8,2	7,9	8,4	7,9	11,3	14,1
2001	8,4	11,2	9,0	16,7	9,4	27,5	7,3	2,4	7,6	1,8	8,9	7,4	9,9	9,5	9,3	8,1	15,4
2002	10,2	10,6	10,4	17,2	11,5	30,9	8,9	2,6	9,1	2,2	10,8	7,7	11,5	7,6	10,5	9,0	12,2
2003	10,0	9,8	9,3	17,0	10,8	27,6	8,1	3,1	8,0	1,3	10,1	8,4	11,8	7,7	10,9	11,2	13,8
2004	10,3	7,6	10,0	19,2	12,2	30,5	9,3	2,8	8,5	1,1	10,8	8,5	11,9	7,8	11,2	10,6	11,6
2005	10,2	5,6	9,4	19,9	11,0	30,2	8,4	3,7	7,6	0,7	9,2	6,4	11,1	8,0	11,1	10,7	14,8
2006	9,7	5,1	9,2	15,8	10,8	28,6	8,7	3,1	5,3	0,6	9,6	6,2	11,1	11,4	10,7	13,0	16,3
2007	8,8	9,6	8,1	13,1	10,7	31,7	8,0	4,6	5,4	1,0	8,8	5,6	10,1	10,2	9,6	9,1	15,0
2008	9,0	9,5	8,0	10,4	10,0	28,8	8,8	6,2	7,1	1,0	8,5	5,3	10,0	12,1	9,6	12,1	14,6
2009	7,8	9,2	7,3	10,3	9,5	33,4	7,0	6,0	7,7	1,1	8,2	5,7	8,8	14,9	8,9	9,8	9,6
Média	10,0	10,4	9,7	17,4	10,4	22,4	8,6	3,2	8,4	1,9	10,3	7,1	10,9	9,2	10,3	9,2	19,2

A partir dos dados da Figura 11, verifica-se que a direção do vento predominante no aeroporto de Poços de Caldas é leste (E), com percentual médio de 22,4 %. A segunda direção de maior ocorrência é nordeste (NE), com média de 17,4 % das observações anuais. Esta direção leste (E) dos ventos, predominante ao longo do ano na região de Caldas, é confirmada pelo Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (Amarante, 2001) conforme apresentado na Figura 12.

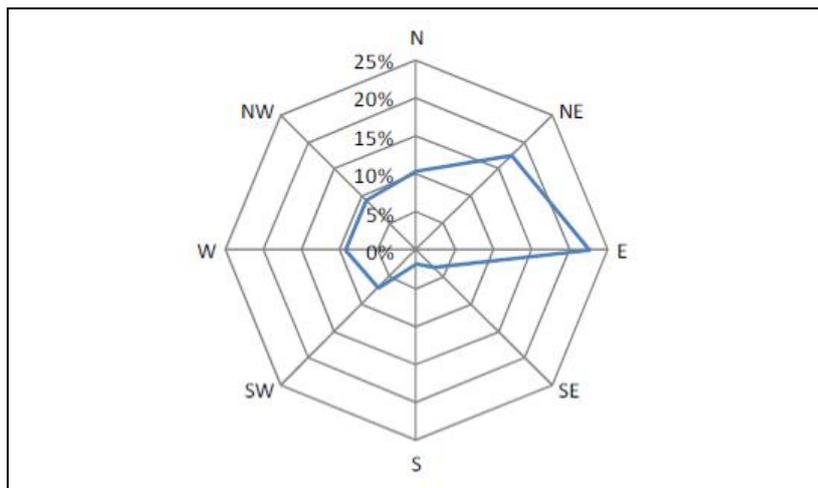


Figura 11 - Direções predominantes do vento (%) na estação meteorológica do aeroporto de Poços de Caldas (1992 a 2009)

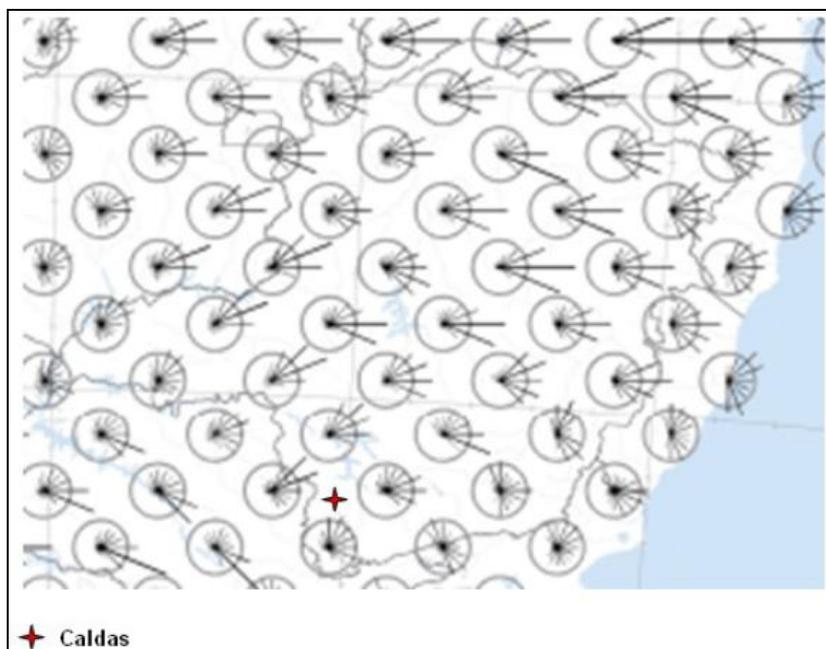


Figura 12 - Direções predominantes anuais do vento (%) em Minas Gerais - Círculo de referência - 10%

Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (Amarante, 2001)

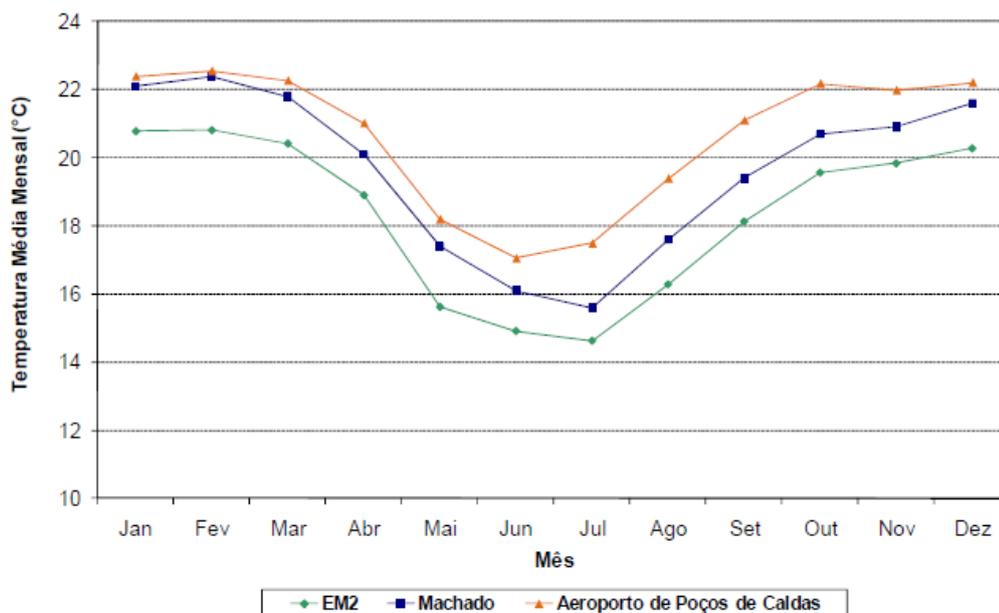
5.4.2.1.2 Dados Locais

Desde 1996, existe na UTM uma estação climatológica (EM2) com coordenadas: 21°58'02" de latitude Sul e 46°30'25" de longitude Oeste. A Tabela 6 apresenta as normais climatológicas registradas no período de 1996 a 2006. Para a variável umidade relativa, o monitoramento foi realizado no período de 1996 a 1998.

Tabela 6 - Normais climatológicas registradas na EM2

Variável/Mês	Und	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Temp. Média	°C	20,8	20,8	20,4	18,9	15,6	14,9	14,6	16,3	18,1	19,6	19,8	20,3	18,3
Temp. Mínima	°C	16,8	16,4	16,0	13,5	9,6	8,9	8,4	9,6	12,5	14,4	15,1	16,1	13,1
Temp. Máxima	°C	24,8	25,3	24,9	24,3	21,6	20,9	20,9	22,9	23,8	24,8	24,6	24,5	23,6
Umid. Relativa	(%)	83,8	78,9	79,2	77,0	81,2	81,3	80,4	67,5	70,0	73,7	79,2	82,8	77,9

Na Figura 13 a Figura 16 são apresentados os dados das normais climatológicas mensais registradas em Machado, no aeroporto de Poços de Caldas e na EM2. Verifica-se que as temperaturas registradas na EM2 são mais baixas do que as temperaturas registradas no aeroporto de Poços de Caldas, exceto para as mínimas mensais, onde os dados do referido aeroporto são menores. Ressalta-se que as temperaturas máximas e mínimas mensais em Poços de Caldas referem-se aos valores absolutos de cada mês, o que pode estar resultando em médias mensais superiores, no caso das máximas, e inferiores, para as mínimas, quando comparadas com os dados de Machado e da EM2.


Figura 13 - Temperatura do ar média mensal registrada em Machado (1961 a 1990), no aeroporto de Poços de Caldas (1992 a 2009) e na EM2 (1996 a 2006)

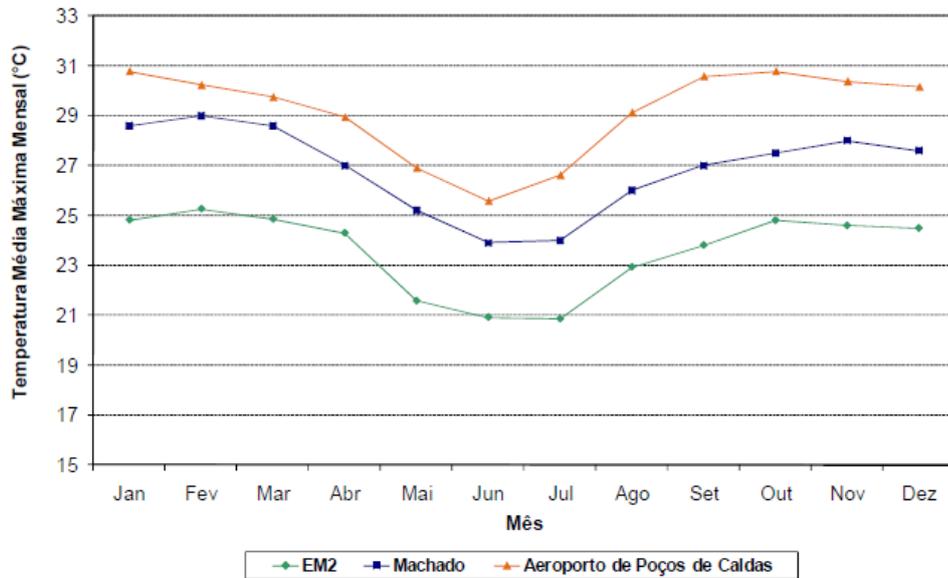


Figura 14 - Temperatura do ar média máxima mensal registrada em Machado (1961 a 1990), no aeroporto de Poços de Caldas (1992 a 2009) e na EM2 (1996 a 2006)

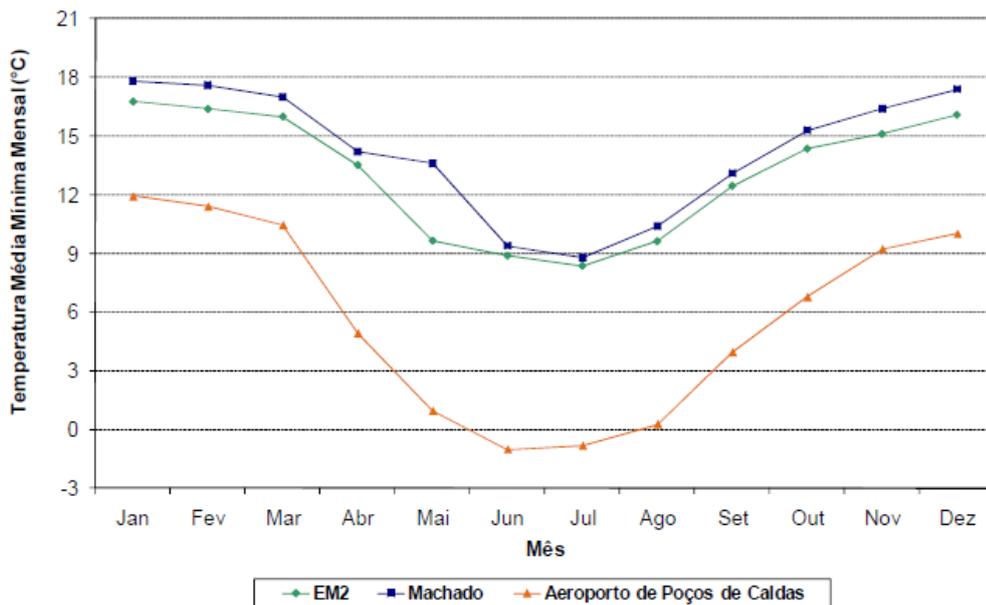


Figura 15 - Temperatura do ar média mínima mensal registrada em Machado (1961 a 1990), no aeroporto de Poços de Caldas (1992 a 2009) e na EM2 (1996 a 2006)

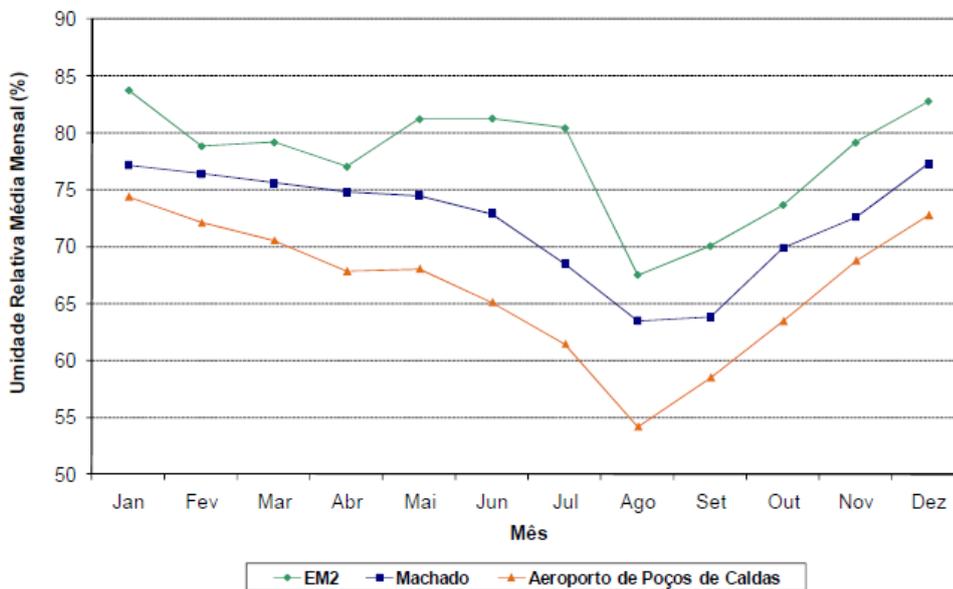


Figura 16 - Umidade relativa média mensal registrada em Machado (1961 a 1990), no aeroporto de Poços de Caldas (1992 a 2009) e na EM2 (1996 a 1998)

Para a variável umidade relativa, os dados registrados na EM2 nos meses de maio a julho apresentam um comportamento distinto do que foi verificado tanto em Machado quanto no aeroporto de Poços de Caldas. Sugere-se que os dados da EM2 possam ser inconsistentes, uma vez que, considerando as direções predominantes do vento leste (E) e nordeste (NE), o ar úmido proveniente da Represa de Águas Claras é impelido na direção contrária da EM2, situada a sudoeste (SW) da represa.

Na UTM existe também uma estação evaporimétrica, operada desde 1996, em que a evapotranspiração é medida no tanque Classe A.

A análise da consistência dos dados evaporimétricos medidos na estação da UTM foi feita no PRAD através da comparação com os dados de evapotranspiração potencial calculados a partir no balanço hídrico climatológico de Machado. Os dados da série histórica do tanque Classe A foram multiplicados pelo coeficiente do tanque de 0,70 e foram considerados duvidosos os valores da faixa de 80 a 120% dos valores médios de evapotranspiração potencial em Machado. Com esse indicativo de dado duvidoso, foram analisados os dados diários decidindo pela sua utilização no estudo.

A Tabela 7 apresenta os dados médios mensais de evapotranspiração registrados na estação da UTM, já com a triagem e correção com o coeficiente do tanque (0,70). A Figura 17 apresenta os dados médios mensais de evapotranspiração da UTM comparados com a evapotranspiração registrada em Machado.

Tabela 7 - Evapotranspiração média mensal na UTM (1996 a 2008)

Variável/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Evaporação (mm)	72,7	70,7	80,2	75,5	59,5	54,2	64,6	83,2	93,3	97,3	84,4	76,9	912,5

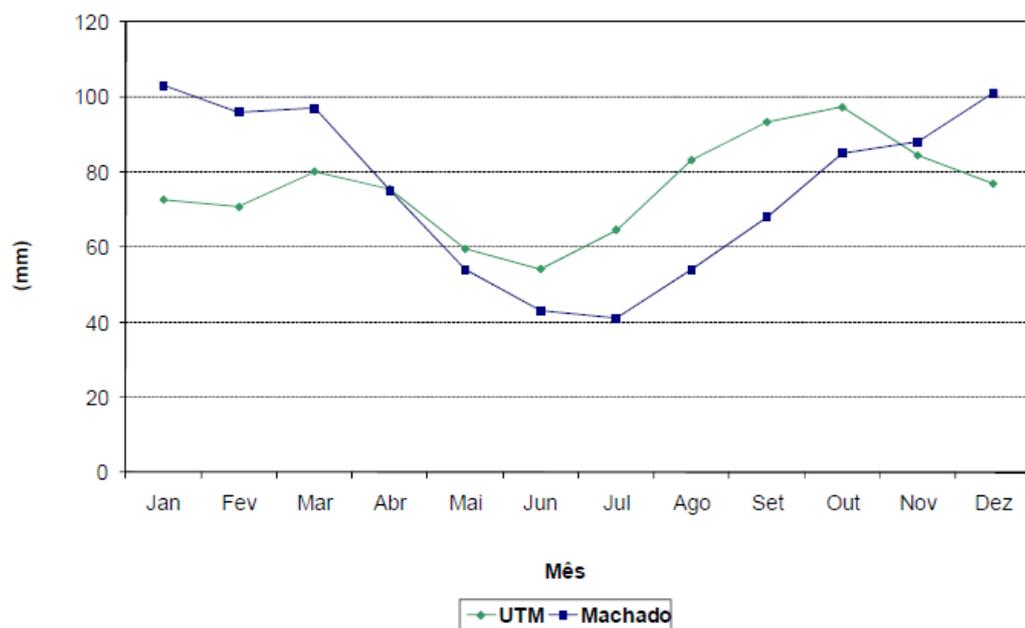


Figura 17 – Comparação da evapotranspiração na UTM (1996 a 2008) e em Machado (1961 a 1990)

5.4.2.2 Geologia

5.4.2.2.1 Geologia Regional

A região de Poços de Caldas, conhecida geologicamente como Maciço Alcalino de Poços de Caldas (MAPC), é um exemplo típico de feição denominada “caldeira vulcânica”. Por conta de sua estrutura formada pelo colapso total ou parcial do teto de câmaras magmáticas que alimentam vulcões, com reflexo na superfície levando à formação de uma grande depressão circundada por diques anelares. O Complexo Alcalino de Poços de Caldas (CAPC), onde está inserida a UTM é mundialmente conhecido por suas características peculiares com a ocorrência de uma gama variada de recursos naturais e minerais. Este complexo possui forma planimétrica subcircular, com diâmetro de 33 Km e superfície aproximada de 800 Km², se constituindo de um dos maiores do mundo. Sua diversidade de recursos se apresenta na forma de fonte de águas termais sulfurosas (e terapêuticas), águas naturais abundantes e perenes, terras para usos agrícolas diversos, argilas especiais, recursos minerais radioativos (Urânio, Tório, Zircônio, Elementos Terras Raras, Molibdênio) e Ferro.



Figura 18 - Imagem de satélite mostrando estrutura subcircular do Complexo Alcalino de Poços de Caldas

Fonte: INB.

Em um escopo geral, o MAPC está inserido no setor Central da Província da Mantiqueira, a sul do Cráton São Francisco e da Faixa Brasília (Cordani *et al.* 2000) cuja a evolução geológica tem sido explicada através de uma história policíclica que se iniciou no Arqueano e finalizou com a Orogênese Brasileira durante a aglutinação do Gondwana Ocidental no Neo-Proterozóico (Cordani *et al.* 2000, Hackspacher *et al.* 2003).

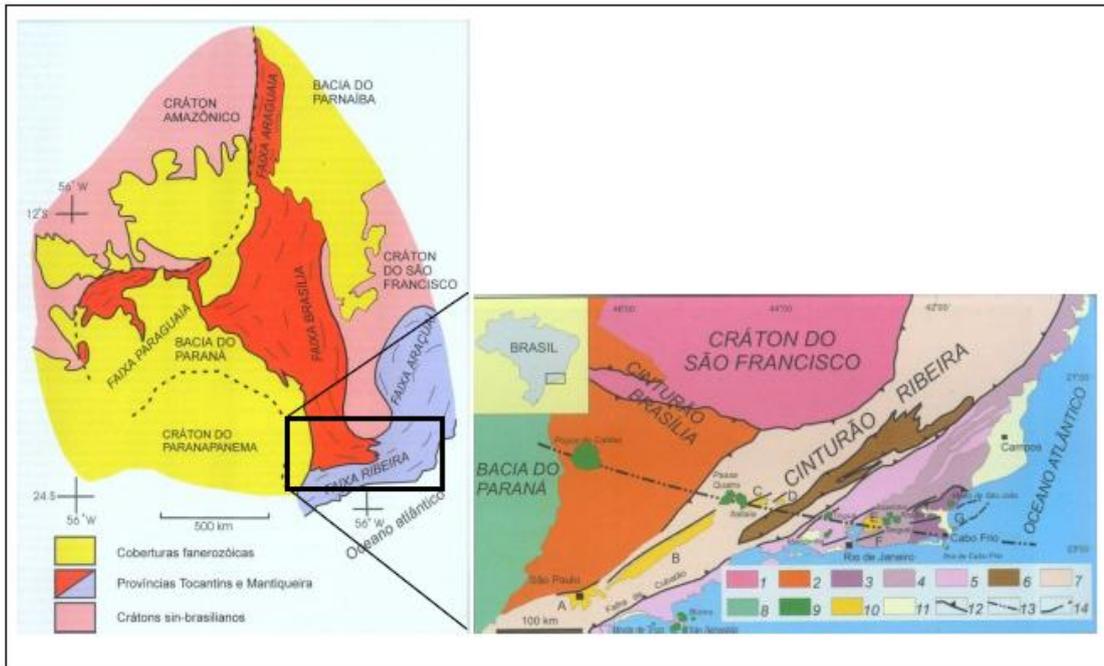


Figura 19 - Esboço tectônico do Brasil Central com destaque da região sudeste

- 1) Cráton São Francisco; 2) Cinturão Brasília; 3) Terreno Cabo Frio; 4) Terreno Oriental – Domínio Costeiro; 5) Terreno Oriental – Arco Magmático Rio Negro; 6) Klippe Paraíba do Sul; 7) Terreno Ocidental; 8) Bacia do Paraná; 9) Corpos alcalinos do Cretáceo Superior e Eoceno; 10) Bacias do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB): A – São Paulo; B – Taubaté; C – Resende; D – Volta; E – Macacu; F – Itaboraí; G – Barra do São João; 11) Sedimentos conezóicos indiferenciados; 12) Falhas reversas, mappes; 13) Alinhamento magmático de Cabo Frio; 14) Limites de grábens do RCSB.

Fontes: modificado de Almeida *et. al.* (1981), Riccomini (1989), Heilbron *et al.* (2000), Ferrari (2001).

A evolução do MAPC inicia-se com a intrusão de rochas félsicas em aproximadamente 89 Ma, estendendo-se até cerca de 54 Ma (Sonoki & Garda 1988, Ulbrich *et al.* 2002). Esta intrusão localiza-se na borda NW (noroeste) da Bacia do Paraná. A Figura 20 apresenta o mapa geológico regional do complexo alcalino, mais especificamente, do sudoeste do estado de Minas Gerais.

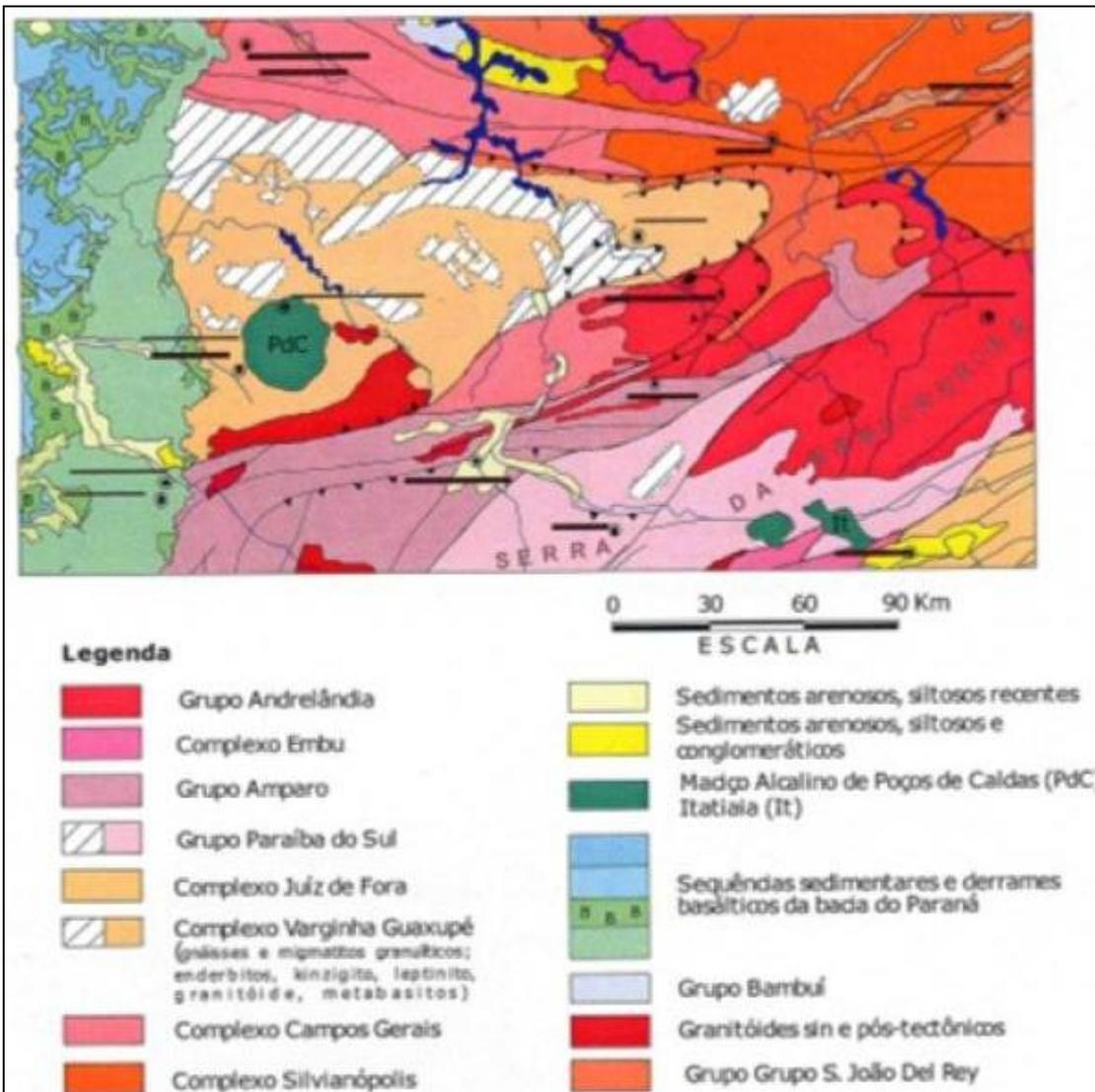


Figura 20 - Mapa geológico regional do SW de Minas Gerais

Fonte: Schorscher, *et al.*, 2007

No tocante à constituição do Maciço é formado majoritariamente por fonólitos intrusivos (78%) e nefelina sienitos (14%), seguidos em menores parcelas por lavas fonolíticas (5%) e rochas piroclásticas (3%), conforme descrito por Ellert (1959) e Ulbrich & Ulbrich (1992).

Estudos realizados por Ellert (1959) reconhecem a existência de 6 fases na formação do complexo alcalino, conforme pontuado abaixo e ilustrado pela Figura 21:

1. Soerguimento do embasamento;
2. Atividades vulcânicas;
3. Formação de caldeiras;
4. Atividade magmática alcalina;

5. Formação dos diques anelares;
6. Intrusões de foiaítos, chibinitos e lujauritos.

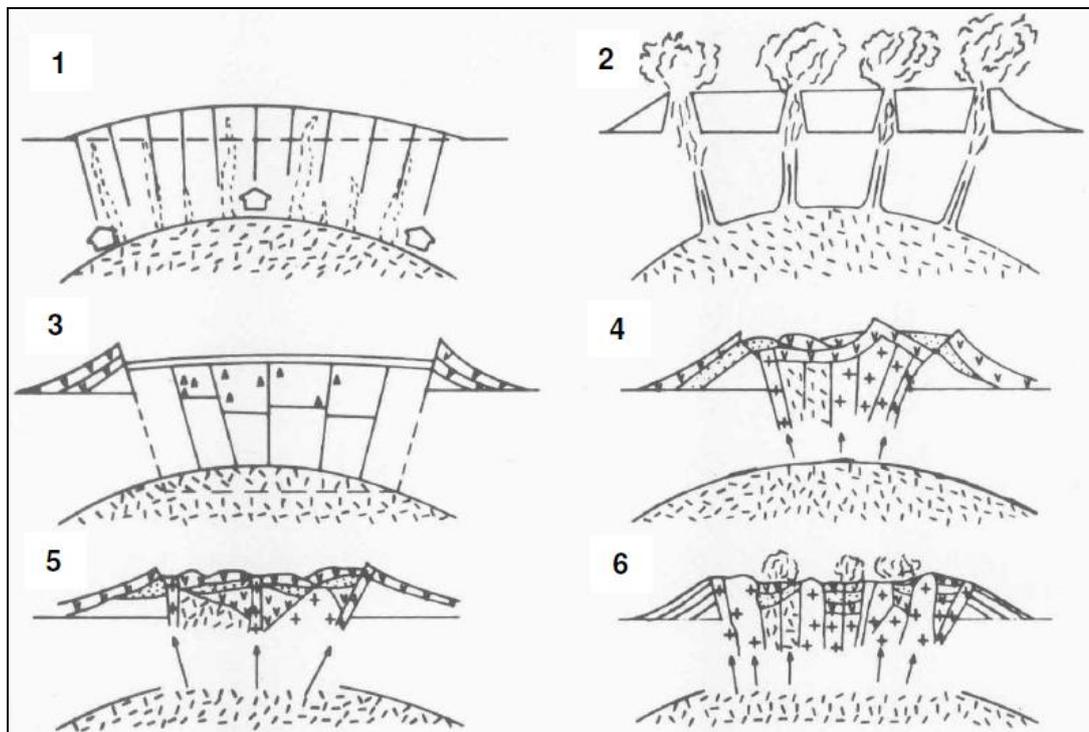


Figura 21 - Esquema simplificado da evolução do complexo de Poços de Caldas

- 1) Soerguimento do embasamento; 2) Desenvolvimento de cones de lava e piroclastos; 3) Subsidência da parte central (caldeira de colapso); 4) Implantação dos nefelina sienitos, tinguaiítos e fonólitos; 5) Formação de diques anelares; 6) Intrusões de lujauritos, chibinitos e foiaítos.

Fonte: Fraenkel et al., 1985

Os diversos tipos litológicos de origem alcalina observados no MAPC podem ser subdivididos em três grupos principais: 1º - brechas, tufos e aglomerados; 2º - rochas efusivas e hipoabissais e; 3º - rochas plutônicas (Fraenkel et al. 1985).

O primeiro tipo corresponde ao material vulcânico aflorante na porção noroeste do maciço. Já as rochas efusivas e hipoabissais são representadas por fonólitos e tinguaiítos, sendo estes últimos, as rochas de maior ocorrência no maciço. As rochas plutônicas ocorrem como encaixantes para as efusivas e hipoabissais e são constituídas por foiaítos e por lujaritos, ocorrendo também chibinitos em menor proporção.

É importante ressaltar a existência de uma “rocha potássica” no maciço, resultante da alteração por processos hidrotermais e de intemperismo do tinguaiíto (Fraenkel et al. 1985), a qual constitui importante controle para as mineralizações de urânio no maciço.

O tectonismo atuante sobre o Planalto de Poços de Caldas foi intenso e, no âmbito de depósitos economicamente viáveis, foi um dos fatores essenciais que controlaram a distribuição do urânio. De forma geral, ocorreram duas zonas de atividade tectônica pronunciada, uma delas relacionada com o embasamento rochoso cristalino e a outra com a formação do conduto vulcânico principal do CAPC. Outros sistemas tectônicos secundários mais recentes também foram importantes em áreas potencialmente mineralizadas.

Através da interpretação de imagens de LandSat MSS, Almeida Filho e Paradella (1977) indicam a existência de 7 estruturas circulares secundárias no interior da caldeira vulcânica de Poços de Caldas, possivelmente associadas à presença de cones vulcânicos de sistemas tectônicos secundários. Por conta das várias ocorrências minerais radioativas ao longo destas estruturas, estas feições foram consideradas pelos autores como constituintes do controle estrutural regional.

A ação intempérica conduzida pelo tempo sobre a miscelânea de rochas do CAPC foi muito forte e significativa. Os processos intempéricos atuando há, pelo menos, 76 Ma ocasionaram o enriquecimento de mineralizações e depósitos uraníferos e, também, neo-formação de jazidas de bauxitas e argilas especiais no interior do planalto.

5.4.2.2.2 Geologia Local

Na parte central do Planalto de Poços de Caldas foram identificadas várias jazidas em que a mineralização de urânio (U) se associava à pirita (FeS_2), fluorita (CaF_2) além de minerais de zircônio, molibdênio e tório. Dentre estas jazidas, destacavam-se aquelas da Mina Osamu Utsumi – mina da UTM – por suas reservas de U em três corpos mineralizados (designados por A, B e C) situados entre 40m e 80m (corpo E) de profundidade e até 300m em subsuperfície (corpo B).

A gênese da mineralização do urânio se deu por fenômenos de hidrometalismo e alteração secundária, concentrados principalmente em zonas de fraturas na forma de pitchblenda (U_3O_8) e/ou óxidos negros de urânio. Três controles básicos (químico, litológico e tectônico) direcionaram os tipos de mineralização que foram distinguidos em dois tipos principais:

Mineralização primária de origem hidrotermal, fenômeno provavelmente produzido no estágio final das atividades vulcânicas, localizada principalmente nos corpos mineralizados A e B da mina. A mineralização do urânio ocorre preferencialmente em níveis fraturados, preenchendo fraturas e/ou

ocupando cavidades em brechas vulcânicas, com presença de pirita, zircônio, eventualmente fluorita e minerais de molibdênio.

Mineralização secundária, associada com fenômenos de intemperismo. Concentra-se principalmente no corpo E da mina, onde se origina no interior das rochas tinguaítos e fonolitos alterados. Constituem níveis mineralizados de urânio concentrados em *front redox*, formando um tipo de horizonte conhecido como zonas oxidadas/reduzidas. Outra zona mineralizada do Corpo E ocorre na forma de *stockwork* originada pela ação hidrotermal e condicionada por dois sistemas de fraturas.

O modelo geológico-estrutural que melhor expressa as condições ambientais locais aponta a zona mineralizada de urânio organizada em massas brechadas/brechóides em forma de "pipes" que se concentraram nas áreas dos Corpos A e B; enquanto para o Corpo E a zona mineralizada é controlada pelo arranjo da *front redox* em profundidade sub superficial do solo, conforme ilustram a Figura 22 e 23.

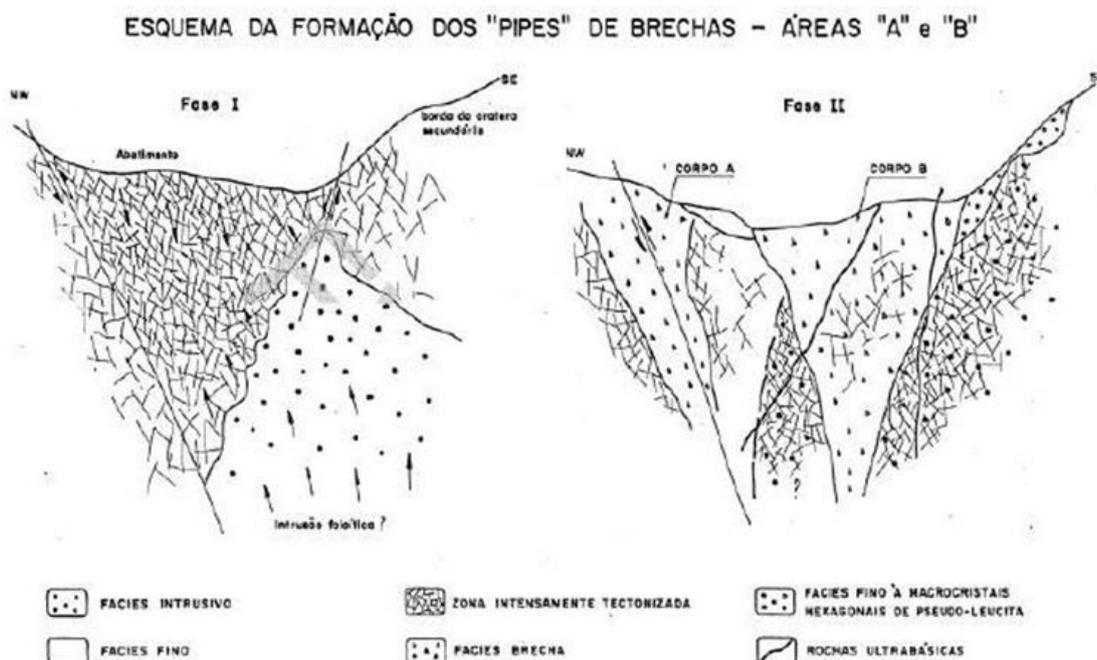


Figura 22 - Modelo esquemático geológico-estrutural para a Mina Osamu Utsumi.

Fonte: Miranda Filho, 1983 e 2010

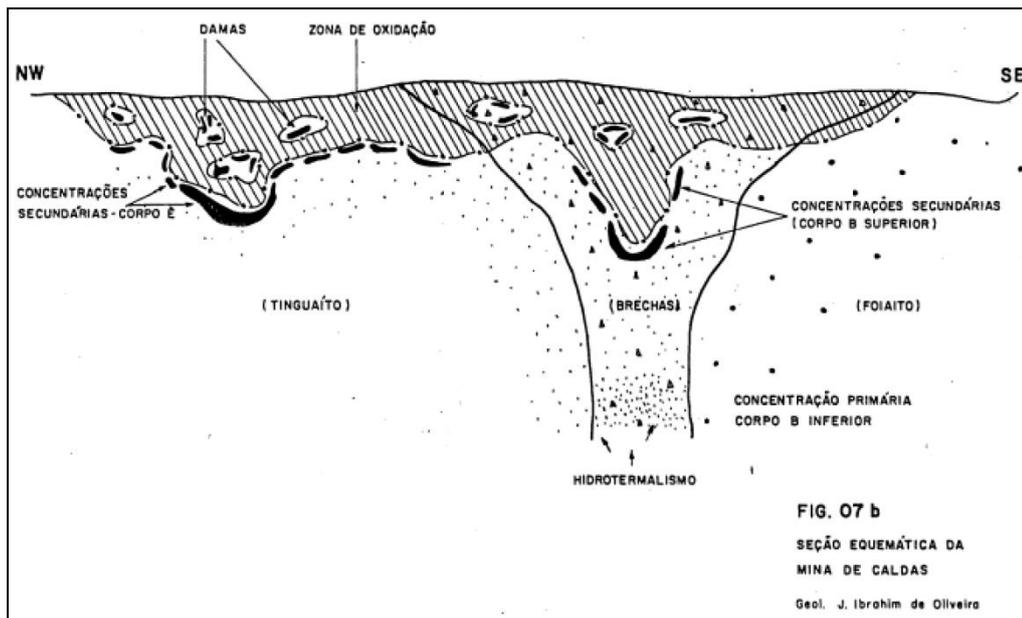


Figura 23 - Destaque para a formação de “pipes” de brechas dos corpos A e B

Fonte: Miranda Filho, 1983 e 2010

A litologia da área da UTM é constituída essencialmente por nefelina-sientios, tinguaitos, foiaitos e fonolitos. A geologia local da área pode ser sumarizada pela Figura 24.

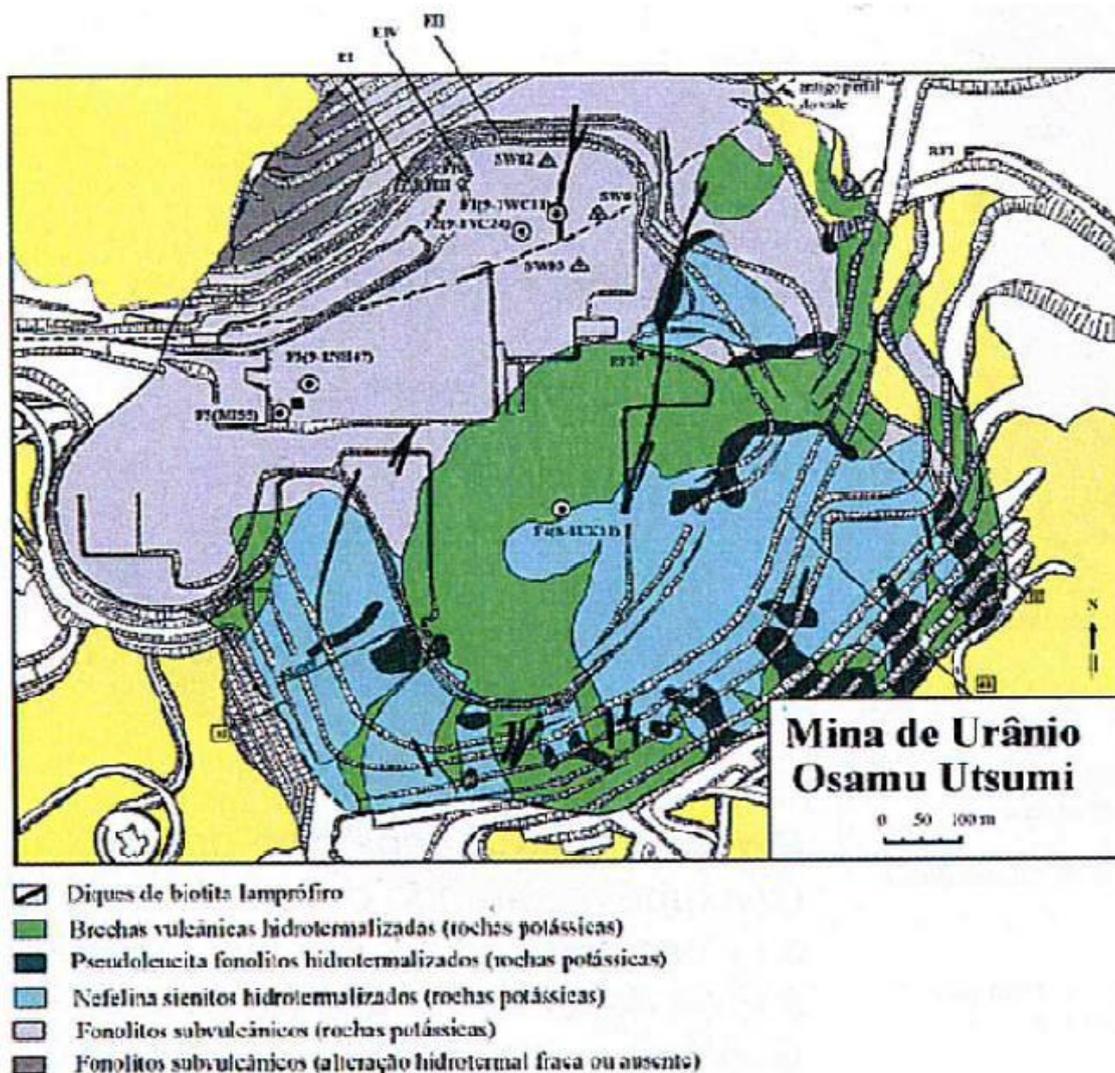


Figura 24 - Mapa geológico local destacando as litologias da Mina Osamu Utsumi

Fonte: Schorscher, et al., 2007

5.4.2.3 Geomorfologia

5.4.2.3.1 Geomorfologia Regional

A região fisiograficamente conhecida como Planalto de Poços de Caldas está inserida Geomorfologicamente na Província do Planalto Atlântico (Ponçano *et al.* 1981), se restringindo às subdivisões Planalto Sul de Minas e Zona Cristalina do Norte definidas por Cavalcanti *et al.* (1979), e consiste em uma área circular com aproximadamente 33 Km de diâmetro em formato anelar, que se diferencia do seu entorno pela sua altitude, que varia entre 1300 a 1600 m, onde as áreas circunvizinhas não ultrapassam os 800m de altitude, similar à uma caldeira.

O termo “caldeira” corresponde a uma depressa vulcânica de forma circular e diâmetro muitas vezes maior que a elevação. No caso da caldeira de Poços de Caldas, dentro de sua “caldeira principal” são encontradas 14 estruturas circulares menores indicando intrusões (caldeiras) menores.

L. C. King (1956) observa que geomorfologicamente essa região é atravessada por várias escarpas importantes e vales que se desenvolveram ao longo de linhas de falhas e que algumas escarpas cortam as extremidades superiores de vales que drenam em direção oposta à escarpa que se dirige para o nordeste a parte de São João da Boa Vista/SP. Ou seja, a caldeira de Poços de Caldas apresenta-se na topografia como um alto estrutural, alternando-se em *horts* (elevação) e *grabens* (rebaixamento), resultantes da associação de fortes e antigos eventos tectônicos somados aos processos de intemperismo e erosão, agravados pelo clima de altas taxas pluviométricas.

Esta estrutura é atribuída a processos de soerguimento, colapso (subsidência) e erosão da caldeira vulcânica que iniciou sua atividade magmática entre o Jurássico e o Cretáceo e teve o seu término no início da era Fanerozóica, por volta de 53 Ma, conforme ilustrado na Figura 25.

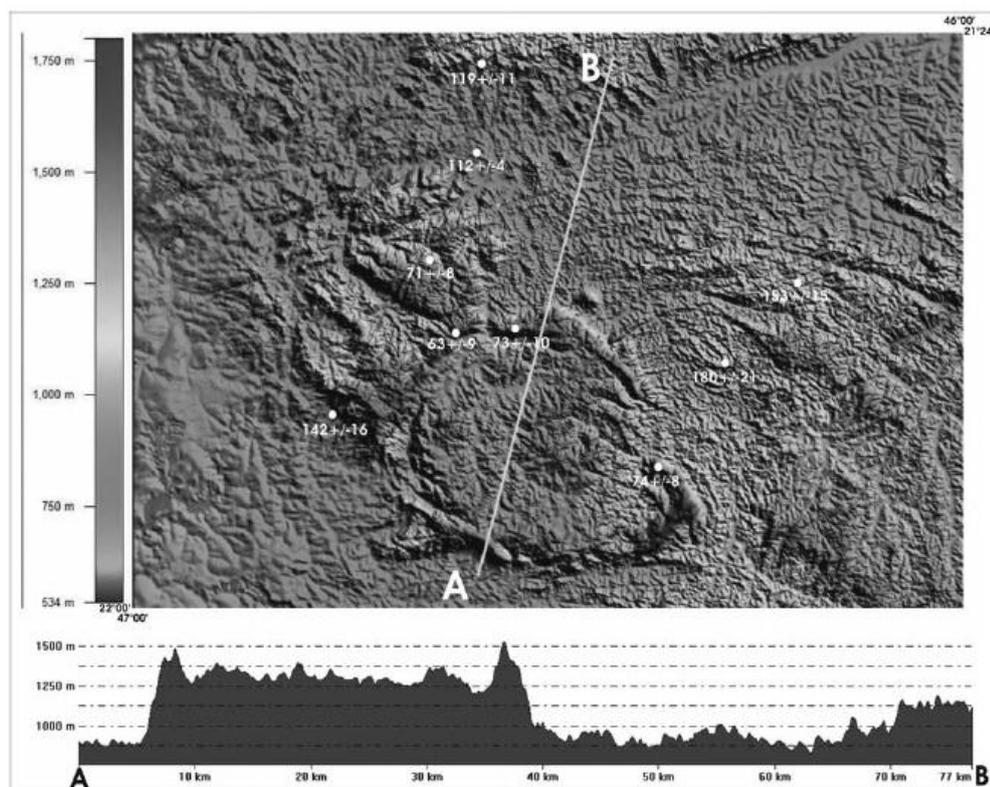


Figura 25 - Imagem SRTM (USGS) com a localização das idades e perfil topográfico da área

Os blocos que foram elevados e rebaixados na parte interna do planalto comportam-se como altos e baixos estruturais de menor extensão que associados ao relevo determinam fisiografias, declividades e formatos de escarpas variadas.

Promovendo, por conta das várias matrizes rochosas e distintos comportamentos das reações intempéricas, a formação de uma miscelânea de solos. Mas que como regra geral apresenta a predominância de processos de laterização e/ou oxidação intensa em altos estruturais e lavagem mais eficiente do solo, que favorecem a formação de óxidos ou hidróxidos de ferro, alumínio e titânio.

Enquanto nos baixos estruturais, o impedimento à drenagem causado pela própria estrutura rochosa define um ambiente relativamente redutor, por conta do lavado menos eficiente do solo e favorecem a formação de argilas do tipo ilitas, esmectitas e montmorillonitas.

O intemperismo profundo ocasionado pelas condições ambientais e geológicas gera uma zona de grande alteração. Nela é possível observar uma camada laterítica grossa, variante de 10 a 100m, e também uma zona de alteração hidrotermal, que colaboram para o intemperismo pelas suas fontes de águas quentes e naturalmente mais reativas. Abaixo desta zona, é encontrado um horizonte saprolítico, cuja espessura varia de 1 a 40m, apresentando estruturas de rocha ainda preservada. Nas cristas dos morros até as meias-encostas é comum a presença de depósitos de bauxita, como evidências marcantes de intemperismo típicos de Zonas Tropicais. Sua formação deve-se à lenta e gradual remoção de sílica destas regiões, levando à concentração de alumínio que forma a bauxita.

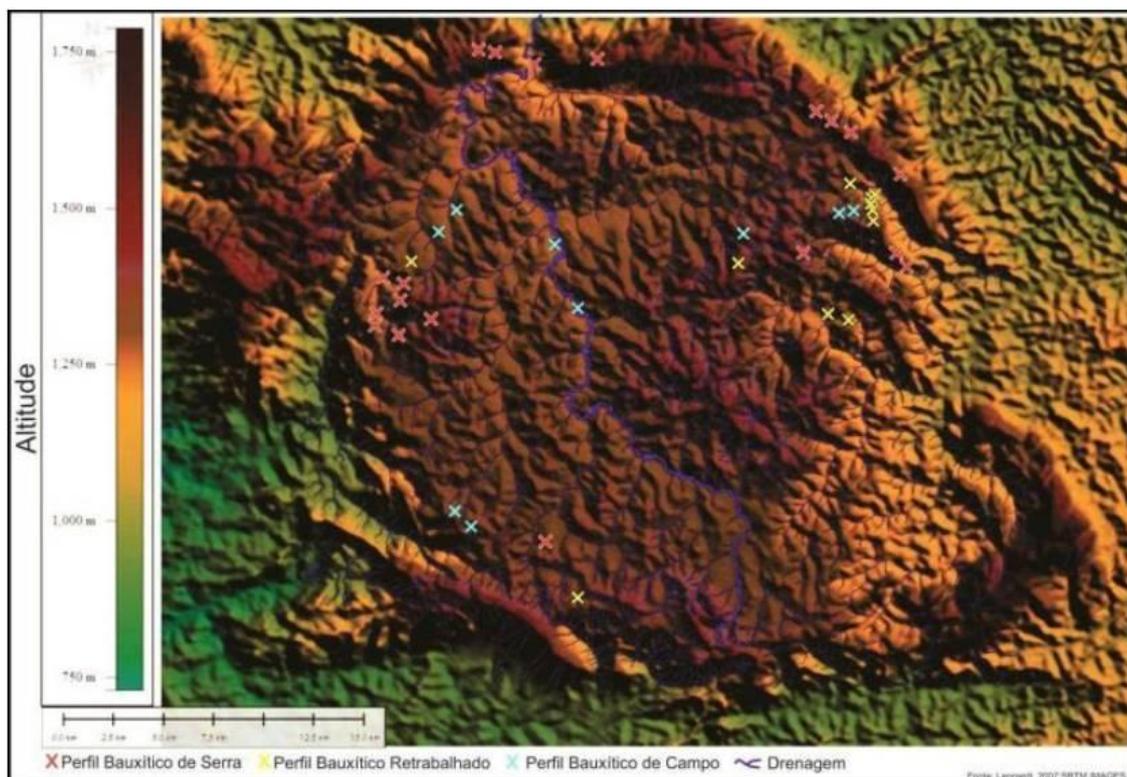


Figura 26 - Distribuição dos perfis bauxíticos do Planalto de Poços de Caldas

Fonte: Leonardi, 2007

Na hidrografia local este intemperismo profundo, associado à matriz geológica magmática e metamórfica, ocasiona o efeito de escassez de detritos grossos na carga de leitos dos cursos d'água. Onde as cargas suspensas são as argilas predominantemente, que são depositadas nas planícies de inundação dos leitos dos rios durante as cheias. Provavelmente esse seja o motivo de não ter se desenvolvido rios meandantes, pois os rios não traziam material com poder abrasivo, diminuindo o solapamento das bases das encostas e a consequente deposição nas barras dos meandros.

As paisagens aluviais apresentam as planícies de inundação como unidades fisiográficas típicas, definidas pela presença de terraços fluviais, diques marginais, canais abandonados e lagoas marginais.

5.4.2.3.2 Geomorfologia Local

A área onde está localizada a UTM apresenta uma morfologia predominantemente acidentada onde os vales encaixados dos córregos sofre forte influência do sistema de fraturamento regional existente na área. Tal fato pode ser observado nos eixos de drenagem dos principais cursos de água, quais sejam: o córrego Cercado que nasce a noroeste da área da cava correndo para sul até a represa de Águas Claras; o córrego do Consulta, que corre no sentido oeste para leste até a confluência com o ribeirão Soberbo, que drena a porção leste da área onde está localizada a cava da mina e a Barragem de Rejeitos.

O relevo varia de 1170 m de altitude na confluência do ribeirão Soberbo com o Consulta, até 1490 m de altitude na serra que faz o limite norte da bacia do córrego do Consulta, fazendo um desnível total de 310 m.

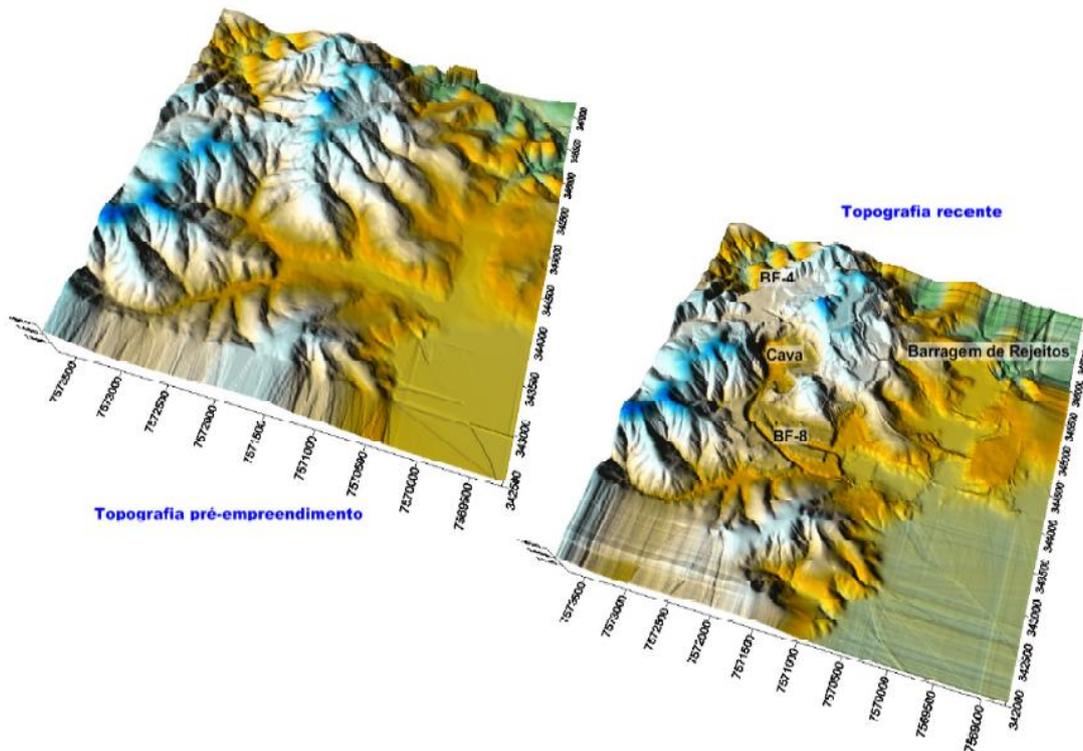


Figura 27 - Modelos digitais de terreno representando as topografias pré-emprego e atual

Também há a presença de área de várzea, aplainadas e encharcadas, na porção sul da área, próximo à calha do Cercado e também próximo à Barragem de Rejeitos. Essas áreas têm predominância de material argiloso e estão nos sopés das serras que estão presentes na área.

Entre a área da planta industrial e a cava, existe uma elevação cuja crista segue uma tendência no sentido Oeste-Leste, tendo um cume em 1490 m. Essa serra apresenta linhas de talvegues ortogonais ao eixo principal da serra, formando extensões também ortogonais ao eixo principal da serra.

5.4.2.4 Solos

5.4.2.4.1 Pedologia Regional

A área do Planalto de Poços de Caldas por estar inserida sobre matrizes rochosas alcalinas carrega as propriedades alcalinas destas rochas na constituição de seus solos. Mais especificamente, no Complexo Alcalino de Poços de Caldas desenvolvem-se solos com textura areno-argilosa e argilo-arenosa e cores que transicionam do bruno ao vermelho-escuro e ao amarelo-avermelhado, que são fortes características do intemperismo de rochas magmáticas (presentes em quase a totalidade da região) ricas em diversidade mineral levando à formação de minerais secundários que nos estratos de solo evidencia-se através da grande proporção de argila.

Não obstante, as tonalidades de cor dos solos variam sempre rumo à cor vermelha, característica típica da presença de óxido de ferro, mineral encontrado em grandes proporções na região do Sudoeste de Minas Gerais e que é “carregado” da rocha para as várias camadas de solo através da lixiviação por água e, conseqüente, oxidação.

Entretanto, a presença de ferro oxidado não é o único fator responsável pela diversidade de colorações de solos na região. A morfoestrutura também influencia os grandes processos de formação dos solos, assim, em áreas de altos estruturais são esperados solos originados a partir de processos tais como latossolização, ferruginização e argilização, caracterizados por intensa lixiviação em ambiente oxidativo, sem impedimentos à drenagem. Assim, os solos típicos de antiformes tendem a possuir matizes vermelhas e caracterizam-se pela intensa lixiviação durante o intemperismo. Produção de unidades de alteração intempérica alíticas ou mossialíticas, com destaque para a bauxita, de interesse econômico na região.

Já os solos de baixos estruturais, por serem formados em ambientes redutores, apresentam coloração amarelada pela formação de ambiente redutor. São processos típicos de baixos estruturais a melanização, salinização, argilização e gleização, sendo que as unidades intempéricas produzidas serão mono ou bissialíticas.

Em 2006, foi realizado um estudo hidrogeológico para a elaboração do Plano Diretor do município de Poços de Caldas em que foram levantadas informações sobre os solos encontrados na região, sendo as mais relevantes descritas no fragmento a seguir:

“Os litotipos vulcânicos originam solos com textura argilosa de cor vermelho-escuro, latossolo vermelho-escuro, que diferem dos latossolos vermelho-amarelo, por apresentarem textura mais argilosa e cores mais avermelhadas. Em decorrência de ambiente oxidante nessa região, tais solos são profundos, muito drenados e ocorrem em manchas de extensão significativas, limitadas pelas faixas de lateritas, decorrentes do maior teor de alumina. Nesse caso, o relevo é geralmente mais suave, favorecendo a lixiviação e o empobrecimento do solo. Nas faixas de solos podzólicos e latossolos avermelhados, o relevo tende a ser mais movimentado e, portanto mais sujeito a focos erosivos, dificultando seu bom aproveitamento agrícola.

São encontrados na região de Poços de Caldas os solos L_{Va} 13 - Latossolo Vermelho Amarelo Álico + Podzólico Vermelho Amarelo distrófico e álico, ambos A moderado, textura argilosa fase floresta subperinifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Além desses, também ocorrem, de forma restrita, os

solos argilosos de cor escura, em decorrência da matéria orgânica acumulada, localizados nos fundos dos vales, nas zonas embrejadas.”

De acordo com o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, elaborado em 2010 em parceria pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), na escala de 1:650.000, é possível observar na região de Poços de Caldas a presença em grandes extensões de Latossolo vermelho-amarelo distrófico (LVAd25), Neossolo lítico distrófico (RLd04), Cambissolo háplico distrófico (CXbd1) e Argissolo vermelho distrófico (PVD1). O Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais é apresentado na Figura 28.

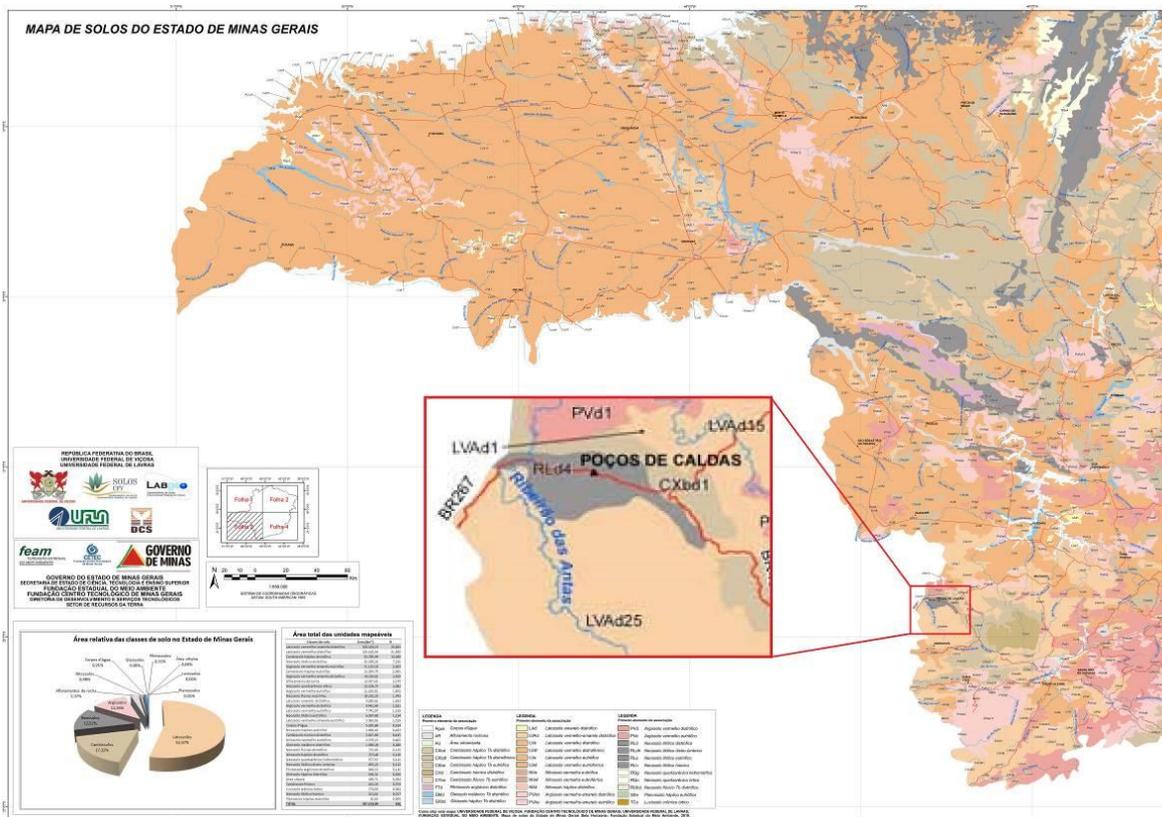


Figura 28: Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, 2010

Fonte: UFV, UFLA, FEAM

Com bases nesses estudos, é possível observar a gama diversificada de solos presentes na região do Planalto de Poços de Caldas em decorrência do forte tectonismo ocorrido no passado.

Apesar das profundidades dos solos variarem de acordo com o relevo, tendendo a serem mais profundas nas vertentes e fundos de vale, de forma geral, os solos da região são profundos e bem drenados, por consequência das altas taxas pluviométricas. Essa característica pode ser considerada um indicativo de estado avançado de maturidade para a cobertura de solo local o que, de certa maneira, favorece a atividade agrícola ao disponibilizar um maior volume de terra para o plantio,

porém havendo como ponto negativo, a dificuldade da mecanização da mesma devido à topografia acidentada.

5.4.2.4.2 Pedologia Local

Na área da UTM são observados, como constituinte do manto de cobertura dos terrenos originais remanescentes, quatro tipos distintos de solos: turfos argilosos, litólico e cambissolo (associados) e latossolos vermelho-amarelados, todos álicos (saturados em alumínio), com baixa capacidade de troca catiônica.

Turfos argilosos: são classificados por Oliveira como glei húmicos a pouco húmicos, são solos aluvionares formados pelos sedimentos depositados nos terrenos de cotas mais baixas, constituídos basicamente por argila e matérias orgânica. São pouco desenvolvidos devido ao ambiente anaeróbico, redutor e fruto de gleização holocênica. A drenagem imperfeita e estrutura maciça destes solos fazem com que aflore o lençol freático.

Estes solos hidromórficos ocorrem cobertos por gramíneas nas partes planas e abaciadas (pantanosas) do relevo local, preferencialmente naquelas que fazem a drenagem para o leito do córrego do Cercado, tributário do ribeirão das Antas pela margem direita, a noroeste da UTM. Ocorrem também cobertos por matas (galerias), matas de vegetação ciliar ou vegetação higrófila, próximos ao leito dos córregos da área, bem como a nordeste, nas vertentes da sub-bacia do Soberbo, nos mesmo ambiente, mas com reduzidas ocorrências.



Figura 29: Turfo Argiloso ou Gleisolo Húmico

Fonte: EMBRAPA, 2010

Litólicos e Cambissolos: o primeiro, descrito por Lepsch (1986), ocorre associado ao cambissolo, produzindo um horizonte A delgado, de espessura inferior a 40 cm, assentado diretamente sobre a rocha consolidada. Em geral, ocorre em rampas muito inclinadas, na região de relevo montanhoso, a nordeste da área do empreendimento, vertentes da sub-bacia do Soberbo, no divisor de águas, ao lado de afloramentos rochosos e de uma vegetação campestre que caracteriza a ocorrência de litólico álico (Resente *et al.*, 1983).



Figura 30 - Paisagem de ocorrência de solos litólicos

Fonte: EMBRAPA, 2010

O cambissolo, conforme classificação de Oliveira (*apud* Machado Filho, 1983), na região do Planalto de Poços de Caldas, é mais profundo que o litólico, apresenta horizonte B pouco espesso e ocorre também em condições de relevo acidentado, a nordeste da unidade, porém menos acentuadas que as do seu associado.

Ambos apresentam fortes limitações à utilização agrícola pela deficiência de fertilidade natural, acidez elevada, baixa reserva de nutrientes disponíveis às plantas, alta saturação com alumínio, suscetibilidade à erosão, e impedimentos à mecanização por suas pequenas espessuras e relevo acidentado.

Tendo em vista a diversidade de problemas que apresentam, as áreas ocupadas por estes solos devem permanecer como área de preservação de flora e fauna.



Figura 31: Paisagem de ocorrência de cambissolos

Fonte: EMBRAPA, 2010



Figura 32: Cambissolo Háplico

Fonte: EMBRAPA, 2010

Latossolos Vermelhos-amarelados: classificados por Oliveira (*apud* Machado Filho, 1983) para a região do Planalto de Poços de Caldas, ocorrem a noroeste da área da UTM, nos terrenos da rede de drenagem da margem direita do córrego do Cercado e nas vertentes da margem direita do ribeirão das Antas, bem como a SSW do empreendimento, nas encostas suaves e onduladas da margem esquerda do ribeirão das Antas.

São solos ácidos, desprovidos de reservas de nutrientes para plantas, normalmente com baixos teores de bases permutáveis, com horizonte B bem desenvolvido nas cores vermelha e amarela. Apresentam perfis de sequência de horizonte A, B e C, com profundidade superior a 3 metros, sendo muito pequena a diferenciação entre seus horizontes, em virtude de apresentar pequenas variações morfológicas e transições amplas entre os mesmos.



Figura 33: Latossolo Vermelho-Amarelo

Fonte: EMBRAPA, 2009

De um modo geral, são muito porosos, bastante permeáveis e friáveis, com plasticidade e pegajosidade pouco acentuada em relação aos teores de argila e muito resistentes à erosão. São, em síntese, solos com ótimas propriedades físicas.

As limitações que apresentam à utilização agrícola estão ligadas ao aspecto de fertilidade natural baixa, sendo em sua maioria solos ácidos de baixos teores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alta saturação com alumínio.

Não apresentam limitação para mecanização e, uma vez adubados e corrigidos (correção de pH), poderão ser aproveitados para culturas de ciclo curto, aproximadamente de 6 meses, plantadas na época das águas (fim de setembro, início de outubro).

Nas áreas circunvizinhas à UTM, preferencialmente nas vertentes da margem esquerda do ribeirão das Antas, estes solos são largamente utilizados para o cultivo de batatas e, em menor escala, de cenouras, milho e forrageiras (capim, cana, etc.).

5.4.2.5 Hidrologia

5.4.2.5.1 Caracterização Regional

A UTM está localizada no divisor de águas de três bacias: ribeirão das Antas, córrego da Consulta e o córrego onde está situada a Barragem de Rejeitos, sem denominação no IBGE, chamado pelo PRAD de córrego da Barragem de Rejeitos, sendo estes dois últimos pertencentes à bacia do rio Verde, e este juntamente com o ribeirão das Antas são afluentes do rio Pardo.

Esses cursos de água pertencem à bacia do rio Paraná e à sub-bacia de um dos seus formadores, o rio Grande. Esse rio possui como principais afluentes da margem direita: rio Verde Feio, rio Uberaba, rio Cervo, rio das Mortes e rio Jacaré e pela margem esquerda: rio Turvo, rio Turvo Grande, rio Pardo, rio Lambari, rio Mogi-Guaçu, rio Sapucaí Paulista, rio Esmeril, rio Machado, rio Sapucaí, rio Verde, rio Airuoca, rio Capivari e rio Ingaí.

Um dos formadores do rio Verde é o rio Taquari, cujo ribeirão Soberbo é afluente e para onde drenam o Consulto e o córrego da Barragem de Rejeitos.

O rio Lambari é afluente do rio Pardo e na sua nascente recebe a denominação de ribeirão das Antas.

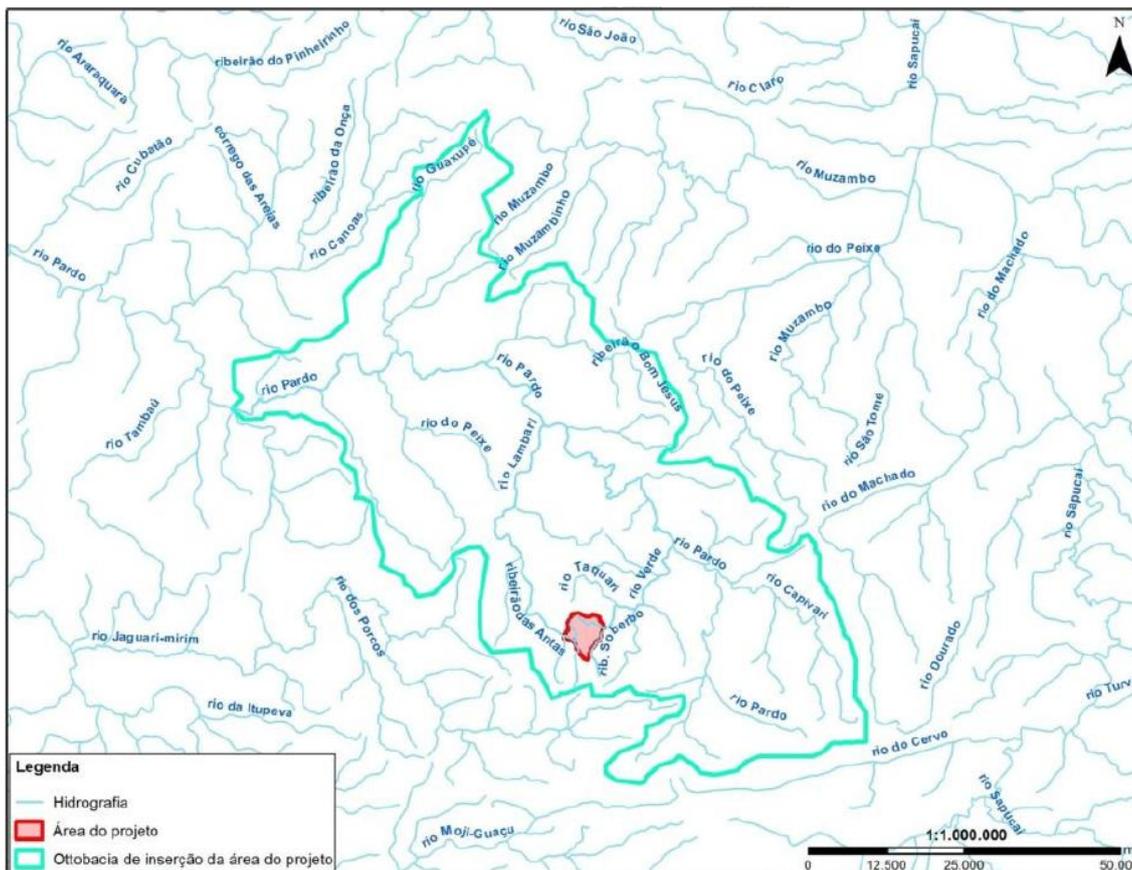


Figura 34 - Localização da UTM dentro da sub-bacia do rio Pardo

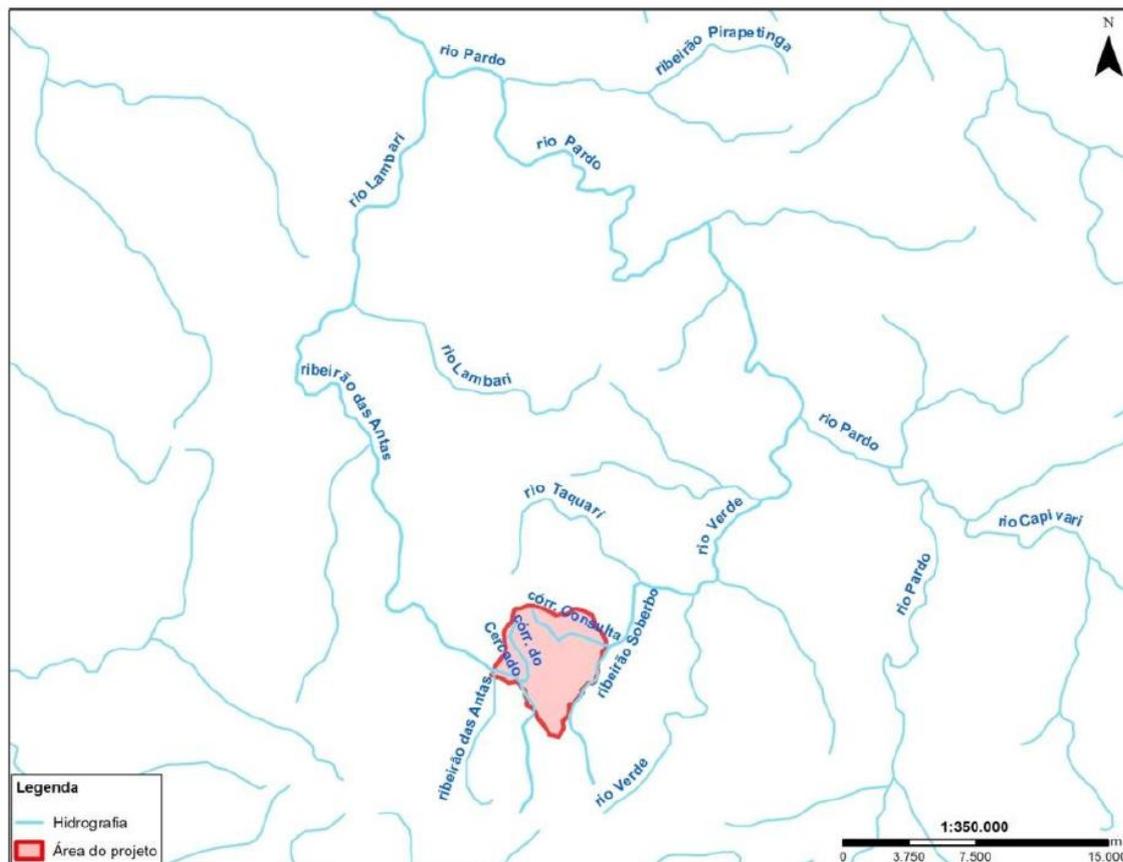


Figura 35 - Detalhe da área dentro da sub-bacia do rio Pardo

5.4.2.5.2 Caracterização Local

Na área da UTM existem 7 estações pluviométricas, cujas características encontram-se apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Estações pluviométricas localizadas na UTM

Código	Latitude Sul	Longitude Oeste	Período de Observação	Observações
EM2	21°58'02"	46°30'25"	1976 a 2009	Pluviógrafo
017	21°57'48"	46°32'12"	1996 a 2009	Pluviômetro
018	22°00'09"	46°32'07"	1996 a 2009	Pluviômetro
125	21°58'30"	46°30'25"	1996 a 2009	Pluviômetro
601	21°58'23"	46°29'38"	1996 a 2009	Pluviômetro
603	21°49'14"	46°32'06"	2004 a 2009	Pluviômetro
LISIMETRO	21°56'31"	46°29'29"	1999 a 2009	Pluviômetro

A estação pluviométrica EM2 está localizada no Laboratório Ambiental e os dados são reportados em mm/mês.

As estações 017, 018, 125, 601, 603 e LISIMETRO apresentam registros semanais de altura de precipitação, em datas de leitura concomitantes com a coleta de amostras de águas de chuva para análise de pH realizada nesses pontos.

No estudo do PRAD (2012) foi feita análise de consistência dos dados da EM2 utilizando como apoio as estações pluviométricas pertencentes à rede da ANA – Agência Nacional de Águas apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Estações pluviométricas pertencentes à rede da ANA

Código	Nome	Município	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude (m)	Período de Observação	Observações
02146012	Águas da Prata	Águas da Prata	21°56'00"	46°56'00"	940	1942 a 1999	Desativada
02246001	Fazenda Paraíso	São João da Boa Vista	22°05'00"	46°44'00"	810	1970 a 1999	Desativada
02246047	Beira de Santa Rita	Santa Rita de Caldas	22°01'24"	46°18'14"	1140	1942 a 2008	Ativa

A Figura 36 apresenta os dados pluviométricos médios mensais da EM2 juntamente com os dados das estações da ANA, bem como os dados de precipitação registrados no aeroporto de Poços de Caldas. A Tabela 10 apresenta as precipitações médias mensais da EM2.

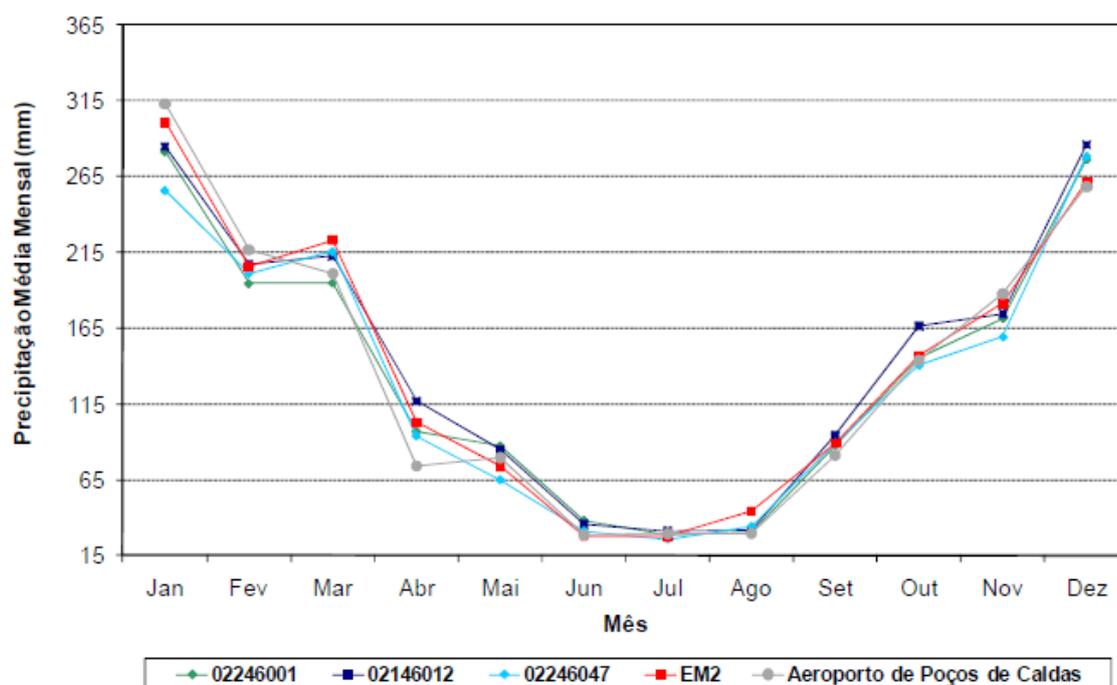


Figura 36 - Dados pluviométricos médios mensais da EM2 e das estações da ANA

Tabela 10 - Precipitação média mensal registrada na estação EM2 (1976 a 2008)

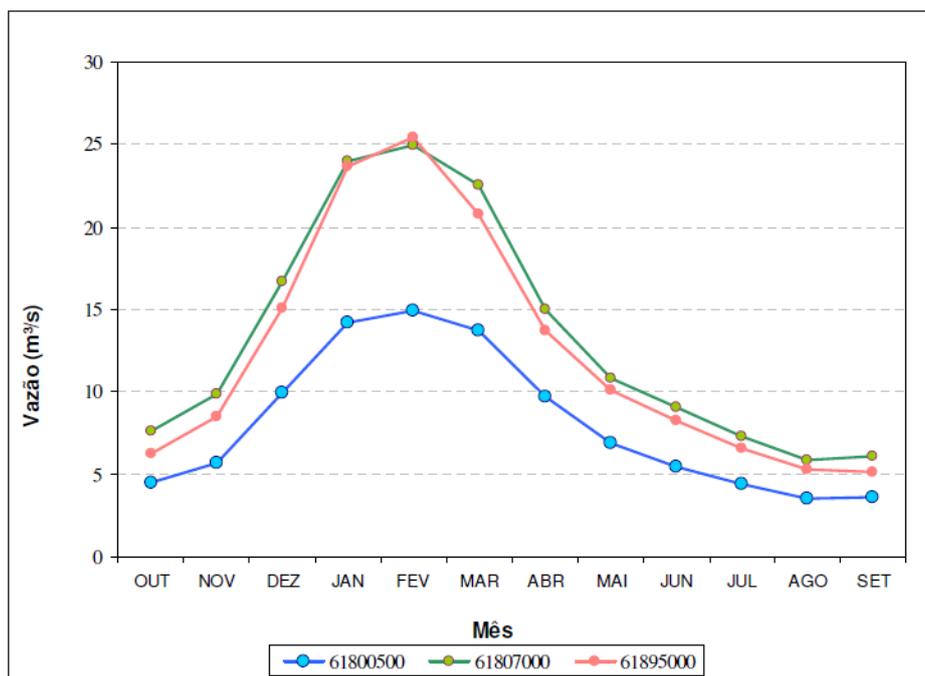
Variável / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Precipitação (mm)	309,7	212,0	206,0	97,9	72,3	25,6	27,1	36,5	83,2	135,8	182,2	258,5	1629,4

As estações fluviométricas pertencentes à rede básica nacional da ANA próximas à região em estudo são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Estações fluviométricas pertencentes à ANA localizadas na região da UTM

Código	Nome	Rio	Latitude	Longitude	Período de Observação	Área (km ²)
61800500	Beira de Santa Rita	Rio Pardo	-22° 00' 11"	-46° 18' 20"	Jul/1937 a Set/2006	356
61807000	Usina Poços de Caldas	Ribeirão das Antas	-21° 47' 00"	-46° 37' 00"	Out/1935 a Set/1953	370
61895000	São João da Boa Vista	Rio Jaguari-Mirim	-21° 58' 45"	-46° 48' 25"	Abr/1944 a Dez/2007	619

Nos estudos do PRAD foi aplicado um processo de homogeneização dos dados dessas estações, por meio de regressão linear, de modo a preencher as falhas e estender as séries de vazões médias mensais a um período básico comum. A Figura 37 apresenta as vazões médias mensais obtidas.

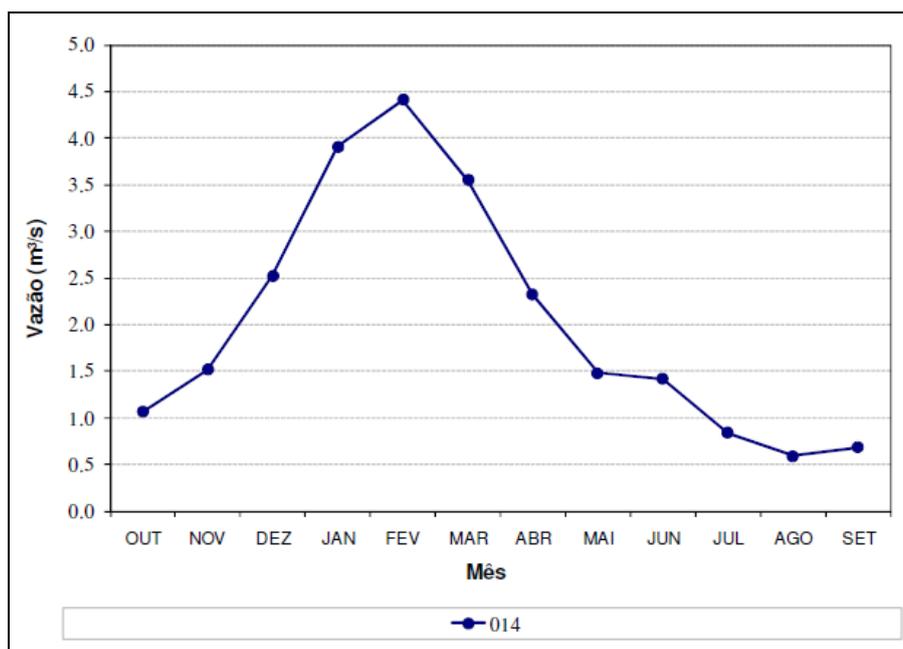

Figura 37 - Vazões médias mensais nas estações da ANA localizadas na região da UTM

Na área da UTM são monitoradas 8 estações fluviométricas, cujas características encontram-se apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Estações fluviométricas monitoradas pela INB

Código	Curso de Água	Área de Drenagem (km ²)	Latitude	Longitude	Período de Observação
014	Ribeirão das Antas	49,8	-21° 57' 41"	-46° 31' 56"	Jan-1990 a Fev-2009
023E	Córrego da Barragem de Rejeitos	-	-21° 58' 25"	-46° 29' 36"	Out-1989 a Fev-2009
024E	Córrego da Barragem de Rejeitos	-	-21° 58' 28"	-46° 29' 33"	Ago-1989 a Fev-2009
025E	Córrego da Barragem de Rejeitos	-	-21° 58' 22"	-46° 29' 34"	Ago-1989 a Fev-2009
027E	Córrego da Barragem de Rejeitos	-	-21° 58' 18"	-46° 29' 37"	Abr-1990 a Fev-2009
041E	Córrego Cercado	7,4	-21° 57' 56"	-46° 30' 44"	Out-1989 a Fev-2009
074E	Córrego Consulta	2,9	-21° 56' 28"	-46° 29' 43"	Jan-1990 a Mar-1998
075E	Córrego Consulta	-	-21° 56' 25"	-46° 29' 22"	Nov-1991 a Fev-2009

Na Figura 38 a Figura 40 são apresentadas as vazões médias mensais registradas nos pontos de monitoramento da INB.


Figura 38 - Vazões médias mensais registradas no ponto 014

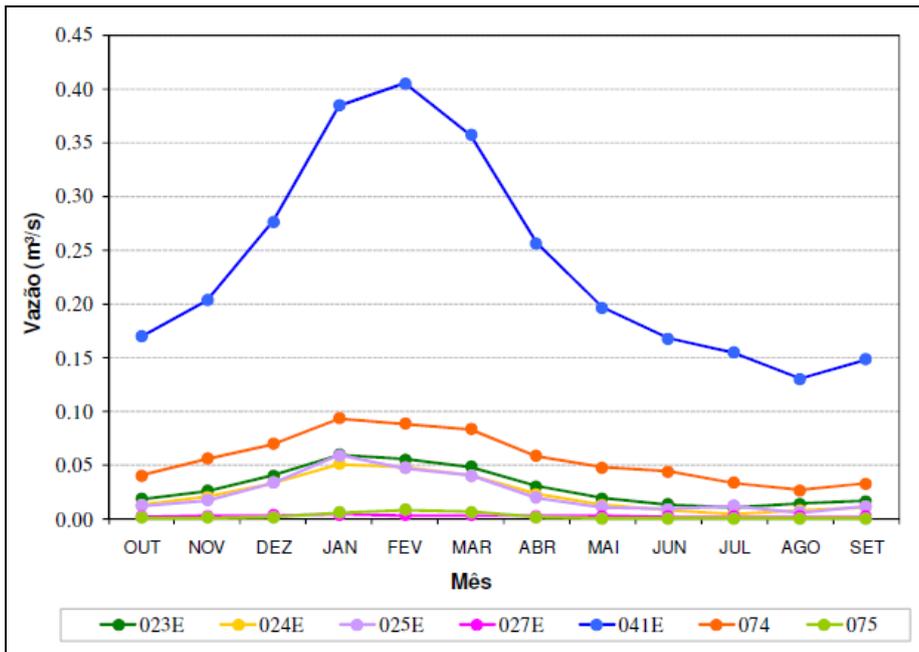


Figura 39 - Vazões médias mensais registradas nos pontos 023E, 024E, 025E, 027E, 041E, 074 e 075

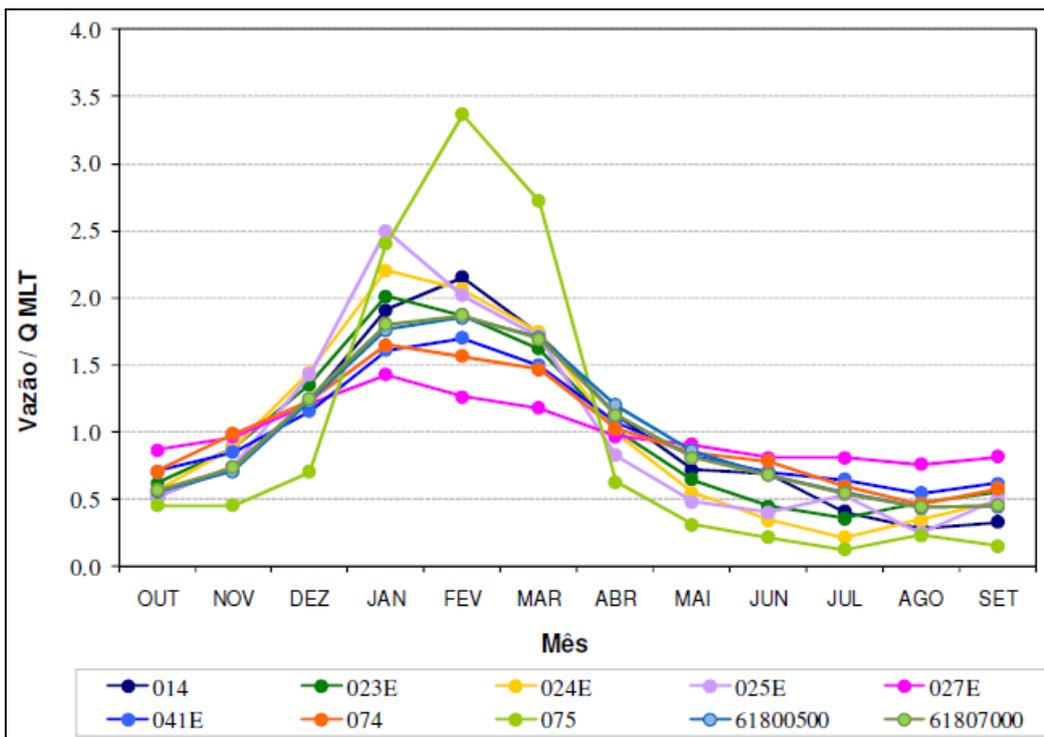


Figura 40 - Comparação entre os dados de monitoramento local e regional - Bacia do Rio Pardo

Verifica-se que a variação das vazões nos pontos de monitoramento é semelhante à variação das vazões nas estações da ANA, exceto para os pontos 027E e 075. É importante lembrar que nesses pontos é monitorada a drenagem de fundo da Barragem de Rejeitos e do BF-4, podendo assim explicar o comportamento diferente das vazões.

5.4.2.6 Qualidade dos Corpos D'água

5.4.2.6.1 Monitoramento da Qualidade das Águas Regional

O IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas opera uma rede de monitoramento de qualidade das águas superficiais no Estado de Minas Gerais. Atualmente esta rede possui 310 pontos e os resultados são publicados anualmente. Na região da UTM existe um ponto dessa rede de monitoramento, ponto BG063, localizado a jusante da cidade Poços de Caldas/MG.

Por meio dos dados de monitoramento são calculados o IQA – Índice de Qualidade das Águas estabelecido pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos e o CT – Contaminação por Tóxicos desenvolvido pela FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente.

São realizadas campanhas de amostragem: completas, nos meses de janeiro a março e julho a setembro, sendo analisados cerca de 50 parâmetros e; as intermediárias, nos meses de abril a junho e outubro a dezembro, sendo analisados 16 parâmetros.

São monitorados os seguintes parâmetros:

- Parâmetros físicos: temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos totais, cor, turbidez.
- Parâmetros químicos: alcalinidade total, alcalinidade de bicarbonato, dureza de cálcio, dureza de magnésio, dureza total, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), demanda química de oxigênio (DQO), série de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, substâncias tensoativas, óleos e graxas, cianeto livre, fenóis totais, cloreto, potássio, sódio, sulfato total, sulfetos, magnésio, ferro dissolvido, manganês total, alumínio total, alumínio dissolvido, zinco total, bário total, cádmio total, boro total, arsênio total, níquel total, chumbo total, cobre total, cobre dissolvido, cromo (III), cromo (VI), cromo total, selênio total e mercúrio total.
- Parâmetros microbiológicos: coliformes termotolerantes, coliformes totais e estreptococos totais.
- Parâmetro hidrobiológico: clorofila-a.
- Ensaio ecotoxicológico: ensaio de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*.
-

Em 2007, foram apresentados no relatório anual desse programa, entre outras informações, os seguintes dados da região:

- O alumínio apresentou concentração acima do limite legal, no ribeirão das Antas a jusante da cidade de Poços de Caldas (BG063) somente na primeira campanha de 2007;
- A concentração de manganês total excedeu o limite legal em todas as campanhas de 2007, situação verificada durante toda a série histórica de monitoramento.

Segundo o PRAD, a presença desses metais nas águas do ribeirão das Antas está associada a sua presença nos solos dessa sub-bacia. A Figura 41 e 42 ilustram essas ocorrências.

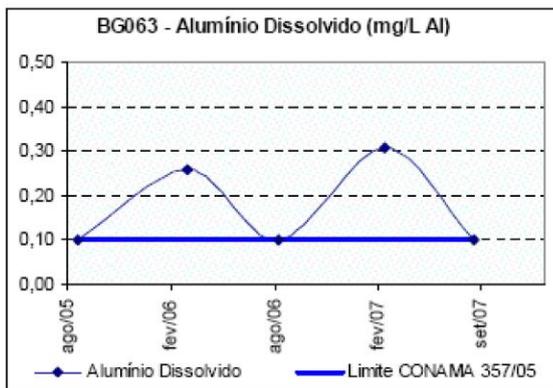


Figura 41 - Concentração de Al dissolvido no ponto BG063

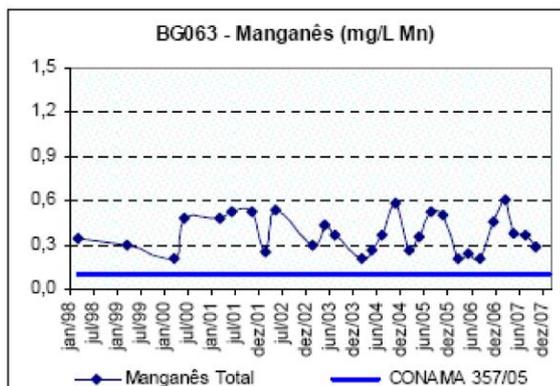


Figura 42 - Concentração de Mn no ponto BG063

Esse comportamento também foi alvo dos estudos realizados em 2008 pelo Programa ARCAL – *Acuerdo Regional de Cooperación para La Promoción de La Ciencia y La Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe* apoiado pela IAEA – Agência Internacional de Energia Atômica.

Observou-se que para os pontos de *background* a concentração natural de manganês é de 0,20 mg/L e de alumínio é de 0,11 mg/L, valores mais elevados do que os limites para a Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/05 de 0,1 mg/L para ambos os parâmetros.

5.4.2.6.2 Monitoramento Local da Qualidade das Águas

Segundo o Programa de Monitoração Radiológica Ambiental – PMRA da UTM são monitorados parâmetros estáveis e radionuclídeos. Os parâmetros estáveis são monitorados na sua forma solúvel (sulfatos, fluoretos, cloretos, bário, sódio, potássio, manganês e alumínio). Os radionuclídeos são Ra-226, Ra-228, Pb-210, U e Th, além de pH, OD, DBO e turbidez.

A rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais operada pelo Laboratório Ambiental é composta por 39 pontos apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Rede de monitoramento da qualidade da água

Código		Descrição	Latitude Sul	Longitude Oeste	Frequência	Parâmetros	Período
CPRAC.M	CDPRO.M						
022E	022E	Entrada da Chicana	21°58'29"	46°29'33"	Diário	pH	fev/1996 a set/2009
					Semanal	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a set/2009
					Mensal	Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	fev/2001 a mar/2009
023E	51 ou 023E	Entrada da bacia D1	21°58'25"	46°29'36"	Semanal	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a set/2009
024E	52 ou 024E	Saída da bacia D1	21°58'28"	46°29'33"	Semanal	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a set/2009
025E	54 ou 025E	Saída da bacia D2	21°58'22"	46°29'34"	Diário	pH	fev/1996 a set/2009
					Semanal	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	jan/1998 a set/2009
					Mensal	²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total, Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel, DBO, OD, Turbidez total	abr/1999 a mar/2009
059	-	Ribeirão Soberbo, a montante dos efluentes da D2	21°59'00"	46°29'09"	Mensal	pH	fev/1996 a ago/2008
					Semestral	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, particulado e solúvel, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total	mar/2000 a ago/2009
					Trimestral	Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	mar/2001 a mar/2008
058	-	Ribeirão Soberbo, a jusante dos efluentes da D2	21°58'54"	46°29'05"	Semestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, particulado e solúvel	jan/2000 a ago/2009
					Trimestral	Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	mar/2001 a mar/2008
071	-	Ribeirão Soberbo, a montante do córrego da Consulta	21°57'44"	46°28'10"	Trimestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	jan/2000 a set/2009

Fonte: PRAD UTM, 2012

Código		Descrição	Latitude Sul	Longitude Oeste	Frequência	Parâmetros	Período
CPRAC.M	CDPRO.M						
027E	53 ou 027E	Infiltração da BR	21°58'18"	46°29'37"	Quando houver de transbordo	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, total	jan/1998 a jun/1998, jun/2000, abr/2006
208	-	Drenagem pluvial da Plataforma	21°58'06"	46°30'32"	Mensal e Semanal (vazamento na Plat. da Usina)	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	jan/1998 a set/2009
209	-	Drenagem pluvial da Plataforma	21°58'35"	46°30'16"	Mensal e Semanal (vazamento na Plat. da Usina)	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel, Óleos e graxas	jan/1998 a set/2009
225	-	Drenagem pluvial da Plataforma	21°58'26"	46°30'06"	Mensal e Semanal (vazamento na Plat. da Usina)	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel, Óleos e graxas	jul/1998 a set/2009
300	-	Drenagem pluvial da área de estocagem de TORTA II	21°58'04"	46°29'49"	Anual (na época das chuvas)	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a dez/2008
305	-	Drenagem pluvial da área de estocagem de TORTA II	21°58'02"	46°29'52"	Anual (na época das chuvas)	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a dez/2008
310	-	Drenagem pluvial da área de estocagem de TORTA II	21°58'04"	46°29'53"	Anual (na época das chuvas)	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a dez/2008
315	-	Drenagem pluvial da área de estocagem de TORTA II	21°58'01"	46°29'49"	Anual (na época das chuvas)	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a dez/2008
325	-	Drenagem pluvial da área de estocagem de TORTA II	21°57'59"	46°29'53"	Anual (na época das chuvas)	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a dez/2008
074	-	Córrego da Consulta, a montante do BF4	21°56'28"	46°29'43"	Semestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, particulado e solúvel, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total	jun/2000 a set/2009
					Trimestral	Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	jul/1998 a mar/2009
075	075	Bacia de bombeamento do BF4	21°56'25"	46°29'22"	Semanal	pH	fev/1996 a set/2009
					Mensal	Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel,	jan/2000 a

Fonte: PRAD UTM, 2012

Código		Descrição	Latitude Sul	Longitude Oeste	Frequência	Parâmetros	Período
CPRAC.M	CDPRO.M						
						²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, total	set/2009
076	076	Córrego da Consulta, interface com o meio ambiente	21°56'25"	46°29'12"	Mensal	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, particulado e solúvel, DBO, OD, Turbidez, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total, pH, Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	jan/2000 a set/2009
077	-	Ribeirão Soberbo, a jusante do córrego da Consulta e a montante do rio Taquari	21°56'14"	46°27'13"	Mensal	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, total	jan/2000 a set/2009
					Trimestral	Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	mar/2001 a mar/2009
400	-	Rio Taquari, a montante da confluência com o rio Verde	21°55'50"	46°25'06"	Trimestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	jan/1998 a set/2009
159	159	Córrego do Cercado, a montante do Canal da Mina	21°57'18"	46°30'46"	Trimestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, total, Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	fev/1998 a set/2009
240	BIA	Córrego do Cercado, infiltração sob o BF8	21°57'34"	46°30'38"		²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, total	fev/1998 a mar/2009
041	041	Córrego do Cercado, saída da D4	21°57'56"	46°30'44"	Diário	pH	
					Semanal	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	jan/2000 a set/2009
					Mensal	Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	fev/2001 a mar/2009
084	-	Cabeceira do córrego Pitangueiras	21°59'16"	46°30'19"	Semestral	pH, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, particulado e solúvel, Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	mar/2000 a set/2009
083	-	Cabeceira do córrego do Aterrado	21°58'56"	46°32'14"	Semestral	pH, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, particulado e solúvel	jun/2000 a set/2009
039	039	Bacia de Captação de Aguas Claras, a montante do fluxo da UTM	21°58'28"	46°30'40"	Trimestral	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, particulado e solúvel, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total	mar/2000 a set/2009
500	-	Bacia de Captação de Aguas Claras, a montante do fluxo da	21°58'12"	46°30'51"	Trimestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, particulado e solúvel, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total	dez/2001, set/2008

Fonte: PRAD UTM, 2012

Código		Descrição	Latitude Sul	Longitude Oeste	Frequência	Parâmetros	Período
CPRAC.M	CDPRO.M						
		UTM					
502	-	Bacia de Captação de Aguas Claras	21°58'25"	46°30'49"	Mensal	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th	set/2000 a mai/2009
147	Pitangueiras	Centro da Bacia de Captação de Águas Claras	21°58'02"	46°31'01"	Semestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	fev/1998 a set/2009
014	014	Saída da Bacia de Captação de Águas Claras, interface com o meio ambiente	21°57'41"	46°31'56"	Semanal	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel	jan/2000 a set/2009
					Mensal	, DBO, OD, Turbidez, ²²⁸ Th, ²³⁰ Th, ²³² Th, total, Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	abr/1999 a mar/2009
901	-	Ribeirão Tamanduá, a montante do ribeirão das Antas	-	-	-	-	fev/1998, mai/1998
003	-	Ribeirão das Antas, a jusante do ribeirão Tamanduá	21°55'59"	46°34'51"	Trimestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel, Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	mar/2000 a set/2009
902	-	Brejo formado pela confluência do ribeirão das Antas e Tamanduá	21°57'07"	46°34'25"	Semestral	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, particulado e solúvel, Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	fev/1998 a mar/2009
TRINE	Mina	Água da cava da mina – corpo E	21°56'54"	46°30'06"	Mensal	pH, ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th, particulado e solúvel, Mn, Al, F, Na, K, Cl, Ba, Ca, SO ₄ , solúvel	jan/1998 a set/2009
TRINA	-	Água da cava da mina – corpo A	-	-	Diário	pH, Th	fev/1996 a jul/1999
ASA	-	Água a montante dos rejeitos da Asa da Andorinha	-	-	Mensal	pH, U	out/2000 a jan/2009
440	-	Estação de tratamento das águas marginais	21°57'29"	46°30'30"	Diário	pH, Th	fev/1996 a set/2009
032E	46 ou 032E	Tulipa – extravasor da BR	21°58'21"	46°29'42"	Semanal	pH, Th	fev/1996 a jun/1998

Fonte: PRAD UTM, 2012

5.4.2.7 Usos das Águas Superficiais e Subterrâneas

A bacia hidrográfica do rio Grande é subdividida em 8 *Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos* – UPGRH. A UTM está localizada na UPGRH denominada GD6 – Afluentes dos rios Mogi-Guaçu e Pardo. A Tabela 14 apresenta as principais características dessas UPGRH.

Tabela 14 – Caracterização da bacia hidrográfica do rio Grande por UPGRH

Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos	Área aprox. (Km ²)	Sedes municipais (nº)	Pop Urbana (nº)	Pop Rural (nº)	Pop Total (nº)
GD1 - Alto Rio Grande	8.758	21	76.187	30.719	106.906
GD2 - Rio das Mortes	10.540	30	495.756	66.720	562.476
GD3 - Entorno do Reservatório de Furnas	16.236	35	581.048	135.231	713.279
GD4 - Rio Verde	6.864	23	397.151	63.041	460.192
GD5 - Rio Sapucaí	8.826	40	458.669	125.778	584.447
GD6 - Afluentes dos Rios MogiGuaçu e Pardo	6.370	21	338.391	72.296	410.687
GD7 - Médio Rio Grande	9.767	18	276.372	48.719	325.091
GD8 - Baixo Rio Grande	18.726	18	491.815	33.878	525.693
Total	86.087	206	3.115.389	576.382	3.691.771

Segundo o Relatório Anual de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais de 2014 realizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, os principais usos das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Grande são para o abastecimento público e irrigação com aproximadamente 160 L/s e 120 L/s, respectivamente. O Gráfico 18 ilustra as vazões superficiais outorgadas nessa bacia.

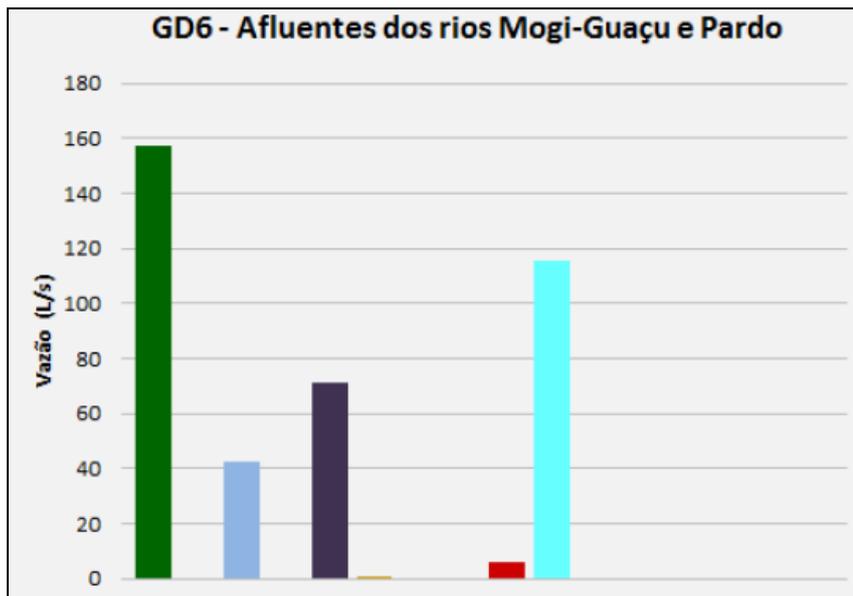
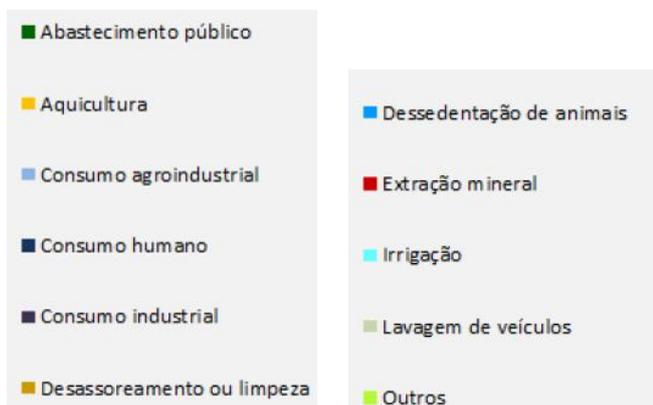


Gráfico 18 – Vazões superficiais outorgadas, por tipo de uso, na bacia hidrográfica do rio Grande (GD6)



Quanto às águas subterrâneas, os usos predominantes na região são para o consumo industrial, consumo humano e irrigação com aproximadamente 50 m³/h, 30 m³/h e 25 m³/h, respectivamente. O Gráfico 19 ilustra as vazões outorgadas para o uso das águas subterrâneas nessa bacia.

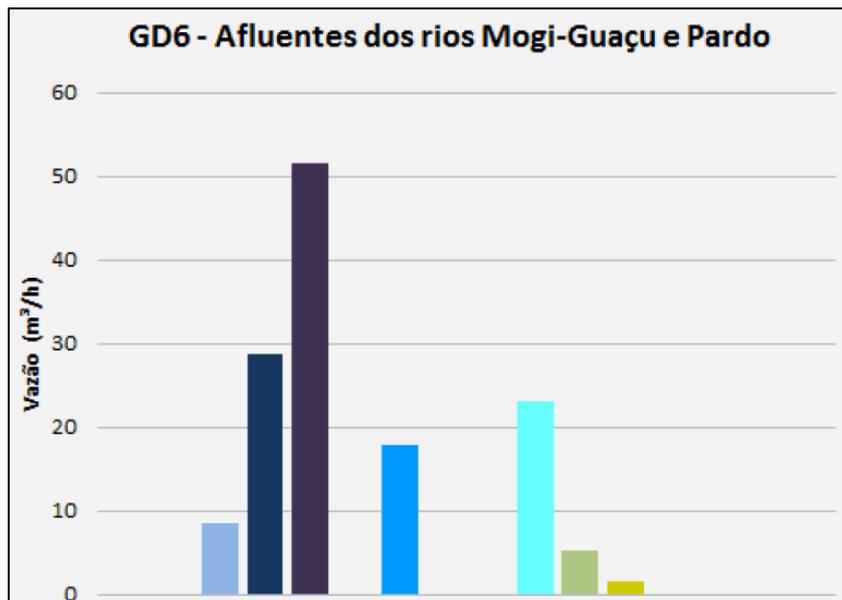
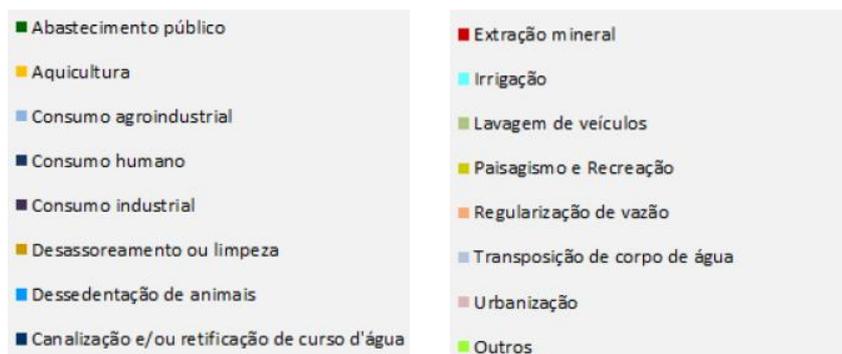


Gráfico 19 - Vazões subterrâneas outorgadas, por tipo de uso, na bacia hidrográfica do rio Grande (GD6)



5.4.2.8 Qualidade do Ar

De 1996 a 2009 foram monitoradas pelo Laboratório Ambiental da UTM a qualidade de aerossóis e de água de chuva. O monitoramento era realizado em seis pontos, sendo eles: dois de controle, dois na área da UTM e dois em fazendas vizinhas. A Tabela 15 apresenta essa rede de monitoramento.

Tabela 15 - Rede de monitoramento da qualidade de aerossóis e de água de chuva

Código	Descrição	Latitude Sul	Longitude Oeste	Freqüência	Parâmetros	Período
017	Direção preferencial dos ventos	21°57'48"	46°32'12"	Aerossol - Após atingir 15.000 m ³	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th	fev/1998 a ago/2002
				Água de chuva - semanal	pH	fev/1996 a set/2009
018	Direção preferencial dos ventos	22°00'09"	46°32'07"	Aerossol - Após atingir 15.000 m ³	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th	jan/1998 a set/2008
				Água de chuva - semanal	pH	fev/1996 a set/2009
125	Área de propriedade da UTM	21°58'30"	46°30'25"	Aerossol - Após atingir 15.000 m ³	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th	jan/1998 a nov/2008
				Água de chuva - semanal	pH	fev/1996 a set/2009
601	Área de propriedade da UTM	21°58'23"	46°29'38"	Aerossol - Após atingir 15.000 m ³	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th	fev/1998 a out/2008
				Água de chuva - semanal	pH	fev/1996 a set/2009
602	Ponto de Controle	-	-	Aerossol - Após atingir 15.000 m ³	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th	nov/1998 a mar/2004
				Água de chuva - semanal	pH	mar/2002 a jan/2003
603	Ponto de Controle	21°49'14"	46°32'06"	Aerossol - Após atingir 15.000 m ³	²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²¹⁰ Pb, U, Th	mar/2005 a dez/2008
				Água de chuva - semanal	pH	set/2004 a set/2009
IPQT	Área da estação EM2	21°58'02"	46°30'25"	Água de chuva - não identificada	pH	fev/1996 a set/2009
LISIMETRO	Instalado na área do Bota-fora 4	21°56'31"	46°29'29"	Água de chuva - semanal	pH	dez/1998 a set/2009

Os pontos 602 e 603 são os pontos de controle, os pontos 125 e 601 estão dentro da unidade e, os pontos 017 e 018 estão localizados em duas fazendas na direção preferencial dos ventos.

O ponto IPQT localiza-se na estação climatológica EM2 e o LISÍMETRO está na área do Bota-fora 4. Eram coletados pelo menos 15.000 m³ em 3,5h/d, em períodos de meia hora, para a determinação dos parâmetros U, Th, Ra-226, Ra-228, Pb-210 e pH da água de chuva.

Assim como para as águas superficiais, têm-se definidos pela CNEN, os limites derivados para os radionuclídeos em aerossóis, conforme apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Limites derivados para aerossóis estabelecidos pela CNEN para cada radionuclídeo no limite da propriedade da UTM

	Urânio (Bq/m ³)	Tório (Bq/m ³)	²²⁶ Ra (Bq/m ³)	²²⁸ Ra (Bq/m ³)	²¹⁰ Pb (Bq/m ³)
Limite derivado	1,75·10 ⁻⁴	1,5·10 ⁻⁴	9·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻³

Fonte: PRAD UTM, 2012

Nos estudos do PRAD (2012) foram avaliados todos os dados disponíveis e, em resumo, foi possível obter as seguintes informações:

- O elemento U apresentou concentrações maiores do que o limite derivado estabelecido pela CNEN de $1,75 \cdot 10^{-4}$ Bq/m³, nos pontos 018 e 601, em uma campanha cada, nos outros quatro pontos monitorados, todas as campanhas apresentaram concentrações menores;
- As concentrações de Th em todos os pontos são menores do que $2 \cdot 10^{-5}$ Bq/m³, abaixo do limite derivado de $1,5 \cdot 10^{-4}$ Bq/m³ estabelecido pela CNEN;
- Os isótopos Ra-226 e Ra-228 apresentaram concentrações menores do que $8 \cdot 10^{-5}$ Bq/m³ em todos os pontos, ficando abaixo dos limites derivados estabelecidos pela CNEN de $9 \cdot 10^{-5}$ e $1 \cdot 10^{-4}$ Bq/m³, respectivamente. Vale ressaltar que os valores dos limites derivados para Ra-228 apresentados no estudo do PRAD são divergentes, sendo na Tabela 16 apresentado o valor de $1 \cdot 10^{-6}$ Bq/m³ e na avaliação dos resultados de análise o valor de $1 \cdot 10^{-4}$ Bq/m³;
- As concentrações de Pb-210 registradas foram menores do que $6 \cdot 10^{-4}$ Bq/m³ em todos os pontos, não ultrapassando, portanto, o limite derivado estabelecido pela CNEN de $1 \cdot 10^{-3}$ Bq/m³ para este radionuclídeo.

5.4.2.9 Ruído

Em 1999 foi realizado um estudo de ruído para integrar o Relatório Ambiental do Complexo Industrial de Poços de Caldas – CIPC. O equipamento utilizado na época para a medição de ruído foi um decibelímetro marca SIMPSON, modelo 886, da Simpson Electric Co.

Utilizou-se o método de medida do ruído contínuo, à altura de 1,5 metros do solo, em decibéis (dB), com o instrumento operando no circuito de compensação A e de resposta lenta (SLOW).

No Anexo A são apresentados os locais em que foram realizadas as medições, com os respectivos valores médios determinados.

5.4.3 Meio Biótico

O Planalto de Poços de Caldas têm sido estudado continuamente em relação à sua composição florística e faunística. Por estar inserido na zona de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado (ambos considerados *hotspots* para conservação da biodiversidade) e tratar-se de uma região com variações altitudinais e características edáficas marcantes é suposto que a região apresente altas taxas de endemismos.

A atual vegetação natural do Planalto de Poços de Caldas pode ser considerada, na sua maior parte como remanescentes degradados de comunidades primitivas. Em decorrência da capacidade de regeneração natural desses ecossistemas, muitos dos remanescentes vistos na região ainda dispõem de recursos para abrigar e sustentar determinadas populações de espécies animais. Entretanto, face à intensa atividade antrópica observada por todo o planalto (representada pela agricultura – campos de cultivo de batata, milho, feijão, fruticultura, floricultura, pela pecuária e por florestas plantadas – *Pinus* e *Eucaliptus*, além da atividade minerária), esses refúgios ainda continuam com seus recursos naturais e espécies associadas sendo constantemente ameaçadas. Assim, a criação e manutenção de áreas protegidas tornam-se fundamentais para assegurar a sobrevivência dessas espécies.

Nesse sentido, os estudos relacionados ao resgate das formas vegetação tornam-se necessários para compreender a dinâmica e o comportamento dos diferentes ecossistemas perante a constante pressão antropogênica. O melhor conhecimento das cadeias tróficas poderá contribuir para que se efetuem intervenções seguras no meio, minimizando os danos e otimizando a reabilitação ambiental dentro de parâmetros físicos e biológicos aceitáveis para a sustentabilidade e a proteção da diversidade de espécies.

Para isso, foi realizado pela Sistêmica em 1999 um estudo bastante amplo para inventariar a flora e estruturas vegetacionais ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta da UTM, enfatizando-se aquelas ocorrentes nas bacias dos ribeirões das Antas, Soberbo e córrego da Consulta, além de Campos Hidromórficos, Áreas Brejosas e Campos Limpos Altimontanos. Estudos acerca da fauna da UTM ocorreram concomitantemente aos estudos de flora.

Tais estudos da fauna e flora, realizados pela Sistêmica (1999), tornaram-se referência para a caracterização da biota no PRAD UTM (2012). Com base nesta caracterização, o PRAD destaca a necessidade de monitorar o meio biótico, de forma a gerar modelos de avaliação e predição da recuperação das áreas após as ações de revegetação, tendo uma abordagem sistêmica.

Foram ainda realizados mais recentemente estudos de flora em decorrência do licenciamento de projetos de drenagem superficial na unidade (Minas Verde Florestal, 2015).

5.4.3.1 Ecossistemas Terrestres

5.4.3.1.1 Caracterização da Flora

Por localizar-se numa região de transição entre Mata Atlântica e Cerrado, a vegetação local apresenta um mosaico de fisionomias, onde coexistem formações florestais e campestres.

As formações campestres (Campo Limpo, Campo Sujo e Campos Hidromórficos) e florestas em diferentes estágios sucessionais formam mosaicos e enclaves, onde ocorrem um ou outro tipo de vegetação, dependendo das características edáficas locais. Em geral, as florestas predominam nas encostas de vales, acompanhando as drenagens e formando relictos florestais de porte. Os campos ocupam os topos dos morros e interflúvios.

De acordo com o estudo mais abrangente realizado na área da UTM, a paisagem regional é composta por:

- Floresta Estacional Semidecidual Montana em diferentes estágios sucessionais (capoeiras e matas secundárias), ocupando as encostas e os terrenos ciliares – fascies Aluvial;
- Floresta Ombrófila Mista, caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (araucária), presente nos flúvios da porção leste do Planalto;
- Campo limpo e Campo sujo (presente nos morros, em solos rasos) e o Campo Hidromórfico (presente nos vales úmidos e planos);
- Florestas plantadas de *Eucalyptus* e *Pinus*;
- Atividades agropastoris.

Serão descritos os tipos vegetacionais encontrados nas áreas de influência direta e indireta da UTM.

- **Floresta Estacional Semidecidual (FES)**

Encontram-se nas encostas, matas de galeria e matas ciliares ao longo dos cursos de água. Seus tamanhos e estágios sucessionais apresentam-se variados, de acordo com o grau de intervenção antrópica a que foram submetidos. Algumas espécies são comuns as duas fitofisionomias.

Em trechos de difícil acesso, as formações florestais apresentam indivíduos de grande porte e uma grande quantidade de epífitas que coloniza os diversos estratos de vegetação.

A formação florestal dominante pertence à FES Montana e ocupa encostas dissecadas pela erosão, cobre linhas de drenagem e flúvios de mananciais d'água, podendo ser evidenciada numa das encostas do córrego do Cercado. A FES Aluvial deste tipo de formação aparece acompanhando os cursos d'água como o ribeirão das Antas.

- FES Montana

Os estudos florísticos conduzidos nesta formação (Figura 43) registraram cerca de 120 espécies de plantas distribuídas em 50 famílias, sendo as que apresentaram maior número de espécies terrestres foram Myrtaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Bignoniaceae, Anacardiaceae e Compositae. Tais resultados confirmam o perfil florístico das formações florestais de altitude ocorrentes no sul-sudeste do Brasil para essas famílias.



Figura 43 - Fisionomia FES Montana ocupando as encostas dos vales e alguns interflúvios dentro da área de influência da UTM

Estruturalmente, na fitocenose florestal de encosta, que pode ser considerada como mata secundária pouco perturbada ou em estágio sucessional avançado, predominam indivíduos arbóreos com altura média de 12 a 15 metros. As emergentes atingem os 25 metros ou mais. A estrutura vertical é dividida em três estratos: o primeiro estrato arbóreo mostra-se descontínuo, com as árvores emergentes representadas por exemplares de *Rauvolfia sellovii* (jasmim-grado), *Aspidosperma* sp. (peroba), *Cedrela fissilis* (cedro), *Vochysia magnifica* (vinheiro-grande), *Persea pyrifolia* (massaranduba), e *Astronium graveolens* (guaritá), entre outras. O segundo estrato arbóreo, mais contínuo possui altura até os 12 metros. Prevalecem espécies como o *Luehea paniculata* (açoita cavalo), *Alchornea triplinervea* (tapiá), *Miconia cinnamomifolia* (jacatirão), *Cabralea glaberrima* (canjarana), *Cryptocarya archersoniana* (canela-fogo), *Cinnamomum glaziovii* (guaruva), *Ocotea* sp1. (canelão), *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás), *Tapirira guianensis* (pombeiro), *Piptocarpha angustifolia* (vassourão-branco), *Vochysia tucanorum* (pau-de-tucano), *Vochysia magnifica* (vinheiro-grande), *Aspidosperma parvifolium* (guatambu), *Machaerium acutifolium* (jacarandá-tã), *Machaerium nyctitans* (jacarandá-de-espinho), *Dalbergia villosa* (caviúna), *Prunus sellowii* (pessegueiro-do-mato), *Didymopanax morototoni* (mandiocão), *Terminalia* sp. (vermelhão), *Copaifera langsdorfii* (pau d'óleo), *Tabebuia alba* (ipê-da-serra), *Eugenia* sp. (goiabeira vermelha), *Cecropia pachystachya*, *Cecropia glaziovii* (embaúbas), *Syagrus rommanzoffianum* (gerivá), *Gochnatia polymorpha* (cambará), *Gochnatia paniculata* (cambarázinho), *Myrcia velutina* (piúna), *Myrcia* sp2. (piúna-preta), *Croton floribundus*

(capixinguí), *Sloanea monosperma* (ouriceiro), *Casearia sylvestris* (guaçatonga), *Trichilia sp.* (catiguá), *Hymenaea courbaril var. stilbocarpa* (jatobá-da-mata), *Lafoensia sp.* (dedaleiro), *Colubrina glandulosa* (sobrasil), *Vitex polygama* (tarumã), *Luehea paniculata* (açoita-cavalo), entre outras. No andar imediatamente inferior, o terceiro estrato é também descontínuo, formado por arvoretas com porte variando entre 3 a 7 metros, ocorrendo espécies de Myrtaceae (guamirins, cambuí, piúna), Anonaceae (pinha-da-mata), Lauraceae (canelas) e muitos cipós. Destacam-se ainda nesse estrato a *Geonoma schottiana* (guaricanga) – Arecaceae, e o *Cyathea delgadii*, *Alsophylla sp.* (xaxim) e outras Pteridophytae, espécies bastante disseminadas no sub-bosque. No estrato herbáceo o que é descontínuo, por vezes ralo, por vezes fechado é comum a presença do *Rhynchospora exaltata* e *Scleria sp.* (capim navalha), espécies bastante agressivas. O *Chusquea sp.* (bambuzinho), outra espécie de alta competitividade, está presente nos trechos mais perturbados.

Deve-se citar ainda a ocorrência de lianas e trepadeiras. De forma geral as lianas (trepadeiras lenhosas) são representadas pelos gêneros *Friedericia* e *Adenocalyma* (Bignoniaceae). As trepadeiras (herbáceas) pertencem às famílias Passifloraceae, Bignoniaceae, Apocynaceae e Asclepiadaceae. Outro grupo importante observado no interior da mata são as epífitas, bastante abundantes nas estruturas mais conservadas. Incluem-se principalmente espécies de Bromeliaceae, de Araceae, Gesneriaceae, Cactaceae e diversas Orchidaceae. Em baixa proporção ocorrem as ervas-de-passarinho, parasitas da família Loranthaceae.

Nas áreas perturbadas no interior da mata (clareiras naturais) e nas bordas é comum a presença do *Tibouchina mutabilis* (manacá-da-serra), espécie pioneira e bastante ornamental, vista por todo o planalto e em todas as formações florestais de encosta.

Das espécies citadas anteriormente, muitas delas apresentam importância para a fauna, seja pelo fato de ofertarem alimento (fruto ou néctar) ou abrigo.

A partir dos estudos florísticos conduzidos nas matas de encosta, identificou-se uma expressiva dominância de algumas famílias – Myrtaceae com 10 spp. (8,33% do total), Lauraceae com 8 spp. (6,67%), seguidas de Melastomataceae, 5 spp. (4,17%), Bignoniaceae (4,17%), Asteraceae e Fabaceae (ambas com 3,3%, 4 spp. cada), Anacardiaceae, Apocynaceae, Caesalpinaceae, Meliaceae e Euphorbiaceae (2,5%, 3 spp. cada). As demais famílias contribuíram com 1 ou 2 espécies cada. Nas áreas amostradas prevalecem como elementos dominantes no dossel da Floresta Estacional Semidecidual Montana, *Alchornea triplinervea* (tapiá), *Vochysia magnifica* (vinheiro-grande), *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) e *Miconia cinnamomifolia* (jacaratirão). Observa-se que as formações florestais existentes na área de influência do empreendimento encontram-se em estágios sucessionais

avançados de regeneração ou mesmo climáticos dada a grande quantidade de epífitas colonizando todas as zonas altitudinais da floresta e a relativa abundância da canela-sassafrás, espécie climática e de crescimento muito lento, cuja presença indica um bom grau de preservação.

- **FES Aluvial**

Na região, a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Figura 44) corresponde às formações florestais ciliares aos cursos d'água, revestindo tanto os vales encaixados (córrego Consulta e ribeirão Soberbo) quanto os vales planos (Ribeirão das Antas).

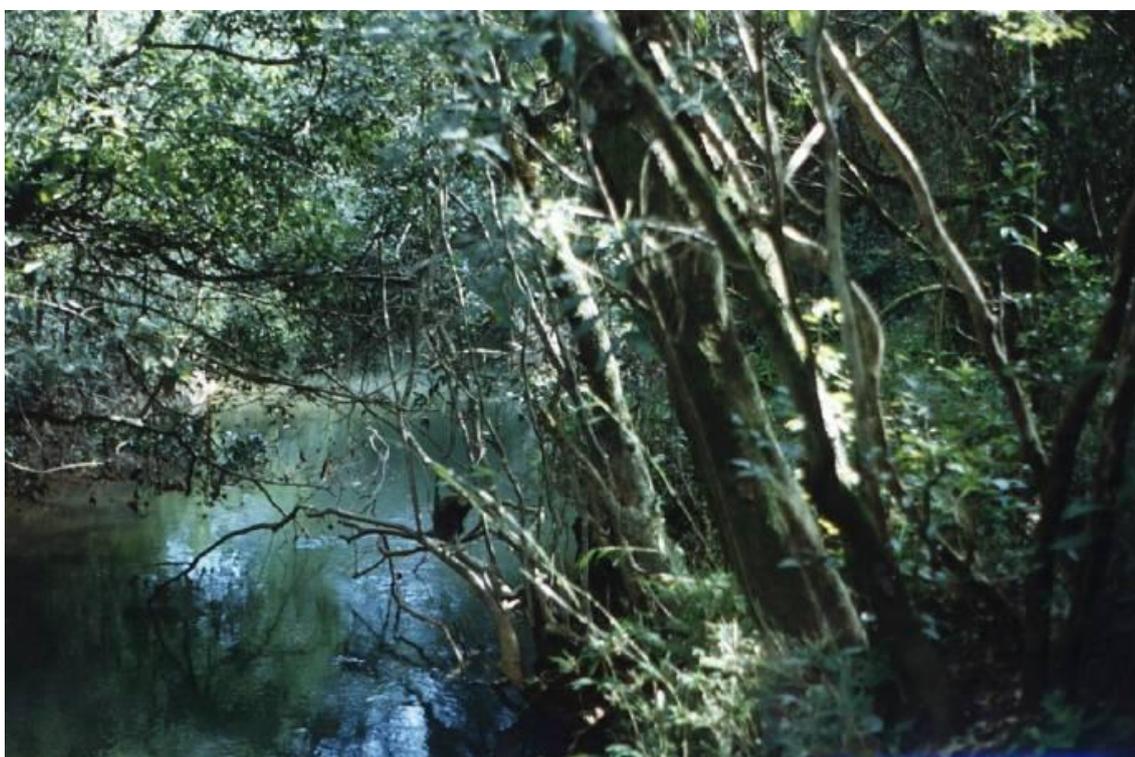


Figura 44 - Aspecto interior da estrutura da mata ciliar do ribeirão das Antas, composta por elementos arbóreos de fustes finos e esgalhados

No vale encaixado do ribeirão Soberbo, a mata ciliar confunde-se com a Floresta Ombrófila Mista, podendo ser tratada como tal, face à dificuldade em determinar um limite ou a interação entre ambas. O mesmo acontece com as matas de fundo de vale que se misturam com a Floresta Estacional Semidecidual, formando um contínuo florestal. Nesses casos não se fez distinção entre as duas fisionomias.

As espécies características da mata ciliar apresentam adaptação a áreas inundáveis, tendo dispersão relacionada com as cheias ou à fauna associada. Elas têm grande importância para a cadeia trófica,

fornecendo folhas, flores, frutos e sementes, fundamentais para a sobrevivência de diversas espécies de animais aquáticos. A perda da qualidade florística da mata ciliar conseqüentemente pode contribuir para diminuir a riqueza e a diversidade da ictiofauna, além de levar a mudanças de hábitos ou ao desaparecimento de grupos animais (aves e mamíferos) que dependem desse ambiente para abrigo e alimentação.

A mata ciliar do ribeirão das Antas distingue-se das demais formações florestais nativas em porte e fisionomia. Atualmente, encontra-se restrita à calha do ribeirão como consequência da ocupação dos solos dos terraços aluviais pela agricultura. O nível de degradação vai desde a ausência total da mata, logo após a barragem de Águas Claras, passando por locais dominados por invasoras diversas, até trechos onde a cobertura florestal encontra-se bem conservada. Deve-se ressaltar que, por se tratar de áreas sob domínio privado, estas são influenciadas pelo tipo de ocupação da terra, se para agricultura ou pastagem.

Os estudos florísticos conduzidos na mata ciliar a partir de duas transecções para amostragem registraram 59 espécies de plantas distribuídas em 30 famílias, sendo as que apresentaram maior número de espécies terrestres foram Myrtaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae, Meliaceae, Asteraceae e Poaceae. De um modo geral, a estrutura da mata ciliar apresenta um dossel fechado com poucas emergentes. O porte médio situa-se na faixa dos 6 a 8 metros com muitas árvores de troncos bifurcados ou múltiplos e esgalhados. As emergentes não ultrapassam os 12 a 15 metros. A largura da mata em cada margem é bastante variável, desde aproximadamente os 5 metros nos trechos mais perturbados até 20 a 30 metros nos mais conservados. Quando a perturbação é intensa aparecem as capoeirinhas dominadas pela *Mimosa sp.* (bracatinga-do-brejo) e por um bambuzinho (sp. indeterminada), ou mesmo por gramíneas plantadas e invasoras de culturas.

Floristicamente, compõem essa formação ciliar a *Ocotea pulchela* (canela-batalha), *Mimosa sp.* (bracatinga-do-brejo), *Zanthoxylum rhoifolium* (mamica-de-porca), *Vernonia sp.* (vassourão), *Alchornea sp.* (capixingui), *Tapirira guianensis* (pombeiro), *Rapanea umbellata* (pororocão), *Rapanea sp.* (pororoquinha), *Ficus sp.* (figueira), *Copaifera langsdorfii* (pau d'óleo), *Eugenia sp2.* (guamirim), *Campomanesia sp.* (guabiroba), *Calypttranthes clusiifolia* (araçarana), *Calypttranthes aff. concina* (araçá), *Myrcia sp2.* (piúna), *Myrcia rostrata* (folha-miúda), *Colubrina glandulosa* (sobrasil), *Miconia sp.* (pixirico), *Cabralea canjerana* (canjarana), *Guarea guidonia* (marinheiro), *Inga sp.* (ingá), *Eugenia aurata* (murtinha), *Eugenia florida* (pimenteira), *Lamanonia aff. tomentosa* (cangalheiro), *Securinega guaraiuva* (guaraiuva), *Sebastiania commersoniana* (branquilho), *Gleditschia sp.* (faveiro), *Lafoensia sp.* (dedaleiro), *Croton urucurana* (sangra d'água), *Solanum cernuum* (jurubeba), *Celtis iguanae* (grão-de-galo), entre outras.

As arbustivas são representadas pelo *Acacia paniculata* (arranha-gato) e a *Calliandra tuediei* (esponginha), misturadas com capins diversos e invasoras, presentes nos trechos alterados. O interior da mata ciliar é aberto, com estrato herbáceo ralo ou invadido pela *Commelina sp.* (trapoeraba) ou *Poligonum sp.* (erva-de-bicho). O piso florestal é desprovido de folheto nos terrenos planos paralelos ao ribeirão, que é decomposto ou carregado pelas enchentes do ribeirão acumulando-se ao pé das árvores, o que possibilita o desenvolvimento de montículos de solo e o entouceiramento das árvores. As epífitas aparecem na zona média de poucas árvores, representadas comumente por Orchidaceae dos gêneros *Pleurotallis* e *Bulbophyllum* (micro-orquídeas) e as Bromeliaceae dos gêneros *Tillandsia*, *Vriesea* e *Aechmea*.

Os estudos florísticos e fitossociológicos da formação ciliar do ribeirão das Antas identificou a dominância das famílias – Myrtaceae com 8 spp. (15,09% do total), Euphorbiaceae e Mimosaceae com 4 spp. cada (7,54%), seguidas de Meliaceae, Asteraceae e Poaceae, 3 spp. cada (5,66%), As demais famílias contribuíram com 1 ou 2 espécies.

No último estudo realizado na UTM (Minas Verde, 2015), não houve distinção entre FES Montana e Aluvial e sim uma distinção entre os estágios sucessionais. Na amostragem fitossociológica de FES em estágio médio, foram mensurados 347 indivíduos arbóreos, distribuídos em 59 espécies. O maior valor de densidade foi encontrado para a espécie *Myrsine umbellata* (capororoca), seguida de *Alchornea triplinervia* (tapiá), *Piptocarpa macropoda* (cambará-preto) e *Geonoma schottiana* (guaricanga). A altura média da população foi de 7,9 metros. As espécies com maior número de indivíduos no estrato superior e que se destacam no dossel emergente da floresta foram: *Alchornea triplinervia*, *Vochysia magnifica* (vinheiro-grande) e *Aspidorsperma australe* (guatambu).

Na amostragem fitossociológica de FES em estágio inicial, foram amostrados 247 indivíduos arbóreos, distribuídos em 35 espécies. O maior valor de densidade foi encontrado para a espécie *Piptocarpha macropoda*, seguida por *Myrsine coriácea* (capororoca), *Myrsine umbellata* e *Clethra scabra* (guaperê). A altura média da população foi de 5,2 metros, sendo que *Piptocarpha macropoda* e *Myrsine coriácea* se destacaram no dossel emergente da floresta.

- **Floresta Ombrófila Mista**

Essa tipologia florestal aparece revestindo os flúvios da cabeceira do ribeirão Soberbo (na porção leste do Planalto). Tem como principal diferença fisionômica a presença do *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná) acompanhada do *Podocarpus sellowii* (pinheirinho-bravo) e de angiospermas como *Sapium glandulatum* (leiteiro), *Miconia cinnamomifolia* (jacatirão), *Piptocarpha angustifolia*

(vassourão-branco), *Chrytocarya aschersomiana* (canela-fogo), entre outras. Das espécies observadas na Floresta Estacional, muitas de caráter decidual aparecem também na Floresta Ombrófila como o *Cedrela fissilis* (cedro) e o *Copaifera langsdorfii* (pau d'óleo). A fisionomia dessas zonas de contato exibe um mosaico de formações florestais e campestres na paisagem observando-se a Floresta Ombrófila nos flúvios e a Floresta Estacional em algumas encostas imediatamente superiores, ambas confrontando-se com os campos gramíneos. Essa proximidade favorece a ocorrência de espécies comuns às duas formações florestais, principalmente quando se tratam de espécies indiferentes às condições de ambiente.



Figura 45 - Interpenetrações da Floresta Ombrófila Mista no Planalto de Poços de Caldas revestindo o vale do ribeirão Soberbo

Por ocorrer limitada ao fundo de vales seguindo a mata ciliar do ribeirão Soberbo, a Floresta Ombrófila Mista (forma secundária) possui pequenas dimensões em largura, às vezes galgando as drenagens e encostas próximas ao curso do ribeirão. Em diversos locais, confronta-se abruptamente com o Campo Limpo.

Estruturalmente, a *Araucaria angustifolia* domina o estrato superior de modo descontínuo, atingindo os 15 a 20 metros de altura. No estrato imediatamente abaixo com aproximadamente 10 a 12 metros de altura, concentra-se uma cobertura florestal mais contínua e fechada predominando essências como o leiteiro, pau d'óleo, canela-fogo, *Ocotea pulchella* (canela-sebo), *Ocotea odorifera* (canela sassafrás),

Podocarpus sellowii (pinheirinho-bravo), *Vochysia tucanorum* (pau-de-tucano), *Piptocarpha angustifolia* (vassourão-branco), *Alchornea triplinervea* (tapiá), *Rapanea umbellata* (capororoca), *Machaerium acutifolium* (jacarandá-tã), *Aspidosperma australe* (guatambú), *Trichilia sp.* (catiguá), *Zanthoxylum rhiedelianum* (mamica-de-porca), *Sebastiania klotzschiana* (branquilho), *Ficus sp.* (figueira mata-pau), *Cabralea glaberrima* (canjarana), *Talauma ovata* (pinha-do-brejo), *Croton sp.* (caixeta), entre outras. A presença de cipós e lianas é também frequente, representadas por Passifloraceae (maracujás), Bignoniaceae (cipó-de-são-joão, cipó-cruz), Malpighiaceae (borboleta), etc.

Um terceiro estrato arbustivo-herbáceo é observado com aproximadamente 3 a 4 metros de altura, composto por Myrtaceae diversas (guamirins, cambuí, araçás), Rubiaceae e a *Geonoma schottiana* (guaricanga), moitas de bambús, *Cyathea delgadii* (fetos arborescentes) e outras pteridófitas (samambaias e avencas). Nas áreas mais abertas é comum encontrar moitas de bambuzinho taquara (provavelmente *Chusquea sp.*).

Nos trechos levantados pela Minas Verde (2015), não houve caracterização desta fisionomia vegetal.

- **Campos Graminosos Altimontanos**

A fisionomia de campo ocupa grande parte da região de influência direta e indireta da UTM, representada por campos savanóides condicionados a solos geralmente, de baixa fertilidade, rasos, ácidos e concrecionários. Revestem os topos de morro, nos interflúvios e algumas encostas, confrontando-se com a Floresta Estacional Semidecidual e/ou a Ombrófila Mista. Consistem basicamente em uma vegetação de porte rasteiro com predominância de gramíneas e herbáceas. Pela semelhança florística e fisionômica são considerados gradações dos Campos Cerrados, aparecendo na forma de Campo Limpo e Campo Sujo, diferenciados pela estrutura da vegetação e composição vegetal. A ocorrência desses campos em relevo suave a suave-ondulado vem levando-os ao quase desaparecimento face ao favorecimento para seu aproveitamento para a agricultura mecanizada, na formação de pastagens e para a exploração minerária. Conseqüentemente, as áreas de campo que mantêm sua estrutura florística conservada são poucas e restritas a trechos geralmente considerados impróprios.

Outra forma vegetacional de campo observada ocorre por entre as colinas, em vales planos e baixadas úmidas com declividade suave, são os Campos Hidromórficos e Áreas Brejosas. Tais tipos vegetacionais apresentam composição florística variada e alta diversidade de espécies, sempre condicionadas à presença de água.

Segundo levantamento (Sistêmica, 1999), a fisionomia natural dos Campos Limpos altitudinais é a que predomina no entorno da UTM, revestindo os topos de morro próximos a cava da mina e os interflúvios. A fisionomia campestre típica é formada por um estrato graminoso-herbáceo baixo e contínuo com esparsos agrupamentos de arbustos e subarbustos. Na fisionomia de Campo Sujo aparecem, além do tapete graminoso-herbáceo, diversas espécies de arbustos das famílias Malpighiaceae, Myrtaceae, Melastomataceae e Ulmaceae, além de arvoretas de Compositae e Erythroxylaceae. Vez por outra as condições edáficas e de topografia local permitem a formação de ilhas de vegetação no meio dos campos.

Essas formações campestres são constituídas predominantemente por espécies das famílias Gramineae - gêneros *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Digitaria*, *Eragrostis*, *Echinolaema*, *Panicum*, *Paspalum*, *Setaria* e *Tristachia*, de invasoras como o *Melinis minutiflora* (capim gordura) e o *Rhynchelytrum repens* (capim favorito), além de Cyperaceae (*Bulbostylis*, *Cyperus*) e Asteraceae (*Achyrocline*, *Baccharis*, *Eupatorium*, *Mikania*, *Vernonia*), Apocynaceae (*Macrosiphonia*, *Mandevila*). Os arbustos são representados por Melastomataceae (*Leandra*, *Miconia*, *Tibouchina*) e Myrtaceae (*Campomanesia*, *Eugenia*, *Psidium*). Podem ser vistos ainda representantes das famílias Acanthaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Convolvulaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Guttiferae, Labiatae, Leguminosae, Lythraceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Ulmaceae, Ochnaceae, Polygalaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Umbelliferae e Verbenaceae. Anualmente, no período de estiagem essa vegetação seca tornando-se muito suscetível a incêndios.



Figura 46 - Aspecto dos Campos Graminosos Altimontanos ocorrentes nas imediações da UTM, sempre confrontando com as formas florestais de encosta e galeria

No último estudo realizado na UTM (Minas Verde, 2015), foram inventariados indivíduos arbóreos presentes nos Campos Sujos e Limpos.

Na área de estudo ocorrem às fisionomias Campo Sujo e Campo Limpo, que são formações naturais com predomínio de estrato herbáceo-arbustivo, dominado por espécies nativas. Estão localizados principalmente nas partes mais elevadas do relevo, ocorrendo variação em detrimento principalmente de condições edáficas e geomorfológicas.

O Campo Sujo, também denominado Campo Cerrado ou Savana Parque, é caracterizado pela presença de arbustos e subarbustos, entremeados no estrato herbáceo. As plantas arbóreas em geral são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do cerrado. Essa fisionomia é encontrada em solos rasos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pequena extensão, ou ainda em solos profundos e de baixa fertilidade. A fisionomia Campo Limpo é caracterizada principalmente pelo predomínio de estrato herbáceo e ausência de indivíduos arbóreos, ou quando ocorrem, são de pequeno porte.

Nas áreas de Campo Sujo o estrato herbáceo-arbustivo predomina, porém ocorre uma maior frequência de espécies arbóreas e de maior porte em relação à fisionomia Campo Limpo. Algumas espécies arbóreas comuns nas áreas de Campo sujo no local avaliado são *Clethra scabra* (guaperê), *Myrsine umbellata* (capororoca), *Piptocarpha macropoda* (cambará-preto).

Alguns estudos classificam as formações campestres presente na região da UTM como Campos de Altitude ou Campo Altimontanos. Apesar de tal denominação não estar equivocada, optou-se por utilizar a definição de Campo Limpo, uma vez que a composição florística do local se diferencia dos Campos de Altitude encontrados na Serra do Mar e da Mantiqueira, apesar de compartilharem algumas espécies vegetais, como *Alchyrocline saturoides* (marcela-do-campo), *Baccharis trimera* (carqueja), *Chaptalia runcinata* (língua-de-vaca). Foi observada uma maior afinidade florística com áreas de Campo Limpo que ocorrem no cerrado, evidenciado pela ocorrência de espécies arbóreas típicas de Cerrado nas áreas campestres, como *Byrsonima verbascifolia* (murici) e *Erythroxylum suberosum* (pinha-do-cerrado), fato este esperado pela região estar próxima aos limites dos biomas Mata Atlântica e Cerrado.

Nos Campos Sujos (estágio médio) foram amostrados 135 indivíduos arbóreos, distribuídos em 19 espécies. As espécies de maior destaque na área foram *Piptocarpha macropoda*, *Myrsine coriacea*, *Clethra scabra*, *Myrsine umbellata* e *Baccharis sp.* O maior valor de densidade foi para a espécie *Myrsine coriacea*. A altura média da população foi de 3,6 metros, destacando-se com maior número de indivíduos no estrato superior *Piptocarpha macropoda* e *Myrsine coriacea*. No Campo Limpo (estágio avançado), realizado através de inventário 100%, foram amostrados 53 indivíduos arbóreos, distribuídos entre 11 espécies. As espécies de maior destaque foram *Piptocarpha macropoda*, *Clethra*

sacabra, *Erythroxylum suberosum*, *Myrsine umbellata* e *Casearia sylvestris* (erva-lagarto). A maior densidade encontrada foi para a espécie *Clethra scabra*. A altura média da população foi de 2,8 metros, sendo que somente *Piptocarpha macropoda* apresentou indivíduos no estrato superior da fisionomia de Campo Limpo (Minas Verde, 2015).

Os Campos Hidromórficos e áreas pantanosas (Figura 47) correspondem aos ambientes onde o solo é saturado, nas baixadas ou terrenos encharcados dos vales planos da bacia do ribeirão das Antas, associados a cursos d'água perenes ou temporários, ou em terrenos com drenagem insuficiente, próximos às margens dos açudes e represas.



Figura 47 - Fisionomia de Campos Hidromórficos revestindo vales planos da bacia do ribeirão das Antas

Os campos hidromórficos possuem fisionomia campestre de hábito graminoso-herbáceo, com raros arbustos e árvores. As áreas brejosas diferenciam-se dos campos hidromórficos apenas pela presença constante de lâmina d'água (alagados perenes). Além de algumas das espécies presentes nos campos limpos, acrescentam-se na composição florística espécies higrófilas como o *Echinodorus* sp. (chapéu-de-couro), *Equisetum arvense* (cavalinha), *Paspalum conjugatum*, *Paspalum* spp. (cana-do-brejo), *Lwdwigia* sp., *Lwdwigia elegans* (cruz-de-malta), *Osmunda* sp., *Blechnum brasiliensis* (samambaia-do-brejo), *Lycopodium* sp. (Lycopodiaceae), *Paepalanthus* sp. (Eriocaulaceae), *Thypha domingensis* (taboas) e *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo) que formam populações quase puras, a *Begonia* sp. (begonia-de-vara), *Apium* sp. (língua-de-tucano), *Artemisia* sp. (artemisia), *Senecio brasiliensis* (senecio), *Ipomoea quamoclit* (corda-de-viola), diversas Cyperaceae (*Cyperus fereax*,

Cyperus acicularis, *Cyperus rotundus*, *Cyperus sp.*, *Eleocharis sp.* e *Rhynchospora nervosa*), Iridaceae (*Tritonia sp.*), indigofera (*Indigofera suffruticosa*), Melastomataceae (*Rhynchanthera sp.* *Tibouchina sp.*), Plantaginaceae (*Plantago major*), *Digitaria horizontalis* (capim colchão), *Echinochloa cruz-galli* (capim arroz), *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha), *Solanum americanum* (jurubebinha), entre diversas outras não identificadas.

Dentre estas espécies, algumas são úteis para a fauna, ofertando sementes, frutos e flores ou oferecendo abrigo e material para confecção de ninhos, como *Thypha dominguensis*.

5.4.3.1.2 Caracterização da Fauna

Para a identificação da biota animal autóctone da área da UTM foi realizada pesquisa bibliográfica e documental em dados primários e secundários, pesquisa de campo (entre 31 de março e 03 de abril de 1999) e entrevista dirigida à população local. As técnicas de amostragem da fauna foram amostragem itinerante, amostragem seletiva, transecto de área previamente selecionada e entrevista. Os ambientes em que se deram a pesquisa de campo foram: margens (nichos) do ribeirão das Antas, fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, Campos Altimontanos com interpenetrações florestais nas áreas de baixadas nas proximidades com ribeirões e córregos, entornos de monocultura arbórea de eucalipto.

A vegetação ciliar das margens do ribeirão das Antas é adaptada às condições de umidade do solo marginal dos cursos d'água, em função do porte e diversidade de espécies. Este ambiente propicia áreas de forrageamento, nidificação e abrigos que possibilitam a ocorrência de diversos biontes onde são bem representados diversos insetos, anfíbios, répteis, com destaque na avifauna para *Polilymbus podiceps* (mergulhão), *Casmerodius albus* e *Egretta thula* (garça-branca-grande e branca-pequena, respectivamente), *Aramides canjeana* (três-potes), *Gallinula chlorops* (frango-d'água), *Vanellus chilensis* (quero-quero), *Ceryle torquata* (martim-pescador-grande), além de indivíduos de *Hidrochoerus hidrochoerii* (capivara) e *Mazana gouazoubira* (veado campeiro). Avistam-se na portaria da INB diversos passeriformes, com destaque para *Sicalis flaveola* (canário-chapinha) e *Spinus magellanicus* (pintassilgo).

Nos fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual Montana, onde ocorre uma cobertura vegetal expressiva, aparecem *Cyanocorex cristatellus* (gralha-do-campo) em áreas mais florestadas e *Caryama cristata* (seriema) nas áreas mais abertas. Observam-se também com relativa frequência, representantes de diversas ordens de aves.

Nos Campos Altimontanos com vegetação adaptadas às condições do solo forma-se um tapete graminoso-herbáceo entremeado de subarbustos e arbustos de diversas espécies. Da mastofauna, *Sylvilagos brasiliensis* (tapeti) ao entardecer nas horas do crepúsculo podem ser vistos com relativa frequência. Ocorrem diversos insetos e répteis. Nos lugares onde há ocorrência dos arbustos ocorre o *Carduelis magellanicus* (pintassilgo). Pode-se observar também nos campos, *Nothura maculosa* (codorna), e diversas aves em trânsito. Nos banhados ou áreas próximas ocorrem os mamíferos *Eira barbara* (irara) e *Procyon cancrivorus* (mão-pelada) e na vegetação arbórea ocorre *Callithrix sp.* (mico-estrela).

No entorno da monocultura de eucalipto, observam-se alguns insetos e poucas aves em trânsito. Não há menção de destaque para elementos da fauna por se tratar de extensas faixas de cultivo que dificultam ou impedem o fluxo da biota.

Em 1988, a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental, realizou um inventário de aves para o Planalto de Poços de Caldas, listando 19 ordens, 50 famílias e 252 espécies. Nos estudos sobre a fauna, desenvolvidos pela Sistêmica (1999) foram identificadas 73 espécies de aves na área de influência da UTM. Destas, 14 espécies são consideradas ameaçadas, raras, endêmicas ou migratórias. Desta forma, pode-se constatar que a riqueza de espécies na região é significativa, sendo composta por elementos típicos tanto dos domínios dos Cerrados, como dos domínios de Mata Atlântica.

É notória a contribuição e a importância da avifauna como dispersora de sementes. Nos trabalhos de campo, foram identificadas 12 espécies de biontes que podem atuar ou atuam como dispersores de sementes, nas áreas de influência direta e indireta da planta industrial da INB. São eles: *Columbina talpacoti* (rolinha-caldo-de-feijão), *Leptotila verreauxi* (juriti), *Scardafella squammata* (fogo-pagou), *Ramphastos dicolorus* (tucano-de-bico-verde), *Ramphastos toco* (tucano-toco), *Chiroxiphia caudata* (tangará- dançador), *Cyanocorax cristatellus* (gralha-do-campo), *Turdus amaurochalinus* (sabiá-poca), *Turdus leucomelas* (sabiá-barranqueiro), *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira), *Mimus saturninus* (sabiá-do-campo), *Schistochlamys ruficapillus* (bico-de-veludo).

Dos anfíbios existentes na região de influência da UTM destacam-se *Phyllomedusa ayeay* (perereca-verde) e *Ceratophrys auria* (sapo-itanha, sapo-boi) que, segundo relatório da Sistêmica (1999), são espécies em extinção.

De acordo com o PRAD (2012), os estudos que investigaram a biota terrestre na área de influência da UTM limitaram-se a uma abordagem descritiva e basearam-se principalmente em dados secundários

gerais de inventários de curto termo, realizados no âmbito de consultorias prévias. Recomenda-se dentre ações para o detalhamento deste Plano, antes de sua implantação, que esses estudos sejam complementados.

5.4.3.2 Ecossistemas Aquáticos

Os ecossistemas aquáticos existentes na região sob a influência da UTM constituem-se em sistemas fechados (reservatórios e poços artificiais) e abertos (riachos e ribeirões). Os ambientes naturais predominantes vêm sendo constantemente alterados, principalmente em função da implantação de atividades mineradoras e de agricultura. Estas atividades implicam em impactos de diversas naturezas, como poluição de origem agropecuária e industrial, desmatamento com conseqüente processo erosivo e assoreamento de cursos d'água, desvios e represamentos. Estes impactos, por sua vez, fazem-se refletir diretamente na qualidade físico-química da água e em sua biota, modificando suas condições naturais e podendo comprometer a dinâmica das comunidades de peixes.

É importante ressaltar que nenhum dos estudos realizados até o momento consideraram outras comunidades aquáticas, tais como fitoplâncton, zooplâncton e comunidades bentônicas. Entretanto, o PRAD (Golder Associates, 2012) recomenda o monitoramento limnológico, incluindo a mesofauna de invertebrados bentônicos e ictiofauna.

5.4.3.2.1 Caracterização da Fauna

Dados sobre a ictiofauna da região de estudos em período anterior à implantação do empreendimento são inexistentes. Assim, o Estudo sobre a Ictiofauna da Área de Influência do Complexo Industrial do Planalto de Poços de Caldas – CIPC (Sistêmica, 1999), toma posição pioneira no contexto de inventário ictiofaunístico. Os objetivos de tal trabalho foram: 1) realizar o inventário ictiofaunístico da região, incluindo sistemas naturais e artificiais; 2) estimar a abundância relativa de espécies entre as áreas de coleta; 3) estimar as produtividades em número e biomassa, através da captura por unidade de esforço, por espécie e tamanho de malha; 4) estimar a riqueza de espécies por ponto de amostragem, 5) avaliar a atividade reprodutiva e o hábito alimentar de espécies de interesse e 6) propor medidas de conservação e manejo da ictiofauna da região.

Os procedimentos metodológicos para estudos de ictiofauna envolveram: coleta quantitativa e qualitativa de peixes e processamento em campo e laboratório; análise do conteúdo estomacal;

análise reprodutiva dos peixes; análise de captura por unidade de esforço (CPUE) em número e biomassa.

Os estudos foram realizados em duas campanhas: março e agosto de 1999.

A primeira campanha (março de 1999), amostrou dados de ictiofauna em 7 pontos da região sob influência do empreendimento.

- Ponto 1 (RA-1) - Reservatório do ribeirão das Antas, na região distal à barragem, nas imediações da captação (porção oriental do reservatório);
- Ponto 2 (RA-2) - Reservatório do ribeirão das Antas, na região proximal à barragem (porção ocidental do reservatório);
- Ponto 3 (RA-3) - Ribeirão das Antas, a jusante da barragem, logo a jusante da desembocadura do córrego da Ventania;
- Ponto 4 (RA-4) - Ribeirão das Antas, a jusante da barragem, na altura da ponte da MG 146;
- Ponto 5 (RT-1) - Rio Taquari, logo a montante de sua desembocadura no rio Verde;
- Ponto 6 (RS-1) - Ribeirão Soberbo, na porção mediana do trecho compreendido entre a desembocadura dos córregos Consulta e Soberbinho;
- Ponto 7 (CC-1) - Córrego Consulta, em sua porção livre logo a montante do reservatório Consulta.

Nesta primeira campanha, foram capturados 368 indivíduos no total, incluindo as amostragens quantitativas e qualitativas. A biomassa bruta capturada foi de 15,6 kg. Foram registradas 13 espécies: *Astyanax bimaculatus* (lambari-do-rabo-amarelo), *Astyanax fasciatus* (lambari-do-rabo-vermelho), *Astyanax scabripinnis* (lambari), *Astyanax sp.* (lambari), *Characidium sp.* (canivete), *Hoplias malabaricus* (traíra), *Cyphocharax modestus* (sagüiru), *Gymnotus carapo* (sarapó), *Otothyris sp.* (cascudinho), *Geophagus brasiliensis* (cará), *Tilapia sp.* (tilápia), *Phalloceros caudimaculatus* (barrigudinho), *Cyprinus carpio* (carpa comum).

O número total de espécies registrado no presente estudo, considerando as duas sub bacias em foco, representa cerca de 65% do inventariado para a sub bacia do ribeirão das Antas. Ressalte-se que o sarapó foi notificado somente no conteúdo estomacal da traíra no reservatório de captação, todavia, considerou-se como registro obtido da pesca experimental.

De modo geral, as espécies mais abundantes em número foram o *Astyanax bimaculatus* (lambari-do-rabo-vermelho) e o *Phalloceros caudimaculatus* (barrigudinho). Os pontos da bacia do ribeirão das

Antas, incluindo o reservatório de captação (RA-1, RA-2 e RA-3) apresentaram maior número de indivíduos e maior riqueza de espécies. Sete espécies foram restritas a um único ponto de amostragem, enquanto o lambari-do-rabo-vermelho e o barrigudinho foram capturados em quatro pontos.

Foram capturados indivíduos de 0,8 a 33,0 centímetros de comprimento padrão e de 1 a 690 gramas de peso corporal, conferindo ao *Phalloceros caudimaculatus* (barrigudinho) e a *Hoplias malabaricus* (traíra) o menor e maior porte, respectivamente.

Foram identificados 16 itens alimentares nos estômagos dos peixes do reservatório de captação e do ribeirão das Antas. De modo geral, os itens mais consumidos para as cinco espécies analisadas foram: sedimento, larvas e insetos, restos de vegetal superior, frutos, peixes e escamas. Com base nestas informações, foi possível afirmar que o *Astyanax bimaculatus* (lambari-do-rabo-vermelho) e o *Astyanax bimaculatus* (lambari-de-rabo-amarelo) são herbívoros e frugívoros, o *Geophagus brasiliensis* (cará) e o *Cyphocharax modestus* (saguiru) são detritívoros e a *Hoplias malabaricus* (traíra) é carnívora piscívora.

Do total de espécies, a *Cyprinus carpio* (carpa) e a *Tilapia sp.* (tilápia), cujas ocorrências estiveram restritas ao reservatório de captação, são exóticas à bacia do rio Grande e ao Brasil. A carpa foi inventariada a partir de informações obtidas de técnicos da INB e a tilápia foi capturada através de arrastos. As implicações destas introduções sobre as populações de peixes nativos relacionam-se, dentre outros fatores, principalmente à competição por recursos alimentares e por espaço e predação de ovos, este último promovido especialmente pela tilápia. O manejo e controle de espécies exóticas são muito complexos no que diz respeito à estabilização ou diminuição de suas abundâncias nos ambientes nos quais foram introduzidas. Desta forma, é desaconselhável qualquer atividade de peixamento no reservatório, independente da espécie envolvida, sem avaliação prévia de especialistas na área de ictiologia.

De antemão, um programa de repovoamento de todos os reservatórios da área de influência da UTM foi sugerido, com espécies nativas procedentes apenas de outras localidades das respectivas bacias de drenagem. Em princípio, repovoamentos devem ser praticados em situações nas quais as populações locais se encontram muito reduzidas e sem condições de recuperação natural. No caso do reservatório de captação, sua implementação visaria ao incremento da diversidade ictiofaunística e promoção de maior estruturação das comunidades de peixes.

As regiões litorâneas de lagos naturais e artificiais são importantes como fontes de recursos para alimentação, reprodução e refúgio de espécies de peixes. Estes ambientes são ocupados por uma grande diversidade relativa de espécies. No presente estudo, tal importância foi retratada através da alta representatividade do item “vegetal superior” no conteúdo estomacal das espécies do reservatório de captação. Quatro espécies nativas foram capturadas nestes locais através de arrastos, incluindo aquelas de pequeno porte e alevinos daquelas de maior porte relativo. Sua conservação e manutenção poderiam ser conduzidas através de acompanhamento das atividades desenvolvidas pelos exploradores da bacia de drenagem, juntamente com medidas de conscientização e fiscalização. O reflorestamento ciliar é outra ação indicada como medida de conservação do ambiente aquático e sua ictiofauna, ao promover a contenção das margens e retenção de compostos poluentes, além de oferecer, dependendo das espécies utilizadas, recursos alimentares e locais de reprodução e refúgio aos peixes.

Foi observada alta abundância de larvas de Helmintos (Nematóides, gênero *Contracaecum*) na cavidade celomática de todas as espécies coletadas no reservatório de captação, com maiores proporções registradas para *H. malabaricus* (traíras). O ciclo biológico deste parasita apresenta três hospedeiros, sendo um definitivo e dois intermediários. Os peixes representam o segundo hospedeiro intermediário, cabendo aos organismos zooplanctônicos (Copepodas), supostamente, e aos vertebrados ictiófagos, o primeiro hospedeiro intermediário e o hospedeiro definitivo, respectivamente. No reservatório em estudo, os hospedeiros definitivos podem ser representados pela garça, ave ictiófaga observada na região e, menos provável, pelas lontras, cuja ocorrência não foi registrada pela equipe de ictiologia. Descarta-se a possibilidade de atividades de criação de suínos ou presença de dejetos humanos nas margens do reservatório por constituírem-se em objetos agravadores desta parasitose na comunidade de peixes.

É comum a alta incidência de larvas de Helmintos em peixes de lagos ou reservatórios comparativamente aos sistemas naturais abertos (ambientes lóticos). Este fato deve-se a fatores físicos e biológicos do ambiente. A ausência de fluxo proporciona melhores condições de permanência e sobrevivência do parasita no ambiente, além de favorecer a proliferação do primeiro hospedeiro intermediário (zooplâncton) e promover as relações ecológicas interespecíficas necessárias à conclusão do ciclo de vida do Nematóide. Para o gênero em questão, não se conhece os efeitos danosos potenciais sobre os peixes e, para o ser humano, implicações clínicas provocadas pelo parasita são citadas, até o presente, apenas para espécies marinhas.

Foi observado, de modo geral, baixa riqueza de espécies nos cursos d'água de ambas vertentes em estudo (sub-bacias Antas e Verde). Não foram registradas espécies reconhecidamente migradoras

comuns à bacia do rio Grande como *Leporinus sp.* (piaçu), *Salminus sp.* (dourado), *Prochilodus lineatus* (curimatá). Estes resultados já eram previstos, uma vez que os trechos em estudos ou são pouco extensos e estão compreendidos entre barramentos (drenagem do ribeirão das Antas) ou possuem vazão reduzida (drenagem do rio Taquari). Para as espécies migradoras moderadas, as quais requerem menos atributos ambientais para seus deslocamentos como, por exemplo, o *L. friderici* (piauí três pintas) e o *P. maculatus* (mandi), somente após um estudo mais amplo do ponto de vista espacial e temporal se poderia efetivamente argumentar. Ressalte-se, neste contexto, os relatos da presença, tempos atrás, da *Brycon sp.* (pirapitinga) no ribeirão Soberbo, espécie que executa deslocamentos rio acima para o exercício de suas atividades reprodutivas e/ou alimentares.

No ribeirão das Antas foram registradas apenas 5 espécies, das quais 3 são comuns ao reservatório de captação a montante. Esta baixa riqueza pode ser atribuída, neste caso, a fatores metodológicos, como o baixo número amostral e/ou ao status atual de conservação que se encontra o ribeirão das Antas. Dentre os impactos observados destacam-se aqueles oriundos das atividades de mineração, agricultura e indústrias, dos desmatamentos e barramentos. Independente dos fatores ora mencionados, deve ser ressaltado que o trecho em estudos localiza-se em região de cabeceira, a qual suporta, teoricamente, baixa riqueza relativa de espécies.

Na vertente oriental do complexo industrial foram capturadas 4 espécies, todas de pequeno porte e características de cursos d'água pequenos. A presença do *A. scabripinnis* (lambari) no segmento superior do córrego Consulta é indicativo de condições ambientais satisfatórias, uma vez que a espécie é sensível à alterações na qualidade da água. Considerando o esforço de pesca empregado nos outros pontos desta vertente, esperava-se o registro de maior riqueza de espécies, pelo menos nas porções mais baixas.

Em vários locais foi observado assoreamento do leito, condição que leva à perda de habitats propícios à alimentação, reprodução e desenvolvimento. A baixa riqueza de espécies deve estar relacionada, muito provavelmente, sobretudo às novas condições ambientais proporcionadas pelos processos e consequências dos desmatamentos na bacia de drenagem, erosão e assoreamento. A alta abundância relativa de *P. caudimaculatus* (barrigudinho), espécie relativamente pouco exigente do ponto de vista da conservação do ambiente aquático, aliado à baixa riqueza, sugere um sistema já alterado.

Em ambas vertentes, a manutenção da ictiofauna relaciona-se intimamente com a magnitude de todas as atividades impactantes nas bacias de drenagem, como o desmatamento ciliar e os processos de erosão e assoreamento. Assegura-se a conservação e manutenção das comunidades de peixes a

partir de atenuação ou paralisação destas atividades. Não menos importantes e apesar de não terem sido contemplados no presente estudo, os impactos relacionados ao aporte de compostos nocivos aos peixes, como os metais pesados e a acidificação das águas a partir de todos os processos de exploração e beneficiamento de minerais, devem ser considerados (Sistêmica, Mai/99).

A segunda etapa dos estudos de ictiofauna da área da mina e bota-foras da UTM foi realizada através de pesca experimental na região de influência da mina, durante o período de 3 a 8 de agosto de 1999. A campanha efetuou amostragens de ictiofauna em 8 pontos da região:

- Ponto 1 (RA-2) - Reservatório do ribeirão das Antas, na região proximal à barragem (porção ocidental do reservatório);
- Ponto 2 (RC-1) - Reservatório do córrego Consulta, em toda sua extensão;
- Ponto 3 (RG-1) - Reservatório da Andrade Gutierrez, em toda sua extensão;
- Ponto 4 (RA-3) - Ribeirão das Antas, a jusante da barragem, logo a jusante da desembocadura do córrego da Ventania;
- Ponto 5 (RT-1) - Rio Taquari, logo a montante de sua desembocadura no rio Verde;
- Ponto 6 (RS-1) - Ribeirão Soberbo, na porção mediana do trecho compreendido entre a desembocadura dos córregos Consulta e Soberbinho;
- Ponto 7 (CC-1) - Córrego Consulta, em sua porção livre logo a montante do reservatório Consulta;
- Ponto 8 (CC-2) - Córrego Consulta, em sua porção livre, desde a jusante do reservatório até as proximidades da desembocadura no ribeirão Soberbo.

Foram capturados 143 indivíduos no total, sendo 127 nas amostragens qualitativas e 16 nas quantitativas. A biomassa bruta capturada foi de 3,346 Kg. Na presente campanha foram registradas apenas 5 espécies e, na primeira coleta, 13 espécies.

As espécies coletadas foram: *Astyanax bimaculatus* (lambari-do-rabo-vermelho), *Astyanax scabripinnis* (lambari), *Hoplias malabaricus* (traíra), *Geophagus brasiliensis* (cará), *Phalloceros caudimaculatus* (barrigudinho). As espécies exóticas *Cyprinus carpio* (carpa) e *Tilapia sp.* (tilápia) não foram registradas na segunda campanha. Os maiores e menores indivíduos capturados foram representantes da *Hoplias malabaricus* (traíra) e (barrigudinho), respectivamente.

As espécies mais abundantes em número foram o *Astyanax fasciatus* (lambari-do-rabo-vermelho), o *Astyanax scabripinnis* (lambari) e o *Phalloceros caudimaculatus* (barrigudinho). *A. fasciatus* foi capturado principalmente no reservatório de captação e *A. scabripinnis* ocorreu exclusivamente no

córrego Consulta e em seu reservatório e no reservatório da Andrade Gutierrez. A maior riqueza de espécies foi observada no reservatório de captação do Antas, principalmente no ponto distal à barragem (estação de captação e adução de água). Quatro localidades apresentaram apenas uma espécie: ribeirão Soberbo, córrego Consulta, reservatório do Consulta e reservatório da Andrade Gutierrez. O *A. scabripinnis* foi específico destes três últimos pontos amostrais.

De modo geral, foi observada queda acentuada nas capturas em agosto/99, com exceção da produtividade em biomassa da traíra, a qual teve participação expressiva nesta última coleta. As demais espécies apresentaram produtividades em número e biomassa bem inferiores. Esta queda nas capturas deve-se a fatores ambientais, principalmente à baixa temperatura da água. Seus efeitos fazem-se refletir na movimentação das populações de peixes, tornando-os menos ativos no período mais frio do ano. Neste contexto, chama a atenção a brusca redução nas produtividades do *Astyanax fasciatus* (lambari-do-rabo-vermelho) em agosto/99.

Foram identificados 17 itens alimentares consumidos por 3 espécies de peixes (lambari, lambari de rabo vermelho e cará) , respectivamente *A. scabripinnis*, *A. fasciatus* e *G. brasiliensis*, na área de influência da mina. De modo geral, os itens mais consumidos para as 5 espécies analisadas foram: larvas e insetos, restos insetos aquáticos, restos de vegetal superior, algas filamentosas, detrito orgânico, restos de peixes, sedimento e zooplâncton.

Em relação ao estado de conservação, pode-se dizer que o reservatório de captação e o córrego Consulta (a montante da captação) são considerados ambientes ecologicamente íntegros. O ribeirão das Antas e o córrego Consulta são ambientes de integridade média, enquanto o rio Taquari, o ribeirão Soberbo, o córrego Consulta (a jusante do reservatório) e o reservatório da Andrade Gutierrez são ambientes não íntegros (Sistêmica, 1999).

- **Considerações Finais**

Os estudos realizados até o momento na área da UTM para a caracterização do meio biótico se basearam fundamentalmente em dados secundários e/ou se limitaram ao levantamento na área diretamente afetada pelo empreendimento. Entretanto, considera-se importante o início do monitoramento no entorno da ADA, ainda nos limites da propriedade da UTM, garantindo uma base de dados que servirá como parâmetros de comparação na fase de fechamento.

O monitoramento do meio biótico compreende o monitoramento de revegetação e monitoramento de fauna.

As diversas tipologias vegetacionais existentes na região deverão ser objeto de campanhas periódicas de monitoramento, tanto no sentido de avaliar a dinâmica de estrutura e composição da cobertura, quanto no de atendimento da sua “função” (proteção dos solos e cursos d’água; conservação da biodiversidade; amenização da paisagem; redução do gradiente térmico; produção florestal dentre outros.

Para tanto, deverão ser realizados procedimentos específicos, adequados às fitofisionomias presentes (inventário florístico e/ou florestal), e atendimento aos requisitos de licenciamento e/ou legais estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores.

É recomendável a instalação de parcelas fixas de monitoramento, em especial nas formações de florestas nativas regeneradas e/ou plantadas, procedimento que pode propiciar uma redução nos custos de avaliação.

Já o monitoramento da fauna, tem por objetivo verificar a recolonização das áreas reabilitadas pelas espécies encontradas nos ambientes naturais da mesma região.

Os grupos a serem considerados para o monitoramento são aqueles utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental, devido às seguintes características: a ampla e rápida resposta às mudanças nas condições ambientais, a importância na estrutura trófica das comunidades, o conhecimento científico acumulado, a facilidade de amostragem e o interesse conservacionista sobre o grupo.

De acordo com as informações compiladas e com características ambientais da área de influência direta do empreendimento, recomenda-se que no monitoramento do ambiente terrestre sejam considerados os seguintes grupos: reptéis e anfíbios; aves; pequenos, médios e grandes mamíferos, devido à ocorrência na área do *Chrysocyon brachyurus* (lobo guará), espécie ameaçada (MMA, 2008). Adicionalmente, deverão ser diagnosticados e monitorados os morcegos, dois grupos de invertebrados polinizadores (Himenópteros e Lepidópteros), Coleópteros e Odonatas, sendo este último grupo composto de insetos que possuem o ciclo de vida associado tanto ao ambiente terrestre quanto ao aquático.

Para o ambiente aquático recomenda-se o monitoramento limnológico, incluindo a mesofauna de invertebrados bentônico e ictiofauna.

O monitoramento de todos os grupos deverá contemplar a avaliação de parâmetros populacionais e das comunidades faunísticas, incluindo o inventário de espécies, assim como uma estimativa populacional para as espécies consideradas bioindicadoras.

Além disso, será necessário considerar a análise sobre parâmetros estruturais das comunidades, incluindo a riqueza, a composição de espécies e guildas tróficas. O monitoramento deverá ainda investigar a relação dos parâmetros estudados com a recuperação das áreas, considerando a composição florística, a heterogeneidade, a complexidade e a produtividade ambiental avaliadas pela estimativa de variáveis estruturais do hábitat.

Destaca-se a inter-relação de flora e fauna, dado que uma revegetação eficiente contribuirá para a reocupação da área pela fauna nativa, que por sua vez, contribui para a revegetação pela dispersão de sementes, polinização e outras interações entre as populações animais e vegetais (Golder Associates, 2012).

5.4.4 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais

As avaliações de impacto ambiental deverão levar em consideração os diversos fatores de impacto e seu tempo de incidência (abrangência temporal). Esta avaliação deverá abranger os impactos benéficos e adversos do empreendimento, determinando-se uma projeção dos impactos imediatos a médio e longo prazo; temporários, permanentes e cíclicos; reversíveis e irreversíveis; locais, regionais etc. A mesma, ainda, deverá levar em consideração as condições do meio ambiente na fase anterior às obras.

Para os impactos adversos que não puderem ser minimizados ou evitados, deverão ser indicadas as medidas destinadas à sua compensação. Deverão ser avaliados os impactos potenciais (sem a aplicação de medidas mitigadoras) e reais (com a aplicação de medidas mitigadoras). Na apresentação dos resultados deverão constar:

- A metodologia de identificação dos impactos e os critérios adotados para a interpretação e análise de suas interações;
- A valoração, magnitude e importância dos impactos;
- Uma descrição detalhada dos impactos sobre cada fator ambiental relevante considerado no diagnóstico ambiental;
- Uma síntese conclusiva dos principais impactos que poderão ocorrer nas fases de implantação, operação e de desativação, acompanhada de suas interações.

5.4.5 Medidas Mitigadoras, Compensatórias, Programas de Controle e de Monitoramento

As medidas recomendadas deverão minimizar, maximizar, compensar ou eliminar os impactos ambientais identificados na fase anterior.

Essas medidas serão implantadas visando tanto a recuperação, quanto a conservação do meio ambiente, bem como, o maior aproveitamento das novas condições a serem criadas pelo empreendimento, devendo ser consubstanciadas em programas.

As medidas mitigadoras e compensatórias deverão ser contempladas quanto ao componente ambiental afetado:

- à sua exeqüibilidade (em termos de meios, recursos, tecnologia, etc);
- à fase do empreendimento em que deverão ser implementadas;
- ao caráter preventivo ou corretivo e sua eficácia;
- ao agente executor, com definição de responsabilidades.

Dentre outros, deverão ser propostos programas:

- de fechamento e reabilitação de áreas degradadas;
- de proteção a flora e à fauna;
- de manejo e proteção de águas;
- de proteção e salvamento de sítios arqueológicos;
- de prevenção a riscos ambientais e de controle de acidentes (Plano de Gerenciamento de Riscos, que deverá ser precedido de uma Análise de Riscos);
- programas integrados para monitoramento ambiental na área de influência, com o objetivo de acompanhar a evolução da qualidade ambiental e permitir a adoção de medidas complementares de controle. Para esses programas, deve-se incluir;
- característica(s) da(s) rede(s) de amostragem, justificando seu dimensionamento e distribuição espacial;
- indicação e justificativa dos métodos de coleta e análise de amostras;
- a indicação e justificativa dos parâmetros selecionados (com base na norma ABNT 12649), bem como, da sua periodicidade, para a avaliação dos impactos sobre cada um dos fatores ambientais considerados;
- a indicação e justificativa dos métodos a serem empregados no processamento das informações levantadas, visando retratar o quadro da evolução dos impactos ambientais causados pelo empreendimento;
- os programas de monitoramento que visem tanto a recuperação e conservação do meio ambiente, como o maior aproveitamento das novas condições a serem criadas;
- cronograma de implantação e desenvolvimento das atividades de monitoramento.

6. CONCLUSÕES

Após os diagnósticos setoriais deverá ser elaborada uma síntese que caracterize a área do empreendimento de forma global. A análise deverá conter a interação dos componentes de maneira a caracterizarem-se as principais inter-relações dos meios físico, biótico e socioeconômico.

Deverá ser realizada uma análise das condições ambientais atuais e suas tendências evolutivas, explicitando as relações de dependência e/ou de sinergia entre os fatores ambientais anteriormente descritos, de forma a se compreender a estrutura e a dinâmica ambiental da região, contemplando futuros projetos de ocupação. Esta análise terá como objetivo fornecer conhecimentos capazes de embasar a identificação e a avaliação dos impactos decorrentes do empreendimento, bem como a qualidade ambiental futura da região.

7. EQUIPE TÉCNICA ENVOLVIDA NA ELABORAÇÃO/REVISÃO

Nome	Função/Cargo	Participação
Amália Eugênia Matavelli Rosa	Bióloga	Coelaboração
Laís Carvalho Silva Lopes	Estagiária Engenharia Ambiental	Coelaboração
Giordano Begalli Cierutte	Estagiário Engenharia Ambiental	Coelaboração
Daiana Azevedo de Souza Lima	Engenheira Civil	Coelaboração

8. ANEXOS

- **Anexo A** – Desenho DES_CAL_297 Rev. 0 – Localização dos Pontos de Medição de Ruídos

Anexo A

Desenho DES_CAL_297 Rev.0 – Localização dos Pontos de Medição de Ruídos