

# ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA-RIMA)

**Data 19.10.2018**

**Nº Referência 109000573-001-0000-E-1501**

Página 1

**LD Celulose S/A**

**Fábrica de Celulose Solúvel em Indianópolis e Araguari - MG**

## **VOLUME II – Tomo I – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO**

Conteúdo	7	DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA
	7.1	Área Diretamente Afetada (ADA)
	7.2	Área de Influência Direta (AID)
	7.3	Área de Influência Indireta (AII)
	8	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL
	8.1	Meio Físico

Anexos -

Distribuição  
LD Celulose E  
PÖYRY -

Orig.	19/10/18 –hbo	19/10/18 – bvv	19/10/18 – hfw	19/10/18 – hfw	Para informação
Rev.	Data/Autor	Data/Verificado	Data/Aprovado	Data/Autorizado	Observações

## SUMÁRIO

Conteúdo.....	1
7 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	7
7.1 Área Diretamente Afetada (ADA).....	7
7.2 Área de Influência Direta (AID).....	7
7.3 Área de Influência Indireta (AII).....	7
8 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	12
8.1 Meio Físico.....	12
8.1.1 Clima e Meteorologia.....	12
8.1.2 Qualidade do Ar.....	22
8.1.3 Ruído.....	32
8.1.4 Geologia.....	38
8.1.5 Geomorfologia.....	63
8.1.6 Pedologia (Solos).....	70
8.1.7 Espeleologia.....	85
8.1.8 Hidrologia.....	87
8.1.9 Referências.....	145

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da Área Diretamente Afetada (ADA). .....	8
Figura 2 – Mapa da Área de Influência Direta (AID) para o meio físico e biótico. ....	9
Figura 3 – Mapa da Área de Influência Indireta (AII) para o meio físico e biótico. ....	10
Figura 4 – Mapa da Área de Influência Direta e Indireta (AID e AII) para o meio socioeconômico. ....	11
Figura 5 – Localização da Estação Meteorológica utilizada no estudo.....	14
Figura 6 – Precipitação na estação Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018. ....	16
Figura 7 – Temperatura do Ar na estação Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018. ....	17
Figura 8 – Umidade do Ar na estação Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018.....	18
Figura 9 – Radiação solar global na estação de Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018. ....	19
Figura 10 – Velocidade média dos ventos na estação de Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018. ....	19
Figura 11 – Rajada máxima dos ventos na estação de Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018. ....	20
Figura 12 – Rosa dos Ventos para o período de 2002-2017. Fonte: INMET, 2018. ....	21
Figura 13 – Balanço Hídrico (1981-2003). Fonte: SILVA e ASSUNÇÃO, 2004.....	22
Figura 14 – Localização do ponto de amostragem da qualidade do ar. ....	23
Figura 15 – Visão geral dos equipamentos no ponto de amostragem. ....	24
Figura 16 – Localização dos pontos de medição de ruídos. ....	33
Figura 17 – Ponto P01. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).....	34
Figura 18 – Ponto P02. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).....	34
Figura 19 – Ponto P03. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).....	34
Figura 20 – Ponto P04. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).....	34
Figura 21 – Ponto P05. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).....	34
Figura 22 – Ponto P06. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).....	34
Figura 23 – Ponto P07. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).....	35
Figura 24 – Ponto P08. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).....	35
Figura 25 – Resultados das medições para o período diurno (D) e noturno (N). Fonte: Adaptado de Google Earth (2018). ....	37
Figura 26 – Mapa Geológico. ....	48
Figura 27 – Localização dos furos de sondagem. ....	53
Figura 28 – Perfil do furo de sondagem SP01. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	55
Figura 29 – Perfil do furo de sondagem SP02. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	56
Figura 30 – Perfil do furo de sondagem SP03. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	57
Figura 31 – Perfil do furo de sondagem SP04. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	58
Figura 32 – Perfil do furo de sondagem SP05. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	59
Figura 33 – Perfil do furo de sondagem SP06. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	60
Figura 34 – Furo de sondagem SP01. Fonte: GEOTORK, 2018.....	61
Figura 35 – Furo de sondagem SP02. Fonte: GEOTORK, 2018.....	61
Figura 36 – Furo de sondagem SP03. Fonte: GEOTORK, 2018.....	61
Figura 37 – Furo de sondagem SP04. Fonte: GEOTORK, 2018.....	61
Figura 38 – Furo de sondagem SP05. Fonte: GEOTORK, 2018.....	61
Figura 39 – Furo de sondagem SP06. Fonte: GEOTORK, 2018.....	62
Figura 40 – Mapa Geomorfológico.....	64
Figura 41 – Modelo Digital do Terreno (MDT).....	65
Figura 42 – Mapa de Declividades.....	66

Figura 43 – Mapa Pedológico.....	71
Figura 44 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea e solo na área da fábrica da LD Celulose. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018). .....	79
Figura 45 – Fotos das coletas de solo. Fonte: GEOTORK (2017).....	80
Figura 46 – Mapa Espeleológico.....	86
Figura 47 – Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da bacia do rio Paranaíba. Fonte: ANA, 2013. ...	88
Figura 48 – Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs) da bacia do rio Paranaíba. Fonte: ANA, 2013. ....	89
Figura 49 – Mapa de Recursos Hídricos Superficiais. ....	98
Figura 50 – Distribuição das sub-bacias na bacia do Rio Araguari (MONTEPLAN, 2011). ....	100
Figura 51 – Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial. ....	108
Figura 52 – Ponto P01 referente à 1ª campanha. Fonte: Bioagri (2017).....	109
Figura 53 – Ponto P02 referente à 1ª campanha. Fonte: Bioagri (2017).....	109
Figura 54 – Ponto P01 referente à 2ª campanha. Fonte: TASQA (2018).....	109
Figura 55 – Mapa de Recursos Hídricos Subterrâneos. ....	127
Figura 56 – Poços de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea.....	135
Figura 57 – Poço PM01. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	136
Figura 58 – Poço PM02. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	136
Figura 59 – Poço PM03. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	136
Figura 60 – Poço PM04. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	136
Figura 61 – Poço PM05. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	136
Figura 62 – Poço PM06. Fonte: GEOTORK, 2018. ....	136
Figura 63 – Sentido do fluxo freático a partir do nível de água encontrado na sondagem. Fonte: GEOTORK, 2018.....	144

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Posto Hidrometeorológico utilizado no estudo.....	13
Tabela 2 – Parâmetros analisados, equipamentos e metodologia .....	25
Tabela 3 – Concentrações de PTS registradas nas coletas realizadas .....	26
Tabela 4 – Concentrações de MP <sub>10</sub> registradas nas coletas realizadas.....	27
Tabela 5 – Concentração de SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> e ERT no ar ambiente durante o período de coleta .....	27
Tabela 6 – Concentração horária máxima de O <sub>3</sub> e CO no ar ambiente durante o período de coleta.	28
Tabela 7 – Concentrações de PTS registradas nas coletas realizadas .....	29
Tabela 8 – Concentrações de MP <sub>10</sub> registradas nas coletas realizadas.....	29
Tabela 9 – Concentração de SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> e ERT no ar ambiente durante o período de coleta .....	30
Tabela 10 – Concentração horária máxima de O <sub>3</sub> e CO no ar ambiente durante o período de coleta .....	30
Tabela 11 – Descrição dos locais de medição do nível de pressão sonora ambiente.....	32
Tabela 12 – Resultados das medições de nível de pressão sonora ambiente.....	36
Tabela 13 – Coluna Litoestratigráfica para a AII do Estudo .....	44
Tabela 14 – Coluna Litodêmica para a AII do Estudo .....	47
Tabela 15 – Resultados do monitoramento da qualidade do solo.....	81
Tabela 16 – Taxas de retorno de água conforme o uso .....	90
Tabela 17 – Demandas (vazões de consumo) por UGH.....	91
Tabela 18 – Área irrigada, total e por UGH. ....	92
Tabela 19 – Vazões mensais (Q <sub>95%</sub> e Q <sub>100%</sub> ) nos barramentos das UHEs situadas nas UGHs da área de estudo. ....	94
Tabela 20 – Disponibilidade hídrica superficial nas UGHs da área de estudo.....	94
Tabela 21 – Cargas de origem doméstica (geradas e remanescentes) nas UGHs da área de estudo.	96
Tabela 22 – Área das sub-bacias e municípios envolvidos, com destaque para a sub-bacia na qual está inserida a área de estudo. ....	101
Tabela 23 – Grandeza da sub-bacia do ribeirão das Furnas. ....	103
Tabela 24 – Características fisiográficas da sub-bacia do ribeirão das Furnas.....	103
Tabela 25 – Comparação entre as disponibilidades previstas para a sub-bacia do ribeirão das Furnas. ....	104
Tabela 26 – Representação dos principais consumos na evolução da demanda do Ribeirão das Furnas (1991-2006). ....	105
Tabela 27 – Projeção da demanda de águas superficiais do ribeirão das Furnas (2006-2016) .....	106
Tabela 28 – Resultados da 1ª campanha de monitoramento de água superficial referente ao P01..	111
Tabela 29 – Resultados da 1ª campanha de monitoramento de água superficial referente ao P02..	113
Tabela 30 – Resultados da amostragem completa da 1ª campanha de monitoramento de água superficial.....	115
Tabela 31 – Resultados das coletas P01 da 2ª campanha. ....	119
Tabela 32 – Resultados da amostragem completa da 2ª campanha de monitoramento de água superficial.....	121
Tabela 33 – Características dos poços por Aquífero na UPGRH PN1 (Afluentes Mineiros do Paranaíba) .....	128
Tabela 34 – Características dos poços por Aquífero na UPGRH PN2 (Rio Araguari).....	129
Tabela 35 – Reserva ativa e disponibilidade hídrica subterrânea dos pontos e controle e na UPGRH PN1 (Afluentes Mineiros do Paranaíba).....	132
Tabela 36 – Reserva ativa e disponibilidade hídrica subterrânea dos pontos e controle e na UPGRH PN2 (Rio Araguari) .....	133

Tabela 37 – Critérios de estabilização para amostragem em baixa vazão.....	137
Tabela 38 – Resultados do monitoramento de água subterrânea .....	139

## **7 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA**

Neste item são apresentados os limites geográficos das áreas que serão direta e/ou indiretamente afetadas pelos impactos do empreendimento, denominada área de influência do projeto.

Os limites em questão contemplam as áreas de incidência dos impactos cumulativos e sinérgicos, abrangendo os distintos contornos para as diversas variáveis enfocadas no estudo.

Na sequência, são apresentadas as justificativas para a definição de cada uma das áreas de influência e incidência dos impactos, acompanhada de mapeamento.

### **7.1 Área Diretamente Afetada (ADA)**

Área Diretamente Afetada compreende a região interna a propriedade da L.D Celulose, onde propriamente serão executadas as obras de implantação da unidade industrial, além das áreas de implantação da adutora de captação d'água e emissário terrestre de efluentes.

### **7.2 Área de Influência Direta (AID)**

Área de Influência Direta para o meio físico e biótico foi definida a partir de um raio de 3 km no entorno do empreendimento, tendo em vista, principalmente, do estudo de dispersão das emissões atmosféricas da futura fábrica de celulose solúvel, e 100 m de cada lado para cada um dos traçados das tubulações de captação de água e emissário terrestre de efluentes.

Área de Influência Direta para o meio socioeconômico é composta pelos municípios de Indianópolis – MG e Araguari – MG.

### **7.3 Área de Influência Indireta (AII)**

Área de Influência Indireta para o meio físico e biótico compreende a sub-bacia definida a partir das Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) Rio Araguari e Rio Dourados.

Área de Influência Indireta para o meio socioeconômico é composta pelos municípios de Uberlândia – MG e Estrela do Sul – MG.

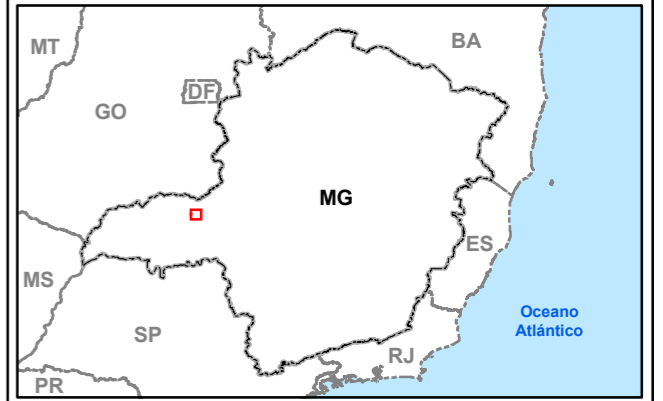
As figuras a seguir apresentam os mapas das áreas de influência do empreendimento (ADA, AID e AII) para os meios físico, biótico e socioeconômico.

**Figura 1 – Mapa da Área Diretamente Afetada (ADA).**





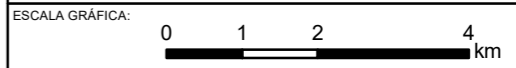
**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**



**LEGENDA**

**Área Diretamente Afetada - ADA**

- Área do Empreendimento
- Duto 22,8 km
- Limite Municipal



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
- Limites Municipais/Estaduais e Hidrografias (IBGE, 2015);  
- Imagem de Satélite (Esri/Digital Globe, 07/06/2015)



**PROJETO AMADEUS**

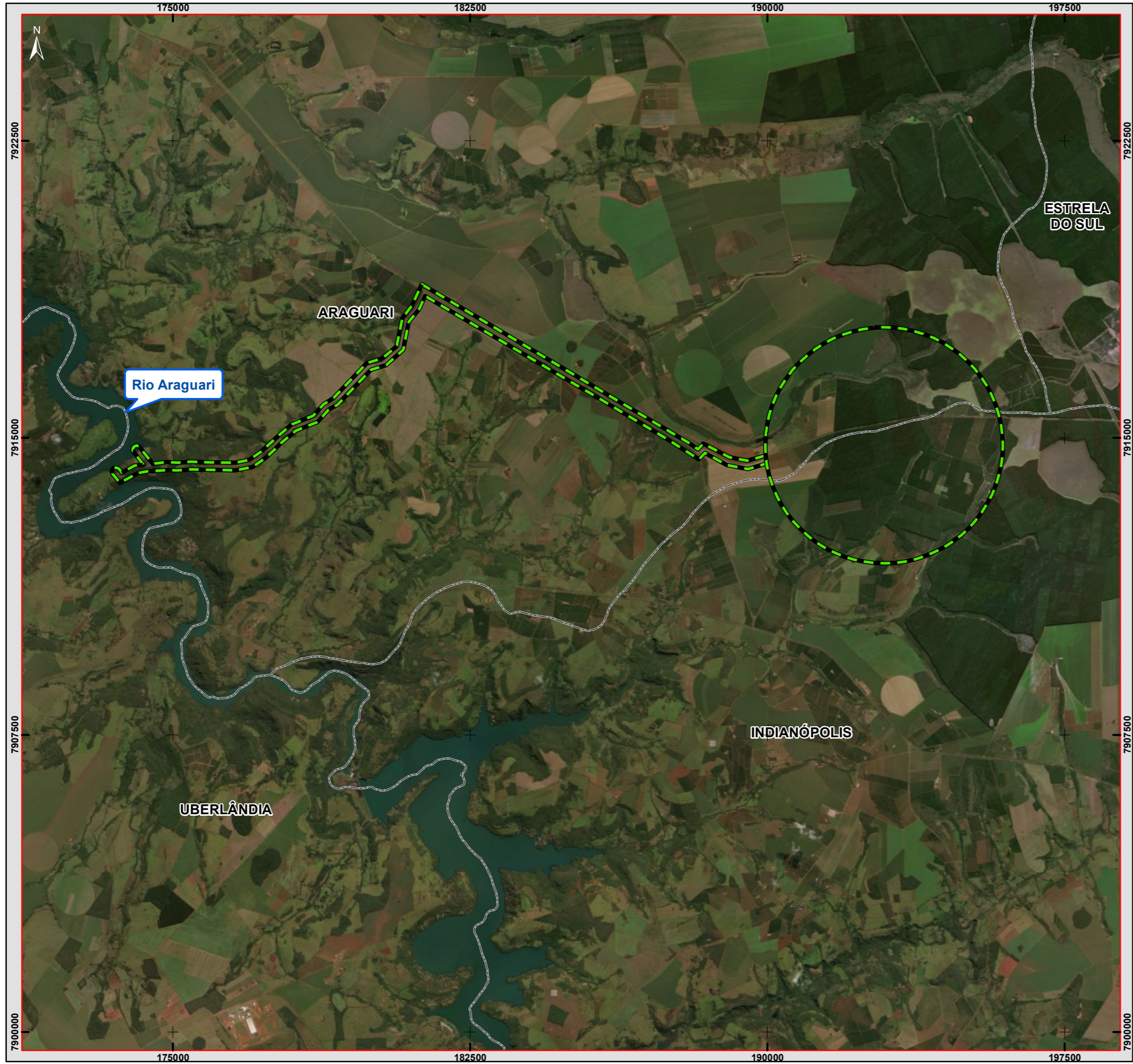
**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**

**ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)**

ESCALA:	1:100.000	DATA:	Outubro/2018
DESENHO Nº	XXX	FOLHA:	1/1
RESP. TÉCNICO:		TAMANHO:	A3
	ASSINATURA:		REV: 0



**Figura 2 – Mapa da Área de Influência Direta (AID) para o meio físico e biótico.**

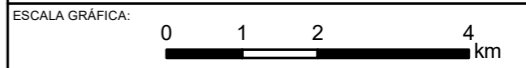


**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**



**LEGENDA**

-  Área de Influência Direta - AID
-  Limite Municipal



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
 PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
 - Limites Municipais/Estaduais e Hidrografias (IBGE, 2015);  
 - Imagem de Satélite (Esri/Digital Globe, 07/06/2015)



**PROJETO AMADEUS**

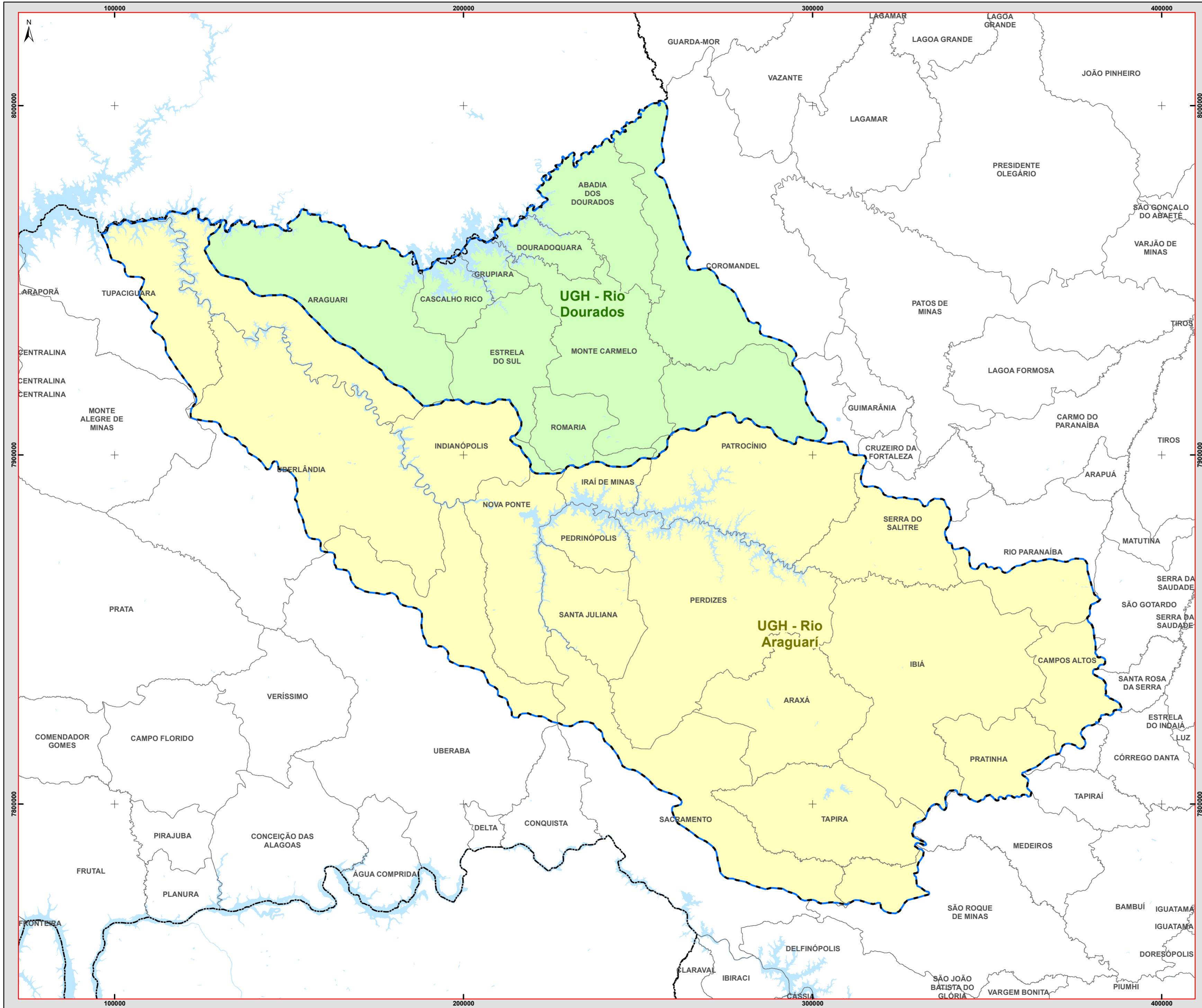
**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**

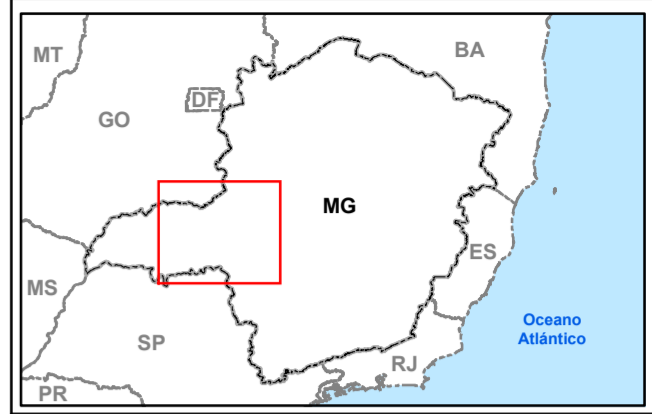
**ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)**

ESCALA:	1:100.000	DATA:	Outubro/2018
DESENHO Nº	XXX	FOLHA:	1/1
RESP. TÉCNICO:		TAMANHO:	A3
		ASSINATURA:	
		REV:	0

**Figura 3 – Mapa da Área de Influência Indireta (AII) para o meio físico e biótico.**

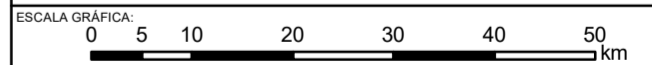


**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**



**LEGENDA**

- All Para os Meios Físico e Biótico
- Corpo D'água
- Limite Municipal
- Limite Estadual



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

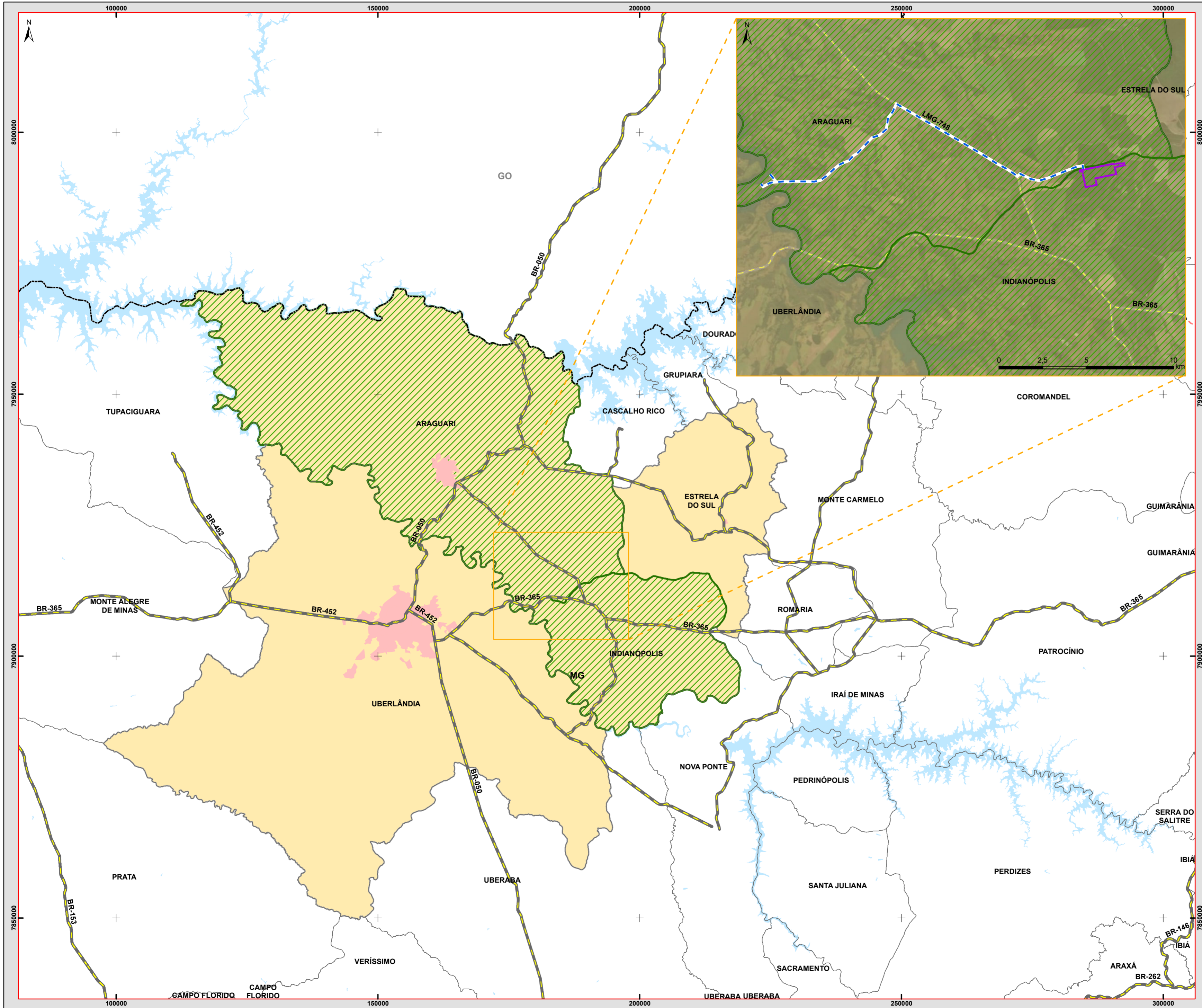
REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
- Limites Municipais/Estaduais (IBGE, 2015);  
- UPGRH (IGAM, 2017);  
- Solos (EMBRAPA, 2006)



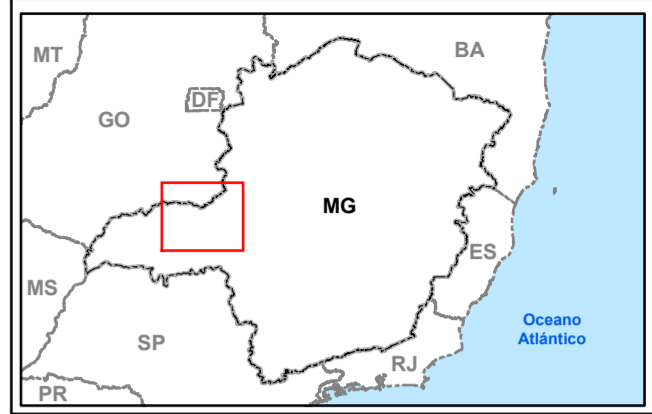
**PROJETO AMADEUS**  
**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**  
**AII PARA OS MEIOS FÍSICO E BIÓTICO**

ESCALA:	1:750.000	DATA:	Junho/2018
DESENHO Nº:	XXX	FOLHA:	1/1
TAMANHO:	A2	ASSINATURA:	REV: 0

**Figura 4 – Mapa da Área de Influência Direta e Indireta (AID e AII) para o meio socioeconômico.**



**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**



- LEGENDA**
- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
  - Linha de Transmissão
  - Tubulação 22 km
  - Rodovia de Acesso - 5 km
  - AID para o Meio Socioeconômico - Municípios de Araguari e Indianópolis
  - AII para o Meio Socioeconômico - Municípios de Araguari, Indianópolis, Estrela do Sul e Uberlândia
  - Via Pavimentada
  - Área Urbana
  - Corpo D'água
  - Limite Municipal
  - Limite Estadual



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
 - Limites Municipais/Estaduais e Hidrografia (IBGE, 2015);  
 - Área Urbana (IBGE, 2005)  
 - Vias (DENIT, 2017)



**PROJETO AMADEUS**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**ARAGUARI, ESTRELA DO SUL, INDIANÓPOLIS E UBERLÂNDIA**

<b>AII E AID - SOCIOECONÔMICO</b>	
ESCALA: 1:500.000	DATA: Outubro/2018
DESENHO Nº: XXX	FOLHA: 1/1
TAMANHO: A2	REV: 0

## **8 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **8.1 Meio Físico**

O diagnóstico do meio físico permite que sejam observados os estados atuais de clima e meteorologia, qualidade do ar, ruído, geologia, geomorfologia, pedologia, espeleologia e hidrologia (recursos hídricos superficiais e subterrâneos) da área de estudo e assim, obter uma adequada avaliação dos impactos ambientais referentes à implantação e operação do empreendimento.

Para o levantamento de dados primários e secundários foram consideradas as áreas de influência, a saber:

- AII – Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) Rio Araguari e Rio Dourados;
- AID – raio de 3 km no entorno do empreendimento, tendo em vista, principalmente, as análises de dispersões atmosféricas, e 100 m de cada lado para cada um dos traçados das tubulações de captação de água e emissário terrestre de efluentes;
- ADA - compreende a região interna a propriedade da L.D Celulose, onde propriamente serão implantadas a unidade industrial, além da adutora de captação de água e emissário terrestre de efluentes.

#### **8.1.1 Clima e Meteorologia**

##### **8.1.1.1 Introdução**

O clima da região do Triângulo Mineiro, na qual o empreendimento será inserido, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, ou seja, possui um inverno seco e um verão chuvoso, dominado predominantemente pelos sistemas intertropicais e polares (MENDES, 2001). A região é atingida por massas de ar oriundas do sul como a Frente Polar Antártica (FPA) e a Massa Polar (MP), leste (ondas de leste) e oeste (instabilidade tropical). Também sofre influência das Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que são responsáveis pelas chuvas intensas e prolongadas. A FPA influencia a ZCAS canalizando a umidade da Amazônia para a Região Sudeste.

O empreendimento será implantado no município de Indianópolis (site industrial), bem como em Araguari (captação de água e lançamento de efluentes), sendo que nestes municípios não existem dados históricos de clima e meteorologia. Dessa forma, verificou-se que o município de Uberlândia, que dista aproximadamente 37 km do empreendimento possui uma estação meteorológica com uma boa série histórica de dados. Assim sendo, para caracterização do clima da região, foram utilizados os dados da estação meteorológica de Uberlândia.

Segundo a classificação dos macroclimas do Brasil, a cidade de Uberlândia, situada nas proximidades do empreendimento, conforme mencionado, está localizada em uma região de clima subquente, de variedade CWa (com médias térmicas) variando de 19°C a 27°C e pluviosidade média em torno de 1500 mm/ano.

Ribeiro et al (2000) comenta que na cidade de Uberlândia são nítidos os problemas relacionados com as baixas taxas de umidade relativa presente nas tardes dos dias da estação seca, quando não são raros valores inferiores a 20%.



A dinâmica atmosférica apresenta características importantes para o clima da região. No verão, estes são representados pelas massas de ar Tropical Continental e Equatorial Continental, produzindo maiores amplitudes térmicas. Com a chegada do sistema frontal e da Massa Polar, os sistemas atmosféricos tendem a homogeneizar a temperatura e a umidade.

Del Grossi comenta que a dinâmica atmosférica em Uberlândia está sob controle, principalmente, dos sistemas intertropicais, cuja participação no transcorrer do ano é superior a 50%, completada com a atuação dos sistemas polares, cuja participação é pouco superior a 25%.

Mendes (2001) estudou a gênese estrutural da chuva na cidade de Uberlândia, constatando que os sistemas atmosféricos apresentam certo equilíbrio, sendo os mais atuantes o Sistema Frente Polar - FP (35,8%) e o Sistema Pré-Frontal - IT (26,1%) como formadores de instabilidade e o Sistema Tropical Atlântica continentalizada - TAc (27,6%) como sistema produtor de estabilidade.

### 8.1.1.2 Metodologia

A caracterização climática da região em que será inserido o empreendimento considerou a análise dos seguintes parâmetros: precipitação, temperatura, umidade relativa, insolação e radiação, direção e velocidade dos ventos e balanço hídrico.

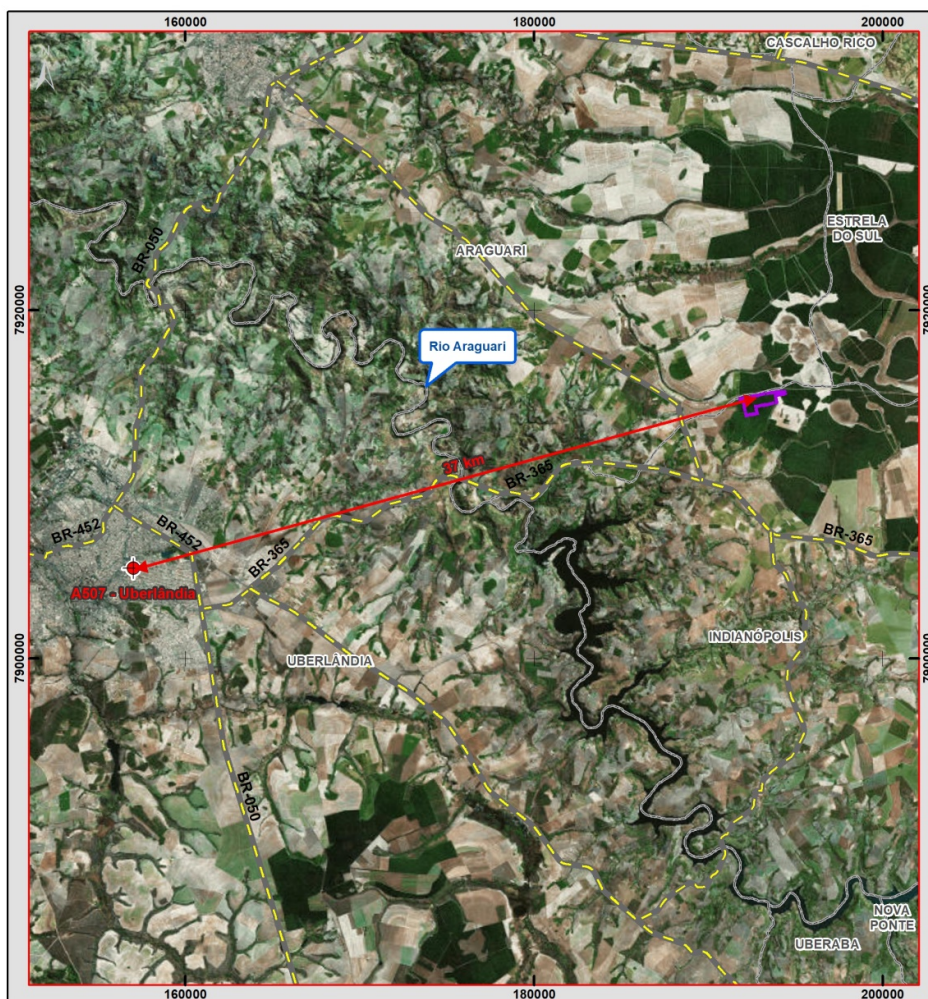
Foram apresentados e tratados os dados obtidos das séries de registros produzidos pela rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) em Uberlândia. Ainda foram utilizados dados do trabalho desenvolvido por SILVA e ASSUNÇÃO (2004), com dados climatológicos do período de 1981 a 2003.

A tabela a seguir apresenta o posto hidrometeorológico que foi utilizado para o presente estudo com suas respectivas coordenadas, instituto responsável e parâmetros meteorológicos utilizados. Já a figura a seguir exhibe a localização do posto climatológico utilizado em relação ao empreendimento.

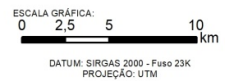
**Tabela 1 – Posto Hidrometeorológico utilizado no estudo**

Posto Hidrometeorológico	Coordenadas UTM WGS84	Cidade	Instituto Responsável	Parâmetros Meteorológicos	Intervalo de dados	Distância em relação à ADA (km)
A507 - Uberlândia	22K 789.072 / 7.906.102	Uberlândia	INMET	Precipitação, Temperatura do Ar, Umidade, Insolação, Ventos e Balanço Hídrico.	2002 a 2017	37,0

Fonte: INMET, 2018.



- ◆ Estação Meteorológica
- Área Diretamente Afetada - ADA -  
Área de Implantação da Fábrica
- Via Pavimentada
- Limite Municipal



REFERÊNCIAS UTILIZADAS:

- Limites Municipais/Estaduais e Hidrografia (IBGE, 2015);
- Estação Meteorológica (INMET, 2018)
- Vias (DENIT, 2017)

Nome	Leste	Norte
A507 - Uberlândia	157026,2941	7905186,834

**Figura 5 – Localização da Estação Meteorológica utilizada no estudo.**

### 8.1.1.3 Precipitação

Segundo SILVA e ASSUNÇÃO (2004), o regime pluviométrico em Uberlândia é bem caracterizado: as chuvas concentram-se de outubro a março, representando 86,7% do total da precipitação anual. O mês com a maior média é dezembro (318,9 mm), seguido por janeiro (311,6 mm). Os meses com menores médias são junho e agosto, com 15,3 mm e julho com 8,7 mm.

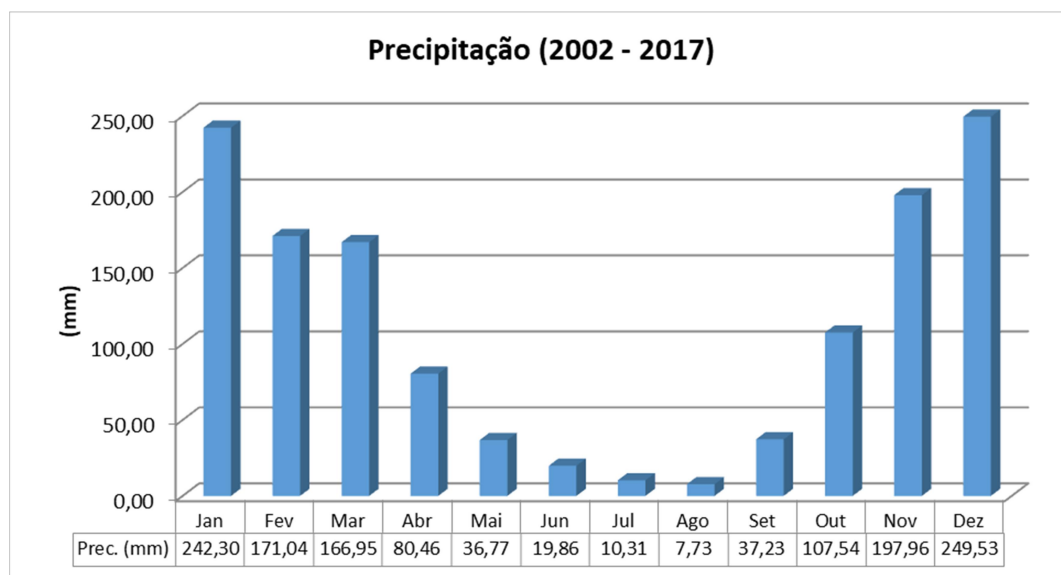
A média dos totais pluviométricos anuais no período (1981-2003) foi de 1583,6 mm, a maior ocorrência (2220,1 mm) foi registrada em 1982 e a menor (1012,6) em 1990. As chuvas a partir da década de 1990 foram mais constantes que a da década anterior.

Ainda segundo SILVA e ASSUNÇÃO (2004), quando ocorre uma precipitação concentrada em um curto período de tempo de acordo com as condições físicas do local recipiente, grandes impactos são registrados, pois a infraestrutura instalada muitas vezes não comporta o escoamento superficial decorrente. Os maiores registros de precipitação em 24 horas entre 1981 e 2003 ocorreram nos meses de janeiro de 1986 (157,8 mm) e dezembro de 2002 (147,0 mm).

A média de dias de chuva em Uberlândia, segundo SILVA e ASSUNÇÃO (2004), é de 120 dias; sendo o maior registro em 1983 (149 dias) e a menor em 1999 (93 dias). O mês com maior número de dias de chuva é dezembro com 20 dias em média, seguido por janeiro (19 dias). Os meses com as menores médias são junho e julho, com 1 dia em média; e agosto, com 2 dias.

A maior ocorrência de dias de precipitação no mês de janeiro foi em 1982, com 26 dias de chuva. Em 1997 foi o ano em que ocorreu a maior quantidade de dias de chuva no período de inverno, 6 dias, em que foi registrado 56 mm de chuva em julho de 1997.

Segundo dados do INMET para o período 2002-2017, a precipitação em Uberlândia teve como média anual 1327,68 mm, sendo os meses de dezembro e janeiro os mais chuvosos, com 249,53 mm e 242,30 mm, respectivamente. Os meses menos chuvosos foram julho e agosto, com 10,31 mm e 7,73 mm, respectivamente (conforme apresentado na figura a seguir).



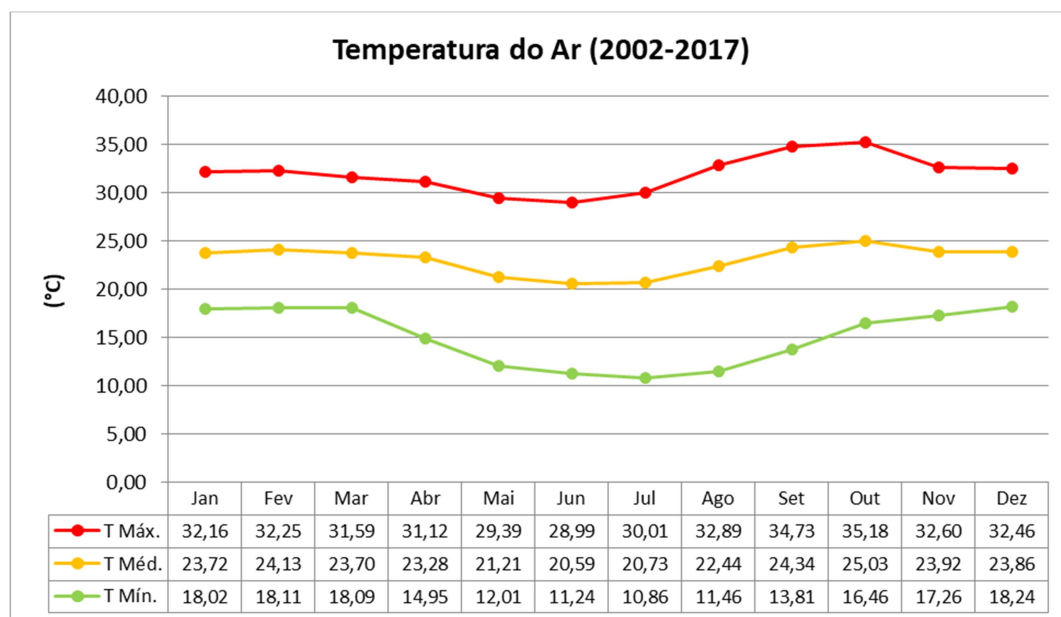
**Figura 6 – Precipitação na estação Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018.**

#### 8.1.1.4 Temperatura do Ar

Segundo SILVA e ASSUNÇÃO (2004), a temperatura média na cidade de Uberlândia, entre 1981 e 2003, foi de 22,3 °C. Esses valores, no decorrer dos meses, apresentam poucas variações, sendo a menor média registrada no mês de junho (19,3 °C) e maior média no mês de outubro (23,9 °C). Analisando as médias por estação, verifica-se que a temperatura média do verão foi de 23,5 °C; do outono de 20,9 °C; do inverno de 21,0 °C; e da primavera de 23,6 °C.

A temperatura máxima absoluta apresentou, entre 1991 e 2003, as maiores médias nos meses de julho e agosto, que apresentaram uma média de 30,3 °C e 33,1 °C, respectivamente. As médias das mínimas absolutas mensais se mantiveram constantes durante o período do verão, com médias de 18,4 °C nos meses de janeiro e fevereiro; a menor média ocorreu no mês de julho com 11,1 °C.

Dados do INMET para o período 2002-2017, apresentados na figura a seguir, apontam que a temperatura do ar média foi de 23,08 °C no período, sendo a menor média apresentada no mês de junho (20,59 °C) e a maior no mês de outubro (25,03 °C). As médias máximas absolutas mais elevadas ocorreram nos meses de outubro e setembro (35,18 e 34,73 °C, respectivamente) e as menores em junho e maio (28,99 e 29,39 °C, respectivamente). As médias mínimas absolutas apresentam comportamento similar ao ilustrado por SILVA e ASSUNÇÃO (2004): as menores médias mínimas ocorreram em junho (11,24 °C) e julho (10,86 °C) e as maiores médias mínimas ocorreram em fevereiro (18,11 °C) e março (18,09 °C).

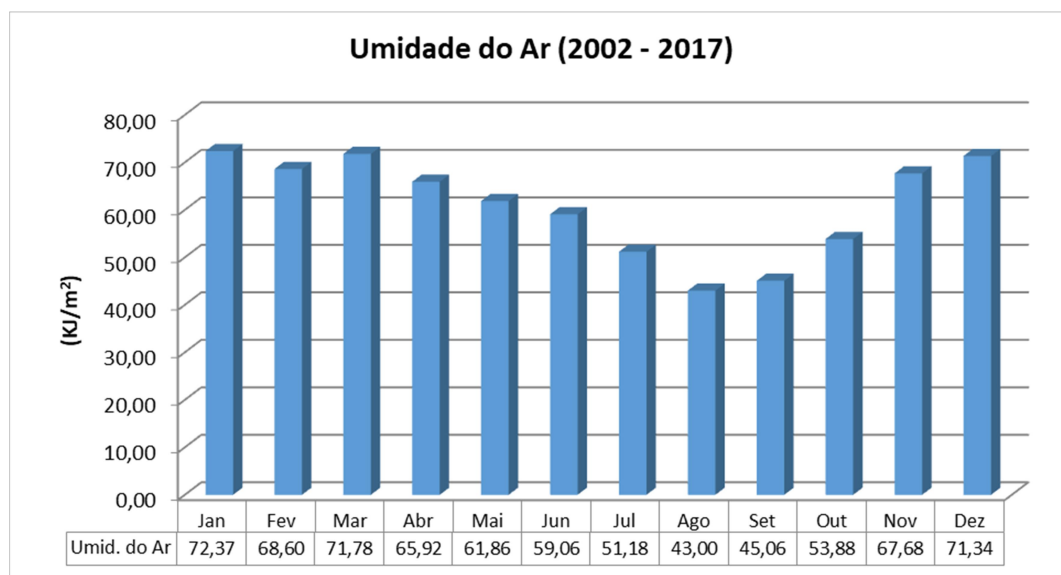


**Figura 7 – Temperatura do Ar na estação Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018.**

#### 8.1.1.5 Umidade Relativa do Ar

A média da umidade relativa do ar foi de 71% para o período 1981-2003 (SILVA e ASSUNÇÃO, 2004), sendo a variação entre a maior e a menor amplitude média anual de 21%. Porém, esse valor não reflete as variações do período da tarde, quando ocorrem índices abaixo dos 30%. A menor média registrada nesse período ocorreu no mês de agosto com 58% e a maior nos meses de janeiro e dezembro (80%). Durante sete meses (período chuvoso) a variação da umidade relativa ficou entre 73 e 80%.

Os dados do INMET para o período 2002-2017, apresentados na figura a seguir, mostram índices inferiores aos apresentados por SILVA e ASSUNÇÃO, 2004. A média anual para o período foi de 61%. A menor média mensal ocorreu no mês de agosto (43,0 %) e a maior média mensal ocorreu nos meses de janeiro e março (72,37 e 71,78%).



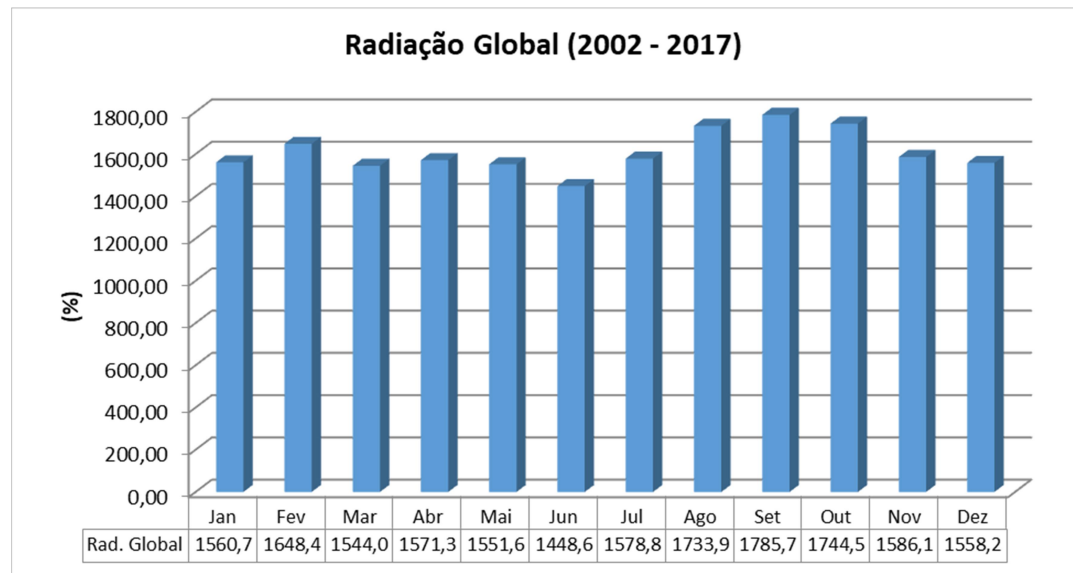
**Figura 8 – Umidade do Ar na estação Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018.**

#### 8.1.1.6 Insolação e Radiação Global

Os dados apresentados por SILVA e ASSUNÇÃO (2004) são apresentados como insolação total (horas/dia) enquanto que os obtidos no INMET (2018) são apresentados na forma de radiação solar global ( $\text{kJ/m}^2$ ).

Nos dados de SILVA e ASSUNÇÃO (2004), para o período de 1981 a 2003, obteve-se como insolação média 2491,2 horas; a maior média mensal ocorreu em julho (253,4 horas) e a menor em dezembro (160,5 horas). Os meses de abril a outubro apresentaram uma insolação que variou em 50,4 horas, mantendo-se acima de 200 horas de insolação média.

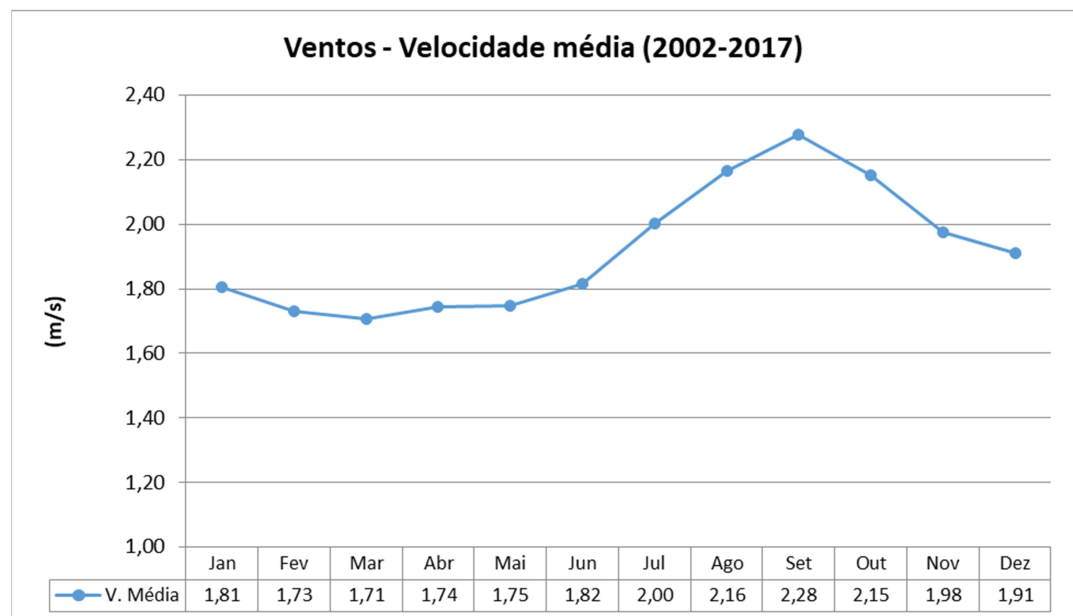
Para os dados do INMET (2018), no período de 2002-2017, a radiação solar global média foi de  $1609,36 \text{ kJ/m}^2$ , sendo o menor valor registrado em junho ( $1448,6 \text{ kJ/m}^2$ ) e o maior em setembro ( $1785,79 \text{ kJ/m}^2$ ) (conforme figura a seguir).



**Figura 9 – Radiação solar global na estação de Uberlândia (2002-2017).  
Fonte: INMET, 2018.**

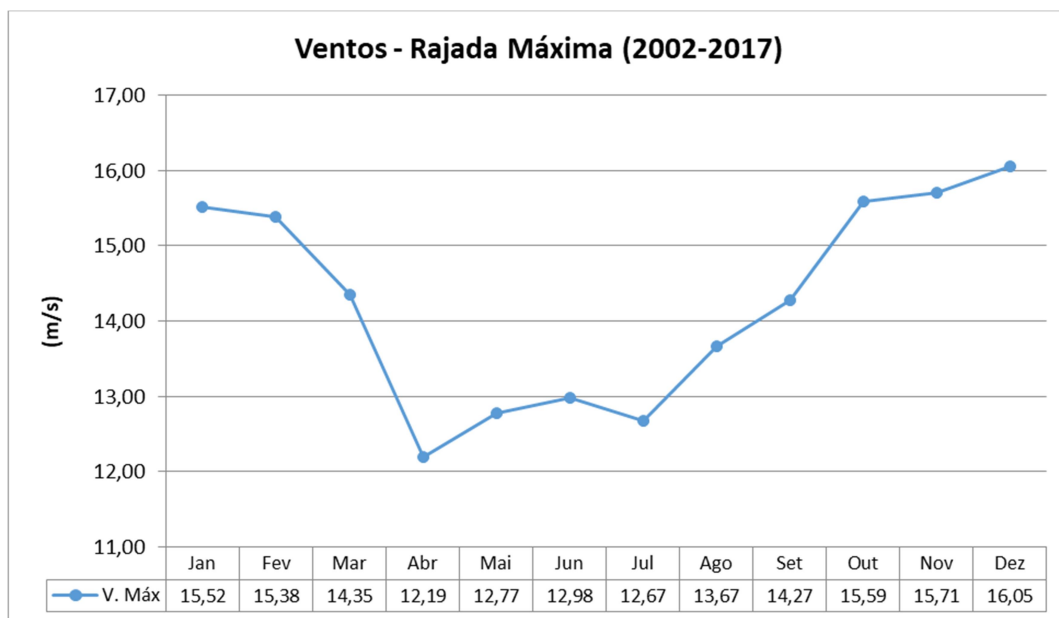
#### 8.1.1.7 Direção e Velocidade dos Ventos

A velocidade média dos ventos na estação de Uberlândia (INMET, 2018) para o período 2002-2017, foi de 1,92 m/s (conforme figura a seguir), sendo as médias mais elevadas apresentadas nos meses de agosto (2,16 m/s) e setembro (2,28 m/s); enquanto que as médias mais baixas ocorreram nos meses de fevereiro (1,73 m/s) e março (1,71 m/s).



**Figura 10 – Velocidade média dos ventos na estação de Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018.**

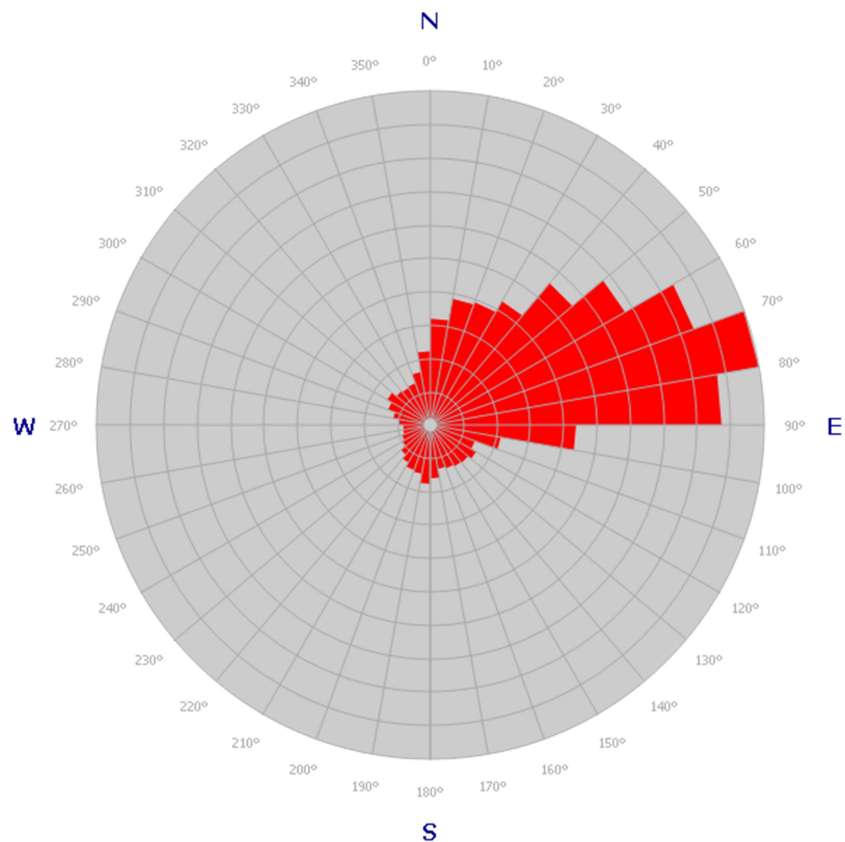
As rajadas de ventos para o período de 2002-2017 (INMET, 2018), apresentaram os índices mais elevados nos meses de novembro (15,71 m/s) e dezembro (16,05 m/s); os índices mais baixos ocorreram nos meses de abril (12,19 m/s) e julho (12,67 m/s) (conforme figura a seguir).



**Figura 11 – Rajada máxima dos ventos na estação de Uberlândia (2002-2017). Fonte: INMET, 2018.**

Em relação à direção preferencial, os ventos na estação de Uberlândia apresentaram direção preferencial E/NE (leste e nordeste), com componentes secundárias de N (norte).





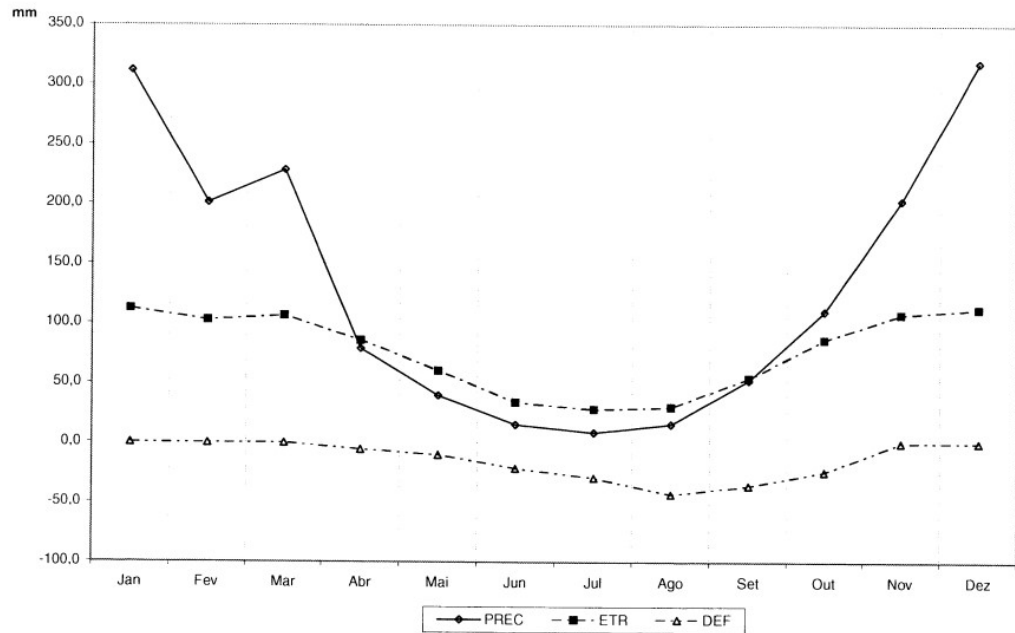
**Figura 12 – Rosa dos Ventos para o período de 2002-2017. Fonte: INMET, 2018.**

#### 8.1.1.8 Balanço Hídrico

O cálculo do balanço hídrico foi realizado para o período de 1981 a 2003, englobando os totais anuais e as médias mensais de todo o período estudado (SILVA e ASSUNÇÃO, 2004) (conforme figura a seguir).

Nos meses de janeiro a março, a precipitação é superior à evapotranspiração do solo e, a partir de abril até o mês de agosto, a precipitação é reduzida ou inexistente. A reposição inicia-se em setembro, estendendo-se até o mês de dezembro.

A média pluviométrica do período em questão foi de 1583,6 mm; a média da ETR (evapotranspiração real), do período estudado é 919,7 mm; o déficit hídrico é 170,5 mm e o excedente hídrico é 627,4 mm. A reposição média da capacidade de campo só é normalizada no mês de dezembro.



**Figura 13 – Balanço Hídrico (1981-2003). Fonte: SILVA e ASSUNÇÃO, 2004.**

## 8.1.2 Qualidade do Ar

### 8.1.2.1 Introdução

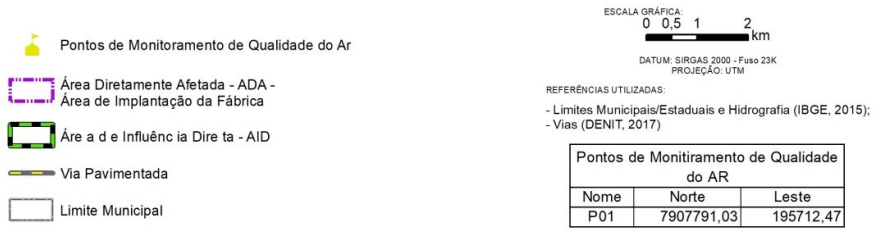
Para monitorar a qualidade do ar no estado de Minas Gerais, a FEAM opera uma rede constituída de 10 estações automáticas situadas na RMBH (região metropolitana de Belo Horizonte), assim como outras 19 estações automáticas instaladas em outros 6 municípios. A referida rede automática de monitoramento abarca os seguintes municípios: Belo Horizonte, Betim, Contagem, Ibirité, Ipatinga, Itabira, Paracatu, São José da Lapa, Timóteo. Estas estações estão muito distantes da área enfocada neste trabalho, não sendo representativas da qualidade do ar na mesma. Por este motivo, seus dados não foram apresentados.

Assim, para a avaliação da qualidade do ar ambiente, realizaram-se duas campanhas de monitoramento nas proximidades da BR 365 - km 574 no município de Estrela do Sul, MG. Neste capítulo são apresentados, de forma resumida, a localização do ponto de monitoramento, o período de monitoramento, os parâmetros analisados, equipamentos e padrões de metodologia utilizados, e os resultados das duas campanhas.

Os relatórios completos e detalhados das duas campanhas estão apresentados no Volume IV referente aos laudos do presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

**8.1.2.2 Localização do Ponto de Monitoramento**

A figura a seguir apresenta a localização do ponto designado para a amostragem de qualidade do ar, em amarelo, e Uberlândia, à esquerda; cuja distância linear é de 20 km.



**Figura 14 – Localização do ponto de amostragem da qualidade do ar.**

O ponto selecionado obedeceu aos critérios de representatividade da região e do entorno, respeitando aspectos logísticos, de infraestrutura e ambientais, que foram:

- Acesso relativamente fácil para operação diurna, todos os dias da semana;
- Disponibilidade de energia elétrica próxima e confiável.

Na figura a seguir observam-se os equipamentos utilizados durante as campanhas de amostragem.



**Figura 15 – Visão geral dos equipamentos no ponto de amostragem.**

#### **8.1.2.3 Período de Monitoramento**

A primeira campanha de monitoramento ocorreu no período chuvoso, de 26/03/2018 a 03/04/2018, e a segunda campanha no período de seca foi de 27/04/2018 a 03/05/2018. Ambas campanhas foram realizadas durante 7 dias consecutivos e com duração de 24 horas/dia.

#### **8.1.2.4 Parâmetros Analisados, Equipamentos e Padrões de Metodologia Utilizados**

A tabela a seguir apresenta resumidamente os parâmetros analisados, os equipamentos e padrões de metodologia utilizados em ambas as campanhas de monitoramento de qualidade do ar.

**Tabela 2 – Parâmetros analisados, equipamentos e metodologia**

Parâmetro	Sigla	Equipamento	Metodologias	Duração das Coletas	Duração da Campanha
Partículas Totais em Suspensão	PTS	AGV <sup>1</sup> PTS	NBR 9547/1997	24h/dia	7 dias consecutivos
Partículas Inaláveis	MP <sub>10</sub>	AGV <sup>1</sup> MP <sub>10</sub>	NBR 13.412/1995		
Ozônio	O <sub>3</sub>	2B Technologies	US EPA 901-O3 Model 202		
Dióxido de Nitrogênio	NO <sub>2</sub>	APV <sup>2</sup> Trigás	US EPA EQN-1277-026		
Dióxido de Enxofre	SO <sub>2</sub>		NBR 12.979		
Sulfeto de Hidrogênio	H <sub>2</sub> S		Met. CETESB L9.223		
Compostos Reduzidos de Enxofre	ERT		Standard Methods SM22 3120B	3h/dia	
Monóxido de Carbono	CO	GfG460	ISO 17025	1h/dia	

1 - AGV – Amostrador de Grandes Volumes, 2 - APV – Amostrador de Pequenos Volumes

### 8.1.2.5 Resultados

O monitoramento da qualidade do ar foi realizado no sentido de se determinar as concentrações de poluentes universalmente consagrados como indicadores da qualidade do ar. São eles:

- PTS – Partículas Totais em Suspensão,
- PI – Partículas Inaláveis, referida por  $MP_{10}$  – particulados com diâmetro inferior a  $10\mu m$
- $SO_2$  - Dióxido de Enxofre ( $SO_2$ ),
- $NO_2$  - Dióxido de Nitrogênio ( $NO_2$ ),
- CO - Monóxido de Carbono (CO),
- $O_3$  – Ozônio
- ERT – Enxofre reduzido Total
- $H_2S$  – Sulfeto de Hidrogênio.

No Brasil, os padrões de qualidade do ar foram fixados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução 03/90, sendo também adotados em Minas Gerais. Dentre os poluentes acima, constam da Resolução: PTS, PI,  $SO_2$ ,  $NO_2$ , CO,  $O_3$ .

#### 8.1.2.5.1 Resultados da primeira campanha

A primeira campanha foi realizada de 26/03/2018 a 03/04/2018 durante 7 dias consecutivos, 24 horas/dia, cujos resultados são apresentados nas tabelas a seguir.

**Tabela 3 – Concentrações de PTS registradas nas coletas realizadas**

Data	Massa (g)	Incerteza (g)	Volume ( $m^3$ )	Incerteza ( $m^3$ )	Concentração ( $\mu g/m^3$ )	Incerteza ( $\mu g/m^3$ )
26/03/2018	0.2448	0.0004	1938.6	54.0	126.3	3.5
27/03/2018	0.3008	0.0037	1905.9	55.3	157.8	5.0
28/03/2018	0.2984	0.0003	1807.8	59.5	165.0	5.4
29/03/2018	0.3288	0.0004	1890.4	62.1	174.0	5.7
30/03/2018	0.4161	0.0004	1911.3	57.7	217.7	6.6
31/03/2018	0.1419	0.0005	1888.7	42.1	75.1	1.7
Domingo 01/04/2018	0.0441	0.0004	1973.6	59.1	22.4	0.7
<b>Resolução CONAMA nº 03/1990</b>						
Padrão Primário = $240 \mu g/m^3$			Padrão Secundário = $150 \mu g/m^3$			

Obs.(1) LI = limite inferior de quantificação igual a  $2,0 \mu g/m^3$ ; LS = limite superior de quantificação igual a  $750,0 \mu g/m^3$ . A Incerteza é obtida através do método analítico descrito em “*Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG1). Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement.* <http://www.iso.org/sites/JCGM/JCGM-introduction.htm>”

**Tabela 4 – Concentrações de MP<sub>10</sub> registradas nas coletas realizadas**

Data	Massa (g)	Incerteza (g)	Volume (m <sup>3</sup> )	Incerteza (m <sup>3</sup> )	Concentração (µg/m <sup>3</sup> )	Incerteza (µg/m <sup>3</sup> )
26/03/2018	0.0143	0.0004	246.0	5.1	CANCELADA <sup>4</sup>	---
27/03/2018	0.0534	0.0004	207.6	5.0	CANCELADA <sup>4</sup>	---
28/03/2018	0.1124	0.0003	0.0	119.8	CANCELADA <sup>4</sup>	---
29/03/2018	0.0896	0.0005	1465.2	5.5	61.2	0.4
30/03/2018	0.1065	0.0004	1498.4	5.1	71.1	0.4
31/03/2018	0.0501	0.0004	1546.2	5.0	32.4	0.3
Domingo 01/04/2018	0.0119	0.0004	1533.8	5.1	7.8	0.2
<b>Resolução CONAMA nº 03/1990</b>						
Padrão Primário = 150 µg/m <sup>3</sup>			Padrão Secundário = 150 µg/m <sup>3</sup>			

Obs.(1) LI = limite inferior de quantificação igual a 2,0 µg/m<sup>3</sup>; LS = limite superior de quantificação igual a 750,0 µg/m<sup>3</sup>. A Incerteza é obtida através do método analítico descrito em “*Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG1). Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement.* <http://www.iso.org/sites/JCGM/JCGM-introduction.htm>”. (4) Coleta inválida devido ao tempo de coleta <23h (NBR 13.412) e/ou oscilação excessiva na energia elétrica.

**Tabela 5 – Concentração de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e ERT no ar ambiente durante o período de coleta**

Ponto e Coleta	Período das coletas de 24h	Concentração, tempo amostral e unidade			
		SO <sub>2</sub> – 24 h (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> – 1h (µg/m <sup>3</sup> )	ERT – 3 h (µg/m <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> S– 24 h (µg/m <sup>3</sup> )
P1C01	26/03/2018	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
P1C02	27/03/2018	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
P1C03	28/03/2018	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
P1C04	29/03/2018	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
P1C05	30/03/2018	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
P1C06	31/03/2018	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
P1C07	01/04/2018	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
<b>Resolução CONAMA nº 03/1990</b>					
Padrão Primário (µg/m <sup>3</sup> )		365	320	Padrão Não Definido	Padrão Não Definido Odor Perceptível 6,36
Padrão Secundário (µg/m <sup>3</sup> )		100	190		

Obs1. L.Q. – Limite de quantificação do método analítico utilizado.

**Tabela 6 – Concentração horária máxima de O<sub>3</sub> e CO no ar ambiente durante o período de coleta.**

Período das coletas de 24h	Concentração máxima diária	
	O <sub>3</sub> – 1h (µg/m <sup>3</sup> )	CO – 1h (ppm)
26/03/2018	58	<L.Q.
27/03/2018	54	<L.Q.
28/03/2018	57	<L.Q.
29/03/2018	42	<L.Q.
30/03/2018	64	<L.Q.
31/03/2018	75	<L.Q.
01/04/2018	67	<L.Q.
Resolução CONAMA n <sup>o</sup> 03/1990		
Padrão Primário (µg/m <sup>3</sup> )	160	35
Padrão Secundário (µg/m <sup>3</sup> )	160	35

Obs. As concentrações de ozônio são referentes às máximas concentrações médias de 1h obtidas durante cada dia.

### **Considerações Finais – 1<sup>a</sup> Campanha**

#### – Poluentes Gasosos

No que se refere aos poluentes amostrados cujos padrões de qualidade do ar estão estabelecidos pela Resolução CONAMA n<sup>o</sup> 03/1990, os resultados apresentados mostram atendimento, tanto para o padrão primário, quanto para o secundário para: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e CO. No caso do SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, e CO, as concentrações foram tão baixas que os respectivos limites de quantificação (L.Q.) dos métodos utilizados não foram atingidos.

Não há na legislação vigente padrão de qualidade do ar estabelecido para H<sub>2</sub>S ou ERT, no entanto, as concentrações são tão baixas que o limite de detecção dos métodos analíticos aplicados não foram atingidos.

#### – Particulados

No que se refere aos poluentes particulados amostrados, PTS e MP<sub>10</sub>, cujos padrões de qualidade do ar estão estabelecidos pelas Resoluções CONAMA n<sup>o</sup> 03/1990, os resultados apresentados mostram atendimento para ambos os casos.



### 8.1.2.5.2 Resultados da segunda campanha

A segunda campanha foi realizada de 27/04/2018 a 03/05/2018 durante 7 dias consecutivos, 24 horas/dia, cujos resultados são apresentados nas tabelas a seguir.

**Tabela 7 – Concentrações de PTS registradas nas coletas realizadas**

Data	Massa (g)	Incerteza (g)	Volume (m <sup>3</sup> )	Incerteza (m <sup>3</sup> )	Concentração (µg/m <sup>3</sup> )	Incerteza (µg/m <sup>3</sup> )
27/04/2018	0,1963	0,0003	1986,4	65,7	98,8	3,3
28/04/2018	0,1933	0,0004	1747,4	75,4	110,6	4,8
29/04/2018	0,2934	0,0004	1994,4	71,0	147,1	5,2
30/04/2018	0,3151	0,0004	1978,9	65,7	159,2	5,3
01/05/2018	0,2778	0,0003	1930,2	65,1	143,9	4,9
02/05/2018	0,2956	0,0004	1996,7	78,1	148,1	5,8
03/05/2018	0,2126	0,0003	1974,9	65,9	107,7	3,6
<b>Resolução CONAMA nº 03/1990</b>						
Padrão Primário = 240 µg/m <sup>3</sup>			Padrão Secundário = 150 µg/m <sup>3</sup>			

Obs. <sup>(1)</sup> LI = limite inferior de quantificação igual a 2,0 µg/m<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup> LS = limite superior de quantificação igual a 750,0 µg/m<sup>3</sup>. <sup>(3)</sup> A Incerteza é obtida através do método analítico descrito em “*Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG1). Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement.* <http://www.iso.org/sites/JCGM/JCGM-introduction.htm>”

**Tabela 8 – Concentrações de MP<sub>10</sub> registradas nas coletas realizadas**

Data	Massa (g)	Incerteza (g)	Volume (m <sup>3</sup> )	Incerteza (m <sup>3</sup> )	Concentração (µg/m <sup>3</sup> )	Incerteza (µg/m <sup>3</sup> )
27/04/2018	0,0568	0,0004	1474,4	5,6	38,5	0,3
28/04/2018	0,0732	0,0003	1492,2	5,0	49,1	0,3
29/04/2018	0,0775	0,0004	1497,0	5,1	51,8	0,3
30/04/2018	0,1353	0,0003	1497,9	5,1	90,3	0,4
01/05/2018	0,1103	0,0004	1455,5	6,0	75,8	0,4
02/05/2018	0,1019	0,0005	1508,8	5,5	67,5	0,4
03/05/2018	0,0828	0,0003	1486,7	5,2	55,7	0,3
<b>Resolução CONAMA nº 03/1990</b>						
Padrão Primário = 150 µg/m <sup>3</sup>			Padrão Secundário = 150 µg/m <sup>3</sup>			

Obs. <sup>(1)</sup> LI = limite inferior de quantificação igual a 2,0 µg/m<sup>3</sup>; <sup>(2)</sup> LS = limite superior de quantificação igual a 750,0 µg/m<sup>3</sup>. <sup>(3)</sup> A Incerteza é obtida através do método analítico descrito em “*Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG1). Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement.* <http://www.iso.org/sites/JCGM/JCGM-introduction.htm>”

**Tabela 9 – Concentração de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e ERT no ar ambiente durante o período de coleta**

Período das coletas de 24h	Concentração, tempo amostral e unidade			
	SO <sub>2</sub> – 24 h (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> – 1h (µg/m <sup>3</sup> )	ERT – 3 h (µg/m <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> S– 24 h (µg/m <sup>3</sup> )
27/04/2018	7,8	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
28/04/2018	17,6	<L.Q.	2006,9	<L.Q.
29/04/2018	21,3	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
30/04/2018	27,1	<L.Q.	1505,2	<L.Q.
01/05/2018	22,1	<L.Q.	<L.Q.	<L.Q.
02/05/2018	25,3	<L.Q.	1447,5	<L.Q.
03/05/2018	30,1	<L.Q.	1046,2	<L.Q.
Resolução CONAMA n° 03/1990				
Padrão Primário (µg/m <sup>3</sup> )	365	320	Padrão Não Definido	Padrão Não Definido Odor Perceptível 6,36
Padrão Secundário (µg/m <sup>3</sup> )	100	190		

Obs1. L.Q. – Limite de quantificação do método analítico utilizado.

**Tabela 10 – Concentração horária máxima de O<sub>3</sub> e CO no ar ambiente durante o período de coleta**

Período das coletas de 24h	Concentração máxima diária	
	O <sub>3</sub> – 1h (µg/m <sup>3</sup> )	CO – 1h (ppm)
27/04/2018	52,7	<L.Q.
28/04/2018	52,6	<L.Q.
29/04/2018	42,1	<L.Q.
30/04/2018	37,7	<L.Q.
01/05/2018	52,0	<L.Q.
02/05/2018	35,9	<L.Q.
03/05/2018	27,8	<L.Q.
Resolução CONAMA n° 03/1990		
Padrão Primário (µg/m <sup>3</sup> )	160	35
Padrão Secundário (µg/m <sup>3</sup> )	160	35

Obs. As concentrações de ozônio são referentes às máximas concentrações médias de 1h obtidas durante cada dia.

### Considerações Finais – 2ª Campanha

– Poluentes Gasosos

No que se refere aos poluentes amostrados cujos padrões de qualidade do ar estão estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 03/1990, os resultados apresentados

mostram atendimento, tanto para o padrão primário, quanto para o secundário para: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e CO. No caso do NO<sub>2</sub>, e CO, as concentrações foram tão baixas que os respectivos limites de quantificação (L.Q.) dos métodos utilizados não foram atingidos.

Não há na legislação vigente padrão de qualidade do ar estabelecido para o H<sub>2</sub>S, no entanto, as concentrações são tão baixas que o limite de detecção do método analítico aplicado não foi atingido.

– ERT

Não há na legislação vigente padrão de qualidade do ar estabelecido para o ERT, no entanto, três, dentre sete concentrações médias de 3h foram tão baixas que o limite de detecção do método analítico aplicado não foi atingido. Ocorreram quatro valores significativos e supostamente elevados. Analisando-se estas concentrações em conjunto ao H<sub>2</sub>S, pode-se observar que há uma inconsistência pois nas mesmas datas as concentrações de H<sub>2</sub>S estiveram abaixo do limite de quantificação. Adicionalmente, se observa que os resultados analíticos do ERT provém de reanálise, a qual foi elaborada pelo laboratório depois dos laudos iniciais terem sido questionados pela consultoria, por estarem aparentemente inconsistentes. Finalmente, se pode supor que estes resultados sejam falsos – positivos, o que no caso do ERT, embora raro, é passível de ocorrer.

– Particulados

No que se refere aos poluentes particulados amostrados, PTS e MP<sub>10</sub>, cujos padrões de qualidade do ar estão estabelecidos pelas Resoluções CONAMA n<sup>o</sup> 03/1990, os resultados apresentados mostram atendimento para ambos os casos.

### 8.1.3 Ruído

#### 8.1.3.1 Introdução

Foi realizada uma campanha de monitoramento de ruído no entorno da área de implantação da fábrica de celulose solúvel que teve como objetivo verificar o nível de pressão sonora ambiente presente na área, anteriormente à operação do empreendimento (*background*).

O trabalho de campo para medição dos níveis de pressão sonora ambiente foi realizado pela equipe da Pöyry Tecnologia no dia 03 de abril de 2018. Os níveis de pressão sonora ambiente foram medidos em 8 pontos diferentes no período diurno e noturno, totalizando 16 medições.

#### 8.1.3.2 Locais de medição

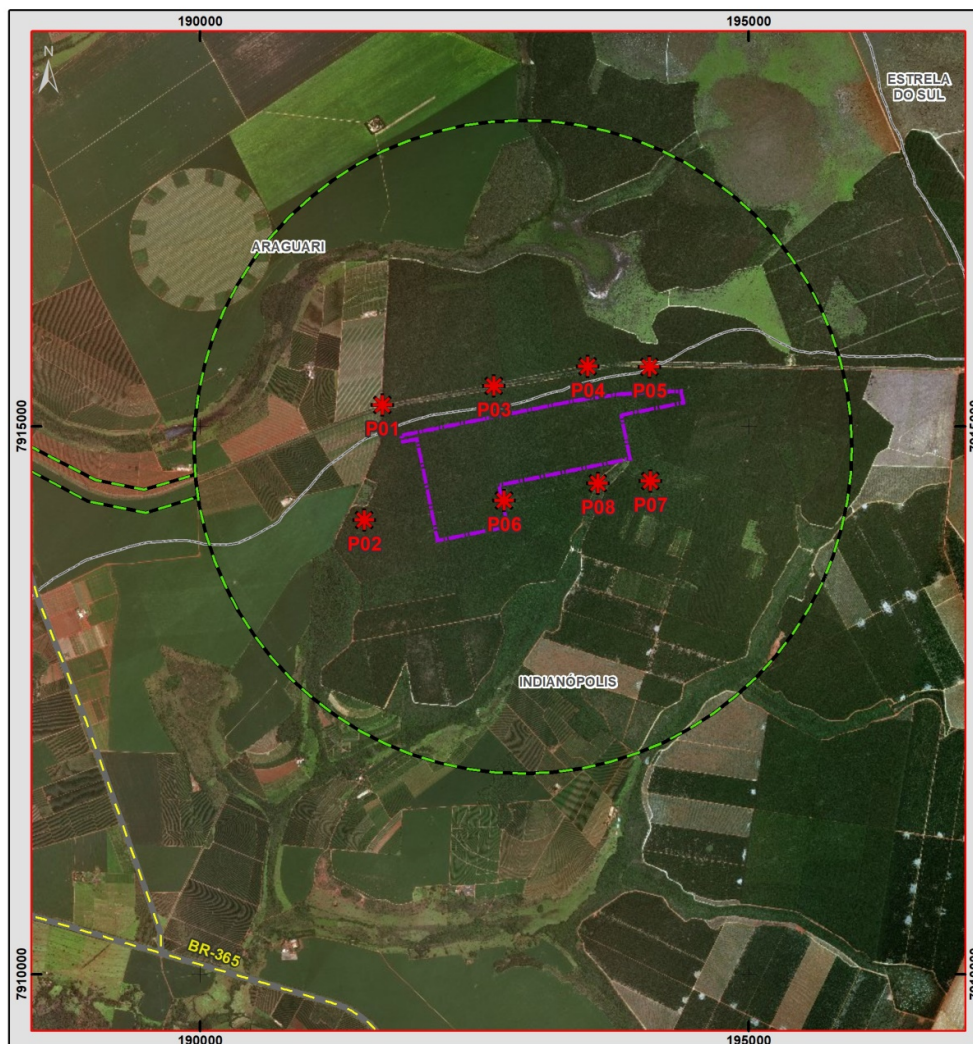
Para definição dos locais de medição de ruído foi considerado o entorno da área prevista para implantação da fábrica de celulose solúvel, anteriormente à sua operação do empreendimento (*background*).






No total foram definidos 08 (oito) pontos diferentes para medição do nível de pressão sonora ambiente nos períodos diurno e noturno, totalizando 16 medições, conforme descritos na tabela a seguir.

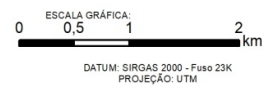
**Tabela 11 – Descrição dos locais de medição do nível de pressão sonora ambiente.**

Ponto	Local
P01	Próximo à cerca da fazenda de eucalipto
P02	Próximo à cerca da fazenda de eucalipto
P03	Próximo à linha férrea
P04	Próximo à linha férrea
P05	Próximo à linha férrea
P06	No meio do plantio de eucalipto
P07	No meio do plantio de eucalipto
P08	Próximo à vegetação nativa

Na figura a seguir é apresentada a localização dos 8 pontos de medição, enquanto que nas demais figuras são apresentadas as fotos de cada local de medição.



-  Pontos de Monitoramento de Ruído
-  Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
-  Área de Influência Direta - AID
-  Via Pavimentada
-  Limite Municipal



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
- Limites Municipais/Estaduais e Hidrografia (IBGE, 2015);  
- Vias (DENIT, 2017)

Pontos de Monitoramento de Ruído		
Ponto	Norte	Leste
P01	7915197,944	191662,954
P02	7914145,486	191498,648
P03	7915369,452	192677,553
P04	7915547,247	193534,696
P05	7915542,019	194098,584
P06	7914323,109	192771,532
P07	7914501,933	194104,473
P08	7914480,557	193626,322

**Figura 16 – Localização dos pontos de medição de ruídos.**



**Figura 17 – Ponto P01. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**



**Figura 18 – Ponto P02. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**



**Figura 19 – Ponto P03. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**



**Figura 20 – Ponto P04. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**



**Figura 21 – Ponto P05. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**



**Figura 22 – Ponto P06. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**



**Figura 23 – Ponto P07. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**



**Figura 24 – Ponto P08. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**

### 8.1.3.3 Metodologia

A metodologia de medição de ruído foi baseada nas instruções da Norma NBR 10.151/2000, norma esta regulamentada pela Resolução CONAMA nº 01/1990. Além disso, também foram contempladas as instruções da Lei Estadual nº 10.100/1990.

O método de avaliação envolveu medições do nível de pressão sonora equivalente (LAeq) em decibéis ponderados em “A”, comumente chamado de dB(A), conforme preconizado no item 1.3 da NBR 10.151/2000.

As medições foram efetuadas em pontos afastados a aproximadamente 1,2 m do piso e pelo menos 2 m do limite da propriedade e de qualquer outra superfície refletora, como muros, paredes, etc.

O tempo de medição do nível de pressão sonora ambiente foi de 2 minutos para cada ponto amostrado.

Durante as medições foi usado protetor de vento do microfone.

A avaliação de pressão sonora foi realizada nos 2 períodos preconizados pela NBR 10.151/2000, ou seja, o diurno e o noturno.

### 8.1.3.4 Equipamentos

As características do sonômetro utilizado neste monitoramento é apresentada a seguir.

#### Características do Sonômetro

- Modelo: Decibelímetro DT-8852
- Norma atendida: IEC 61672-1 Classe 2
- Precisão:  $\pm 1,4$  dB
- Faixa de frequência: 31.5 Hz ~ 8 KHz
- Escala Dinâmica: 50 dB
- Memória: 32.700 dados
- Níveis de escala:

- Lo: 30 dB ~ 80 dB
- Med: 50 dB ~ 100 dB
- Hi: 80 dB ~ 130 dB
- Auto: 30 dB ~ 130 dB
- Ponderação de frequência: A/C
- Ponderação de tempo: rápido ou fast (125 ms) e lento ou slow (1s)
- Microfone: 1/2 polegada com condensador de eletreto
- Resolução: 0,1dB

### 8.1.3.5 Resultados

Os resultados das medições de nível de pressão sonora ambiente são apresentados na tabela e na figura a seguir.

**Tabela 12 – Resultados das medições de nível de pressão sonora ambiente.**

Ponto	Descrição do local	Período	Horário	Características climáticas	Resultados LAeq
P01	Próximo à cerca da fazenda de eucalipto	Diurno	10:39	Com sol e com vento fraco	38,2 dB(A)
		Noturno	19:54	Sem vento e com sons de insetos	43,9 dB(A)
P02	Próximo à cerca da fazenda de eucalipto	Diurno	10:30	Com sol e com vento fraco	40,1 dB(A)
		Noturno	20:05	Sem vento	40,9 dB(A)
P03	Próximo à linha férrea	Diurno	11:19	Sem sol e sem vento	34,4 dB(A)
		Noturno	19:47	Sem vento e com sons de insetos	44,6 dB(A)
P04	Próximo à linha férrea	Diurno	11:39	Sem sol e sem vento	34,7 dB(A)
		Noturno	19:34	Sem vento e com sons de insetos	45,8 dB(A)
P05	Próximo à linha férrea	Diurno	11:48	Sem sol, sem vento e com sons de pássaros	34,4 dB(A)
		Noturno	19:20	Sem vento e com sons de insetos	41,8 dB(A)
P06	No meio do plantio de eucalipto	Diurno	12:31	Sem sol e sem vento	35,1 dB(A)
		Noturno	20:19	Sem vento e com sons de insetos	45,1 dB(A)
P07	No meio do plantio de eucalipto	Diurno	12:59	Sem sol, sem vento e com sons de pássaros	34,8 dB(A)
		Noturno	21:13	Sem vento e com sons de insetos	44,2 dB(A)
P08	Próximo à vegetação nativa	Diurno	12:44	Sem sol e sem vento	36,2 dB(A)
		Noturno	20:52	Sem vento e com sons de insetos	46,6 dB(A)



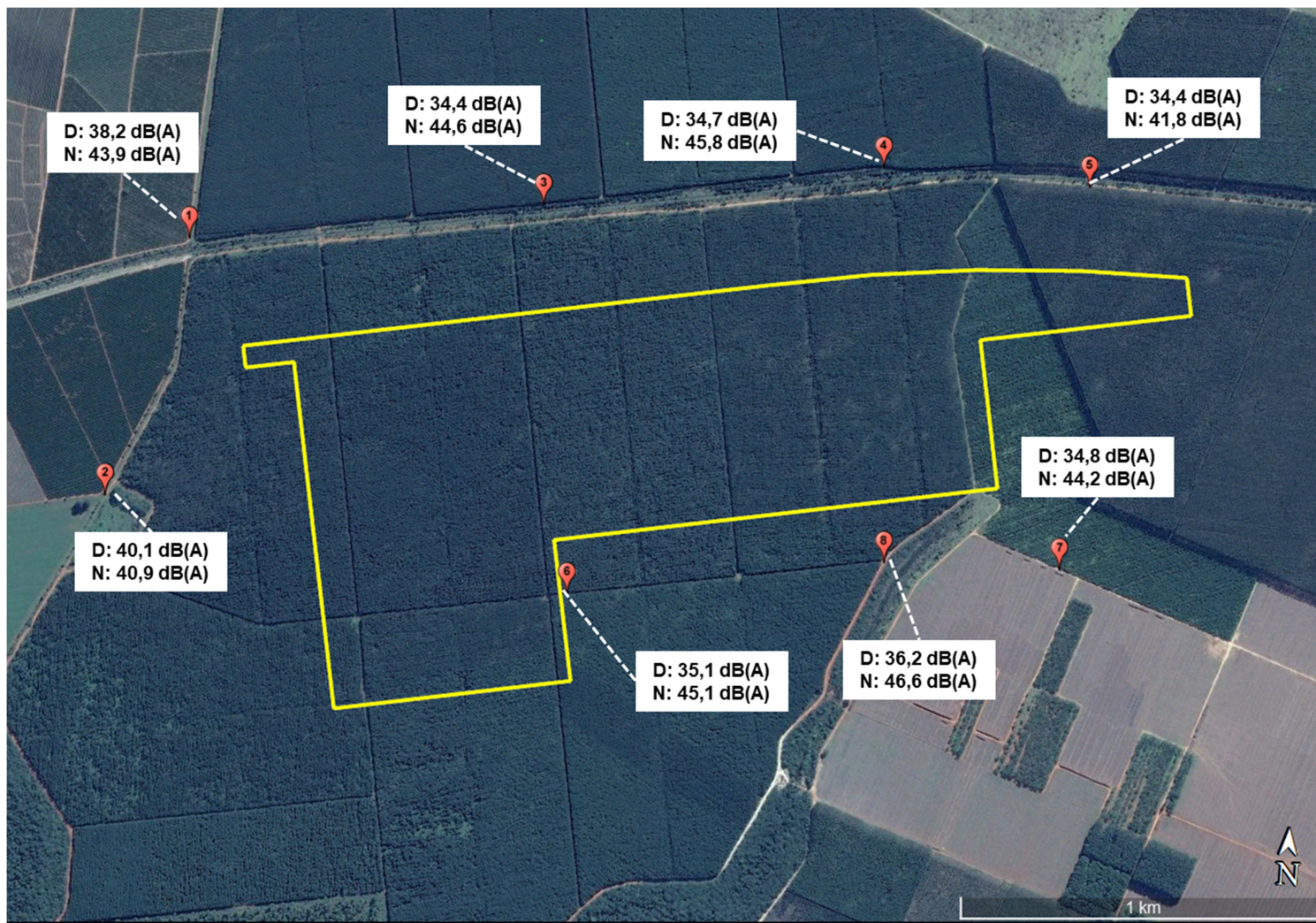


Figura 25 – Resultados das medições para o período diurno (D) e noturno (N). Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

Os resultados da medição de nível de pressão sonora ambiente no entorno da área prevista para implantação da fábrica de celulose solúvel variaram entre 34,4 dB(A) e 40,1 dB(A) no período diurno, e variaram entre 40,9 dB(A) e 46,6 dB(A) no período noturno.

Os maiores resultados no período noturno ocorreram em função, principalmente, de sons de insetos.

#### **8.1.3.6 Conclusão**

Para o monitoramento de ruído foi medido o nível de pressão sonora ambiente em 8 pontos diferentes, no período diurno e noturno, no entorno da área prevista para implantação da fábrica de celulose solúvel.

Em todos os pontos de medição os níveis de pressão sonora ambiente estavam abaixo do Nível de Critério de Avaliação (NCA) estabelecido pela Norma NBR 10.151/2000 para área predominantemente industrial (70 dB(A) para diurno e 60 dB(A) para noturno), e também estavam abaixo dos limites máximos estabelecidos pela Lei Estadual nº 10.100/1990 (70 dB(A) para diurno e 60 dB(A) para noturno).

Contudo, se os níveis de pressão sonora ambiente forem comparados com o NCA estabelecido pela Norma NBR 10.151/2000 para áreas de sítios e fazendas (40 dB(A) para diurno e 35 dB(A) para noturno), tem-se 1 ponto no período diurno acima do NCA e 8 pontos no período noturno acima do NCA. Neste caso, de acordo com a Norma NBR 10.151/2000, quando os níveis de pressão sonora ambiente estão acima do NCA, mantêm-se como critério de avaliação os níveis de pressão sonora obtidos na medição em campo.

### **8.1.4 Geologia**

#### **8.1.4.1 Introdução**

O estado de Minas Gerais apresenta grande diversidade geológica, ocorrendo nessa área seqüências de idades arqueana a fanerozoica, em contextos tectônicos e metamórficos dos mais variados. As principais unidades geológicas aflorantes no território mineiro são assim divididas: (i) Cráton do São Francisco; (ii) Faixa Brasília; (iii) Orógeno Araçuaí/Ribeira; (iv) Bacia do Paraná; (v) Coberturas Colúvio-Aluviais e Eluviais. Nesse contexto, são apresentadas a seguir as unidades geológicas aflorantes nas áreas de influência do estudo.

#### **8.1.4.2 Metodologia**

O trabalho de descrição geológica consiste na utilização de dados secundários para a caracterização da AII, principalmente com base em mapas geológicos já existentes, tais como: Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (CPRM/CODEMIG, 2014) e do Mapa de Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010), Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (COBRAPE/ANA, 2011), em conjunto com os relatórios disponíveis no sítio eletrônico do Comitê das Bacias Hidrográficas da UPGRN-PN1 (Alto Rio Paranaíba) e UPGRN-PN2 (Rio Araguari).

### 8.1.4.3 Caracterização Regional (AII)

Regionalmente, na Área de Influência Indireta (AII) do estudo, ocorrem três grandes províncias estruturais em termos de compartimentação da estrutura geológica, de origens e comportamentos distintos, e que condicionam respostas diferenciadas às intervenções e avaliações em cada uma delas. Essas unidades de análise são denominadas: Província Tocantins, Bacia Sanfranciscana e Província Paraná.

A Província Tocantins demonstra direção preferencial norte-sul, chegando a ter 2.000 km de extensão longitudinal e até 800 km de largura em algumas áreas. Abrange as faixas dobradas Araguaia e Paraguai, localizadas na porção ocidental e que foram edificadas na margem do Cráton Amazônico; além da Faixa Brasília, que por vez está localizada na margem do Cráton do São Francisco, onde se encontra o Arco Magmático de Goiás. A mesma pode ser subdividida em duas subprovíncias litoestruturais: a primeira compreendendo o embasamento cristalino, que é constituído por rochas de estruturação complexa e comportamento predominantemente dúctil, em especial granítico-gnáissica. A segunda subprovíncia lito-estrutural corresponde às sequências supracrustais, que são constituídas geralmente por rochas metassedimentares clásticas e com pouca deformação. Com relação à Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, a área de ocorrência dessa Província corresponde à sua porção centro-leste.

A Província Paraná compreende os limites da bacia tectônica do Paraná, que se caracteriza por ser uma estrutura intracratônica, com cerca de 1.750 km de comprimento e largura aproximada de 900 km, abrangendo a parte meridional do Brasil, a metade oriental do Paraguai e parte da Argentina e Uruguai, totalizando 1.600.000 km<sup>2</sup>. Pode também ser subdividida em duas subprovíncias litoestruturais: a primeira corresponde às sequências sedimentares clásticas, com contatos quase que exclusivamente litológicos e estratificação sub-horizontal; a segunda subprovíncia formada pelos basaltos do Grupo São Bento (Fm. Serra Geral), que se caracterizam como rochas magmáticas provenientes de derrames de lava, sendo intensamente fraturadas, por vezes diaclasadas, e que dão origem as chamadas coberturas detrítico lateríticas. Com relação à bacia hidrográfica do rio Paranaíba, a sua área de abrangência está restrita à parte ocidental.

A Bacia Sanfranciscana ocorre em uma pequena porção da bacia onde se localizam os afluentes mineiros do Alto Paranaíba.

#### – Província do Tocantins

A Província Estrutural do Tocantins está localizada entre os Crátos do São Francisco e Amazônico, sendo nela reconhecidas três unidades geotectônicas nas suas porções central e norte, e que são representadas pelo Maciço de Goiás e Arco Magmático pela Faixa Araguaia e pela Faixa Brasília. Destaca-se que dentro de seu domínio, unicamente a Faixa Brasília está presente na área da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.

O Maciço de Goiás contém além de terrenos granito-greenstone arqueanos, rochas ortognaissicas neoproterozóicas, podendo ser classificado como um fragmento crustal complexo (FUCK, PIMENTEL e SILVA, 1994), devido a ter sido envolvido pela orogênese Brasileira.

O arco magmático do oeste de Goiás (PIMENTEL e FUCK, 1992) por sua vez, se constitui numa crosta neoproterozóica juvenil, sendo composto por sequências vulcanossedimentares e ortognaisses. Sua relação tectônica com o Maciço de Goiás ainda é pouco desvendada.

A faixa Brasília é composta por rochas supracrustais do período Meso e Neoproterozóico, cujo metamorfismo e deformação ocorreram durante o Ciclo Brasileiro. Destaca-se que o Ciclo Brasileiro ocorreu durante o Neoproterozóico (850 – 500 milhões de anos), e permitiu a formação do super continente Gondwana, que por sua vez deu origem a partes do continente sul-americano e africano.

Por fim, a Faixa Araguaia, localizada na porção noroeste da Província Estrutural de Tocantins, demonstra o aumento do grau metamórfico das coberturas sedimentares sendo composta estratigraficamente por migmatitos (embasamento), xistos e anfíbolitos e granitos, que foram tectonicamente recobertos por rochas metassedimentares.

#### – Província do Paraná

A bacia sedimentar do Paraná se constitui numa estrutura geológica intracratônica, localizada no centro-leste da América do Sul, e que abrange uma área total aproximada de mais de 1.600.000 km<sup>2</sup>. Apenas no território brasileiro essa bacia ocupa cerca de 1.000.000 km<sup>2</sup>, compreendendo parte dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso.

É constituída por uma sequência de rochas sedimentares e derrames de lavas basálticas, registrando em seu interior espessuras superiores a 5.000 metros, o que representa, portanto, uma ampla paleotopografia depressiva, preenchida durante sucessivos períodos geológicos.

Suas principais características estruturais e litológicas estão vinculadas à associação de diversos fenômenos geológicos, como vulcanismo, subsidência, falhamentos, epirogênese e sedimentação, que ocorreram no interior da bacia de forma isolada ou não, durante o decorrer do tempo geológico e que foram os responsáveis diretos pela sua geração e modelamento.

Em geral, o mergulho das camadas possui uma inclinação de 2° a 3° em direção ao centro da bacia, e as feições estruturais mais significativas estão alinhadas com o eixo dos principais cursos d'água que drenam para o seu interior.

Na borda da bacia do Paraná, onde a subsidência foi muito mais lenta em relação ao centro, os processos erosionais vinculados aos eventos de soerguimento crustal foram mais fortes, fazendo com que o registro sedimentar do tempo geológico tenha sido menos completo do que em sua porção central, resultando, assim, em camadas estratigráficas descontínuas e de menor espessura quando comparadas àquelas presentes no interior da bacia.

#### – Bacia Sanfranciscana

A Bacia Sanfranciscana é uma cobertura fanerozoica do Cráton São Francisco que ocorre numa faixa alongada, seguindo a direção norte-sul, com cerca de 150.000 km<sup>2</sup>

e que se estende desde o Triângulo Mineiro até o estado do Maranhão. Sua principal característica é a de que esta estrutura geológica forma o divisor de águas das bacias do Paraná e do São Francisco, não sendo, entretanto, detalhada no presente trabalho além de sua descrição no mapa geológico, uma vez que a mesma ocorre de forma diminuta dentro da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, com relação a todos os outros grupos geológicos vinculados às Províncias do Tocantins e do Paraná.

#### 8.1.4.3.1 Geologia Estrutural

##### – Província do Tocantins

A Província Tocantins é uma unidade geológica gerada durante o Ciclo Brasileiro, no Neoproterozoico, resultante da colisão dos Crátons Amazônico, São Francisco e Parapanema, que compreende três cinturões orogênicos: as Faixas Brasília, Araguaia e Paraguai.

Além das faixas de dobramento, a Província engloba ainda, Terrenos Granito-Greenstone, o Rifte intracontinental, o Arco Magmático de Goiás e as coberturas cratônicas neoproterozóicas.

A região da bacia do Paranaíba está inserida no contexto geológico da Faixa Brasília, que corresponde a um cinturão móvel Neoproterozóico localizado na porção oriental da Província Tocantins, orientado seguindo uma direção N-S.

Os compartimentos da Faixa Brasília, envolvidos na orogenia ocorrida durante o Ciclo Brasileiro apresentam deformação progressiva, que culminou com o sistema de obras, empurrões e imbricamentos com típica vergência para o Cráton São Francisco (FONSECA, DARDENE e UHLEIN, 1995).

O embasamento da faixa é constituído por núcleos cratônicos de idade arqueana e paleoproterozoicos. Além dos terrenos de infraestrutura, a faixa Brasília engloba rochas supracrustais do Meso e Neoproterozóico, cuja deformação e metamorfismo ocorreram durante o Ciclo Brasileiro (FONSECA, DARDENE e UHLEIN, 1995).

Na porção central da faixa móvel estão as características extensas zonas de cisalhamento dúcteis, dextrais e megatranscorrências que segmentam a faixa em duas porções com diferentes evoluções tectono-estruturais. Já na porção setentrional, ocorrem sistemas de dobramentos e cavalgamentos, com direção N-S, e associadas a estas feições, sistemas transcorrentes menores. Na porção sul, os truncamentos e imbricações são caracterizados pela presença de falhas de empurrão N-S, com a formação de *nappes* com sentido para o Cráton São Francisco, além de Sistemas de Cisalhamento sinistrais e dextrais.

##### – Província do Paraná

O arcabouço estrutural da Bacia Sedimentar do Paraná se caracteriza por demonstrar grandes lineamentos e arcos, com direções que variam de NW-SE, E-W e NE-SW. Nos seus terrenos localizados no Brasil, dois terços estão preenchidos por arenitos e lavas basálticas mesozoicas. O outro terço da bacia envolve uma ampla faixa de afloramentos que circundam a cobertura de lavas, onde são observáveis as diversas seqüência sedimentares Paleozoicas que a preencheram.

Possui principalmente um formato alongado na direção NNE-SSW. Em sua borda leste pode-se observar o chamado Arco de Ponta Grossa - associado ao soerguimento crustal resultante do rifte do Atlântico-Sul - e que se caracteriza como uma anticlinal que retrata antigas e profundas estruturas, como falhas por exemplo. Já a borda oeste é delimitada pelo Arco de Assunção, uma flexura relacionada ao cinturão andino. As suas outras bordas (norte e sul) delimitam áreas onde os estratos sobrepõem-se a rochas do embasamento Pré Cambriano, ou rochas cristalinas de províncias cratônicas.

A origem da Bacia do Paraná é controversa e se relaciona de alguma forma ao fim do Ciclo Brasileiro - durante o qual se desenvolveram os terrenos geológicos circundantes à bacia - até o Neo-Ordoviciano. Neste sentido, é importante destacar que a sua estruturação herdada do embasamento foi o principal controlador da maior parte de sua evolução tectônica e estratigráfica.

Os lineamentos tectônicos nela existentes podem ser agrupados em três direções principais: NW-SE, NE-SW e E-W. De acordo com (ZALAN, WOLFF, *et al.*, 1990), as estruturas de direção NW-SE formaram grandes zonas de falhamento que durante a reativação tectônica que se iniciou com a quebra do supercontinente Gondwana, promoveram a intrusão de milhares de corpos ígneos, como soleiras (*sills*) e diques.

Ao longo dos lineamentos NE-SW a movimentação transcorrente é a mais destacada (ZALAN, WOLFF, *et al.*, 1990), com uma forte relação com o arcabouço tectônico das faixas móveis Ribeira e Dom Feliciano, que margeiam a Bacia Sedimentar do Paraná a leste, além do próprio arcabouço do embasamento, sotoposto à bacia.

Segundo (ZALAN, WOLFF, *et al.*, 1990), o grupo de lineamentos E-W é o menos compreendido, afirmando que seu desenvolvimento se iniciou no Triássico e seu paralelismo com as zonas de fraturas oceânicas pode sugerir uma estreita ligação com o desenvolvimento do Atlântico-Sul.

Os falhamentos regionais, que ocorreram no sentido normal da fase de sedimentação, foram reativados numa segunda fase compressiva, gerando falhas inversas longidutinais de alto ângulo, geralmente com eixo NS e NE. Ainda durante a reativação tectônica Pós-Cretácica, ocasião em que prevaleceram movimentos de subsidência e soerguimento, houve extensos fraturamentos na crosta, permitindo de tal forma o acesso à superfície de um volume muito grande de lavas basálticas provenientes do manto, as quais se espalharam e preencheram a Bacia do Paraná.

Esses falhamentos denotam significativos alinhamentos transversais ao eixo principal da bacia, orientados sob a direção NW e NW-W, e com largura variável (entre 20 a 100 Km) e centenas de quilômetros de extensão. A essas faixas correspondem zonas fraturadas nas quais se intrudiram diques básicos, muitas vezes associados à falhamentos, cujos alinhamentos principais coincidem muitas vezes com os grandes afluentes do rio Paraná.

#### – Bacia Sanfranciscana

A bacia Sanfranciscana corresponde à cobertura Fanerozoica do Cráton São Francisco. De uma forma geral, possui direção alongada norte-sul, regionalmente apresentando paralelismo com o aulacógeno do Recôncavo-Tucano-Jatobá, sugestivo de uma relação com a evolução da margem continental brasileira.

A tectônica é pouco pronunciada, e o embasamento da bacia é representado pelo Grupo Bambuí, rochas sedimentares paleozoicas da Bacia do Paraná e rochas metassedimentares dos grupos Araxá e Canastra.

Segundo (CAMPOS e DARDENNE, 1997), a origem da bacia foi marcada por uma evolução que envolveu pequenas taxas de deformação. A subsidência geradora da calha deposicional ocorreu em resposta a reequilíbrios isostáticos, extensão e compressão crustais, ligados à ruptura do Supercontinente Gondwana, apesar de não haver uma correlação perfeita entre a evolução da margem continental brasileira e a bacia.

#### **8.1.4.3.2 Litoestratigrafia**

As unidades litoestratigráficas existentes na AII - tomando-se como base os dados do mapa geológico – encontram-se descritas a seguir, sendo classificadas em acordo à seguinte hierarquia: Grupo, Subgrupo, Formação, Complexo, Suíte, e Sequência. As colunas litoestratigráfica e litodêmica e o mapa geológico são apresentados nas tabelas e figura a seguir, constituindo uma distribuição dessas unidades ao longo do tempo geológico.

**Tabela 13 – Coluna Litoestratigráfica para a AII do Estudo**

EÓN	ERA	PERÍODO	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	SÍMBOLO	LITOLOGIA	
FANEROZOICO	CENOZOICO	NEÓGENO	<i>Depósito aluvial</i>	<i>Q2a</i>	<i>Sedimentos clásticos inconsolidados</i>	
		PALEOÓGENO	<i>Cobertura Superficial indiferenciada</i>	<i>ENdl</i>	<i>Sedimentos clásticos e lateríticos ferruginosos</i>	
	MESOZOICO	CRETÁCEO	<b>BACIAS SEDIMENTARES FANEROZÓICAS PRÉ-CENOZOICAS E MAGMATISMO ASSOCIADO</b>			
			<i>Suíte Intrusiva Alcalina, Complexo Alcalino Barreiro</i>	<i>K2λb</i>	<i>Rochas ultramáficas alcalinas e associadas em complexos plutônicos</i>	
			<i>Suíte Intrusiva Alcalina, Complexo Alcalino Serra Negra</i>	<i>K2λsn</i>	<i>Rochas ultramáficas alcalinas e associadas em complexos plutônicos</i>	
			<i>Suíte Intrusiva Alcalina, Complexo Alcalino Serra do Salitre</i>	<i>K2λss</i>	<i>Rochas ultramáficas alcalinas e associadas em complexos plutônicos</i>	
			<i>Suíte Intrusiva Alcalina, Complexo Alcalino Tapira</i>	<i>K2λt</i>	<i>Rochas ultramáficas alcalinas e associadas em complexos plutônicos</i>	
			<b>BACIA DO PARANÁ</b>			
			<b>GRUPO BAURU</b>			
			<i>Formação Marília</i>	<i>K2bm</i>	<i>Arenito, argilito arenoso</i>	
<b>GRUPO SÃO BENTO</b>						
<i>Formação Serra Geral</i>			<i>K1δsg</i>	<i>Basalto</i>		
<b>BACIA SANFRANCISCANA</b>						
<i>Grupo Mata da Corda</i>	<i>K2mc</i>	<i>Arenito, lapili tufo, vulcânicas básicas kamafugíticas; conglomerado</i>				
<i>Grupo Areado</i>	<i>K1a</i>	<i>Folhelho, arenito feldspático, arenito lítico, arenito conglomerático, conglomerado polimitico, Siltito</i>				
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	EDJACARIANO	<b>BACIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS - CAMBRIANAS</b>			
			<b>PROVÍNCIA TOCANTINS</b>			
			<b>Faixa Brasília Meridional</b>			
			<b>GRUPO IBIÁ</b>			



EÓN	ERA	PERÍODO	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	SÍMBOLO	LITOLOGIA		
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	EDIACARIANO	<i>Formação Rio Verde</i>	NP3irv	<i>Clorita-muscovita-quartzo xisto, diamictito</i>		
			<i>Formação Cubatão</i>	NP3icb	<i>Calcixisto</i>		
			<b>PROVÍNCIA SÃO FRANCISCO</b>				
			<b>Bacia do São Francisco</b>				
			<b>Supergrupo São Francisco, Grupo Bambuí</b>				
			<b>SUBGRUPO PARAPEBA</b>				
			<i>Formação Serra da Saudade</i>	NP3bss	<i>Siltito e arenito fino predominantes, folhelho, lentes carbonáticas</i>		
			<i>Formação Lagoa Formosa, litofácies diamictito</i>	NP3blfd	<i>Diamictito e pelito</i>		
			<i>Formação Serra de Santa Helena</i>	NP3bsh	<i>Argilito e siltito ardiosanos, marga, lentes de calcário</i>		
			<i>Formação Serra de Santa Helena, litofácies fosfático</i>	NP3bshP	<i>Pelito e fosforito</i>		
		<b>BACIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS - CAMBRIANAS</b>					
		<b>PROVÍNCIA TOCANTINS</b>					
		<b>Faixa Brasília Meridional</b>					
		<b>COMPLEXO ABADIA DOS DOURADOS</b>					
		<i>Litofácies anfíbolítica</i>	NP2adaf	<i>Filito carbonoso, filito sericitico, quartzito e lentes de silexito ferruginoso; metavulcânica ácida xistificada; anfíbolito, dependendo do fácies</i>			
		<i>Litofácies filítica</i>	NP2adf	<i>Filito carbonoso, filito sericitico, quartzito e lentes de silexito ferruginoso; metavulcânica ácida xistificada; anfíbolito, dependendo do fácies</i>			
		<i>Litofácies metavulcânica ácida</i>	NP2adv	<i>Filito carbonoso, filito sericitico, quartzito e lentes de silexito ferruginoso; metavulcânica ácida xistificada; anfíbolito, dependendo do fácies</i>			
		<b>GRUPO ARAXÁ</b>					
		<i>Litofácies Micaxisto</i>	NP1amx	<i>Clorita xisto, granada-biotita xisto, grafita xisto, talco-xisto, quartzito micáceo, quartzito ferruginoso, paragnaisse, anfíbolito, turmalinito</i>			

EÓN	ERA	PERÍODO	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	SÍMBOLO	LITOLOGIA		
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	TONIANO	<b>BACIAS SEDIMENTARES PROTEROZOICAS - CAMBRIANAS</b>				
			<b>PROVÍNCIA TOCANTINS</b>				
			<b>Faixa Brasília Meridional</b>				
			<b>GRUPO CANASTRA</b>				
			<b>Formação Chapada dos Pilões</b>				
			<i>Litofácies filito predominante</i>	<i>NP1cpf</i>	<i>Filito predominante; subordinado quartzito micáceo</i>		
			<i>Litofácies formação ferrífera</i>	<i>NP1cpff</i>	<i>Formação ferrífera bandada em associação com quartzito</i>		
			<i>Membro Hidroelétrica da Batalha</i>	<i>NP1cphb</i>	<i>Quartzito micáceo</i>		
			<b>Formação Paracatu</b>				
		<i>Formação Paracatu indivisa</i>	<i>NP1cpa</i>	<i>Filito sericítico e muscovita-clorita-quartzito xisto predominantes</i>			
		<i>Membro Serra da Anta</i>	<i>NP1cpasa</i>	<i>Filito sericítico, quartzito fino</i>			
		<i>Membro Morro do Ouro</i>	<i>NP1cpamo</i>	<i>Filito carbonoso com lentes de quartzito</i>			
		<b>GRUPO VAZANTE</b>					
		<i>Formação Serra da Lapa</i>	<i>NP1vsl</i>	<i>Arenito, Argilito, Calcário, Filito, Siltito, Silexito, Marga</i>			
	<b>Formação Serra do Poço Verde</b>						
	<i>Membro Pamplona inferior</i>	<i>NP1vspypi</i>	<i>Metapelitos</i>				
	<b>Formação Garrote</b>						
	<i>Membro Serra do Andrequicé</i>	<i>NP1vsgsa</i>	<i>Arenitos predominantes</i>				
	MESOPROTEROZOICO	ECTASIANO	<b>EMBASAMENTO DAS PROVÍNCIAS NEOPROTEROZOICAS TOCANTINS, SÃO FRANCISCO E MANTIQUEIRA, EM PARTE RETRABALHADA</b>				
			<i>Ortognaisse Nova Aurora</i>	<i>MP2yna</i>	<i>Ortognaisse calcialcalino</i>		

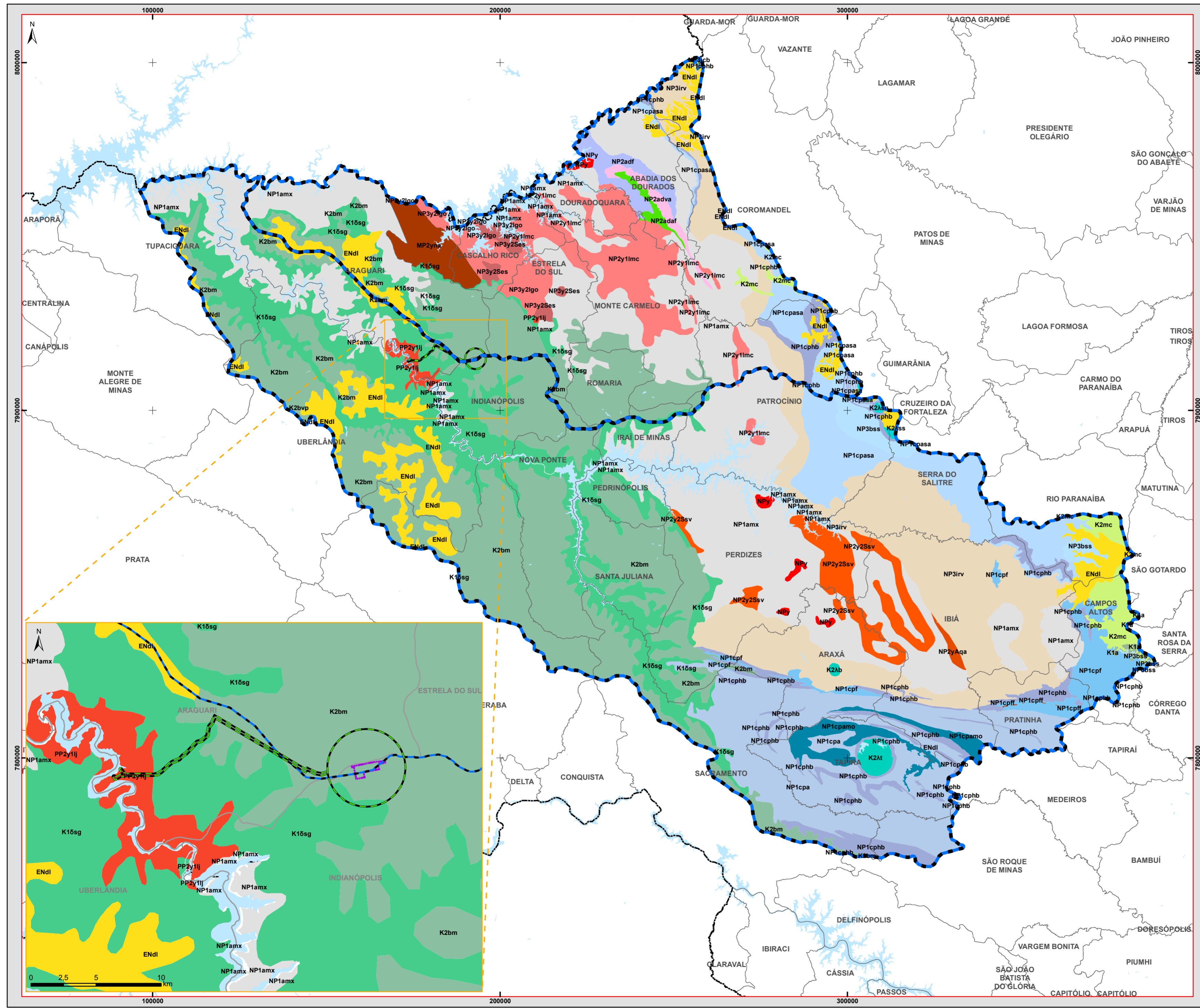
Fonte: (CPRM/CODEMIG, 2014).

**Tabela 14 – Coluna Litodêmica para a AII do Estudo**

<b>EÓN</b>	<b>ERA</b>	<b>PERÍODO</b>	<b>UNIDADES LITODÊMICAS</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>LITOLOGIA</b>	
<b>PROTEROZOICO</b>	<b>NEOPROTEROZOICO</b>	<b>EDIACARIANO / CRIOGENIANO</b>	<b>PROVÍNCIA TOCANTINS</b>			
			<b>Faixa Brasília Meridional</b>			
			<b>GRANITOS SINCOLISIONAIS TIPO S</b>			
			<i>Suíte Estrela do Sul</i>	<i>NP3γ2Ses</i>	<i>Granito, sienogranito, granito a duas micas</i>	
			<i>Suíte Serra Velha</i>	<i>NP2γ2Ssv</i>	<i>Granito, sienogranito, granito a duas micas</i>	
			<b>GRANITOS PRÉ A SINCOLISIONAIS TIPOS I E A</b>			
			<i>Ortognaisse Goiandira</i>	<i>NP3γ2Igo</i>	<i>Associação ortognáissica – anfibolítica</i>	
			<i>Suíte Monte Carmelo</i>	<i>NP2γ1Imc</i>	<i>Biotita tonalito, biotita granito porfirítico</i>	
		<i>Granito Quebra Anzol</i>	<i>NP2γAqa</i>	<i>Granito alcalino</i>		
			<b>CRIOGENIANO</b>	<i>Granito de posicionamento tectônico duvidoso</i>	<i>NPγ</i>	<i>Granitos de quimismo e posicionamento tectônico duvidoso</i>
<b>PALEOPROTEROZOICO</b>	<b>RIACIANO</b>	<b>EMBASAMENTO DAS PROVÍNCIAS TOCANTINS, MANTIQUEIRA E SÃO FRANCISCO</b>				
		<b>GRANITO PRÉ-COLISIONAL</b>				
		<i>Suíte Jurubatuba</i>	<i>PP2γ1Ij</i>	<i>Ortognaisse de composição granítica, granodiorítica e tonalítica</i>		

Fonte: (CPRM/CODEMIG, 2014).

**Figura 26 – Mapa Geológico.**



**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**LEGENDA**

- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
- Área de Influência Direta - AID
- All Para os Meios Físico e Biótico
- Corpo D'água
- Limite Municipal
- Limite Estadual

**Geologia**

- ENdl - Cobertura Superficial indiferenciada
- K2Ab - Suíte Intrusiva Alcalina, Complexo Alcalino Barreiro
- K2Asn - Suíte Intrusiva Alcalina, Complexo Alcalino Serra Negra
- K2Ass - Suíte Intrusiva Alcalina, Complexo Alcalino Serra do Salitre
- K2At - Suíte Intrusiva Alcalina, Complexo Alcalino Tapira
- K2bm - Formação Marília
- K2bvp - Formação Vale do Rio do Peixe
- K15sg - Formação Serra Geral
- K2mc - Grupo Mata da Corda
- K1a - Grupo Areado
- NP3irv - Grupo Ibiá, Formação Rio Verde
- NP3ibc - Grupo Ibiá, Formação Cubatão
- NP3bss - Supergrupo Paraopeba, Formação Serra da Saúde
- NP2daf - Complexo Abadia dos Dourados, Litofácies antibolítica
- NP2adaf - Complexo Abadia dos Dourados, Litofácies filítica
- NP2adva - Complexo Abadia dos Dourados, Litofácies metavulcânica ácida
- NP1amx - Grupo Araxá, Litofácies Micaxisto
- NP1cpf - Grupo Canastra, Formação Chapada dos Pilões, Litofácies filito predominante
- NP1cpff - Grupo Canastra, Formação Chapada dos Pilões, Litofácies formação ferrífera
- NP1cphb - Grupo Canastra, Formação Chapada dos Pilões, Membro Hidroelétrica da Batalha
- NP1cpa - Grupo Canastra, Formação Paracatu, Formação Paracatu indivisa
- NP1cpasa - Grupo Canastra, Formação Paracatu, Membro Serra da Anta
- NP1cpamo - Grupo Canastra, Formação Paracatu, Membro Morro do Ouro
- MP2yna - Ortogneisse Nova Aurora
- NP3y2Ses - Suíte Estrela do Sul
- NP3y2lgo - Ortogneisse Goiandira
- NP2y2Ssv - Suíte Serra Velha
- NP2y1lmc - Suíte Monte Carmelo
- NP2yAqa - Granito Quebra Anzol
- NPY - Granito de posicionamento tectônico duvidoso
- PP2y1lj - Suíte Jurubatuba

ESCALA GRÁFICA: 0 5 10 20 30 40 50 km

DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
- Limites Municipais/Estaduais (IBGE, 2015);  
- UGH's (IGAM, 2017);  
- Geologia (Governo do Estado de MG)

**PÖYRY**

**PROJETO AMADEUS**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**UGH - RIO ARAGUARI/UGH - RIO DOURADOS**

**GEOLOGIA**

ESCALA: 1:750.000 DATA: Outubro/2018  
FIGURA Nº: 8.1.4.3.2-1 FOLHA: 1/1 TAMANHO: A2  
RESP. TÉCNICO: ASSINATURA: REV: 0

## **Província Tocantins**

### **Complexo Granulítico**

Este complexo compõe-se de gnaisses de alto grau que afloram em faixa NE-SW limitada com os terrenos granito gnáissicos por extensas zonas de cisalhamento. Data do Paleoproterozoico (1.600 M.a).

### **Grupo Canastra**

#### **Grupo Canastra Indiviso**

Este Grupo reúne rochas do Grupo Canastra, de áreas onde não foi possível enquadrá-las em uma formação definida. O litotipo dominante é de clorita-sericita-quartzo xisto, com intercalações de sericita xisto, quartzo- muscovita xisto e lentes de xisto grafitoso, quartzito, ardósia, mármore, calcário e clorita calcoxisto. Data do Mesoproterozoico (1.000 M.a).

#### **Formação Chapada dos Pilões**

A Formação Chapada dos Pilões foi dividida em membros, com destaque para o Serra Hidroelétrica Batalha, disposto no topo e composto por ortoquartzitos, com intercalações subordinadas de filitos. Data do Mesoproterozoico (1.000 M.a).

#### **Formação Paracatu**

A formação Paracatu é predominantemente pelítica, representada por xistos com associação subsidiária de calcários e quartzitos. Data do Mesoproterozoico (1.000 M.a).

### **Grupo Araxá**

As rochas do Grupo Araxá compõem-se de metamorfitos de fácies epidoto-anfibolito, consistindo essencialmente de micaxistos e quartzitos com intercalações de anfibolitos, estes últimos subordinados. Estas rochas estão sotopostas por um embasamento constituído de gnaisses e granitos. Data do Neoproterozoico (540 M.a).

### **Grupo Vazante**

O Grupo Vazante representa uma sequência detrítico-carbonática constituída principalmente por quartzitos, ardósias, conglomerados, siltitos e dolomitos estromatolíticos. As formações do Grupo Vazante fornecem padrões de idade pertencente ao Neoproterozóico (540 M.a).

## **Grupo Ibiá**

### Formação Rio Verde

Essa formação de idade Neoproterozóica (540 M.a) é composta litologicamente por filitos calcíferos ou calcixistos com laminações quartzosas e intercalações de quartzito fino e filito cinza localmente carbonoso.

## **Grupo Bambuí - Subgrupo Paraopeba Indiviso**

O Subgrupo Paraopeba é constituído por siltitos e argilitos cinza-esverdeados a avermelhados, por vezes calcíferos, além de calcários finos cinza e intercalações de lentes de quartzito. Datam do Neoproterozóico (540 M.a).

## **Granitos**

Com idade Neoproterozóica (540 M.a.), encontram-se agrupadas sob a denominação “granitos”, diversas categorias de rochas plutônicas, dentre elas granitos sin-tectônicos variando de álcali-feldspato granitos, biotita-muscovita granitos, biotita granitos, granodioritos, monzogranitos e granitos deformados. Ocorrem também, granitos tarditectônicos variando de granitos porfíricos a granodioritos, tonalitos, monzogranitos, sienogranitos, quartzo-monzonitos e sienitos.

## **Província Paraná**

## **Grupo São Bento**

### Formação Serra Geral

Esta unidade é constituída por um espesso pacote de rochas vulcânicas que ocorre na Bacia do Paraná, formado por uma extensa sucessão de derrames. De idade Juro-Cretácica (64-140 M.a), essa formação é constituída por basaltos toleíticos, resultantes do intenso vulcanismo que ocorreu durante o Mesozoico (64-250 M.a). São rochas maciças, de cor amarronzada, cinza escuro a preto quando sãs e cinza avermelhado quando alteradas, com textura afanítica e amigdaloidal no topo.

Intercalados nestes derrames ocorrem de forma esparsa arenitos na forma de lentes e/ou estratos finos, bastante silicificados. Também são verificados diques e soleiras de diabásio granular, cinza escuro a esverdeado.

A ocorrência dessas rochas ao longo das calhas dos principais rios e de seus afluentes é marcada por frequentes trechos com controles de lineamentos estruturais de direção NW, além da presença de disjunções colunares indicando derrames mais espessos, resultando quase sempre em pequenos saltos e corredeiras no curso desses rios. Por conta disso, a presença dos basaltos no leito dos rios, com seus desníveis topográficos constitui um condicionante geológico que determina o potencial hidrelétrico a ser explorado, suportando diretamente a maior parte dos empreendimentos hidrelétricos.

## **Grupo Bauru**

### Formação Marília

Esses sedimentos de idade Cretácica (64,4 M.a) foram depositados em ambiente subaquoso e clima semiárido. Predominam arenitos, desde finos até grosseiros, argilitos e siltitos avermelhados e esbranquiçados, comumente limonitizados, dispostos em pacotes maciços e geralmente silicificados e com estratificação cruzada de pequeno e médio porte.

### Intrusivas alcalinas cretáceas

As rochas Intrusivas Alcalinas de idade Eocretácea se encontram aqui descritas devido a estarem “crono” e “estratigraficamente” dispostas entre os materiais geológicos pertencentes à Província Tocantins (mais antiga) e a Província Paraná (mais recente).

Destaca-se, no entanto, que estes corpos alcalinos, caracterizados como produtos do magmatismo ultrapotássico que afetou a região, se encontram intrudidos em meio aos materiais geológicos da Província Tocantins.

### Bacia Sanfranciscana

## **Grupo Areado**

Composto por conglomerados, arenitos de granulação variável e folhelhos. Possuem ocorrência restrita, com idades do Cretáceo Superior (64,4 M.a).

## **Grupo Mata da Corda**

Constituído por conglomerados e arenitos vulcânicos cimentados por carbonatos. Demonstram cor cinza e verde e apresentam estratificação cruzada acanalada e geometria em cunhas. Ocorrem junto às fácies vulcânicas e representam depósitos de leques aluviais, gerados nas encostas dos edifícios vulcânicos. Data do Cretáceo Superior (64,4 M.a).

### Formações Superficiais

Recobrimo localmente os materiais geológicos mais antigos, encontram-se as chamadas “Formações Superficiais”, que se caracterizam como materiais sedimentares recentes (Quaternário, 1.6 M.a), e que podem ser de origem detrítico-laterítica ou aluvionar, conforme descrito abaixo.

## **Coberturas Detrítico-Lateríticas**

Os sedimentos de cobertura, de idade Quaternária (1.6 M.a), são constituídos de cascalho e material areno-argiloso, pouco consistente, parcial e/ou totalmente laterizado. Esses depósitos podem atingir dezenas de metros de espessura; ocorrem de modo esparsos e ao longo das principais drenagens.



### **Depósitos Aluvionares**

Os depósitos aluvionares, também de idade Quaternária (1.6 M.a) se constituem de depósitos sedimentares de idade recente e que ocorrem ocupando áreas estreitas descontínuas margeando os rios. Em geral são depósitos pequenos, pouco espessos, de granulometria predominantemente fina, representada por cascalhos, areias, siltes e argilas inconsolidadas em planícies ou terraços fluviais.

#### **8.1.4.4 Caracterização Local (AID e ADA)**

Conforme apresentado no Mapa Geológico, a AID e ADA apresentam como arcabouço geológico rochas basálticas da formação Serra Geral, que afloram em uma pequena porção da AID sendo sobrepostas a rochas da formação Marília, sendo descritas abaixo.

##### **8.1.4.4.1 Grupo São Bento**

#### **Formação Serra Geral (K1δsg)**

A Formação Serra Geral, é caracterizada por rochas de natureza vulcânica, que estão inseridas na sequência Gondwana III, da Bacia do Paraná. Na região do Triângulo Mineiro, encontram-se sobrepostas diretamente sobre o embasamento cristalino da Faixa Brasília e sotoposta às rochas sedimentares da Bacia Bauru e aos depósitos sedimentares inconsolidados do Cenozoico. As rochas vulcânicas observadas mostram cor cinza escura à esverdeada, depositadas em estratos de dez a quinze centímetros de espessura, formando pequenos paredões abruptos ao longo dos talwegues dos vales.

##### **8.1.4.4.2 Grupo Bauru**

#### **Formação Marília (K2bm)**






Encontra-se amplamente distribuída na região Oeste de Minas Gerais, sendo constituída por calcários brancos lacustrinos, com fragmentos de arenitos e argilitos, e concreções calcárias na base, e por arenitos e conglomerados calcíferos, no topo. As espessuras são da ordem de 200 m e suas áreas de exposição apresentam relevo com escarpas íngremes e bem delineadas. A deposição desta unidade relaciona-se a um sistema continental lacustrino, sob influência de clima semiárido, com formação de pavimentos detríticos com cimentação carbonática tipo caliche.

#### **8.1.4.5 Sondagens SPT**

De acordo com o Relatório de Sondagem realizado na área de estudo, foram executados 06 (seis) furos de sondagem, conforme normas vigentes para resistência de solos, ambos a percussão com circulação de água e ensaio padrão de penetração dinâmica (SPT) totalizando:

- Percussão: 182,70 (cento e oitenta e dois metros e setenta centímetros)



-  Pontos de Sondagem
-  Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
-  Área de Influência Direta - AID
-  Via Pavimentada
-  Limite Municipal

ESCALA GRÁFICA: 0 0,5 1 2 km

DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 22K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
- Limites Municipais/Estaduais e Hidrografia (IBGE, 2015);  
- Vias (DENIT, 2017)

Pontos de Sondagem		
Ponto	Norte	Leste
SPT-01	7915242,919	193075,405
SPT-02	7915079,766	192047,431
SPT-03	7914052,439	192231,031
SPT-04	7914684,050	193180,578
SPT-05	7914800,949	193823,197
SPT-06	7915181,269	193774,770

**Figura 27 – Localização dos furos de sondagem.**

#### 8.1.4.5.1 Metodologia Executiva

No desenvolvimento da sondagem à percussão são distinguidas três etapas básicas: perfuração, medição de resistência à penetração e amostragem.

- Perfuração: A técnica de perfuração, a fim de possibilitar a medição da resistência à penetração, é feita observando-se a presença do nível do lençol freático.
- Perfuração acima do nível d'água – executada com trado;
- Perfuração abaixo do nível d'água – executada com a lavagem por circulação de água com o auxílio do trépano de lavagem, sendo também usada quando o trado ficar inoperante.

##### **Amostragem:**

A retirada de amostras do subsolo, tipo deformada pode ser feita durante a perfuração, através do trado, da lavagem com circulação de água, ou quando da medição da resistência à penetração pelo amostrador padronizado RAYMONND ou S.P.T.

##### **Medição da Resistência à Penetração:**

A resistência à penetração é representada pelo índice de resistência à penetração, N (S.P.T), que é a soma do número de golpes de um martelo padronizado com peso de 65 kgf, caindo em queda livre de uma altura de 75 cm, necessários à penetração dos 30 cm finais do amostrador padronizado S.P.T.

Os estados de compacidade e de consistência são estimados em função do índice de resistência a penetração (Spot).

As expressões empregadas para a classificação da compacidade das areias referem-se à deformabilidade e resistência destes solos sob o ponto de vista de fundações e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compacidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos definidos na Mecânica dos Solos.

##### **Nível do Lençol Freático:**

A determinação do lençol freático se faz quando se atinge o nível d'água durante a execução de uma sondagem. Nesta oportunidade, interrompe-se a operação de perfuração e passa-se a observar a estabilidade e rebaixamento do mesmo, este procedimento foi realizado nesta sondagem, N.A EXISTENTE nos parâmetros da Norma vigente. A elevação do nível d'água no furo efetua-se leituras a cada 5 minutos durante o período mínimo de 15 minutos, sendo que para constatar sua estabilização, é também realizada uma segunda leitura, decorrido o mínimo de 12 horas após o encerramento da sondagem.

Em alguns casos há variações entre o nível d'água anotado nas sondagens e o nível d'água efetivamente encontrado ao se executarem as obras de infraestrutura.

##### **Deslocamento:**

É executado quando a perfuração não atinge a profundidade de 8,00 metros estabelecidos por norma, assim se inicia o mesmo com ângulo de um metro em forma triangular a partir do furo inicial.

### 8.1.4.5.2 Resultados

Na sequência são apresentados os perfis referentes aos 06 (seis) furos de sondagens realizados.

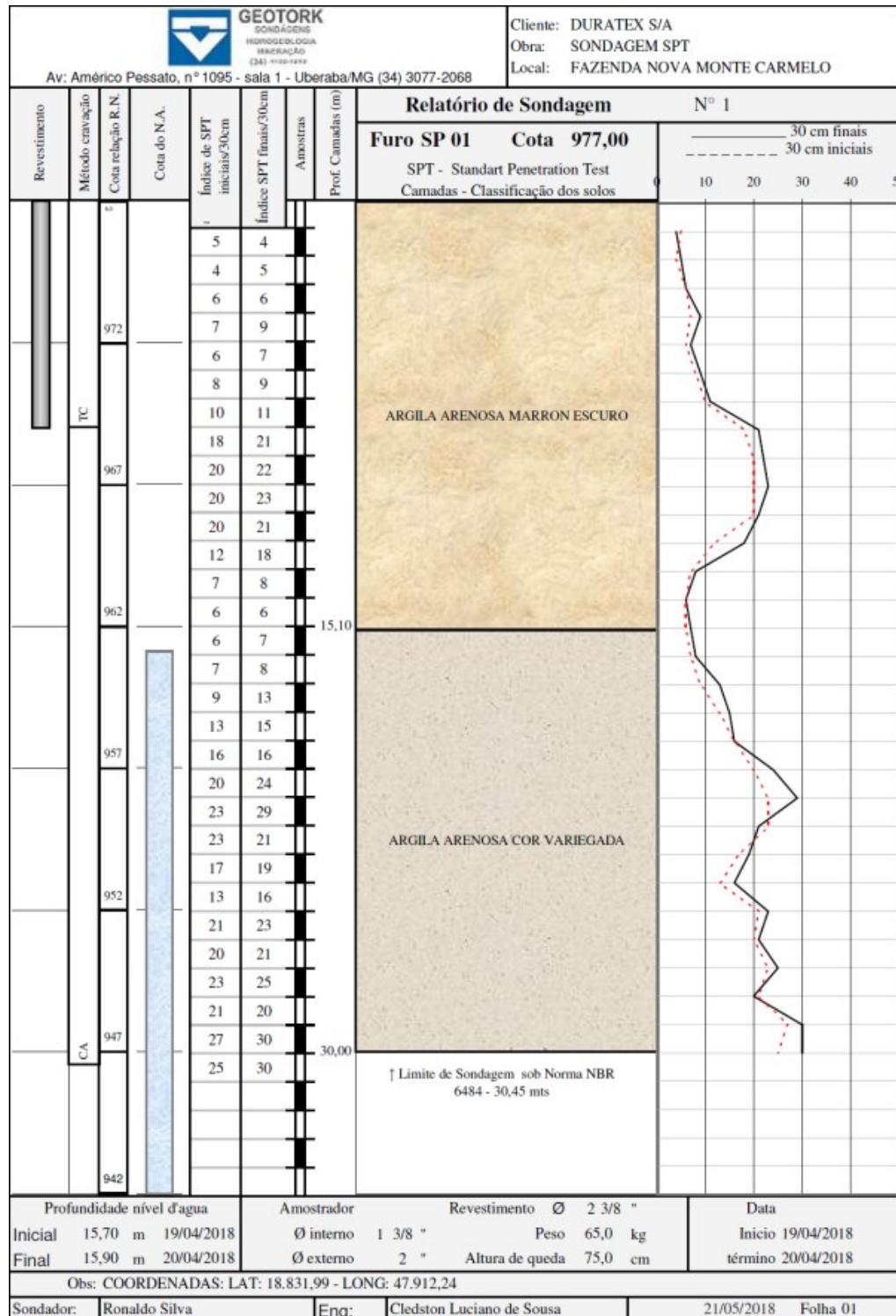


Figura 28 – Perfil do furo de sondagem SP01. Fonte: GEOTORK, 2018.

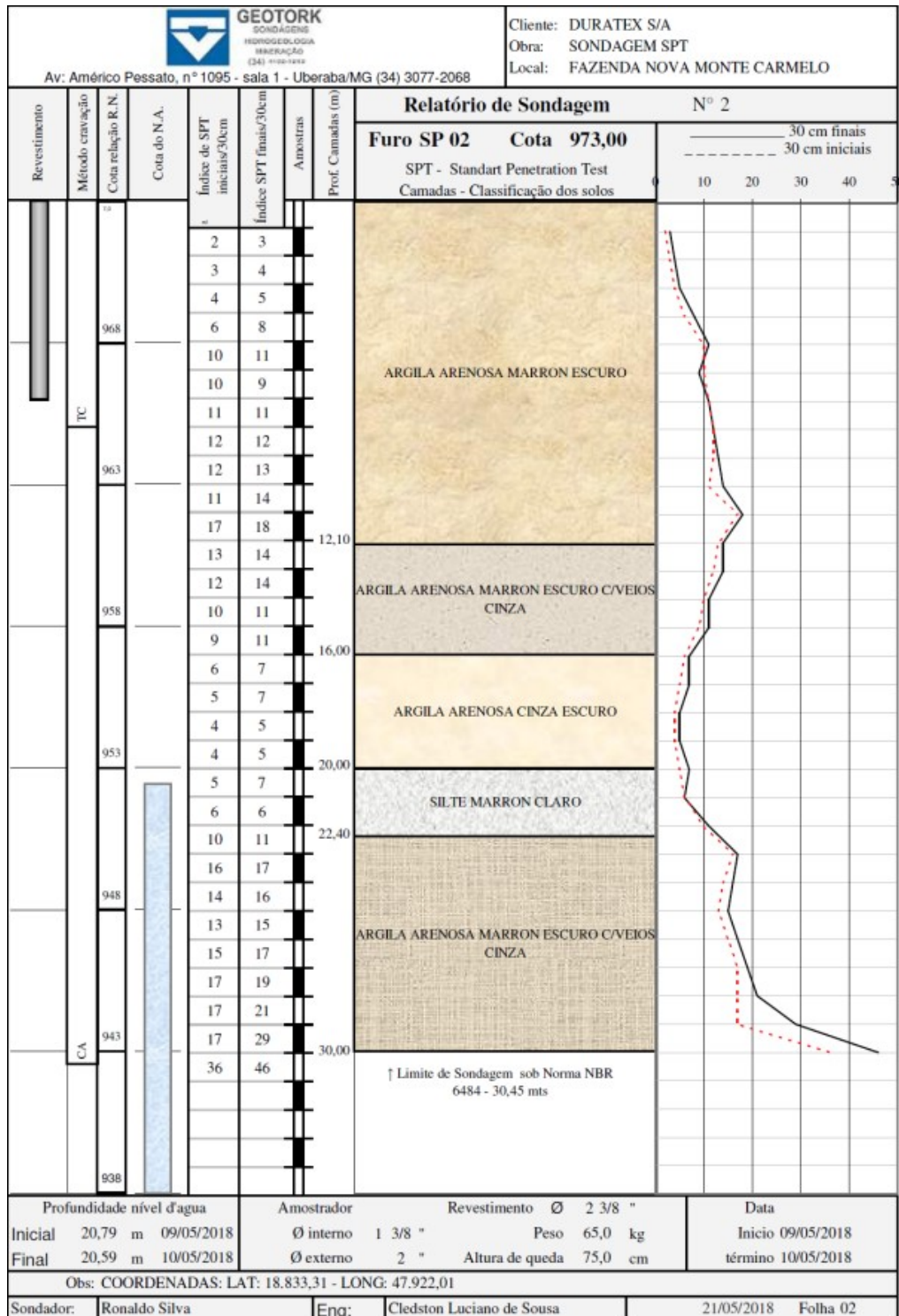


Figura 29 – Perfil do furo de sondagem SP02. Fonte: GEOTORK, 2018.

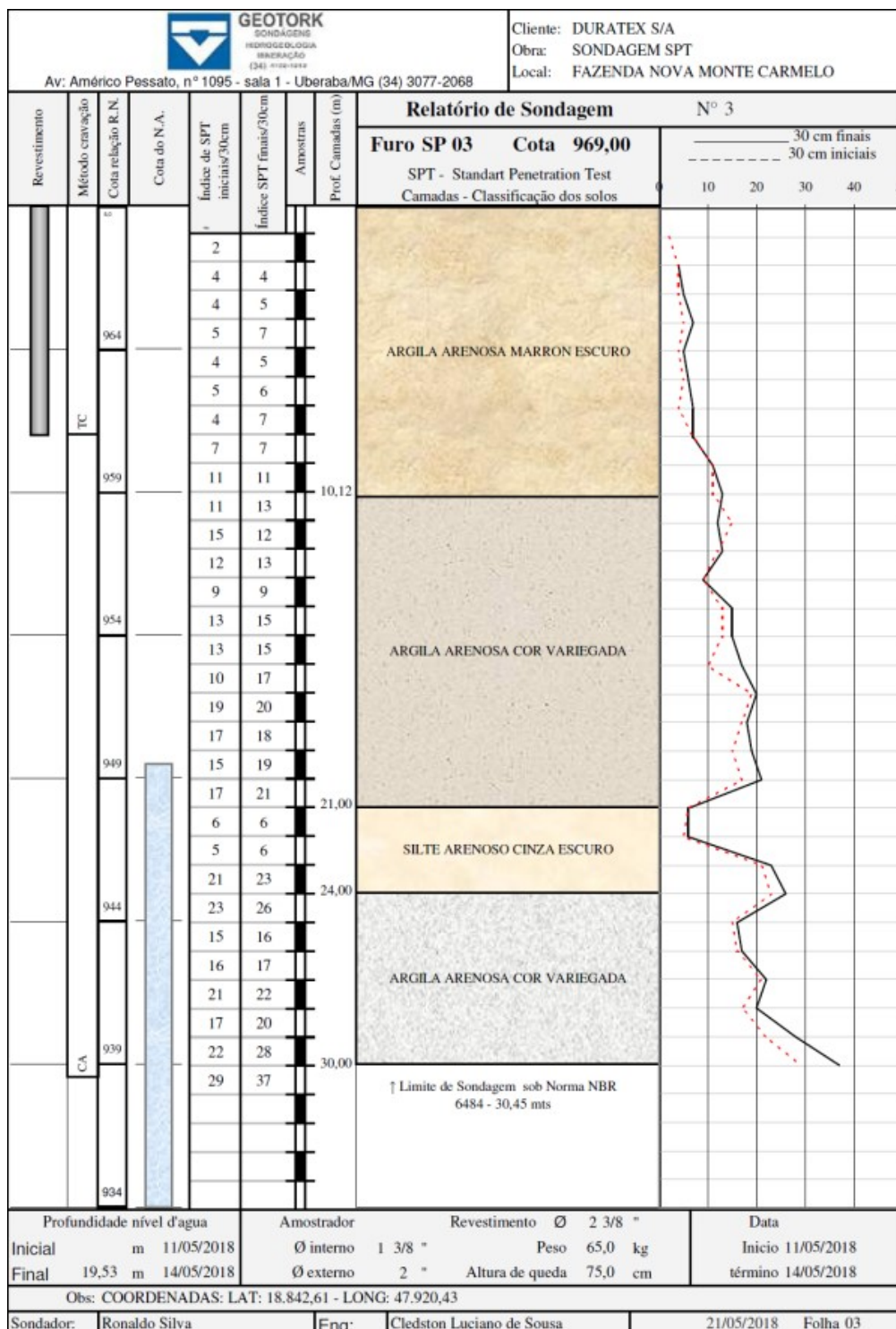


Figura 30 – Perfil do furo de sondagem SP03. Fonte: GEOTORK, 2018.

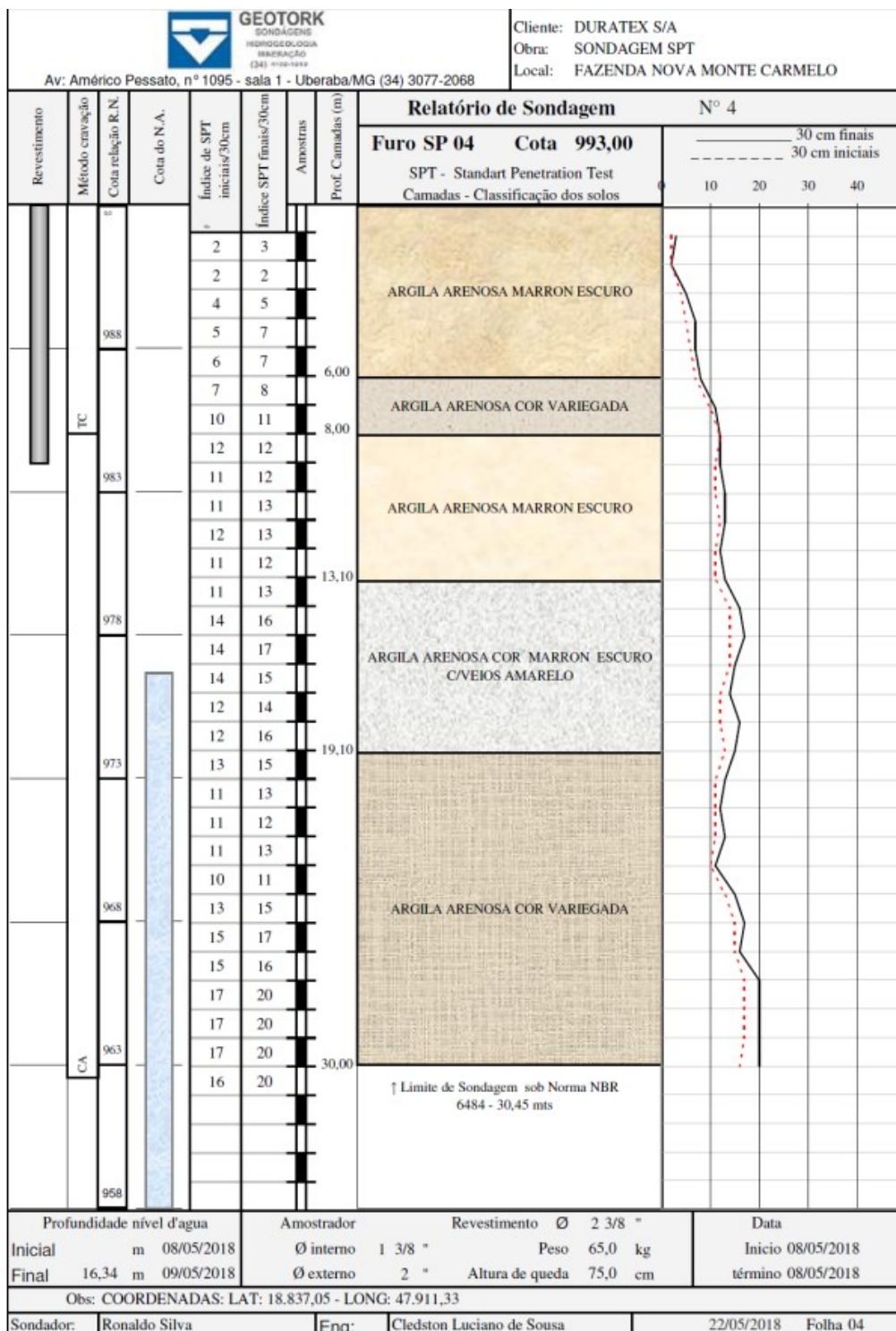


Figura 31 – Perfil do furo de sondagem SP04. Fonte: GEOTORK, 2018.

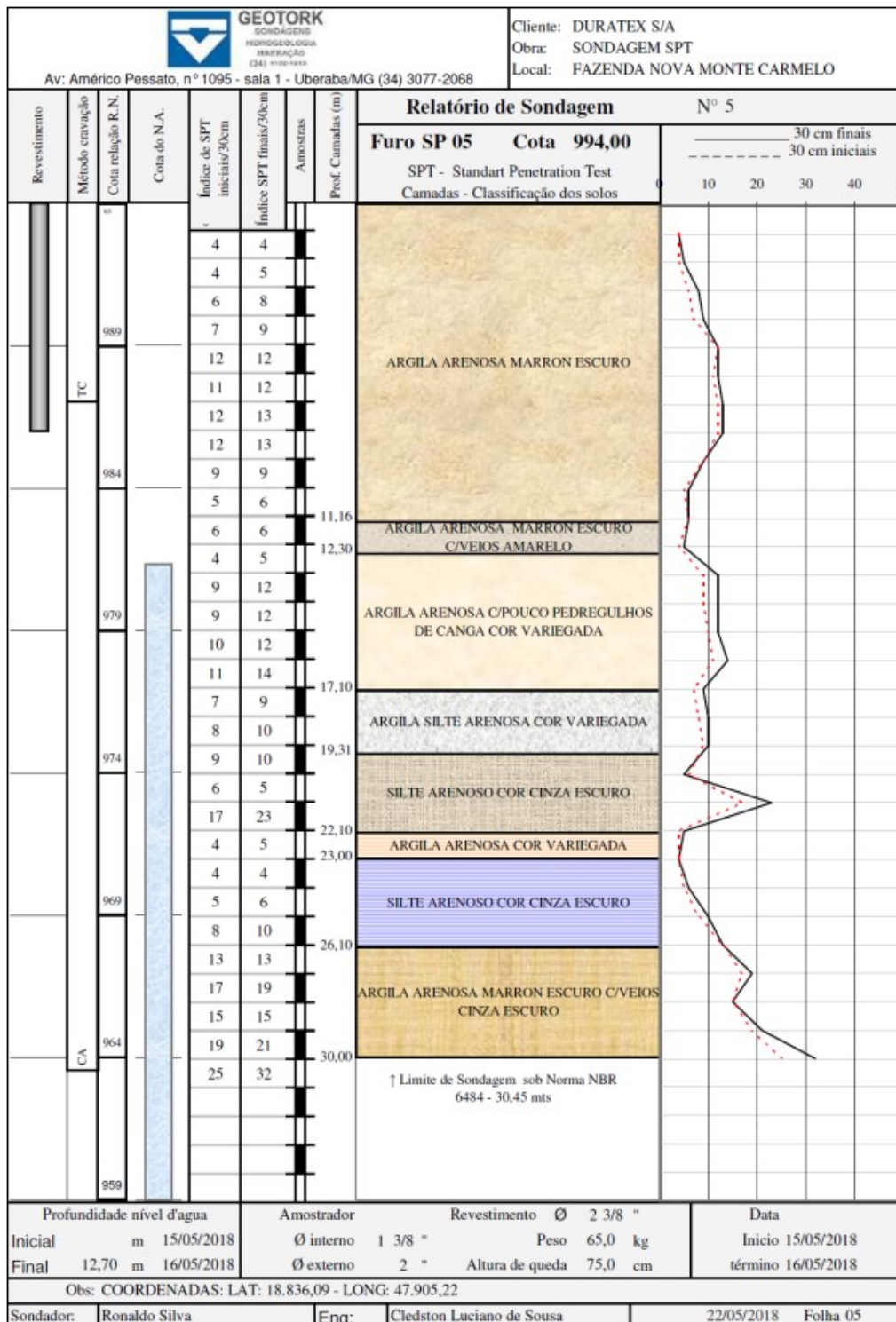


Figura 32 – Perfil do furo de sondagem SP05. Fonte: GEOTORK, 2018.



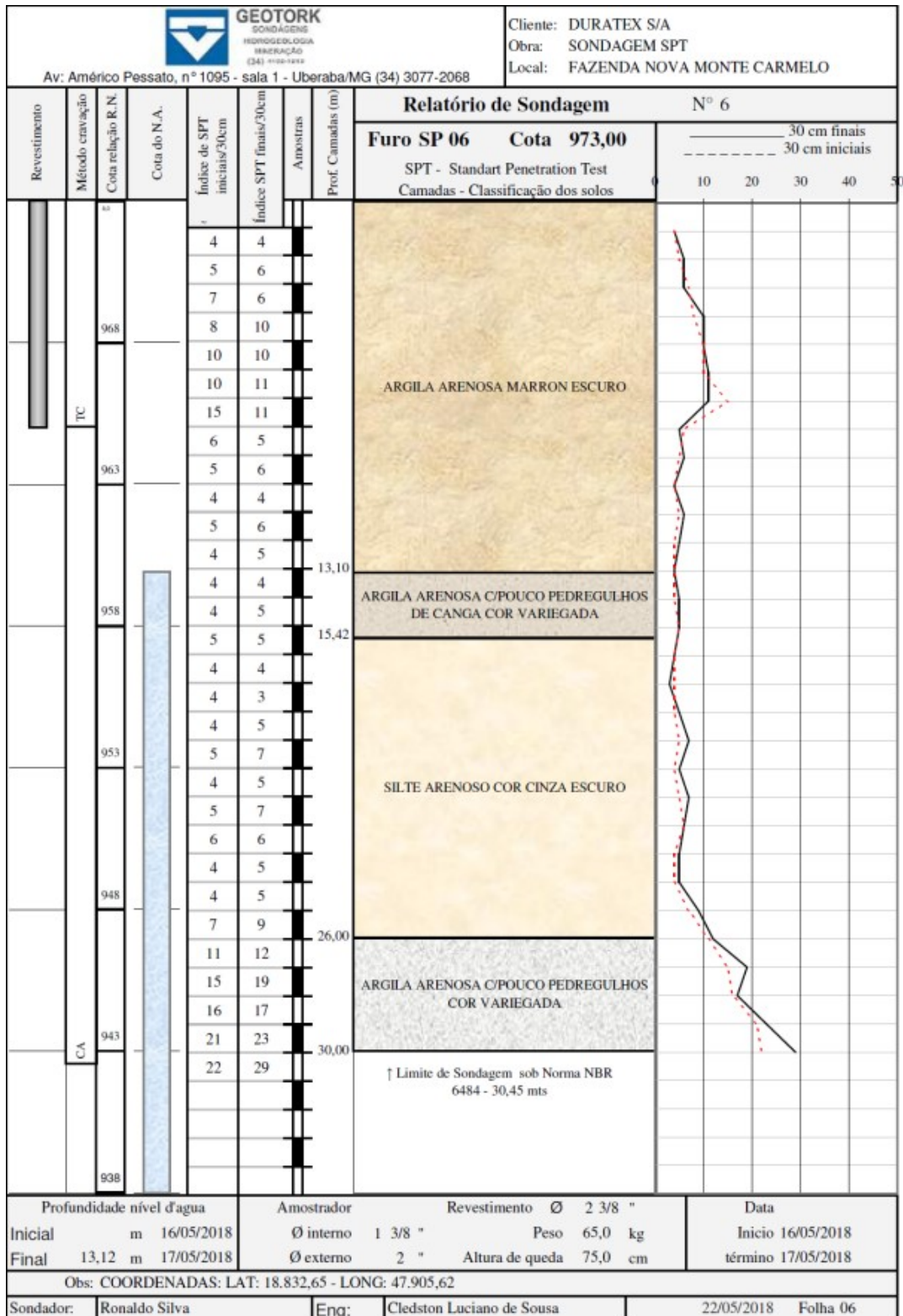


Figura 33 – Perfil do furo de sondagem SP06. Fonte: GEOTORK, 2018.



**Figura 34 – Furo de sondagem SP01. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 35 – Furo de sondagem SP02. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 36 – Furo de sondagem SP03. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 37 – Furo de sondagem SP04. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 38 – Furo de sondagem SP05. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 39 – Furo de sondagem SP06. Fonte: GEOTORK, 2018.**

#### **8.1.4.5.3 Conclusões**

A partir das sondagens realizadas na área do empreendimento, pode-se constatar que a camada inicial do solo é caracterizada por uma argila arenosa marrom escura, em profundidades que variam de 6,0 (P4) a 15,10 metros (P1). Observou-se ainda que após essa primeira camada, em todos os perfis, predominam camadas com composições argilo-arenosas e, ocasionalmente, argilo-silte-arenosas.

Ressalta-se que todas as sondagens alcançaram o limite estipulado pela Norma NBR 6484 (30 metros) e o nível d'água foi delimitado em profundidades que variaram entre 12,7 (P5) a 20,59 (P2) metros.

## **8.1.5 Geomorfologia**

### **8.1.5.1 Introdução**

Segundo (CPRM, 2010), Minas Gerais apresenta um relevo que difere do de outras regiões do país pela diversidade de quadros morfológicos presentes. Tal diversidade é resultante da complexa atividade tectônica atuante nas rochas constituintes do escudo brasileiro a partir do Mesozoico: arqueando, falhando e fraturando tais rochas.

De acordo com (SAADI, 1991), o relevo de uma região é o resultado do conjunto de processos associados às dinâmicas internas e externas atuantes na superfície ao longo do tempo geológico. Logo, o quadro morfológico de uma área é derivado da evolução tectônica somada às ações de ordem climáticas atuantes na referida região.

No âmbito do estudo da Geodiversidade de Minas Gerais, (CPRM, 2010) adotou uma compartimentação do território em cinco grandes domínios geomorfológicos, baseada no processo atuante (agração ou denudação) e nos litotipos presentes, os quais são segmentados em 17 padrões de relevo.

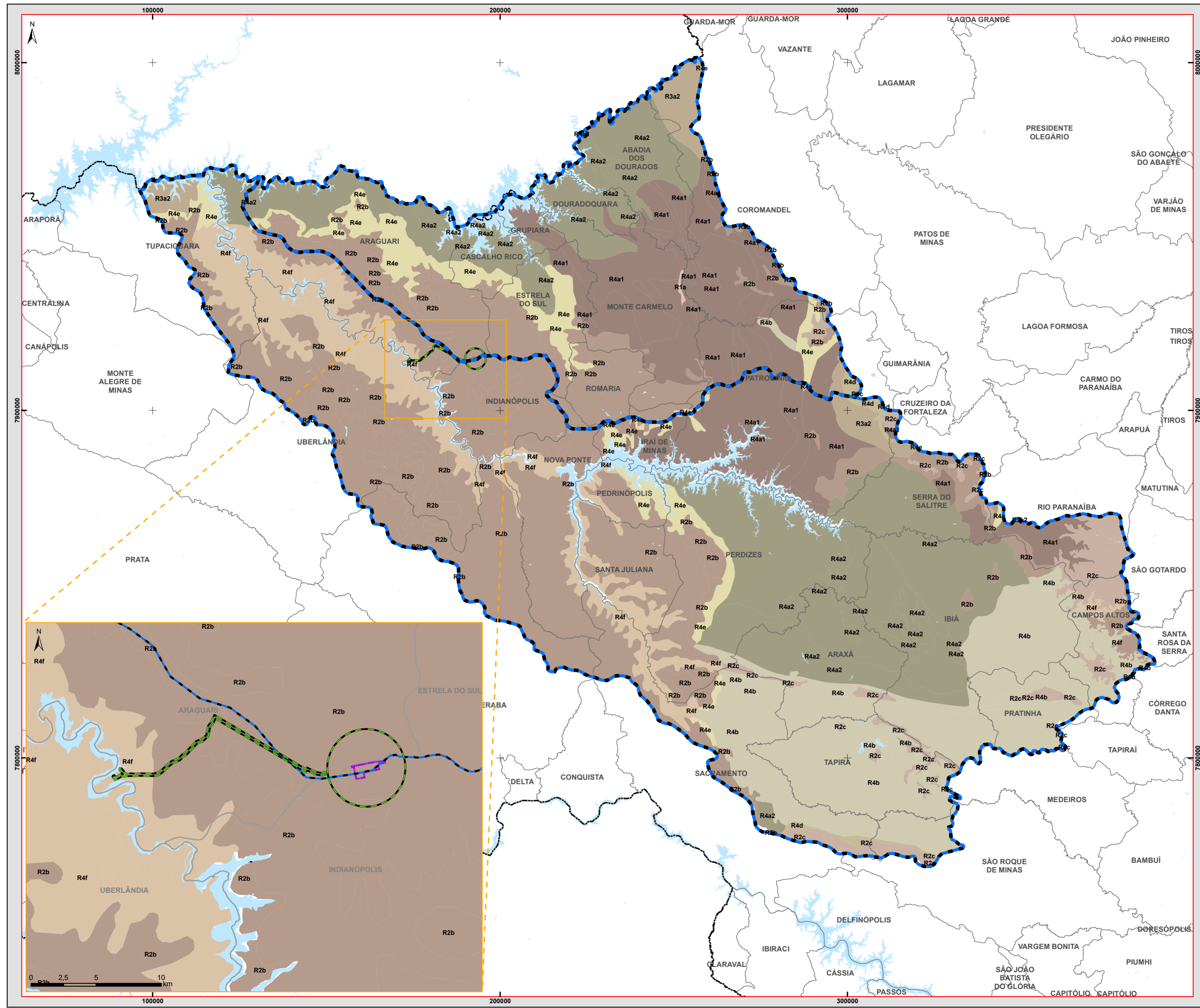
### **8.1.5.2 Metodologia**

Os Compartimentos de Relevo para a área de estudo foram descritos a partir do Mapa de Geodiversidade do Estado de Minas Gerais (CPRM, 2010). Vale salientar que nessa publicação, a individualização dos diversos compartimentos de relevo foi obtida com base em análises e interpretação de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução de 90 m, e de imagens *GeoCover*, sendo as unidades de relevo agrupadas de acordo com a caracterização da textura e rugosidade das imagens.

### **8.1.5.3 Caracterização Regional (AII)**

Com base no tipo de processo atuante (agração ou denudação) e nos tipos litológicos presentes, o território mineiro foi compartimentado em cinco grandes domínios geomorfológicos e 17 padrões de relevo. Na sequência, serão descritas as 10 unidades presentes na Área de Influência Direta do empreendimento e que são ilustradas no Mapa Geomorfológico, no Modelo Digital do Terreno e no Mapa de Declividades, apresentados nas figuras a seguir.

**Figura 40 – Mapa Geomorfológico.**



**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**LEGENDA**

- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
- Área de Influência Direta - AID
- All Para os Meios Físico e Biótico
- Corpo D'água
- Limite Municipal
- Limite Estadual

**Geomorfologia**

- R2c - Chapadas e Platôs
- R4e - Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos
- R4a1 - Domínio de Colinas Amplas e Suaves
- R4a2 - Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos
- R4b - Domínio de Morros e de Serras Baixas
- R4d - Escarpas Serranas
- R2b - Planaltos e Baixos Platôs
- R1a - Planícies Fluviais ou flúvio-lacustres
- R3a2 - Superfícies Aplainadas Degradadas
- R4f - Vales Encaixados

ESCALA GRÁFICA: 0 5 10 20 30 40 50 km

DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:

- Limites Municipais/Estaduais (IBGE, 2015);
- UGH's (IGAM, 2017)
- Geomorfologia (CPRM, 2007)

**PÖYRY**

**PROJETO AMADEUS**

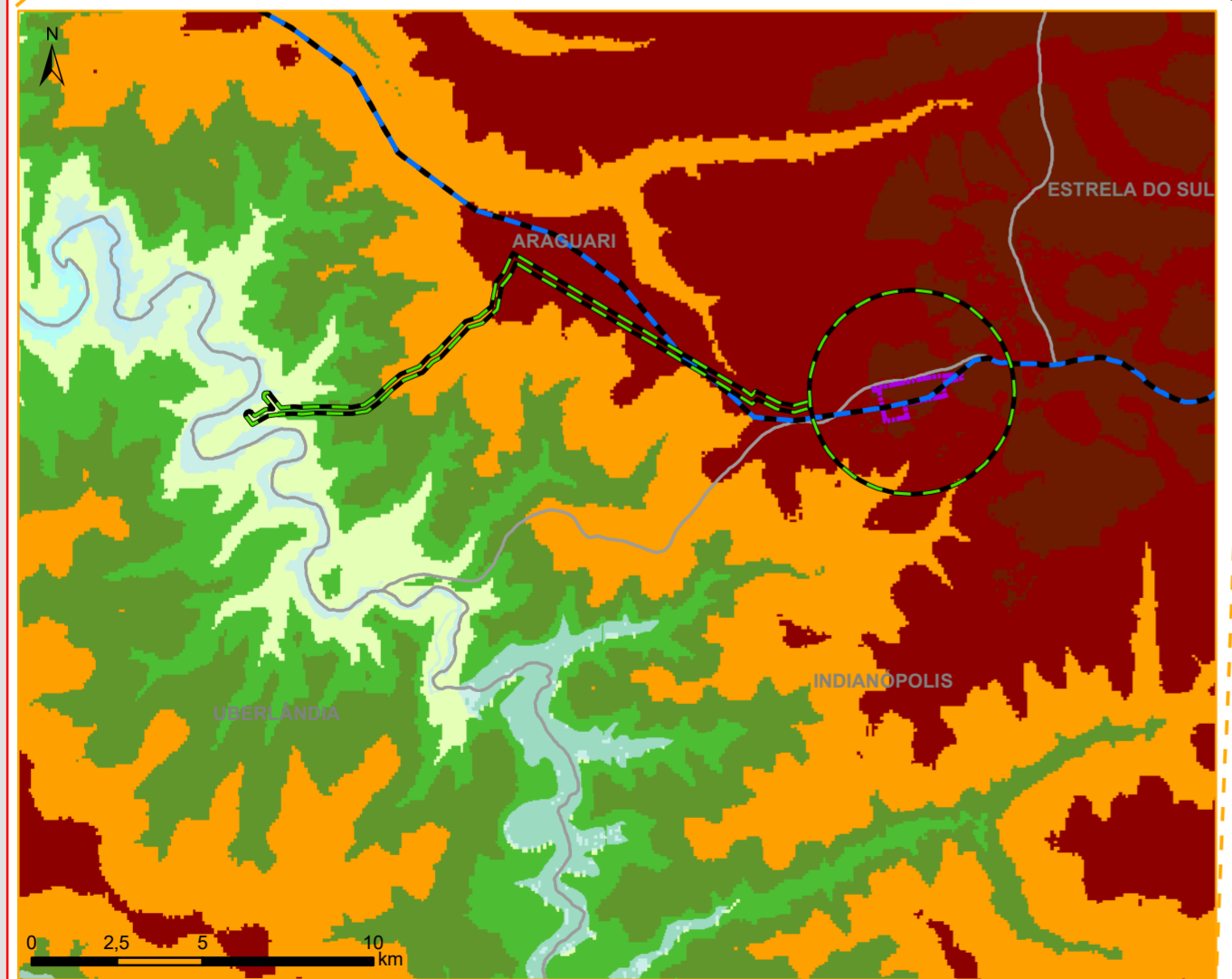
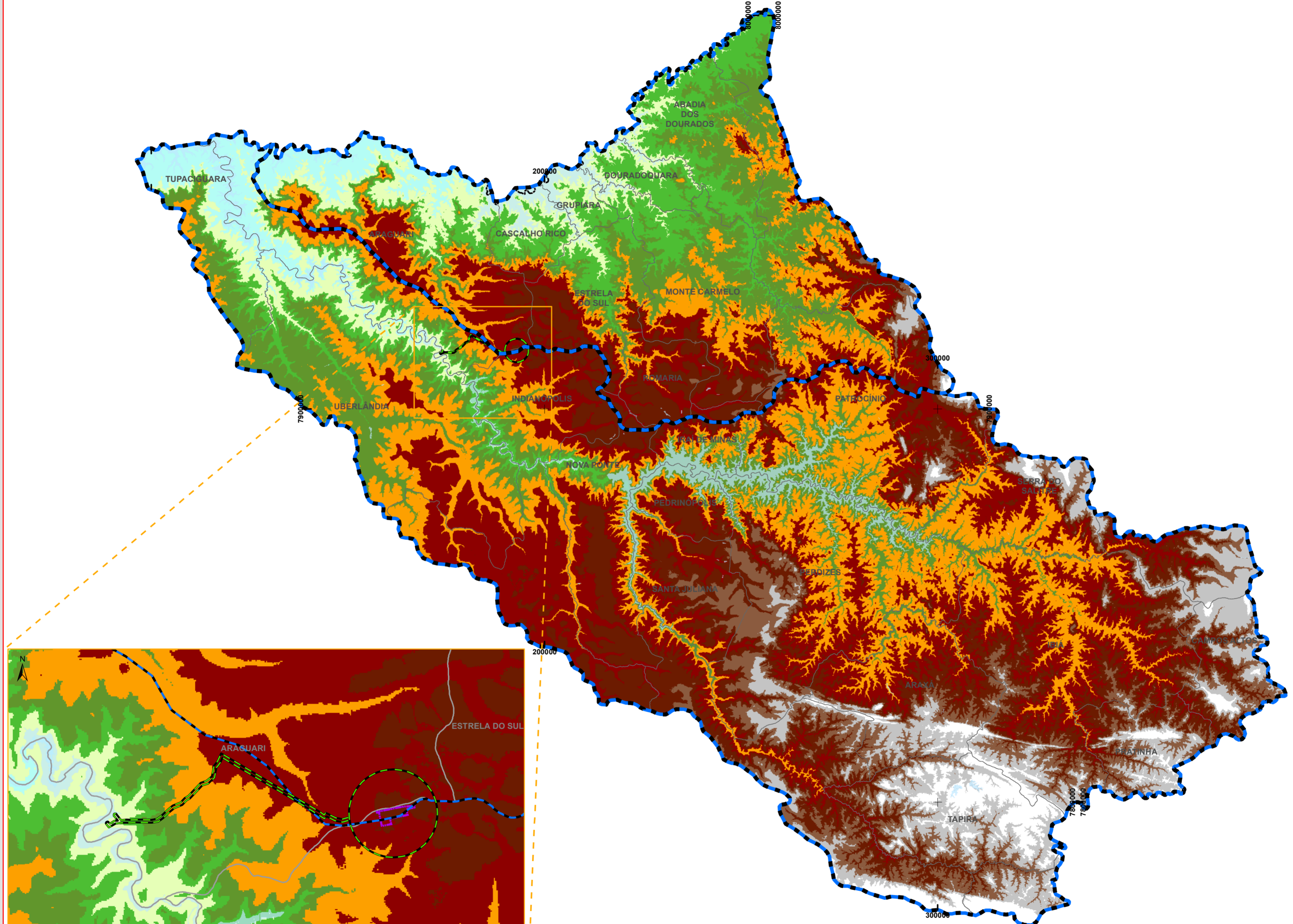
**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**

**GEOMORFOLOGIA**

ESCALA:	1:750.000	DATA:	Outubro/2018
FIGURA Nº:	8.1.5.3-1	FOLHA:	1/1
RESP. TÉCNICO:		TAMANHO:	A2
ASSINATURA:		REV:	0

**Figura 41 – Modelo Digital do Terreno (MDT).**

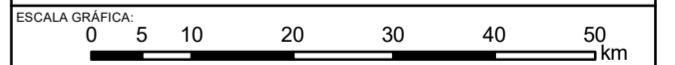


**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**



**LEGENDA**

- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
  - Área de Influência Direta - AID
  - All Para os Meios Físico e Biótico
  - Corpo D'água
  - Limite Municipal
  - Limite Estadual
- Elevação (em metros)**
- 349 - 599
  - 600 - 700
  - 701 - 788
  - 789 - 864
  - 865 - 926
  - 927 - 984
  - 985 - 1.046
  - 1.047 - 1.114
  - 1.115 - 1.201
  - 2.202 - 1.394



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
- Limites Municipais/Estaduais (IBGE, 2015);  
- UPRH (IGAM, 2017)  
- MDT (IBGE)



**PROJETO AMADEUS**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

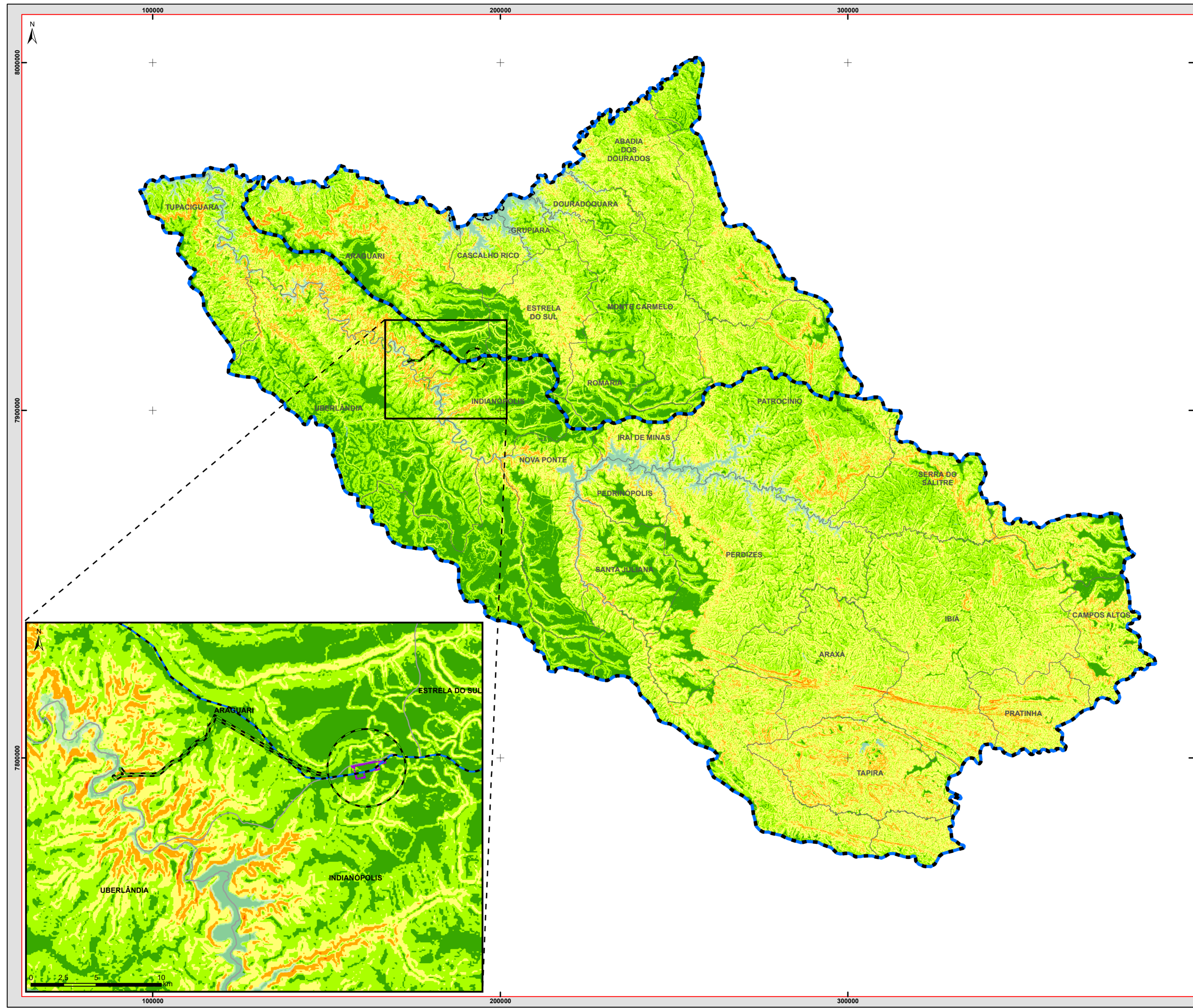
**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**

**MODELO DIGITAL DO TERRENO - MDT**

ESCALA:	1:750.000	DATA:	Outubro/2018
FIGURA Nº:	8.1.5.3-2	FOLHA:	1/1
TAMANHO:	A2	ASSINATURA:	REV: 0



**Figura 42 – Mapa de Declividades.**

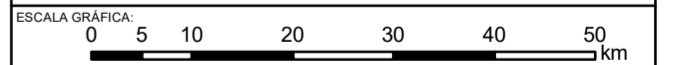


**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**



**LEGENDA**

- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
  - Área de Influência Direta - AID
  - All Para os Meios Físico e Biótico
  - Corpo D'água
  - Limite Municipal
  - Limite Estadual
- Declividade**
- Plano 0 a 3%
  - Suave Ondulado 3 a 8%
  - Ondulado 8 a 20%
  - Forte Ondulado 20 a 45%
  - Montanhoso 45 a 75%
  - Escarpado > 75%



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
- Limites Municipais/Estaduais (IBGE, 2015);  
- UPRH (IGAM, 2017)  
- Declividade (CPRM, 2010)



**PROJETO AMADEUS**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**

**DECLIVIDADE**

ESCALA:	1:750.000	DATA:	Outubro/2018
FIGURA Nº:	8.1.5.3-3	FOLHA:	1/1
TAMANHO:	A2	ASSINATURA:	REV: 0

### **8.1.5.3.1 Domínio das Unidades Agradacionais**

Domínio composto por padrões de relevo que correspondem às zonas de acumulação atual e subatual.

#### **Planícies Fluviais ou Fluvialacustres (R1a)**

São planícies de inundação e baixadas inundáveis. Constituem zonas de acumulação atual, sub-horizontais, compostas por depósitos arenoargilosos a argiloarenosos. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. São terrenos periodicamente inundáveis, mal drenados nas planícies de inundação e bem drenados nos terraços. Exibem amplitude de relevo nula (zero) e inclinação das vertentes variando entre 0-3°.

### **8.1.5.3.2 Domínio das Unidades Denudacionais em rochas sedimentares litificadas**

Domínio composto por padrões de relevo que correspondem a relevos de degradação em rochas sedimentares.

#### **Planaltos e Baixos Platôs (R2b)**

Constituem superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes. São formas tabulares ou colinas muito amplas, pouco dissecadas, com sistema de drenagem principal em franco entalhamento e deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Apresentam amplitude de relevo entre 0 e 50 m, inclinação de vertentes que varia entre 2-5° e topo plano a suavemente ondulado.

#### **Chapadas e Platôs (R2c)**

Constituem superfícies tabulares alçadas, ou relevos soerguidos. São formas planas ou aplainadas, não ou incipientemente pouco dissecadas. Exibem rebordos posicionados em cotas elevadas, delimitados por vertentes íngremes a escarpadas. Apresentam amplitude de relevo que varia de 0 a 20 m e topos planos. Nessas formas de relevo, há franco predomínio de processos de pedogênese, com frequente atuação de processos de laterização e ocorrências esporádicas de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

### **8.1.5.3.3 Domínio de Relevos de Aplainamento**

Domínio composto por padrões de relevo que correspondem a relevos de aplainamento.

#### **Superfícies Aplainadas Degradadas (R3a2)**

Constituem superfícies planas a levemente onduladas, geradas por processo de arrasamento geral dos terrenos. São formas que apresentam amplitude de relevo entre 0 e 10 m e inclinação de vertentes que varia de 0-5°. Essa forma de relevo caracteriza-se por um relevo suave ondulado extenso e monótono. Porém, não constitui um ambiente colinoso, devido às amplitudes de relevo muito baixas e longas rampas de muito baixa declividade.

#### **8.1.5.3.4 Domínio das Unidades Denudacionais em rochas cristalinas ou sedimentares**

Domínio composto por padrões de relevo que correspondem a relevos denudacionais. As formas desse domínio caracterizam-se por se tratar de padrões de relevos de degradação em qualquer litologia, à exceção dos padrões de vales encaixados e de colinas amplas e suaves, nos quais a degradação é predominantemente em rocha sedimentar.

##### **Colinas Amplas e Suaves (R4a1)**

Constituem formas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Apresentam sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. Exibem amplitude de relevo que varia de 20 a 50 m e inclinação de vertentes entre 3-10°. Há predomínio de processos de pedogênese, com ocorrência restrita de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

##### **Colinas Dissecadas e Morros Baixos (R4a2)**

Constituem colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Exibem amplitude de relevo que varia de 30 a 80 m e inclinação de vertentes de 5-20°. Há equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados). Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

##### **Morros e Serras Baixas (R4b)**

Correspondem a morros convexo-côncavos dissecados com topos arredondados ou aguçados. Também se inserem nessa unidade morros de topo tabular (característico das chapadas intensamente dissecadas) e de topos planos. Esse padrão de relevo apresenta sistema de drenagem principal com planícies aluviais restritas. Exibem amplitude de relevo que varia de 80 a 200 m e inclinação das vertentes entre 15-35°.

Nesse padrão de relevo há predomínio de processos de morfogênese (formação de solos pouco espessos em terrenos declivosos), além da atuação frequente de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas), com ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Pode ocorrer geração de colúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus nas baixas vertentes.

##### **Escarpas Serranas (R4c)**

Corresponde a um relevo montanhoso, muito acidentado, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas, assim como topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Apresentam sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitudes acima de 300 m e inclinação de vertentes entre 25-45°, com ocorrência de paredões rochosos subverticais (60-90°).

Predomina o processo de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos muito acidentados), com ocorrência frequente de processos de erosão laminar e de

movimentos de massa. Pode ocorrer geração de depósitos de tálus e de colúvios nas baixas vertentes.

#### **Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos (R4e)**

São formas acidentadas, constituídas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, declivosas e topos levemente arredondados, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Exibem sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitude de relevo entre 50 e 200 m e inclinação de vertentes de 10-25°, com ocorrência de vertentes muito declivosas (acima de 45°).

Nesse padrão de relevo há franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos), com atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa. Depósitos de tálus e de colúvios podem ser gerados nas baixas vertentes. Os padrões R4d e R4e caracterizam relevos de transição entre duas superfícies distintas alçadas a diferentes cotas altimétricas.

#### **Vales Encaixados (R4f)**

Consistem de feições de relevo fortemente entalhadas pela incisão vertical da drenagem formando vales encaixados e incisos sobre planaltos e chapadas. São formas constituídas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, fortemente sulcadas, declivosas, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Apresentam sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitudes entre 100 e 300 m e inclinação de vertentes de 10-25°, com possíveis ocorrências de vertentes muito declivosas (acima de 45°).

Em geral, essas formas de relevo indicam uma retomada erosiva recente em processo de reajuste ao nível de base regional. Há predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos), com atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa.

#### **8.1.5.4 Caracterização Local (AID e ADA)**

Para a AID e ADA do empreendimento, a partir do Mapa Geomorfológico apresentado anteriormente, é possível se concluir que predominam relevos relativos ao Domínio dos Planaltos e Baixos Platôs (R2b).

Conforme descrito anteriormente, essa unidade compreende um relevo de degradação em rochas sedimentares e, em alguns casos, em rochas cristalinas. Apresenta superfícies ligeiramente mais elevadas que os terrenos adjacentes, pouco dissecadas e em formas tabulares. O sistema de drenagem principal exibe fraco entalhamento.

Predominam processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão) e eventual atuação de processos de laterização. Caracteriza-se ainda por exibir superfícies planas de modestas altitudes em antigas bacias sedimentares. Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas).

No caso dos Baixos Platôs, a amplitude do relevo pode variar de 0 a 20 metros e a inclinação das vertentes apresenta topo plano a suavemente ondulado (2-5°). Para os Planaltos, a amplitude do relevo varia de 20 a 50 metros e a inclinação das vertentes apresenta topo plano a suavemente ondulado (2-5°), excetuando-se os eixos dos vales fluviais.

## **8.1.6 Pedologia (Solos)**

### **8.1.6.1 Introdução**

A pedogênese ou formação do solo é estudada pela Pedologia, cujas noções básicas e conceitos fundamentais foram definidos em 1877 pelo cientista russo Dokuchaev. Até esta época, prevaleceu a visão geológica que considerava o solo apenas como sendo um manto de fragmentos de rocha e produtos de alteração, que reflete unicamente a composição da rocha que lhe deu origem. Com a constatação da existência de solos diferentes desenvolvidos a partir de uma mesma rocha de origem, a concepção sobre o que é o solo passou a ter uma conotação mais genética, onde o solo é identificado como um material que evolui no tempo, sob a ação dos fatores naturais ativos na superfície terrestre. Em 1898, Dokuchaev consolidou a concepção de que as propriedades do solo são resultado dos fatores de formação do solo que nele atuaram e ainda atuam, a saber: material de origem, clima, organismos, topografia (relevo) e tempo.

Assim, tem-se que clima e organismos, controlados pelo relevo, atuando sobre um material de origem, ao longo do tempo, geram uma situação de desequilíbrio que resulta em intemperismo e formação de solos (pedogênese).

Entre os fatores de formação do solo, o material de origem e o tempo são considerados fatores passivos, clima e organismos são fatores ativos, e o relevo é fator controlador. Fator passivo de formação do solo é aquele que não adiciona e não exporta material, nem gera energia que possa acelerar os processos de intemperismo e pedogênese. Aos fatores ativos, se atribuem o provimento de energia e compostos químicos que promovem os processos de formação do solo.

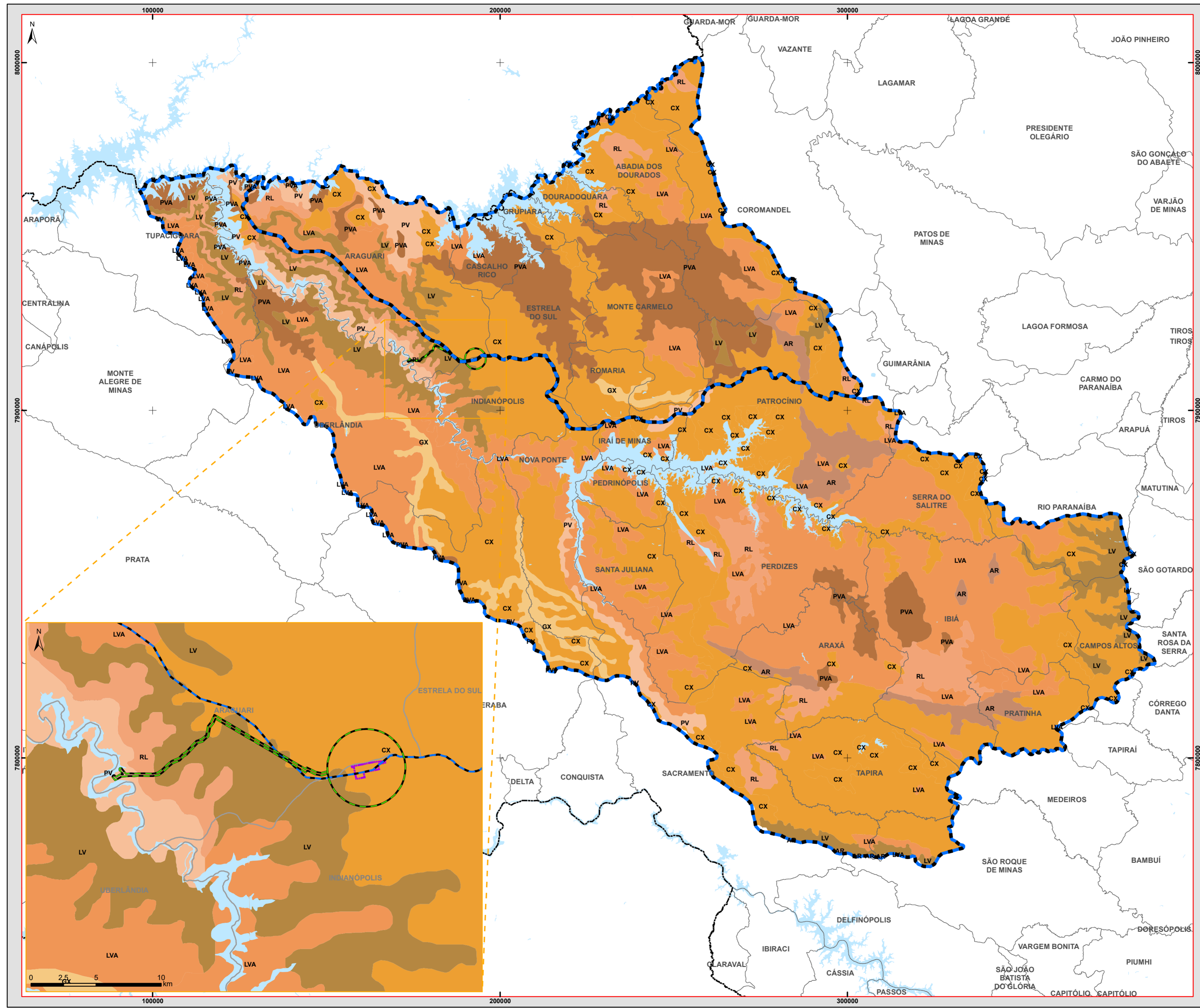
### **8.1.6.2 Metodologia**

A caracterização pedológica foi realizada com base em dados secundários, destacando o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (UFV/UFLA, 2010) e o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (COBRAPE/ANA, 2011). O mapa pedológico foi elaborado de acordo com o Sistema de Classificação Solos da Embrapa (EMBRAPA, 2006).

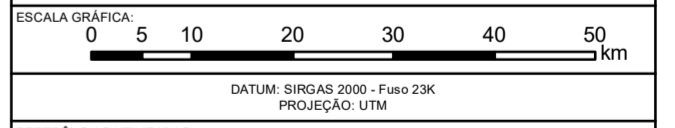
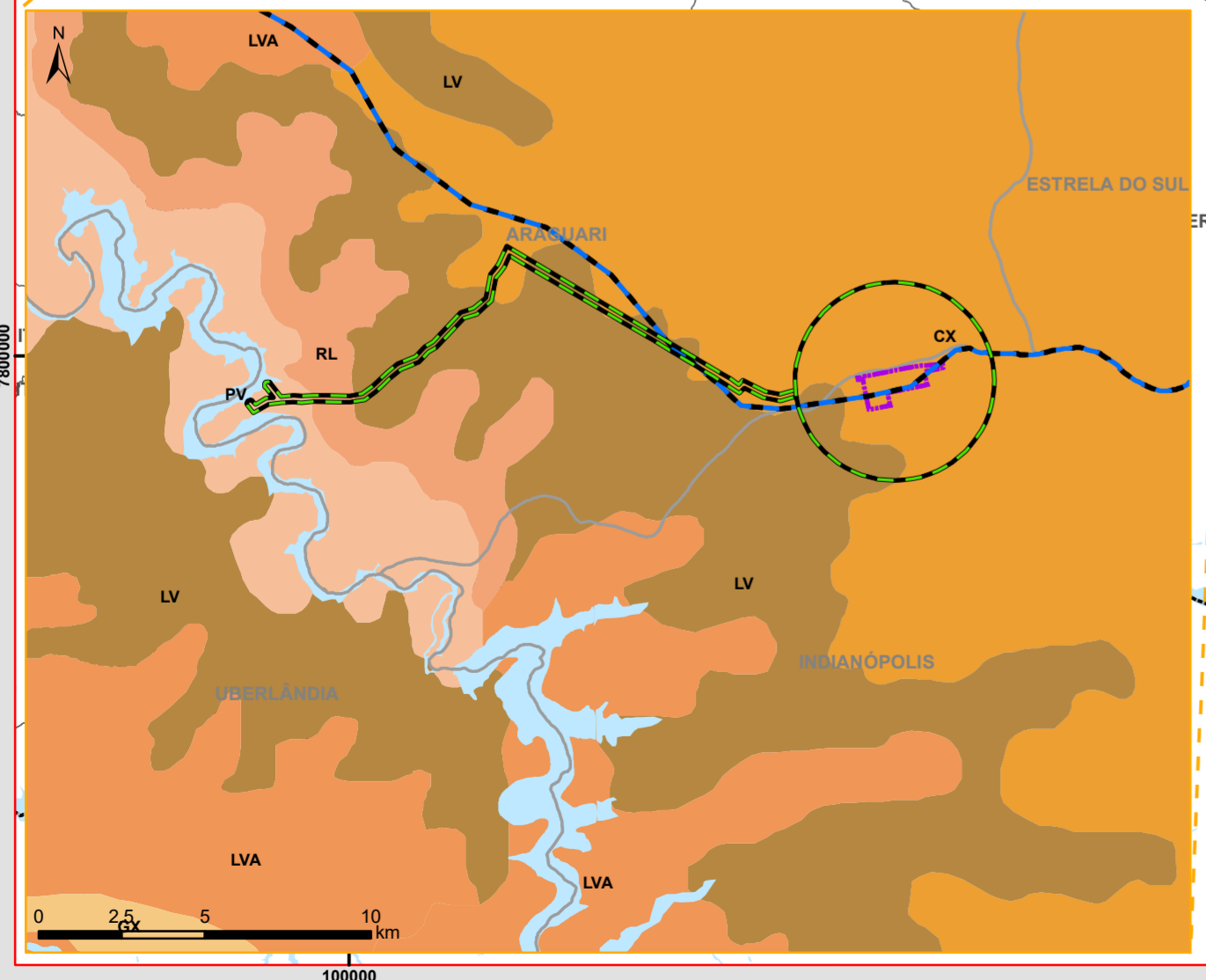
### **8.1.6.3 Caracterização Regional (AII)**

De acordo com o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (UFV/UFLA, 2010) apresentado a seguir, foi possível identificar na AII os seguintes tipos de solo: Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Latossolos e Neossolos.

**Figura 43 – Mapa Pedológico.**



- LEGENDA**
- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
  - Área de Influência Direta - AID
  - All Para os Meios Físico e Biótico
  - Corpo D'água
  - Limite Municipal
  - Limite Estadual
- Pedologia**
- Afloramento de Rocha
  - CX - Cambissolo Háplico
  - GX - Gleissolo Háplico
  - LV - Latossolo Vermelho
  - LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo
  - PV - Argissolo Vermelho
  - PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo
  - RL - Neossolo Litólico



REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
 - Limites Municipais/Estaduais (IBGE, 2015);  
 - UPGRH (IGAM, 2017);  
 - Solos (EMBRAPA, 2006)

<b>PROJETO AMADEUS</b>			
<b>ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>			
<b>UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS</b>			
<b>PEDOLOGIA</b>			
ESCALA:	1:750.000	DATA:	Outubro/2018
FIGURA Nº:	8.1.6.3-1	FOLHA:	1/1
TAMANHO:	A2	ASSINATURA:	REV: 0



### 8.1.6.3.1 Argissolos

Segundo (EMBRAPA, 2006), compreende solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

Grande parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual.

São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

São forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa, predominantemente caulíníticos e com relação molecular  $K_i$ , em geral, variando de 1,0 a 3,3.

Ainda segundo (EMBRAPA, 2006) são solos constituídos por material mineral com argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A ou E, e apresentando, ainda, os seguintes requisitos:

- Horizonte plíntico, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural;
- Horizonte glei, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.

Nesta classe estão incluídos os solos que foram classificados anteriormente como Podzólico Vermelho-Amarelo argila de atividade baixa ou alta, pequena parte de Terra Roxa Estruturada, de Terra Roxa Estruturada Similar, de Terra Bruna Estruturada e de Terra Bruna Estruturada Similar, na maioria com gradiente textural necessário para B textural, em qualquer caso Eutróficos, Distróficos ou Álicos, Podzólico Bruno-Acinzentado, Podzólico Vermelho-Escuro, Podzólico Amarelo, Podzólico Acinzentado e mais recentemente solos que foram classificados como Alissolos com B textural.

#### **Argissolos Vermelhos**

Solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho ou com matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4, na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B.

#### **Argissolos Vermelho-Amarelos**

Outros solos de cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas que não se enquadram nas classes anteriores.

### 8.1.6.3.2 Cambissolos

Segundo (EMBRAPA, 2006), compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos, Organossolos. Têm sequência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R.

Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro.

Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração argila.

O horizonte B incipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o solum, geralmente, apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do A para o Bi. Admite-se diferença marcante de granulometria do A para o Bi, em casos de solos desenvolvidos de sedimentos aluviais ou outros casos em que há descontinuidade litológica ou estratificação do material de origem.

A estrutura do horizonte Bi pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com estrutura em grãos simples ou maciça.

Horizonte com presença de plintita ou com gleização pode estar presente em solos desta classe, desde que não satisfaça os requisitos exigidos para ser incluído nas classes dos Plintossolos ou Gleissolos.

Alguns solos desta classe possuem características morfológicas similares às dos solos da classe dos Latossolos, mas distinguem-se destes por apresentarem, no horizonte B, uma ou mais das características abaixo especificadas, não compatíveis com solos muito evoluídos:

- Capacidade de troca de cátions, sem correção para carbono, 17 cmolc/kg de argila; e/ou;
- 4% ou mais de minerais primários alteráveis ou 6% ou mais de muscovita, determinados na fração areia, porém referidos à TFSA;
- Relação molar  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (Ki), determinada na ou correspondendo à fração e/ou argila, maior que 2,2; e/ou
- relação silte/argila igual ou maior que 0,7 quando a textura for média, sendo igual ou maior que 0,6 quando for argilosa ou muito argilosa; este critério é aplicado a solos cujo material de origem é relacionado ao embasamento cristalino, como as rochas graníticas e gnáissicas; e/ou
- 5% ou mais do volume do solo apresenta estrutura da rocha original, como estratificações finas, ou saprólito, ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada.

Ainda de acordo com (EMBRAPA, 2006), solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte A ou hístico com espessura insuficiente para definir a classe

dos Organossolos, seguido de horizonte B incipiente e satisfazendo os seguintes requisitos:

- B incipiente não coincidente com horizonte glei dentro de 50cm da superfície do solo;
- B incipiente não coincidente com horizonte plântico;
- B incipiente não coincidente com horizonte vértico dentro de 100 cm da superfície do solo; e
- Não apresente a conjugação de horizonte A chernozêmico e horizonte B incipiente com alta saturação por bases e argila de atividade alta.

Esta classe compreende os solos anteriormente classificados como Cambissolos, inclusive os desenvolvidos em sedimentos aluviais. São excluídos dessa classe os solos com horizonte A chernozêmico e horizonte B incipiente com alta saturação por bases e argila de atividade alta.

### **Cambissolos Háplicos**

Outros solos que não se enquadram nas classes anteriores (Solos com horizonte A húmico ou Solos com caráter flúvico dentro de 120 cm a partir da superfície do solo).

#### **8.1.6.3.3 Gleissolos**

Segundo (EMBRAPA, 2006) compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro de 150 cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou sem gleização), ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos; não apresentam textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo ou até um contato lítico, tampouco horizonte vértico, ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei ou qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei. Horizonte plântico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo.

Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície.

Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do ambiente redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, em razão da saturação por água durante todo o ano, ou pelo menos por um longo período, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica.

O processo de gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila, ou ainda a precipitação de compostos ferrosos.

São solos mal ou muito mal drenados, em condições naturais, que apresentam sequência de horizontes A-Cg, A-Big-Cg, A-Btg-Cg, A-E-Btg-Cg, A-Eg-Bt-Cg, Ag-

Cg, HCg, tendo o horizonte superficial cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico.

O horizonte glei, que pode ser um horizonte C, B, E ou A, possui cores predominantemente mais azuis que 10Y, de cromas bastante baixos, próximos do neutro.

São solos que ocasionalmente podem ter textura arenosa (areia ou areia franca) somente nos horizontes superficiais, desde que seguidos de horizonte glei de textura franco arenosa ou mais fina.

Afora os horizontes A, H ou E que estejam presentes, no horizonte C, a estrutura é em geral maciça, podendo apresentar fendas e aspecto semelhante ao da estrutura prismática quando seco ou depois de exposta a parede da trincheira por alguns dias. No horizonte B, quando este ocorre, a estrutura é em blocos ou prismática composta ou não de blocos angulares e subangulares. Podem apresentar horizonte sulfúrico, cálcico, propriedade solódica, sódica, caráter sálico, ou plintita em quantidade ou posição não diagnóstica para enquadramento na classe dos Plintossolos.

São solos formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não, e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água, o que pode ocorrer em diversas situações.

Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões. São eventualmente formados em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea (surgentes).

São solos que ocorrem sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea.

Ainda segundo (EMBRAPA, 2006), os Gleissolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm da superfície, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte H (hístico) com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos, satisfazendo ainda os seguintes requisitos:

- Ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei;
- Ausência de horizonte vértico, plíntico, ou B textural com mudança textural abrupta, coincidente com o horizonte glei;
- Ausência de horizonte plíntico dentro de 200 cm a partir da superfície do solo.

Quanto à abrangência, esta classe engloba os solos que foram classificados anteriormente como Glei Pouco Húmico, Glei Húmico, parte do Hidromórfico Cinzento (sem mudança textural abrupta), Glei Tiomórfico e Solonchak com horizonte glei.

### **Gleissolos Háplicos**

Outros solos que não se enquadram nas classes anteriores (Tiomórficos - Solos com horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos, dentro de 100 cm a partir da superfície; Sálicos - Solos com caráter sálico ( $CE \geq 7dS/m$ , a 25° C) em um ou mais horizontes, dentro de 100 cm a partir da superfície; Melânicos: Solos com horizonte H hístico

com menos de 40 cm de espessura, ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico.

#### **8.1.6.3.4 Latossolos**

Compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico (EMBRAPA, 2006).

São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions da fração argila baixa, inferior a 17cmol/kg de argila sem correção para carbono, comportando variações desde solos predominantemente caulíníticos, com valores de  $K_i$  mais altos, em torno de 2,0, admitindo o máximo de 2,2, até solos oxídicos de  $K_i$  extremamente baixo.

Variam de fortemente a bem drenados, embora ocorram solos que têm cores pálidas, de drenagem moderada ou até mesmo imperfeitamente drenada, indicativa de formação em condições, atuais ou pretéritas, com certo grau de gleização.

São normalmente muito profundos, sendo a espessura do solum raramente inferior a um metro. Têm sequência de horizontes A, B, C, com pouca diferenciação de sub-horizontes, e transições usualmente difusas ou graduais. Em distinção às cores mais escuras do A, o horizonte B tem cores mais vivas, variando desde amarelas ou mesmo bruno-acinzentadas até vermelho-escuro-acinzentadas, nos matizes 2,5YR a 10YR, dependendo da natureza, forma e quantidade dos constituintes minerais - mormente dos óxidos e hidróxidos de ferro - segundo condicionamento de regime hídrico e drenagem do solo, dos teores de ferro no material de origem e se a hematita é herdada ou não. No horizonte C, comparativamente menos colorido, a expressão cromática é bem variável, mesmo heterogênea, dada a sua natureza mais saprolítica. O incremento de argila do A para o B é pouco expressivo ou inexistente e a relação textural B/A não satisfaz os requisitos para B textural.

De um modo geral, os teores da fração argila no solum aumentam gradativamente com a profundidade, ou permanecem constantes ao longo do perfil. A cerosidade, se presente, é pouca e fraca. Tipicamente, é baixa a mobilidade das argilas no horizonte B, ressalvados comportamentos atípicos, de solos desenvolvidos de material com textura mais leve, de composição areno-quartzosa, de interações com constituintes orgânicos de alta atividade, ou solos com  $D_pH$  positivo ou nulo.

São, em geral, solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou aluminicos. Ocorrem, todavia, solos com saturação por bases média e até mesmo alta; encontrados geralmente em zonas que apresentam estação seca pronunciada, semiáridas ou não, ou ainda por influência de rochas básicas ou calcárias.

São típicos das regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, sedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo

montanhoso. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos.

Ainda segundo (EMBRAPA, 2006), os Latossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura. Estão englobados nesta classe estão incluídos todos os antigos Latossolos, excetuadas algumas modalidades anteriormente identificadas como Latossolos plínticos.

#### **Latossolos Vermelhos**

Solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

#### **Latossolos Vermelho-Amarelos**

Outros solos de cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas, que não se enquadram nas classes anteriores (Brunos ou Amarelos).

#### **8.1.6.3.5 Neossolos**

De acordo com (EMBRAPA, 2006), os Neossolos compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

Possuem sequência de horizonte A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C sem atender, contudo, aos requisitos estabelecidos para serem identificados nas classes dos Chernossolos, Vertissolos, Plintossolos, Organossolos ou Gleissolos. Esta classe admite diversos tipos de horizontes superficiais, incluindo horizonte O com menos de 20 cm de espessura quando sobrejacente à rocha, ou horizonte A húmico ou proeminente com mais de 50 cm quando sobrejacente à camada R, C ou Cr.

Alguns solos podem ainda apresentar horizonte B, mas com insuficiência de requisitos (espessura muito pequena, por exemplo) para caracterizar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Podem ocorrer horizontes C diagnósticos para outras classes, porém em posição que não permite enquadrá-los nas classes dos Gleissolos, Vertissolos ou Plintossolos.

São solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos:

- Ausência de horizonte glei abaixo do A dentro de 150 cm de profundidade, exceto no caso de solos de textura areia ou areia franca virtualmente sem materiais primários intemperizáveis;
- Ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A;

- Ausência de horizonte plântico dentro de 40cm, ou dentro de 150 cm da superfície se imediatamente abaixo de horizontes A, ou E, ou precedido de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados em quantidade abundante;
- Ausência de horizonte A chernozêmico com caráter carbonático, ou conjugado com horizonte C cálcico ou com caráter carbonático.

Pertencem ainda a esta classe solos com horizonte A ou hístico, com menos de 20cm de espessura, seguidos de camada(s) com 90% ou mais (expresso em volume) de fragmentos de rocha ou do material de origem, independente de sua resistência ao intemperismo.

Na classe dos Neossolos estão incluídos os solos que foram reconhecidos anteriormente como Litossolos e Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzosas (Distróficas, Marinhas e Hidromórficas). Solos com horizonte A húmico ou A proeminente, com espessura maior que 50 cm, seguido por contato lítico ou com sequência de horizontes A, C ou ACr (EMBRAPA, 2006).

#### **Neossolos Litólicos**

Solos com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

#### **8.1.6.4 Caracterização Local (AID e ADA)**

De uma forma geral, foi observado na AID e ADA do empreendimento a ocorrência do Cambissolo Háplico, conforme ilustrado no Mapa Pedológico apresentado anteriormente.

Esses solos, de uma forma geral, são constituídos por material mineral, com horizonte B. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro.

São solos fortemente, até imperfeitamente, drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal. O horizonte B incipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o solum, geralmente, apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do horizonte A para o Bi. A estrutura do horizonte B pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com grãos simples ou maciços.

Apresentam espessura no mínimo mediana (50-100 cm de profundidade) e sem restrição de drenagem, em relevo pouco movimentado, eutróficos ou distróficos, apresentam bom potencial agrícola. Quando situados em planícies aluviais estão

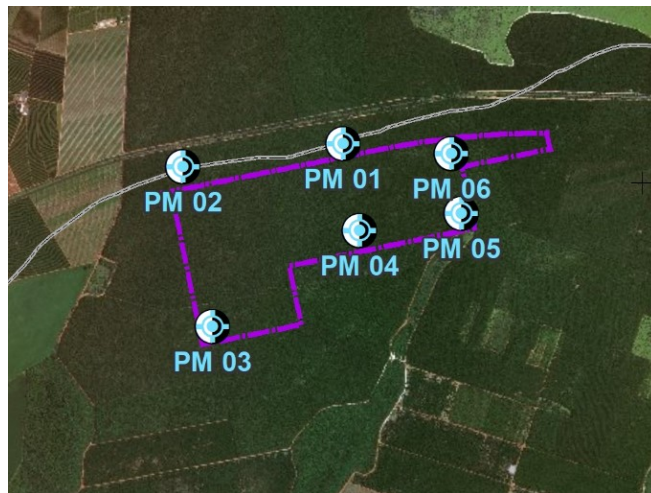
sujeitos a inundações, que se frequentes e de média a longa duração são fatores limitantes ao pleno uso agrícola desses solos.

#### 8.1.6.4.1 Qualidade do solo

Para conhecer a qualidade do solo na região de implantação da fábrica de celulose solúvel antes de sua operação, foi realizada uma campanha de coleta e análise da qualidade do solo (*background*).

##### Locais de Coleta

Foram definidos 6 pontos no local previsto para implantação da fábrica de celulose solúvel da LD Celulose, conforme indicado na figura a seguir.



**Figura 44 – Localização dos pontos de monitoramento de água subterrânea e solo na área da fábrica da LD Celulose. Fonte: Pöyry Tecnologia (2018).**

##### Parâmetros

Para verificar as condições atuais do solo foram analisados todos os parâmetros que constam na lista de valores orientadores da Resolução CONAMA nº420/2009 e Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011.

##### Metodologia

A coleta de solo para análise da qualidade foi realizada durante as sondagens a percussão com ensaio de penetração dinâmica padronizada (SPT – *Standard Penetration Test*).

A retirada de subsolo, do tipo deformada foi realizada na perfuração, através do trado, de lavagem com circulação de água, ou quando da medição da resistência à penetração pelo amostrador padronizado S.P.T.

Os trabalhos foram realizados conforme as Normas NBR 6484, NBR 9603 e NBR 6502.

As análises foram realizadas pelo laboratório Água e Terra para análise, que possui acreditação na Norma ISSO/IEC 17025.



A seguir, são apresentadas algumas fotos das coletas.



**Figura 45 – Fotos das coletas de solo. Fonte: GEOTORK (2017).**

**Resultados**

Na tabela a seguir é apresentada uma síntese dos resultados das análises químicas das amostras de solo coletadas em comparação com os VI – Valores de Investigação estabelecidos por meio da Resolução CONAMA 420/2009 e Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 para solos em áreas industriais, uma vez que se trata de uma futura área industrial.







O parâmetro alumínio apresentou valores na faixa de 72.740 a 93.490 mg/kg, esses valores podem ser considerados dentro das características da qualidade do solo da região. Deve-se acrescentar que pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009 não existe padrão de referência destes para análise de qualidade de solo.

Com relação ao antimônio, apresentou faixa de 7,87 a 8,76 mg/kg, abaixo dos valores de investigação estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009 (25 mg/kg).

Em todos os pontos analisados, os parâmetros arsênio e bário apresentaram valores na faixa de concentração de 380,77 a 103,78 mg/kg e 0,52 a 0,96 mg/kg, respectivamente, os quais estão abaixo do valor de investigação estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009 .

Em todos os pontos analisados, os parâmetros chumbo, mercúrio, prata e selênio encontram-se abaixo do limite de quantificação do método, ou seja, bem abaixo dos valores de investigação estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009.

O parâmetro boro apresentou valores na faixa de <0,4 a 1,5 mg/kg, no entanto, não possui valor de referência para investigação de contaminação, assim como o nitrato (como N) que apresentou valores na faixa de 0,9 a 1,92 mg/kg, que também não tem limite na legislação em vigor.

Para os parâmetros ferro e manganês, apresentaram valores na faixa de 40 349,9 a 48 143,4 mg/kg e 36,4 a 57,75 mg/kg, respectivamente. Os valores elevados de ferro estão dentro das características da qualidade do solo da região e não caracterizam contaminação, além disso, a Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009 não estabelecem valores de referência para investigação de ferro e manganês no solo.

Em todos os pontos, os parâmetros cobalto, cobre, cromo, molibdênio, níquel, vanádio e zinco apresentaram valores abaixo dos limites de investigação estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009.

Em relação aos compostos orgânicos analisados, todos os pontos apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método.

### **Conclusão**

Com o objetivo de definir a qualidade do solo da região de implantação da fábrica de celulose solúvel antes da sua operação, a ser considerada como background e referência para estudos de monitoramento futuro, foram realizadas coletas e análises de solo, através de uma campanha realizada em junho e julho de 2018.

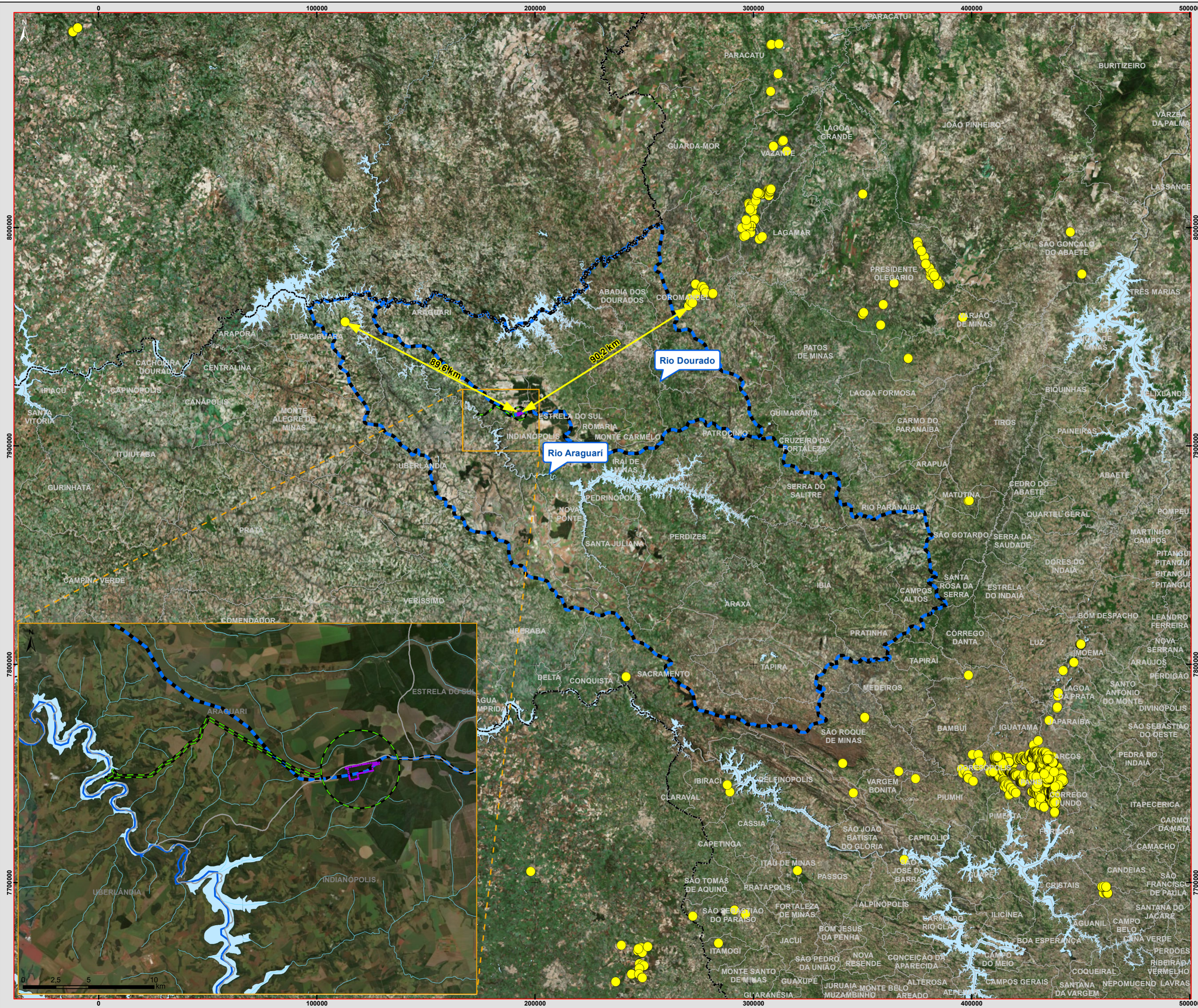
As análises englobaram todos os parâmetros que constam na lista de Valores de Referência de Qualidade da Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009.

Pode-se concluir que não foi encontrada nenhuma alteração que indicasse contaminação de solo nos pontos avaliados, uma vez que todos os resultados apresentaram valores de investigação abaixo dos limites estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009.

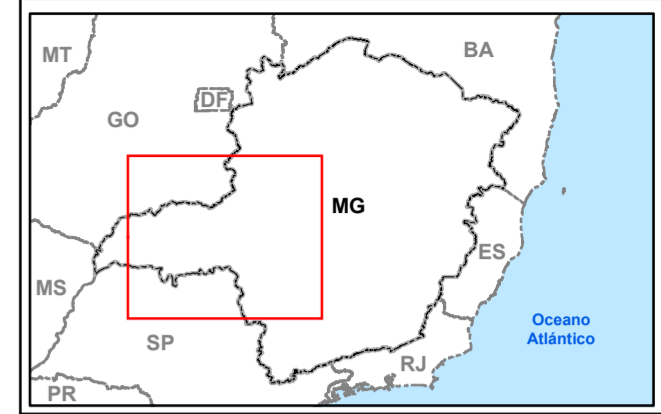
### **8.1.7 Espeleologia**

A metodologia utilizada consistiu no levantamento no banco de dados do Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV, 2018), vinculado ao ICMBio. De acordo com a referida base de dados (com última atualização em 15/12/2017), na AII, AID e ADA não foram observadas a ocorrência de cavidades subterrâneas. As áreas mais próximas, segundo o mapa espeleológico apresentado a seguir, estão situadas: a noroeste (89,6 km da AID), no município de Tupaciguara; e a nordeste (90,2 km da AID), no município de Coromandel.

**Figura 46 – Mapa Espeleológico.**

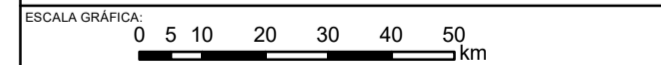


**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**



**LEGENDA**

- Cavidade Natural
- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
- Área de Influência Direta - AID
- All Para os Meios Físico e Biótico
- Corpo D'água
- Limite Municipal
- Limite Estadual



DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
- Limites Municipais/Estaduais (IBGE, 2015);  
- UPRH (IGAM, 2017);  
- Espeleologia (CECAV, 2017)



**PROJETO AMADEUS**  
**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**  
**ESPELEOLOGIA**

ESCALA:	1:1.200.000	DATA:	Outubro/2018
FIGURA Nº:	8.1.7-1	FOLHA:	1/1
RESP. TÉCNICO:		ASSINATURA:	
		TAMANHO:	A2
		REV:	0



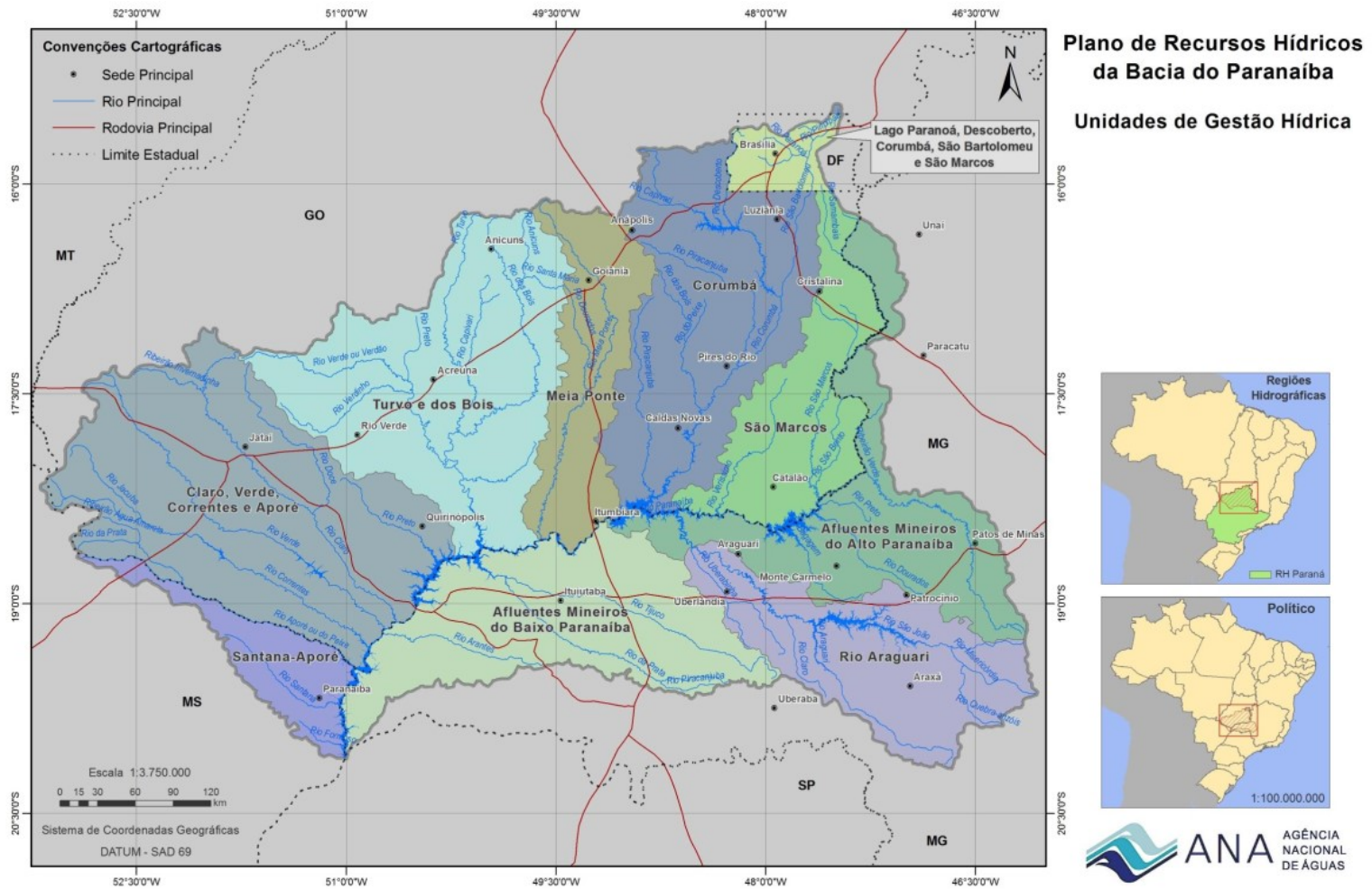
## **8.1.8 Hidrologia**

### **8.1.8.1 Recursos Hídricos Superficiais**

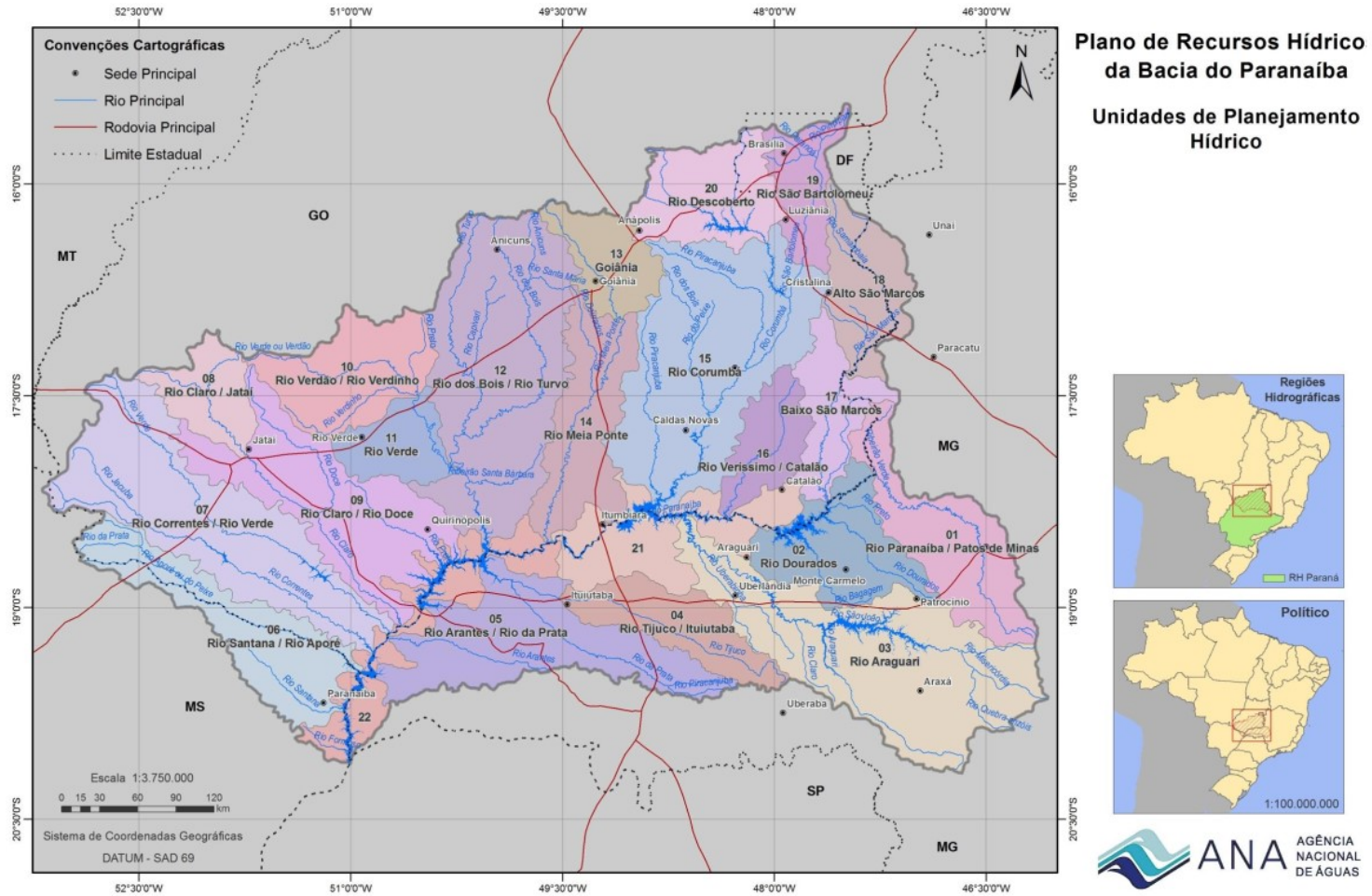
#### **8.1.8.1.1 Introdução**

A área de estudo está localizada na bacia hidrográfica do rio Paranaíba, sendo esta a segunda maior unidade da Região Hidrográfica do Paraná, ocupando 25,4% de sua área, incluindo os estados de Goiás (63,3%), Mato Grosso do Sul (3,4%) e Minas Gerais (31,7%), além do Distrito Federal (1,6%). A bacia possui 197 municípios, além do Distrito Federal.

No estado de Minas Gerais, a bacia do rio Paranaíba foi dividida em três Unidades de Gestão Hídrica (UGHs): Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1), Rio Araguari (PN2) e Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3) (conforme figura a seguir). Para fins de planejamento e sistematização de dados, foram também definidas Unidades de Planejamento Hídrico – UPHs ao longo dos principais rios. As UPHs correspondem a bacias e sub-bacias importantes no contexto da bacia, definidas segundo fatores hidrográficos (principais rios e afluentes), hidrológicos (presença de estações fluviométricas ou de barramentos que alteram a dinâmica fluvial) e de usos da água (presença de grandes centros urbanos ou de intensa irrigação). Das 20 UPHs existentes na bacia do rio Paranaíba do estado de Minas Gerais, a área de estudo contempla duas delas: Rio Dourados (02) e Rio Araguari (03), que terão suas principais características descritas na sequência.



**Figura 47 – Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da bacia do rio Paranaíba. Fonte: ANA, 2013.**



**Figura 48 – Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs) da bacia do rio Paranaíba. Fonte: ANA, 2013.**

### 8.1.8.1.2 Metodologia

A descrição das Unidades de Planejamento Hídricas (UPH) contempladas nas áreas de influência do empreendimento se deu por meio de dados secundários, principalmente através do PARH - Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (PN1) (ANA, 2013), do PARH - Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Afluentes Mineiros do Paranaíba (PN1) (CBH AMAP, 2013) e do Rio Araguari (PN2) (COBRAPE, 2013). Também são apresentadas, na Caracterização Local, informações referentes às Campanhas de Qualidade de Água Superficial realizadas no rio Araguari (PÖYRY, 2018).

### 8.1.8.1.3 Caracterização Regional (AII)

A UGH dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1) situa-se nas mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, possuindo área total de 22.409 km<sup>2</sup> (4% da área total do Estado). Esta unidade é polarizada pelas áreas urbanas de Patos de Minas, Monte Carmelo e Araguari. Outros importantes municípios possuem parte de sua área nesta UGH, como Paracatu e Unaí, entretanto suas sedes urbanas encontram-se fora da bacia, na Região Hidrográfica São Francisco.

A UGH do rio Araguari (PN2), localiza-se na porção oeste do estado, abrangendo as regiões de planejamento do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Com área de 22.091 km<sup>2</sup> e população de 1.163.718 habitantes, dividi-se em 20 municípios, sendo a nascente localizada no município de São Roque de Minas, em 1.180m de altitude e foz na divisa dos municípios de Araguari e Tupacigura, em 510m de altitude.

#### 8.1.8.1.3.1 Demandas e Usos d'água

As atividades desenvolvidas na bacia resultam em uma demanda crescente por água. As estimativas de demanda têm como referência o ano de 2010 e as informações levantadas, tais como as áreas irrigadas e os cadastros de outorga dos órgãos gestores de recursos hídricos. As vazões de retirada correspondem à água captada dos corpos hídricos, enquanto as vazões de consumo correspondem à água efetivamente consumida considerando o coeficiente médio de retorno dos diferentes usos (conforme tabela a seguir).

**Tabela 16 – Taxas de retorno de água conforme o uso**

Agricultura Irrigada	Pecuária	Mineração	Indústria	Abastecimento Urbano	Abastecimento Rural
20%	20%	90%	80%	80%	50%

Fonte: ANA, 2013.

A demanda de água (vazão de retirada) para atendimentos dos diversos usos presentes na bacia do Paranaíba é de 315,9 m<sup>3</sup>/s, enquanto a vazão de consumo totaliza 211,1 m<sup>3</sup>/s (66,8% da retirada) (conforme tabela a seguir).

Setorialmente, a atividade agrícola da bacia (irrigação) representa demanda de 188,9 m<sup>3</sup>/s, ou seja, 89,5% da demanda total de consumo. A segunda maior demanda é a

dessedentação animal, com participação de 4,0%, seguida pela industrial (3,5%) e pelo abastecimento público (2,9%). As demandas para mineração alcançam 0,2% do total com concentração na UGH Rio Araguari, onde se localizam polos da atividade.

Quando comparadas as demandas de consumo com as de retirada, observa-se uma participação maior dos setores industrial, de mineração e de abastecimento público com relação aos setores de irrigação e dessedentação animal, que possuem menor taxa de retorno da água (20%). Por isso, a agricultura irrigada alcança 74,8% da vazão de retirada para os diversos usos da água presentes na bacia, e a indústria 11,6%.

Dentre as maiores demandas da bacia, destacam-se as UGHs Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba, Turvo e dos Bois e Rio Araguari com 41,3 m<sup>3</sup>/s, 39,8 m<sup>3</sup>/s e 28,1 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Observa-se em todas as UGHs que a agricultura irrigada é o uso com a demanda mais expressiva, sendo a demanda para abastecimento humano mais significativa nas UGHs Meia Ponte, Corumbá e do Distrito Federal.

**Tabela 17 – Demandas (vazões de consumo) por UGH**

UGH	Agricultura Irrigada (m <sup>3</sup> /s)	Indústria (m <sup>3</sup> /s)	Mineração (m <sup>3</sup> /s)	Dessedentação Animal (m <sup>3</sup> /s)	Abastecimento Humano (m <sup>3</sup> /s)	Total
Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba	39,9	0,1	0,03	1,0	0,3	41,3
Rio Araguari	26,4	0,2	0,27	0,7	0,6	28,1
<b>Total Bacia</b>	<b>188,9</b>	<b>7,3</b>	<b>0,33</b>	<b>8,5</b>	<b>6,1</b>	<b>211,1</b>

Fonte: ANA, 2013.

### **Abastecimento Humano**

As demandas de abastecimento humano estão concentradas nas UGHs com unidades político-administrativas mais populosas, que também apresentam elevada taxa de urbanização. Da vazão total captada, o consumo é de 0,6 m<sup>3</sup>/s na UGH do Rio Araguari, 0,3 m<sup>3</sup>/s na UGH dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba e de 6,1 m<sup>3</sup>/s no total da bacia.

### **Indústria**

A demanda de água da indústria foi baseada no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CENARH) da ANA e nos dados de outorga. De acordo com estas fontes, a demanda da bacia alcança 36,6 m<sup>3</sup>/s, com consumo de 0,2 m<sup>3</sup>/s na UGH do Rio Araguari, 0,1 m<sup>3</sup>/s na UGH dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba.

### **Pecuária**

A demanda total de retirada para dessedentação animal é de 10,6 m<sup>3</sup>/s, com consumo de 8,5 m<sup>3</sup>/s, com destaque para as UGHs no setor oeste da bacia, especialmente nos municípios sulmatogrossenses. Na área de estudo, o consumo com dessedentação animal é de 0,7 m<sup>3</sup>/s na UGH do Rio Araguari e 1,0 m<sup>3</sup>/s na UGH dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba.

### **Agricultura Irrigada**

Da área total irrigada na bacia do Paranaíba (608.808,9 ha), as UGHs Turvo e dos Bois e Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba concentram 23,4% e 17,5%, respectivamente. As UGHs mineiras Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba e Rio Araguari também apresentam áreas irrigadas expressivas com 85 e 77 mil ha, respectivamente (conforme tabela a seguir).

**Tabela 18 – Área irrigada, total e por UGH.**

UGH	Área Irrigada (ha) – Estudo da ANA	Área Irrigada (ha) – Censo Agripecuário	Total (ha)
Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba	95.773,8	10.859,3	106.633,1
Rio Araguari	69.317,8	7.973,7	77.291,5
<b>Total Bacia</b>	<b>501.966,2</b>	<b>106.842,7</b>	<b>608.808,9</b>

Fonte: ANA, 2013.

As demandas de irrigação consideraram o uso da água nos meses mais críticos, que correspondem a agosto e setembro e alcançam 236,2 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a 74,8% de toda a demanda de retirada da bacia do rio Paranaíba. O consumo é de 188,9 m<sup>3</sup>/s, concentrando 89,5% do total da bacia. A área irrigada estimada foi de 608.808,8 ha, tendo sido identificados cerca de 3.500 pivôs centrais de irrigação, ocupando área total de 229.569 ha.

Devido ao maior uso de água, as áreas de agricultura mais intensiva, como no caso do método por pivô central, apresentaram as maiores demandas da bacia. As UGHs da área de estudo apresenta a seguinte demanda: Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (49,8 m<sup>3</sup>/s) e Rio Araguari (33,0 m<sup>3</sup>/s).

### **Mineração**

A demanda de água para mineração utilizou as mesmas fontes utilizadas para a indústria, além do Portal da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (DNPM, 2011b) e do Anuário Mineral Brasileiro (DNPM, 2006), tendo sido identificada demanda de retirada de 3,3 m<sup>3</sup>/s. A atividade concentra-se na UGH Rio Araguari, na região do Triângulo Mineiro, responsável por 82% da demanda de toda a

bacia do rio Paranaíba. A UGH dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba responde por um consumo de 0,03 m<sup>3</sup>/s.

#### 8.1.8.1.3.2 Geração de Energia

Segundo dados da ANA (2013), na bacia do Paranaíba há 19 usinas hidrelétricas (UHEs) em operação e 01 em fase final de construção (UHE Batalha), além de 14 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) em operação e 02 em construção. A potência total das UHEs em operação/construção é de 8.362,5 MW, enquanto as PCHs alcançam um total de 264,5 MW.

Encontram-se ainda em estudo outros 163 empreendimentos hidrelétricos (27 UHEs e 136 PCHs), o que demonstra o grande potencial de expansão de um dos mais importantes setores usuários de recursos hídricos na bacia. A potência adicional que pode ser alcançada é de 1.664,4 MW para o conjunto de UHEs e de 1.529,9 MW com as PCHs. Em conjunto, 30 rios da bacia apresentam aproveitamentos hidrelétricos em estudo, com destaque para os rios São Bartolomeu (05 empreendimentos), Tijucu (12), Piracanjuba (12), Doce (13), Claro (13), Verde (15) e Meia Ponte (18).

As UGHs dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba e Rio Araguari abrigam os seguintes empreendimentos hidrelétricos: Amador Aguiar I e II, Miranda, Nova Ponte, Emborcação, Serra do Facão e Batalha.

#### 8.1.8.1.3.3 Disponibilidade Hídrica

A análise do regime fluviométrico da bacia do Rio Paranaíba foi realizada a partir dos dados diários, mensais e anuais de 76 estações fluviométricas, acrescidas de 21 séries naturais reconstituídas em projetos contratados pelo ONS, totalizando 97 séries históricas.

Os parâmetros selecionados para representar a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Paranaíba são a vazão média de longo período ( $Q_{mLT}$ ), vazões mínimas de estiagem de 7 dias de duração e 10 anos de recorrência ( $Q_{7,10}$ ), vazão de 95% de permanência da curva de permanência de vazões ( $Q_{95\%}$ ), vazões máximas diárias e vazões de regularização. As vazões foram trabalhadas em termos absolutos (em m<sup>3</sup>/s) e também em valores específicos (em L/s.km<sup>2</sup>) que permitem a análise da variabilidade espacial da disponibilidade.

A disponibilidade hídrica no PRH Paranaíba foi caracterizada como a vazão de elevada permanência do reservatório/barragem localizado a montante da seção de interesse somada à vazão incremental do trecho, obtida a partir dos dados de vazões diárias das usinas e das estações fluviométricas. Nos trechos não influenciados por reservatórios, a disponibilidade hídrica foi definida como a vazão  $Q_{95\%}$  diária ou a vazão  $Q_{7,10}$ . Nos trechos influenciados, a vazão de elevada permanência definida foi a  $Q_{95\%}$  natural mensal, ou a  $Q_{100\%}$  natural mensal, obtidas das séries mensais de vazão natural das respectivas usinas no período de 1931 a 2009. Os valores obtidos para  $Q_{95\%}$  e  $Q_{100\%}$  naturais mensais a partir das séries de vazões naturais nos locais das UHEs situadas na área de estudo são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 19 – Vazões mensais ( $Q_{95\%}$  e  $Q_{100\%}$ ) nos barramentos das UHEs situadas nas UGHs da área de estudo.**

Reservatório	$Q_{95\%}$ mensal ( $m^3/s$ )	$Q_{100\%}$ mensal ( $m^3/s$ )
Amador Aguiar I	123,00	65,00
Amador Aguiar II	129,00	68,00
Batalha	23,00	23,00
Emborcação	37,00	22,00
Miranda	121,00	64,00
Nova Ponte	97,00	53,00
Serra do Facão	49,00	27,00

Fonte: ANA, 2013.

Com base nestas premissas, a disponibilidade hídrica na foz da bacia do rio Paranaíba é de 931,8  $m^3/s$  para a vazão de referência  $Q_{7,10}$  e de 1.251,7  $m^3/s$  para a vazão de referência  $Q_{95\%}$ . A vazão específica da bacia alcança 4,05  $L/s.km^2$  ( $Q_{7,10}$ ) 5,26  $L/s.km^2$  ( $Q_{95\%}$ ). Considerando a vazão média de longo período ( $Q_{mLT}$ ), obtida a partir da média aritmética das vazões das séries disponíveis, a vazão estimada na foz do rio Paranaíba é de 3.418,4  $m^3/s$ . Na tabela a seguir são apresentados os dados para as UGHs dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba e Rio Araguari e para o total da bacia do rio Paranaíba.

**Tabela 20 – Disponibilidade hídrica superficial nas UGHs da área de estudo.**

Parâmetro	UGH Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba	UGH Rio Araguari	Total da Bacia do Rio Paranaíba
Área ( $km^2$ )	22.408,67	21.063,47	222.593,4
$Q_{mLT}$ ( $m^3/s$ )	362,05	392,37	3.418,4
$q_{mLT}$ ( $L/s.km^2$ )	16,16	17,51	11,0
$Q_{7,10}$ ( $m^3/s$ )	71,70	97,68	931,8



Parâmetro	UGH Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba	UGH Rio Araguari	Total da Bacia do Rio Paranaíba
$q_{7,10}$ (L/s.km <sup>2</sup> )	3,20	4,64	4,05
$Q_{95\%}$ (m <sup>3</sup> /s)	103,51	135,37	1.251,7
$q_{95\%}$ (L/s.km <sup>2</sup> )	4,62	6,43	5,26
Disponibilidade Hídrica Superficial ( $Q_{7,10} + Q_{95\%}$ mensal)	91,25	133,92	1.188,6
Disponibilidade Hídrica Superficial ( $Q_{95\%}$ diária + $Q_{95\%}$ mensal)	105,19	138,02	1.214,0
Precipitação Média Anual (mm)	1.464	1.552	1.509
Evapotranspiração Média Anual (mm)	954	964	1.016

Fonte: ANA, 2013.

#### 8.1.8.1.3.4 Qualidade das Águas Superficiais

A qualidade da água da bacia do rio Paranaíba sofre a influência das múltiplas atividades humanas que ocorrem em seu território, desde a agropecuária até a expansão e ocupação urbana. Os impactos causados se relacionam a processos como o assoreamento, a eutrofização e a contaminação por efluentes domésticos e industriais.

A qualidade da água foi avaliada através do monitoramento dos reservatórios e cursos d'água efetuados pelo setor hidrelétrico, pelas concessionárias de abastecimento público e pelos órgãos gestores de recursos hídricos das unidades da federação (IGAM/MG). Os resultados foram relacionados com a classificação dos corpos de água, segundo os usos preponderantes, estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005. Além disso, foi realizada uma estimativa das cargas poluidoras afluentes aos cursos d'água e uma análise da relação entre as fontes poluidoras e a qualidade das águas.

Os principais parâmetros analisados foram DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes. A DBO quantifica o oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica através da ação de microrganismos, expressando indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente no efluente. O fósforo se apresenta na forma inorgânica, ligada ao uso de detergentes e outros produtos químicos domésticos, e na forma orgânica, ligada aos compostos de origem fisiológica. Por fim, os coliformes termotolerantes são um grupo de bactérias originárias do trato intestinal humano e de outros animais, por essa razão funcionam também como indicadores de contaminação por esgoto doméstico (Von Sperling, 2007).

A partir dos monitoramentos realizados pelo IGAM, têm-se que as UGHs Rio Araguari e Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba apresentam um maior número de parâmetros com valores de concentração que não atendem os limites preconizados para a Classe 2 da Resolução CONAMA 357/05, principalmente com relação a coliformes termotolerantes. A proximidade com centros urbanos (Uberlândia e Patos de Minas), os lançamentos de esgotos domésticos e de efluentes industriais e a existência de atividades agropecuárias no entorno dos municípios influenciam negativamente na qualidade dos corpos d'água dessas regiões.

A principal origem dos parâmetros DBO e coliformes é o efluente doméstico que apresenta regularidade de lançamento e caracteriza uma poluição pontual. Com relação ao parâmetro fósforo total, as fontes potenciais envolvem tanto os efluentes domésticos como também as atividades agropecuárias e de mineração, que estão sujeitas ao escoamento superficial, e, portanto, caracterizam uma poluição difusa. Esta não apresenta regularidade de lançamento devido às características topográficas e pedológicas do terreno, intermitência do escoamento superficial na bacia e intensidade e frequência das precipitações.

A bacia possui um grande número de reservatórios, com tamanhos e funções variadas, submetidos aos efeitos da atividade antrópica que intensifica os processos de assoreamento e de eutrofização. O aumento do aporte de nutrientes aos cursos d'água, em particular o fósforo, potencializa a eutrofização de reservatórios, comprometendo o seu uso múltiplo.

Para avaliação da qualidade da água, além da rede de monitoramento, foi realizada a simulação de cargas poluidoras oriundas do esgoto doméstico urbano, considerando os parâmetros DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes. Nestas estimativas de carga afluente aos corpos d'água, foram adotados coeficientes de remoção distintos para três grupos de população: população sem coleta de esgotos, população com coleta e sem tratamento e população com coleta e com tratamento. Na tabela a seguir são apresentados os dados para as UGHs dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba e Rio Araguari e para o total da bacia do rio Paranaíba.

**Tabela 21 – Cargas de origem doméstica (geradas e remanescentes) nas UGHs da área de estudo.**

		UGH Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba	UGH Rio Araguari	Total da Bacia do Rio Paranaíba
DBO	Gerada (kg/d)	21.843	44.791	435.611
	Remanescente (kg/d)	18.699	19.931	209.116
	Abatimento (%)	14,4%	55,5%	52,0%
Fósforo Total	Gerada (kg/d)	405	829	8.067

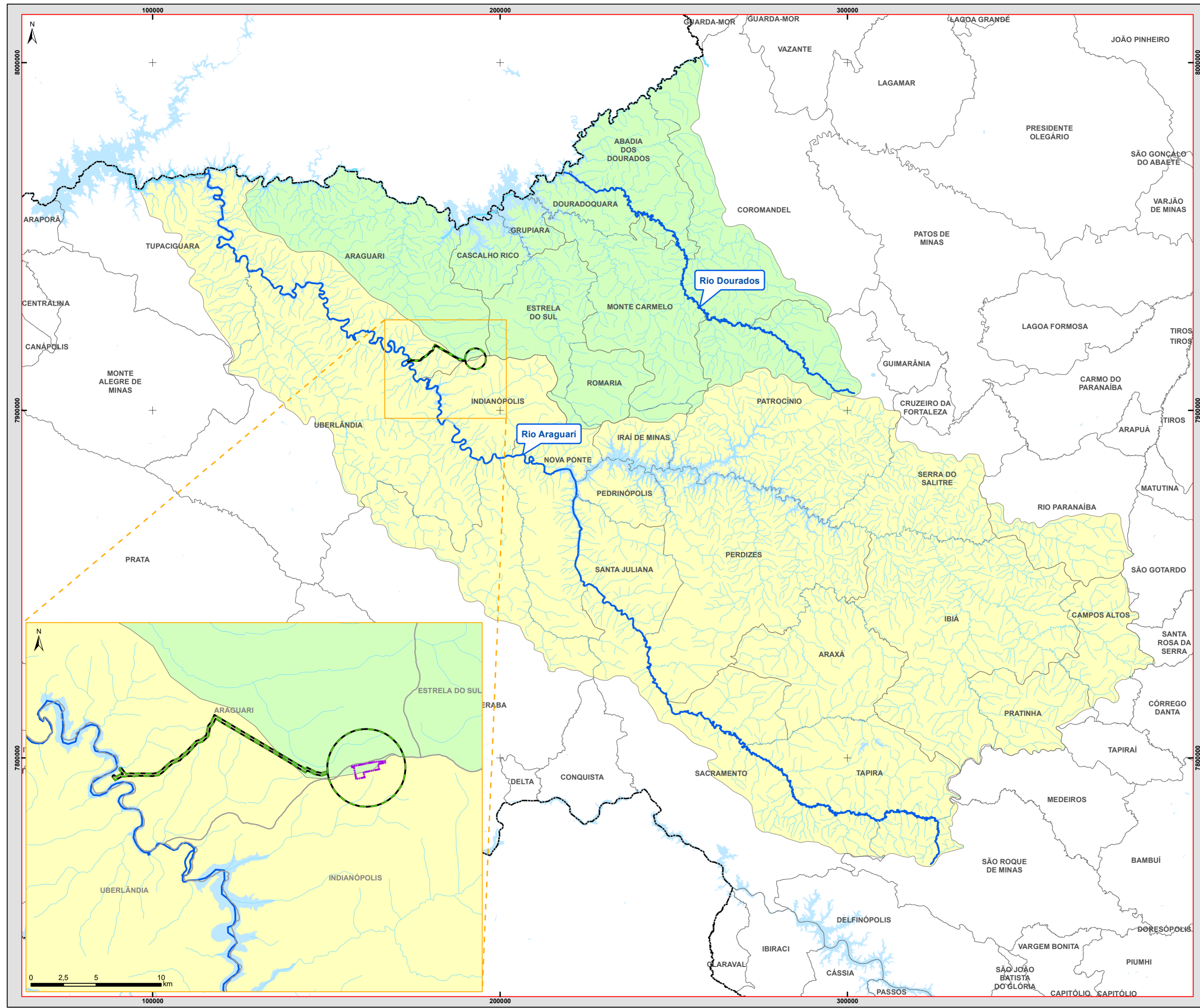
	Remanescente (kg/d)	346	593	4.671
	Abatimento (%)	14,4%	28,6%	42,1%
Coliforme Termotolerante	Gerada (NMP*/d)	4,0E+13	8,3E+13	8,1E+14
	Remanescente (NMP*/d)	3,5E+13	5,0E+13	4,0E+14
	Abatimento (%)	14,4%	39,9%	50,4%

Fonte: ANA, 2013.

#### 8.1.8.1.4 Caracterização Local (AID e ADA)

Conforme descrito anteriormente, a AID e ADA do empreendimento estão localizadas nos limites de duas UPHs na bacia rio Paranaíba: Rio Dourados e Rio Araguari, conforme ilustrado na figura a seguir.

**Figura 49 – Mapa de Recursos Hídricos Superficiais.**



**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**LEGENDA**

- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
- Área de Influência Direta - AID
- All Para os Meios Físico e Biótico
- Hidrografia
- Rio Araguari/Rio Dourados
- Corpo D'água
- Limite Municipal
- Limite Estadual

**UPGRH - AII - Área de Interferência Indireta**

- UGH - Rio Dourados
- UGH - Rio Araguari

ESCALA GRÁFICA: 0 5 10 20 30 40 50 km

DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:

- Limites Municipais/Estaduais e Hidrografia (IBGE, 2015);
- UPGRH (IGAM, 2017)
- Hidrogeologia (CPRM, 2007)

**PÖYRY**

**PROJETO AMADEUS**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**

**RECURSOS HÍDRICOS**

ESCALA: 1:750.000	DATA: Agosto/2018
FIGURA Nº: 8.1.8.4-1	FOLHA: 1/1
RESP. TÉCNICO:	ASSINATURA:
	REV: 0

Ressalta-se que, no âmbito do presente estudo, serão pormenorizadas as características da UPH do rio Araguari, uma vez que o Rio Araguari abriga os pontos de captação de água bruta e lançamento de efluente líquido tratado; na UPH do rio Dourados encontrar-se-á a unidade industrial propriamente dita.

#### **8.1.8.1.4.1 Caracterização da Bacia do Rio Araguari**

A bacia do rio Araguari possui uma grande rede de drenagem, que permite a sua divisão em unidade de planejamento internas. A divisão de sub-bacias e os municípios que atinge são descritos a seguir. Ressalta-se que a área do empreendimento localiza-se na sub-bacia do Ribeirão das Furnas (conforme figura e tabela a seguir).

- Foz do Rio Araguari: Trecho entre a barragem de Amador Aguiar I e a foz do rio Araguari;
- Rio Uberabinha: Área de drenagem do rio Uberabinha;
- AHEs Capim Branco: Trecho entre as barragens de Miranda e Amador Aguiar I;
- Médio Araguari: Área de drenagem dos afluentes do rio Araguari, desde a barragem de Miranda até o fim do remanso do reservatório de Nova Ponte no rio Araguari, excetuadas as sub bacias do rio Claro, rib. Santa Juliana, rib. Das Furnas e rio Quebra-Anzol;
- Ribeirão das Furnas: Área de drenagem do ribeirão das Furnas;
- Rio Claro: Área de drenagem do rio Claro;
- Baixo Quebra-Anzol: Área de drenagem dos afluentes do rio Quebra-Anzol desde a foz do rio Quebra-Anzol até o fim do remanso do reservatório de Nova Ponte no rio Quebra-Anzol, excetuadas as sub bacias do rib. Santo Antônio, rib. do Salitre, rio Galheiro e rio Capivara;
- Ribeirão Santa Juliana: Área de drenagem do ribeirão Santa Juliana;
- Ribeirão Santo Antônio: Área de drenagem do ribeirão Santo Antônio;
- Alto Araguari: Área de drenagem dos afluentes do rio Araguari desde o trecho que vai do fim do remanso do reservatório de Nova Ponte no rio Araguari até sua nascente, excetuada a sub bacia do ribeirão do Inferno;
- Rio Galheiro: Área de drenagem do rio Galheiro;
- Rio Capivara: Área de drenagem do rio Capivara;
- Ribeirão do Salitre: Área de drenagem do ribeirão do Salitre;
- Ribeirão do Inferno: Área de drenagem do ribeirão do Inferno;
- Alto Quebra-Anzol: Área de drenagem dos afluentes do rio Quebra-Anzol do fim do remanso do reservatório de Nova Ponte no rio Quebra-Anzol até sua nascente, excetuadas as sub bacias do rib. Grande, rio São João e rio Misericórdia;
- Ribeirão Grande: Área de drenagem do ribeirão Grande;
- Rio São João: Área de drenagem do rio São João;
- Rio Misericórdia: Área de drenagem do rio Misericórdia.



Figura 50 – Distribuição das sub-bacias na bacia do Rio Araguari (MONTEPLAN, 2011).

**Tabela 22 – Área das sub-bacias e municípios envolvidos, com destaque para a sub-bacia na qual está inserida a área de estudo.**

<b>Denominação</b>	<b>Área Total</b>	<b>Município (s)</b>
Foz do Araguari	686 Km <sup>2</sup>	Araguari – 48,54% Tupaciguara – 51,46%
Rio Uberabinha	2.189 Km <sup>2</sup>	Tupaciguara – 10,32% Uberaba – 20,05% Uberlândia – 69,63%
AHEs Capim Branco	1.179 Km <sup>2</sup>	Araguari – 46,48% Indianópolis – 00,76% Uberlândia – 52,76%
Médio Araguari	1.745 Km <sup>2</sup>	Uberlândia – 16,62% Indianópolis – 19,60% Uberaba – 13,75% Nova Ponte – 27,51% Santa Juliana – 19,20% Sacramento – 03,32%
<b>Ribeirão das Furnas</b>	<b>485 Km<sup>2</sup></b>	<b>Indianópolis – 100,00%</b>
Rio Claro	1.106 Km <sup>2</sup>	Uberaba – 41,32% Nova Ponte – 48,92% Sacramento – 09,76%
Baixo Quebra-Anzol	2.105 Km <sup>2</sup>	Nova Ponte – 01,62% Irai de Minas – 14,25% Petrópolis – 13,59% Perdizes – 39,09% Patrocínio – 26,51% Serra do Salitre – 4,94%
Ribeirão Santa Juliana	485 Km <sup>2</sup>	Petrópolis – 15,46% Santa Juliana – 60,00% Perdizes – 24,54%
Ribeirão Santo Antônio	843 Km <sup>2</sup>	Patrocínio – 100,00%
Alto Araguari	3.029 Km <sup>2</sup>	Santa Juliana – 03,43% Sacramento – 45,92% Perdizes – 11,89% Araxá – 02,05% Tapira – 28,13% São Roque de Minas – 8,58%



Denominação	Área Total	Município (s)
Rio Galheiro	775 Km <sup>2</sup>	Perdizes – 100,00%
Rio Capivara	1.360 Km <sup>2</sup>	Perdizes – 27,57% Araxá – 67,28% Ibiá – 05,15%
Ribeirão do Salitre	613 Km <sup>2</sup>	Patrocínio – 63,46% Serra do Salitre – 36,54%
Ribeirão do Inferno	564 Km <sup>2</sup>	Araxá – 34,22% Tapira – 59,04% Sacramento – 06,74%
Alto Quebra-Anzol	2.303 Km <sup>2</sup>	Serra do Salitre – 06,86% Ibiá – 76,77% Pratinha – 16,37%
Ribeirão Grande	250 Km <sup>2</sup>	Serra do Salitre – 100,00%
Rio São João	962 Km <sup>2</sup>	Serra do Salitre – 16,01% Rio Paranaíba – 54,05% Ibiá – 29,94%
Rio Misericórdia	1.412 Km <sup>2</sup>	Ibiá – 41,36% Pratinha – 15,51% Campos Altos – 43,13%

Fonte: MONTEPLAN, 2011.

#### 8.1.8.1.4.2 Características Fisiográficas

As características fisiográficas das sub-bacias influenciam diretamente no comportamento hidrometeorológico e por consequência no regime fluvial e sedimentológico do curso d'água principal.

Como instrumentos de auxílio na interpretação dos resultados de estudos hidrológicos são apontados os aspectos: área, perímetro, forma, densidade de drenagem, declividade do rio, tempo de concentração, cobertura vegetal, uso, ocupação e relevo.

- **Área de Drenagem:** Projeção em um plano horizontal da superfície contida entre seus divisores topográficos;
- **Perímetro:** Comprimento linear do contorno do limite da bacia;
- **Coefficiente de Compacidade ( $K_c$ ):** Relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia;
- **Fator de Forma ( $K_f$ ):** Relação entre a área da bacia e o quadrado de seu comprimento axial;

- **Densidade de Drenagem ( $D_d$ ):** Relação entre o comprimento dos cursos d'água e a área da bacia;
- **Declividade do Rio ( $S$ ):** Relação entre a variação de nível e o comprimento do rio na bacia,;
- **Tempo de Concentração ( $t_c$ ):** Avaliação do tempo necessário para que a precipitação em toda a bacia contribua para o deflúvio em um ponto específico.

Na sequência são apresentadas as principais grandezas e características fisiográficas da sub-bacia do ribeirão das Furnas (conforme tabelas a seguir).

**Tabela 23 – Grandeza da sub-bacia do ribeirão das Furnas.**

Grandezas		Sub-bacia do Ribeirão das Furnas
Área (km <sup>2</sup> )		484,67
Perímetro (km)		104,47
Comprimento (Km)	Comprimento	254,68
	Curso D'água Principal	35,25
Cota (m)	Mínima	635,00
	Máxima	1.002,00

Fonte: MONTEPLAN, 2011.

**Tabela 24 – Características fisiográficas da sub-bacia do ribeirão das Furnas.**

Grandezas	Sub-bacia do Ribeirão das Furnas
Coefficiente de Compacidade ( $K_c$ )	1,33
Fator de Forma ( $K_f$ )	0,39

Grandezas	Sub-bacia do Ribeirão das Furnas
Densidade de Drenagem ( $D_d$ )	0,53
Declividade do Rio (S)	10,41
Tempo de Concentração ( $t_c$ )	5,99

Fonte: MONTEPLAN, 2011.

#### 8.1.8.1.4.3 Disponibilidade Mínima de Águas Superficiais

Existe uma considerável gama de referências para determinação da vazão mínima de um manancial, que se utiliza de diversos fatores para a avaliação. Na gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Araguari, será utilizada a mesma referência do IGAM, desenvolvida por HIDROSSISTEMAS Engenharia de Recursos Hídricos Ltda, publicado pela COPASA em 1993, no material “Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais (DSEMG)”.

A aplicação da metodologia contida nessa publicação e do Modelo Chuva-Vazão da Bacia do Rio Araguari para determinação das vazões de referência nas sub-bacias os resultados apresentados na tabela a seguir, destacando a sub-bacia do Ribeirão de Furnas.

**Tabela 25 – Comparação entre as disponibilidades previstas para a sub-bacia do ribeirão das Furnas.**

Sub-bacia	DSEMG $Q_{7,10}$ (L/s)	Modelo de Simulação (L/s)		
		$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$	$Q_{100\%}$
Ribeirão das Furnas	2.202,83	2.190,00	3.000,00	3.560,00

Fonte: MONTEPLAN, 2011.

#### 8.1.8.1.4.4 Demanda de Uso das Águas

A utilização de água na irrigação, no consumo humano e no consumo industrial representa a maior concentração dos usos, em quantidade de pontos outorgados e principalmente no volume consumido na bacia do Rio Araguari. Nas sub-bacias, a significância das três atividades onde está concentrado o maior consumo na bacia é mantida. A tabela a seguir apresenta dados referentes aos principais consumos e evolução da demanda na sub-bacia do Ribeirão das Furnas (período 1991 a 2006);

enquanto que a tabela subsequente apresenta a projeção de demanda para a mesma sub-bacia, para o período 2006-2016.

**Tabela 26 – Representação dos principais consumos na evolução da demanda do Ribeirão das Furnas (1991-2006).**

	<b>Consumo Humano</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Consumo Industrial</b>	<b>Total</b>
1991	-	100%	-	100%
1992	-	100%	-	100%
1993	-	100%	-	100%
1994	-	100%	-	100%
1995	-	100%	-	100%
1996	-	100%	-	100%
1997	-	100%	-	100%
1998	-	100%	-	100%
1999	-	100%	-	100%
2000	-	100%	-	100%
2001	-	100%	-	100%
2002	-	99,94%	-	99,94%
2003	-	99,93%	-	99,93%
2004	0,20%	97,52%	-	97,72%
2005	0,23%	97,47%	-	97,70%
2006	0,23%	97,37%	-	97,60%

Fonte: MONTEPLAN, 2011.

**Tabela 27 – Projeção da demanda de águas superficiais do ribeirão das Furnas (2006-2016)**

	<b>Projeção da Demanda (L/s)</b>
2006	2.306
2007	2.456
2008	2.605
2009	2.605
2010	2.904
2011	3.053
2012	3.202
2013	3.351
2014	3.500
2015	3.649
2016	3.798

Fonte: MONTEPLAN, 2011.

#### **8.1.8.1.4.5 Qualidade das Águas Superficiais**

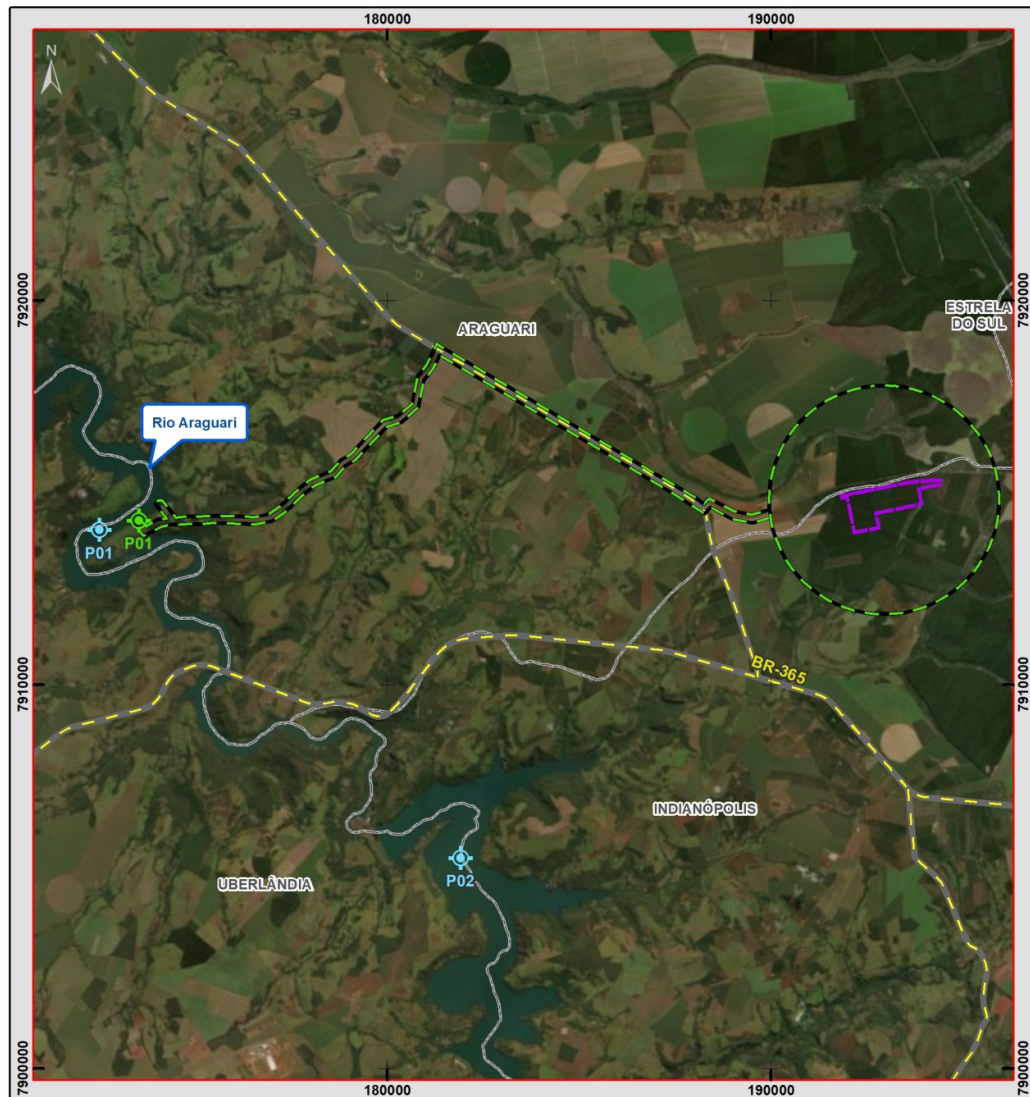
Para verificação da qualidade de água superficial do rio Araguari, local previsto para captação de água bruta e lançamento de efluente líquido tratado da fábrica de celulose solúvel da L.D Celulose S.A, realizou-se duas campanhas de monitoramento com o objetivo de verificar a qualidade da água do rio Araguari, anteriormente à operação do empreendimento (*background*).

A coleta de amostras de água superficial foi realizada em duas campanhas, sendo a primeira de 12 dias não consecutivos no período de 18/07/2017 a 11/08/2017 (estação de seca) e a segunda compreendeu 11 dias não consecutivos no período de 03/04/2018 a 26/04/2018 (estação chuvosa).

### **Locais de coleta**

Os pontos de coletas foram definidos com o objetivo de conhecer a qualidade da água superficial na região de implantação da fábrica de celulose solúvel antes de sua operação, portanto, sendo considerada como *background*, que será utilizada como referência para estudos de monitoramento futuro. A definição dos locais de amostragem foi em função do ponto de captação de água e lançamento dos efluentes tratados da fábrica, localizado no rio Araguari.

Na primeira campanha (estação de seca) de monitoramento de água superficial, em função de que não havia sido definido o local de captação e lançamento de efluentes, foram definidos 2 (dois) pontos no rio Araguari: 1 (um) ponto a montante próximo a barragem de Miranda e 1 (um) ponto na região do lançamento dos efluentes no reservatório Capim Branco. A 2ª campanha de monitoramento (estação chuvosa) de água superficial foi realizada em 1 (um) ponto na região de captação de água e lançamento de efluentes tratados, uma vez que esse ponto já estava definido.



**Pontos de Monitoramento de Água Superficial**

- 1ª Campanha
- 2ª Campanha
- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
- Área de Influência Direta - AID
- Via Pavimentada
- Limite Municipal

ESCALA GRÁFICA:  
 0 1 2 4 km  
 DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
 PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:  
 - Limites Municipais/Estaduais e Hidrografia (IBGE, 2015);  
 - Vias (DENIT, 2017)

Pontos de Monitoramento de Qualidade da Água Superficial		
1ª Campanha		
Ponto	Norte	Leste
P01	7914022,635	172507,842
P02	7905483,751	181914,725
2ª Campanha		
P01	7914271,812	173542,179

**Figura 51 – Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial.**



**Figura 52 – Ponto P01 referente à 1ª campanha. Fonte: Bioagri (2017).**



**Figura 53 – Ponto P02 referente à 1ª campanha. Fonte: Bioagri (2017).**



**Figura 54 – Ponto P01 referente à 2ª campanha. Fonte: TASQA (2018).**

### **Parâmetros**

Para verificar as condições atuais da água superficial do rio Araguari foram analisados os principais parâmetros de controle para rios Classe 2, definidos na Deliberação Normativa COPAM nº 01/2008 e Resolução CONAMA nº 357/2005. Além disso, em cada uma das campanhas foi também realizada uma análise de todos os parâmetros listados para rio Classe 2 definidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

### **Metodologia**

A amostragem da água superficial foi realizada conforme as Normas e Procedimentos do “Manual de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB”, assim como normas descritas pela ABNT e “*Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater*” da EPA/USA. A preservação das amostras seguem as Normas e Procedimento do “Manual de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB”. O tipo de amostra foi simples (pontual), ou seja, de uma amostra de água superficial em



quantidade suficiente para análise. Com relação às análises físico-químicas, foi utilizado um método analítico específico para cada parâmetro analisado.

## **Resultados**

### *1ª campanha*

A 1ª campanha foi realizada durante um período de 12 dias não consecutivos, entre 18/07/2017 a 11/08/2017, para os pontos P01 e P02, a montante e na região do local do futuro lançamento de efluentes tratados do empreendimento.

Na tabela a seguir é apresentada uma síntese dos resultados das análises de água superficial da 1ª campanha, incluindo os padrões estabelecidos para águas Classe 2 pela Deliberação Normativa COPAM nº 01/2008 e Resolução CONAMA nº 357/2005 para comparação.

**Tabela 28 – Resultados da 1ª campanha de monitoramento de água superficial referente ao P01.**

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM 01/2008	18/07/17	19/07/17	20/07/17	25/07/17	26/07/17	27/07/17	01/08/17	02/08/17	03/08/17	07/08/17	10/08/17	11/08/17
DBO	mg/L	≤ 5	< 3	< 3	3,4	3,7	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	5,2	< 3	< 3
DQO	mg/L	---	11,8	< 5	11,7	16,4	< 5	< 5	12,5	10,2	8,6	16,4	< 5	6,9
Turbidez	UNT	100	1,6	1,87	2,35	2,89	1,48	0,87	0,76	0,33	0,65	0,73	0,57	0,51
Cor Verdadeira	CU	75	9,5	25,4	< 5	< 5	6,6	25,5	13,9	< 5	9,9	< 5	< 5	11
pH (25°C)		6 – 9	7,24	7,75	7,24	7,62	7,25	7,35	7,25	6,69	6,81	6,77	6,21	5,7
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,0146	0,0114	0,0196	0,00536	0,00465	0,00613	0,0254	0,0395	0,0166	0,0246	0,0185	0,00634
Bário	mg/L	0,7	0,0126	0,0137	0,0149	0,0293	0,0205	0,0299	0,0185	0,0172	0,018	0,0159	0,0126	0,0111
Boro	mg/L	0,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0047	0,049
Cádmio	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cobre dissolvido	mg/L	0,009	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo	mg/L	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0106	0,0192	0,00654	0,0228	0,129	0,0406	0,0482	0,0398	0,0771	0,016	0,00409	0,0137
Fluoreto	mg/L	1,4	0,06	0,05	0,07	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,08	0,09	0,07
Fósforo total	mg/L	0,03	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01
Lítio	mg/L	2,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Manganês	mg/L	0,1	0,0186	0,0254	0,0865	0,438	0,44	0,394	0,206	0,179	0,282	0,135	0,0512	0,0518
Merúrio	mg/L	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Níquel	mg/L	0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Sulfato	mg/L	250	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,63	< 0,5	< 0,5
Vanádio	mg/L	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zinco	mg/L	0,18	0,00604	0,00216	0,00316	0,00595	0,0042	0,00118	0,00432	0,00184	0,0135	0,00472	0,00729	0,00231
Nitrito (como N)	mg/L	1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cálcio	mg/L	---	1,04	1,04	1,21	1,25	1,18	1,85	1,42	1,31	2,01	1,06	1,4	1,95
Ferro	mg/L	---	0,0192	0,0416	0,0381	0,141	0,157	0,149	0,104	0,117	0,143	0,137	0,0282	0,0332

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM 01/2008	18/07/17	19/07/17	20/07/17	25/07/17	26/07/17	27/07/17	01/08/17	02/08/17	03/08/17	07/08/17	10/08/17	11/08/17
Arsênio	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Magnésio	mg/L	---	0,687	0,685	0,85	0,916	0,592	1,01	0,929	0,884	0,954	0,841	0,858	1,27
Molibdênio	mg/L	---	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Potássio	mg/L	---	0,701	0,791	0,655	1,06	0,881	1,29	1,06	1,01	1,14	1,05	1,16	1,46
Sílica	mg/L	---	6,01	6,72	6,64	7,69	5,19	8,69	8,85	8,36	8,26	6,88	6,67	7,24
Estrôncio	mg/L	---	0,0136	0,016	0,0151	0,021	0,0153	0,0219	0,0198	0,0192	0,0169	0,0168	0,0172	0,00799
Sódio	mg/L	---	0,981	1,04	0,976	1,28	1,56	1,51	1,34	1,29	1,57	1,32	1,47	1,99
Silício	mg/L	---	2,81	3,14	3,1	3,59	2,43	4,06	4,13	3,91	3,86	3,21	3,11	3,38
Cloro Total	mg/L	---	< 0,01	0,07	0,03	0,02	< 0,01	< 0,01	0,1	0,06	0,05	0,02	0,09	0,1
Brometo	mg/L	---	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Carbonato (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicarbonato (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	---	9,67	10,3	10,3	12,5	11,9	9,5	10,8	10,7	10,7	10,6	23,3	10
Condutividade	µS/cm	---	21,9	22,5	24	26,1	25,3	24,8	26,7	26,2	26,3	26,3	24	23,5
Alcalinidade Bicarbonatos	mg/L	---	9,67	10,3	10,3	12,5	11,9	9,5	10,8	10,7	10,7	10,6	23,3	10
Alcalinidade Carbonatos	mg/L	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosfato (como P)	mg/L	---	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Fosfato (como PO <sub>4</sub> )	mg/L	---	0,06	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,16	< 0,03	< 0,03	0,03	< 0,03	< 0,03
Carbono Orgânico Total	mg/L	---	3,6	1,9	2,1	2,1	1,7	< 1	1,9	18	1,1	2,8	2,8	< 1
Amônio (como NH <sub>4</sub> )	mg/L	---	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	---	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Dureza total	mg/L	---	5,42	5,42	6,52	6,89	5,39	8,78	7,38	6,91	8,95	6,11	7,04	10,1
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L	---	2,3	1,7	1,9	1,8	1,1	< 1	1	14,2	< 1	1,8	1,9	< 1
Carbono Inorgânico Total	mg/L	---	1,7	< 0,5	1,7	2,1	0,9	1,6	1,3	1,5	1,9	2,1	< 0,5	3,5
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	16	16	18	19	19	18	20	19	20	19	23	17

**Tabela 29 – Resultados da 1ª campanha de monitoramento de água superficial referente ao P02.**

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM 01/2008	18/07/17	19/07/17	20/07/17	25/07/17	26/07/17	27/07/17	01/08/17	02/08/17	03/08/17	07/08/17	10/08/17	11/08/17
DBO	mg/L	≤5	< 3	< 3	3,4	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	4,8	< 3	< 3
DQO	mg/L	---	8,1	< 5	13,7	11,8	< 5	< 5	8,5	6,5	9,8	14	< 5	10,9
Turbidez	UNT	100	1,94	2,87	2,64	2,32	2,6	1,59	0,76	< 0,1	0,8	0,65	0,89	1,24
Cor Verdadeira	CU	75	6,9	7,6	< 5	< 5	13,6	12,2	13,3	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
pH (25°C)		6 - 9	6,71	7,49	7,26	7,13	7,63	7,45	6,52	6,7	6,37	6,3	6,08	6,5
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,00877	0,0139	< 0,001	0,00361	0,00217	< 0,001	0,031	0,0203	0,0152	0,0157	0,0102	0,00956
Bário	mg/L	0,7	0,0169	0,0232	0,0304	0,0249	0,0252	0,031	0,0247	0,019	0,0174	0,0157	0,0137	0,0145
Boro	mg/L	0,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00291	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00508	0,0052
Cádmio	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cobre dissolvido	mg/L	0,009	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo	mg/L	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0264	0,212	0,285	0,0112	0,017	0,0304	0,123	0,0589	0,0478	0,0175	0,00869	0,00836
Fluoreto	mg/L	1,4	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,05	0,07	0,07	0,06	0,08	0,08
Fósforo total	mg/L	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Lítio	mg/L	2,5	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Manganês	mg/L	0,1	<b>0,28</b>	<b>0,421</b>	<b>0,671</b>	<b>0,343</b>	<b>0,368</b>	<b>0,386</b>	<b>0,247</b>	<b>0,208</b>	<b>0,23</b>	<b>0,14</b>	0,0826	0,0855
Merúrio	mg/L	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Níquel	mg/L	0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Sulfato	mg/L	250	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,52	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Vanádio	mg/L	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zinco	mg/L	0,18	0,0083	0,00294	< 0,001	0,00614	0,00638	0,00103	0,00317	0,00213	0,0156	0,00472	0,00842	0,00895
Nitrito (como N)	mg/L	1	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cálcio	mg/L	---	1,03	1,37	1,47	1,24	1,64	1,87	1,6	1,33	1,81	1,15	1,35	1,34
Ferro	mg/L	---	0,0443	0,259	0,317	0,175	0,186	0,264	0,173	0,158	0,106	0,101	0,0193	0,0237

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM 01/2008	18/07/17	19/07/17	20/07/17	25/07/17	26/07/17	27/07/17	01/08/17	02/08/17	03/08/17	07/08/17	10/08/17	11/08/17
Arsênio	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Magnésio	mg/L	---	0,644	0,702	1,03	0,834	0,977	1,02	1,02	0,939	0,915	0,906	0,818	0,906
Molibdênio	mg/L	---	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Potássio	mg/L	---	0,674	0,825	1,19	0,951	1,16	1,27	1,19	1,09	1,11	1,11	1,06	1,15
Sílica	mg/L	---	5,63	6,87	9,1	6,95	8,71	8,83	9,67	8,87	8	7,33	6,32	6,83
Estrôncio	mg/L	---	0,0133	0,0169	0,022	0,019	0,017	0,022	0,0242	0,0198	0,0164	0,0178	0,0165	0,0188
Sódio	mg/L	---	0,939	1,04	1,44	1,21	1,59	1,56	1,57	1,38	1,55	1,46	1,36	1,61
Silício	mg/L	---	2,63	3,21	4,25	3,25	4,07	4,13	4,52	4,15	3,74	3,43	2,96	3,19
Cloro Total	mg/L	---	0,12	0,06	0,03	0,03	0,02	0,03	0,11	0,06	0,09	0,08	0,14	0,12
Brometo	mg/L	---	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,01	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Carbonato (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bicarbonato (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	---	11,5	12,5	10,6	11,4	11,4	0	10,9	9,18	9,49	10,3	9,63	10,9
Condutividade	µS/cm	---	23,4	24,1	26	24,4	24	23,9	27,4	27,1	26,1	26,5	23	23
Alcalinidade Bicarbonatos	mg/L	---	11,5	12,5	10,6	11,4	11,4	0	10,9	9,18	9,49	10,3	9,63	10,9
Alcalinidade Carbonatos	mg/L	---	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosfato (como P)	mg/L	---	0,09	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fosfato (como PO <sub>4</sub> )	mg/L	---	0,26	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Carbono Orgânico Total	mg/L	---	2	2,5	2,3	1,7	1,8	< 1	1,8	7,4	1,4	2,4	< 1	1,2
Amônio (como NH <sub>4</sub> )	mg/L	---	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13	< 0,13
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	---	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Dureza total	mg/L	---	5,23	6,3	7,9	6,52	8,13	8,85	8,22	7,18	8,3	6,61	6,75	7,08
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L	---	1,7	2,1	1,9	1,3	1,3	< 1	1,8	6,5	1,1	1,5	< 1	1
Carbono Inorgânico Total	mg/L	---	< 0,5	< 0,5	2	2,2	0,6	1	0,5	1,8	2,6	1,1	3,8	1,8
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	17	18	19	19	18	11	20	20	22	19	< 5	< 5

Com relação às análises no ponto P01 todos os parâmetros apresentaram resultados de acordo com a Resolução CONAMA n°357/2005 e Deliberação COPAM n° 01/2008, exceto para fósforo total no dia 18/07/17, DBO no dia 07/08/17 e pH no dia 11/08/17, que apresentaram valores de 0,07 mg/L, 5,2 mg/L e 5,7, respectivamente. O parâmetro manganês também estava em desacordo com as referidas legislações.

Com relação aos resultados das análises no ponto P02, todos os parâmetros estão de acordo com a Resolução CONAMA n°357/2005 e Deliberação COPAM n° 01/2008, exceto o manganês que apresentou valores acima de 0,1 mg/L.

Os resultados da 1ª campanha demonstraram que a maioria dos parâmetros analisados encontram-se dentro das condições exigidas para corpos d'água Classe 2, de acordo com as legislações vigentes, podendo-se afirmar que o Rio Araguari apresenta homogeneidade e boa condição de qualidade.

É importante destacar que com exceção do manganês, os demais parâmetros em desacordo (fósforo total, DBO e pH), foram identificados em apenas 1 (uma) amostragem dentro do período, ou seja, casos pontuais que podem ter sido decorrentes de algum problema na coleta ou análise do parâmetro, e portanto, devem ser acompanhados nos próximos monitoramentos.

Segundo IGAM (2014), o manganês é um importante constituinte da camada de substrato dos solos no estado de Minas Gerais e pode ser considerado natural das águas superficiais, assim como o ferro, que também se verificou presente na água superficial.

Além dos resultados acima, foi realizada com uma amostra para análise completa nos pontos P01 e P02 no dia 19/07/17, com todos os parâmetros da Resolução CONAMA n°357/2005 e Deliberação COPAM n° 01/2008, sendo que os resultados são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 30 – Resultados da amostragem completa da 1ª campanha de monitoramento de água superficial.**

Parâmetro	Unidade	Res. CONAMA e DN COPAM	Ponto 1	Ponto 2
			19/07/2017	19/07/2017
Materiais Flutuantes	---	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis	---	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Substâncias que Comunicam Odor	---	Não objetável (*)	Ausentes	Ausentes
Corantes Artificiais	---	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Resíduos Sólidos Objetáveis	---	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Coliformes Totais	NMP/100m L	---	97	228
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/100m L	1000	< 10	< 10
DBO	mg/L	5	< 3	< 3
DQO	mg/L	---	11,4	< 5
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	7,3	<b>4,7</b>
Turbidez	UNT	100	1,81	3,92
Cor Verdadeira	CU	75	14,4	22,8
pH (a 25°C)	---	6 - 9	7,75	7,49

Parâmetro	Unidade	Res. CONAMA e DN COPAM	Ponto 1	Ponto 2
			19/07/2017	19/07/2017
Clorofila A	µg/L	30	< 3	< 3
Contagem de Cianobactérias	ceL/m L	50000	741	1644
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	28	41
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,0124	0,0112
Antimônio	mg/L	0,005	< 0,001	< 0,001
Arsênio	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001
Bário	mg/L	0,7	0,0163	0,0229
Berílio	mg/L	0,04	< 0,001	< 0,001
Boro	mg/L	0,5	< 0,001	< 0,001
Cádmio	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001
Cianeto Livre	mg/L	0,005	< 0,001	< 0,001
Cloreto	mg/L	250	0,76	0,78
Cobalto	mg/L	0,05	< 0,001	< 0,001
Cobre Dissolvido	mg/L	0,009	< 0,001	< 0,001
Cromo	mg/L	0,05	< 0,001	< 0,001
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,0224	0,18
Fluoreto	mg/L	1,4	0,07	0,07
Fósforo Total	mg/L	0,03	< 0,01	< 0,01
Lítio	mg/L	2,5	< 0,001	< 0,001
Manganês	mg/L	0,1	0,0335	<b>0,414</b>
Mercúrio	mg/L	0,0002	< 0,0001	< 0,0001
Níquel	mg/L	0,025	< 0,001	< 0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10	< 0,5	< 0,5
Nitrito (como N)	mg/L	1	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Obs (1)	< 0,1	< 0,1
Prata	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001
Selênio	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001
Sulfato	mg/L	250	< 0,5	< 0,5
Sulfetos (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	mg/L	0,002	< 0,002	< 0,002
Temperatura	°C	---	21,2	21,1
Urânio	mg/L	0,02	< 0,001	< 0,001
Vanádio	mg/L	0,1	< 0,001	< 0,001
Zinco	mg/L	0,18	0,00201	0,00304
Acrilamida	µg/L	0,5	< 0,1	< 0,1
Alaclor	µg/L	20	< 0,005	< 0,005
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,003	< 0,003
Atrazina	µg/L	2	0,02	< 0,01
Benzeno	mg/L	0,005	< 0,001	< 0,001
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,05	< 0,01	< 0,01

Parâmetro	Unidade	Res. CONAMA e DN COPAM	Ponto 1	Ponto 2
			19/07/2017	19/07/2017
Benzo(a)pireno	µg/L	0,05	< 0,01	< 0,01
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,05	< 0,01	< 0,01
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,05	< 0,01	< 0,01
Carbaril	µg/L	0,02	< 0,02	< 0,02
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,04	< 0,003	< 0,003
2-Clorofenol	µg/L	0,1	< 0,005	< 0,005
Criseno	µg/L	0,05	< 0,01	< 0,01
2,4-D	µg/L	4	< 0,1	< 0,1
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	µg/L	0,1	< 0,03	< 0,03
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,05	< 0,01	< 0,01
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,003	< 0,001	< 0,001
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,3	< 0,1	< 0,1
Diclorometano	mg/L	0,02	< 0,001	< 0,001
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	µg/L	0,002	< 0,002	< 0,002
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	< 0,001	< 0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0,056	< 0,009	< 0,009
Endrin	µg/L	0,004	< 0,003	< 0,003
Estireno	mg/L	0,02	< 0,001	< 0,001
Etilbenzeno	µg/L	90	< 1	< 1
Índice de Fenóis	mg/L	0,003	< 0,001	< 0,001
Glifosato	µg/L	65	< 5	< 5
Gution	µg/L	0,005	< 0,004	< 0,004
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	< 0,003	< 0,003
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,05	< 0,01	< 0,01
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,02	< 0,003	< 0,003
Malation	µg/L	0,1	< 0,01	< 0,01
Metolacloro	µg/L	10	< 0,05	< 0,05
Metoxicloro	µg/L	0,03	< 0,01	< 0,01
Paration	µg/L	0,04	< 0,04	< 0,04
PCB's - Bifenilas Policloradas	µg/L	0,001	< 0,001	< 0,001
Pentaclorofenol	mg/L	0,009	< 0,00001	< 0,00001
Simazina	µg/L	2	< 0,05	< 0,05
Surfactantes (como LAS)	mg/L	0,5	0,25	0,35
2,4,5-T	µg/L	2	< 0,005	< 0,005
Tetracloro de Carbono	mg/L	0,002	< 0,001	< 0,001
Tetracloroetano	mg/L	0,01	< 0,001	< 0,001
Tolueno	µg/L	2	< 1	< 1
Toxafeno	µg/L	0,01	< 0,01	< 0,01



Parâmetro	Unidade	Res. CONAMA e DN COPAM	Ponto 1	Ponto 2
			19/07/2017	19/07/2017
2,4,5-TP	µg/L	10	< 0,005	< 0,005
Triclorobenzenos	mg/L	0,02	< 0,003	< 0,003
Tricloroetano	mg/L	0,03	< 0,001	< 0,001
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,01	< 0,00005	< 0,00005
Trifluralina	µg/L	0,2	< 0,05	< 0,05
Xilenos	µg/L	300	< 3	< 3
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,0065	< 0,005	< 0,005
Tributilestanho	µg/L	0,063	< 0,005	< 0,005
Benzidina	µg/L	0,001	< 0,0001	< 0,0001

Obs (1): 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5

No ponto P01 todos os parâmetros estão de acordo com a Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM nº 01/2008.

No P02, os parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e manganês apresentaram valores acima dos valores estabelecidos para rio Classe 2. Destaca-se os valores acima do permitido para o OD foi identificado em apenas 1 (uma) amostragem dentro do período, ou seja, um caso pontual e que pode ter sido decorrente de algum problema na coleta ou análise do parâmetro, e portanto, deve ser acompanhado no próximo monitoramento.

### 2ª campanha

A 2ª campanha foi realizada durante um período de 11 dias não consecutivos entre 03/04/18 a 26/04/18, apenas para o ponto P01, próximo ao local do futuro lançamento de efluentes tratados do empreendimento. Na tabela a seguir é apresentada uma síntese dos resultados das análises de água superficial da 2ª campanha, incluindo os padrões estabelecidos para águas Classe 2 pela Deliberação Normativa COPAM nº 01/2008 e Resolução CONAMA nº 357/2005 para comparação.



Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM 01/2008	03/04/18	05/04/18	06/04/18	09/04/18	11/04/18	16/04/18	17/04/18	18/04/18	23/04/18	25/04/18	26/04/18
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5	6,3	6,36	6,42	6,43	6,36	6,2	6,41	6,36	6,42	6,36	6,32
pH (25°C)	-	6 - 9	7,62	7,61	7,56	7,52	7,56	7,67	7,41	7,39	7,39	7,52	7,56
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	20	42	110	79	45	-	62	30,0	30	61,0	23
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	---	7	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	133	24,0	4	10,0	3
Sulfato	mg/L	250	<1,00	<1,00	<1,00	-	1	<1,0	2,19	2,04	3,63	<1,0	1,04
Sulfeto	mg/L	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<b>1,96</b>
Temperatura	°C	-	28	27	27	27	26,5	27	26,5	26,5	26	27,0	27
Turbidez	UNT	100	1,11	0,57	0,86	0,97	0,92	<0,4	3,08	4,03	<0,4	0,65	0,75
Vanádio total	mg/L	0,1	<0,0050	<0,0050	<0,0054	<0,0050	0,011	0,0074	0,0056	<0,0050	0,0098	<0,0050	<0,0050
Zinco total	mg/L	0,18	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,17	0,16
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	1000	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>
Coliformes totais	UFC/100 mL	-	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>	7,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0x10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>03</sup>	<1,4 x 10 <sup>3</sup>	<1,0 x 10 <sup>2</sup>
Clorofila a	µg/L	30	-	-	-	<10,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	5,87	5,34
Fioflina a		-	-	-	-	<13,00	<6,50	<6,50	<6,50	<6,50	<6,50	<2,60	<3,25
Densidade cianobactérias	cel/mL	50.000	1.210	953	783	<3	1.167	1.210	1.201	1.257	1.654	1.100	1.155
Fosfato	mg/L	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Óleos e graxas	-	Virtualmente ausentes	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência
Resíduos Sólidos Objetáveis	-	Virtualmente ausentes	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente

Obs (1): 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5

De acordo com os resultados da 2ª campanha, pode-se verificar que a maioria dos parâmetros está de acordo com a Resolução CONAMA n°357/2005 e Deliberação COPAM n° 01/2008, com exceção dos parâmetros sulfeto e fósforo total.

No que se refere ao parâmetro sulfeto, foi encontrado no dia 26/04/18 valor de acima do estabelecido (1,96 mg/L), sendo que o limite da legislação é de 0,002 mg/L. Cabe ressaltar que foi identificado em desacordo em apenas 1 (uma) amostragem dentro do período, ou seja, um caso pontual que pode ter sido decorrente de algum problema na coleta ou análise do parâmetro, e portanto, deve ser acompanhado nos próximos monitoramentos.

O parâmetro fósforo apresentou valores acima do limite estabelecido para ambientes lântico (0,03 mg/L) de rio Classe 2 conforme a Resolução CONAMA n°357/2005 e Deliberação COPAM n° 01/2008.

O fósforo é um nutriente, originado naturalmente da dissolução de compostos presentes no solo e da decomposição da matéria orgânica. Sua presença na água superficial provavelmente pode estar relacionada com a contribuição de cargas difusas decorrente do uso de fertilizantes, e em menor escala relacionado com a contribuição de esgotos sanitários e efluentes industriais.

Foram identificados valores discrepantes de duas amostras em relação aos parâmetros sulfato e sólido dissolvido total (de sulfato na amostra do dia 09/04/18 e o parâmetro sólido dissolvido total na amostra do dia 16/04/18). Foi confirmada essa discrepância junto ao laboratório TASQA, que elaborou uma carta justificando o desvio ocorrido. Desta forma, não será apresentado o resultado destes parâmetros nos laudos dos dias mencionados.

Além dos resultados acima, foi realizada com uma amostra para análise, com todos os parâmetros da Resolução CONAMA n°357/2005 e Deliberação COPAM n° 01/2008, sendo que os resultados são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 32 – Resultados da amostragem completa da 2ª campanha de monitoramento de água superficial.**

Parâmetro	Unidade	Res. CONAMA e DN COPAM	Ponto 1
			03/04/2018
Materiais Flutuantes	---	Ausentes	ausente
Óleos e Graxas Visíveis	---	Ausentes	ausente
Corantes Artificiais	---	Ausentes	ausente
Resíduos Sólidos Objetáveis	---	Ausentes	ausente
Coliformes Termotolerantes (E. coli)	NMP/100m L	1000	<1,0 x 10 <sup>2</sup>
DBO	mg/L	≤5	3,55
DQO	mg/L	---	91
Oxigênio Dissolvido	mg/L	> 5	6,3
Turbidez	UNT	100	0,89
Cor Verdadeira	CU	75	9
pH (a 25°C)	---	6 - 9	7,62
Clorofila A	µg/L	30	<2,50
Densidade de Cianobactérias	ceL/mL	50000	1210

Parâmetro	Unidade	Res. CONAMA e DN COPAM	Ponto 1
			03/04/2018
Feof tina a	µg/L	-	<3,25
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	47
Condutividade elétrica	µS/cm	-	21,3
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,02
Antimônio	mg/L	0,005	<0,0010
Arsênio	mg/L	0,01	<0,0010
Bário	mg/L	0,7	0,0097
Berílio	mg/L	0,04	<0,0050
Boro	mg/L	0,5	<0,0050
Cádmio	mg/L	0,001	<0,0002
Chumbo	mg/L	0,01	<0,002
Cianeto Livre	mg/L	0,005	<0,005
Cloreto	mg/L	250	0,94
Cobalto	mg/L	0,05	<0,0050
Cobre Dissolvido	mg/L	0,009	<0,0050
Cromo	mg/L	0,05	<0,0050
Fenóis totais	mg/L	0,003	<0,001
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,022
Fluoreto Total	mg/L	1,4	<0,05
Fósforo Total	mg/L	0,03	0,016
Gosto	-	virtualmente ausente	ausente
Lítio total	mg/L	2,5	<0,025
Manganês	mg/L	0,1	0,014
Mercúrio	mg/L	0,0002	<0,00017
Níquel	mg/L	0,025	<0,0050
Nitrato (como N)	mg/L	10	0,23
Nitrito (como N)	mg/L	1	0,0057
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Obs (1)	<0,05
Odor	-	virtualmente ausente	ausente
Prata	mg/L	0,01	<0,0050
Selênio	mg/L	0,01	0,0022
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	-	0,5	<0,03
Sulfato	mg/L	250	<1,00
Sulfeto	mg/L	-	<0,005
Sulfetos (como H <sub>2</sub> S não dissociado)	mg/L	0,002	<0,001
Temperatura	°C	---	28
Urânio	mg/L	0,02	<0,010
Vanádio	mg/L	0,1	<0,0050
Zinco	mg/L	0,18	<0,0050

Parâmetro	Unidade	Res. CONAMA e DN COPAM	Ponto 1
			03/04/2018
Acrilamida	µg/L	0,5	<0,5
Alacloro	µg/L	20	<1,0
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,005	<0,001
Atrazina	µg/L	2	<1,0
Benzeno	mg/L	0,005	<2,0
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,05	<0,05
Benzo(a)pireno	µg/L	0,05	<0,01
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,05	<0,05
Carbaril	µg/L	0,02	<0,01
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,04	<0,01
2-Clorofenol	µg/L	0,1	<0,05
Criseno	µg/L	0,05	<0,05
2,4-D	µg/L	4	<0,5
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	µg/L	0,1	<0,01
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,05	<0,05
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,01	<4,0
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,003	<2,0
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,3	<0,05
Diclorometano	mg/L	0,02	<2,0
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	µg/L	0,002	<0,002
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	<0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0,056	<0,002
Endrin	µg/L	0,004	<0,002
Estireno	mg/L	0,02	<2,0
Etilbenzeno	µg/L	90	<2,0
Glifosato	µg/L	65	<60
Gution	µg/L	0,005	<0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	<0,01
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,05	<0,05
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,02	<0,01
Malation	µg/L	0,1	<0,01
Metolacloro	µg/L	10	<1,0
Metoxicloro	µg/L	0,03	<0,01
Paration	µg/L	0,04	<0,01
PCB's - Bifenilas Policloradas	µg/L	0,001	<0,001
Pentaclorofenol	mg/L	0,009	<1,0
Simazina	µg/L	2	<1,0
2,4,5-T	µg/L	2	<1,0
Tetracloroeto de Carbono	mg/L	0,002	<2,0
Tetracloroetano	mg/L	0,01	<2,0

Parâmetro	Unidade	Res. CONAMA e DN COPAM	Ponto 1
			03/04/2018
Tolueno	µg/L	2	<2,0
Toxafeno	µg/L	0,01	<0,01
2,4,5-TP	µg/L	10	<1,0
Triclorobenzenos	mg/L	0,02	<4,0
Tricloroetano	mg/L	0,03	<4,0
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,01	<5,0
Trifluralina	µg/L	0,2	<0,1
Xilenos	µg/L	300	<2,0
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,0065	<0,002
Tributilestanho	µg/L	0,063	<0,01
Benzidina	µg/L	0,001	<0,001

Obs (1): 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5

Pode-se verificar que todos os parâmetros analisados estão de acordo com a Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM nº 01/2008.

Os resultados da 2ª campanha demonstraram que na maioria dos parâmetros analisados, com exceção do fósforo e sulfeto, encontram-se dentro das condições exigidas para corpos d'água Classe 2, de acordo com as legislações vigentes, e pode-se afirmar que o Rio Araguari apresenta homogeneidade e boa condição de qualidade.

### **Conclusão**

Com o objetivo de definir a qualidade da água superficial do rio Araguari antes da operação da fábrica de celulose solúvel, a ser considerada como background e referência para estudos de monitoramento futuro, foram realizadas 2 (duas) campanhas de coletas e análises de água superficial, uma durante a estação de seca (18/07/17 a 11/08/17) e uma durante a estação chuvosa (03/04/18 a 26/04/18).

As análises englobaram os principais parâmetros estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM nº 01/2008 e Resolução CONAMA nº357/2005, no entanto também houve uma coleta em cada campanha para analisar todos os parâmetros.

Os resultados demonstraram que na maioria dos parâmetros analisados encontram-se dentro das condições exigidas para corpos d'água Classe 2, de acordo com as legislações vigentes, e destaca-se que o Rio Araguari apresenta homogeneidade e boa condição de qualidade.

Alguns parâmetros apresentaram-se em desacordo com as legislações, na 1ª campanha: manganês, DBO, pH, fósforo total e oxigênio dissolvido, e na 2ª campanha: sulfeto e fósforo.

Com relação aos resultados das análises na 1ª campanha, o ponto P01 apresentou o para o parâmetro pH valor de 5,7 mg/L, DBO de 5,2 mg/L, fósforo de 0,07 mg/L e manganês com valores acima de 0,1 mg/L. Para o P02, oxigênio dissolvido apresentou

valor de 4,5 mg/L, e o manganês também com valores em desacordo com a Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM nº 01/2008.

Na 2ª campanha, o parâmetro sulfeto apresentou valor de 1,96 mg/L e em alguns dias o fósforo total apresentou valores acima de 0,03 mg/L; todos em desacordo com a Resolução CONAMA nº357/2005 e Deliberação COPAM nº 01/2008.

É importante destacar que com exceção do manganês na 1ª campanha e fósforo na 2ª campanha, os demais parâmetros em desacordo, foram identificados em apenas 1 (uma) amostragem dentro do período, ou seja, casos pontuais que podem ter sido decorrente de algum problema na coleta ou análise do parâmetro, e portanto, devem ser acompanhados nos próximos monitoramentos.

Segundo IGAM (2014), o manganês é um importante constituinte da camada de substrato dos solos no estado de Minas Gerais e pode ser considerado natural das águas superficiais. Assim como o ferro, que também verificou-se presente na água superficial.

O fósforo é um nutriente, originado naturalmente da dissolução de compostos presentes no solo e da decomposição da matéria orgânica. Sua presença na água superficial provavelmente pode estar relacionada com a contribuição de cargas difusas decorrente do uso de fertilizantes, e em menor escala relacionado com a contribuição de esgotos sanitários e efluentes industriais.

## **8.1.8.2 Recursos Hídricos Subterrâneos**

### **8.1.8.2.1 Introdução**

A ocorrência, o modo de armazenamento e a circulação dos recursos hídricos subterrâneos estão diretamente atrelados às características litológicas e estruturais das unidades geológicas existentes, as quais determinam o potencial hídrico de um determinado aquífero. Dessa forma, o presente item visa elaborar uma caracterização hidrogeológica das áreas de influência do empreendimento.

### **8.1.8.2.2 Metodologia**

A descrição das Unidades Hidrogeológicas presentes nas áreas de influência do empreendimento se deu por meio de dados secundários, principalmente através do PARH - Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Afluentes Mineiros do Paranaíba (PN1) (CBH AMAP, 2013) e do Rio Araguari (PN2) (COBRAPE, 2013).

### **8.1.8.2.3 Caracterização Regional (AII)**

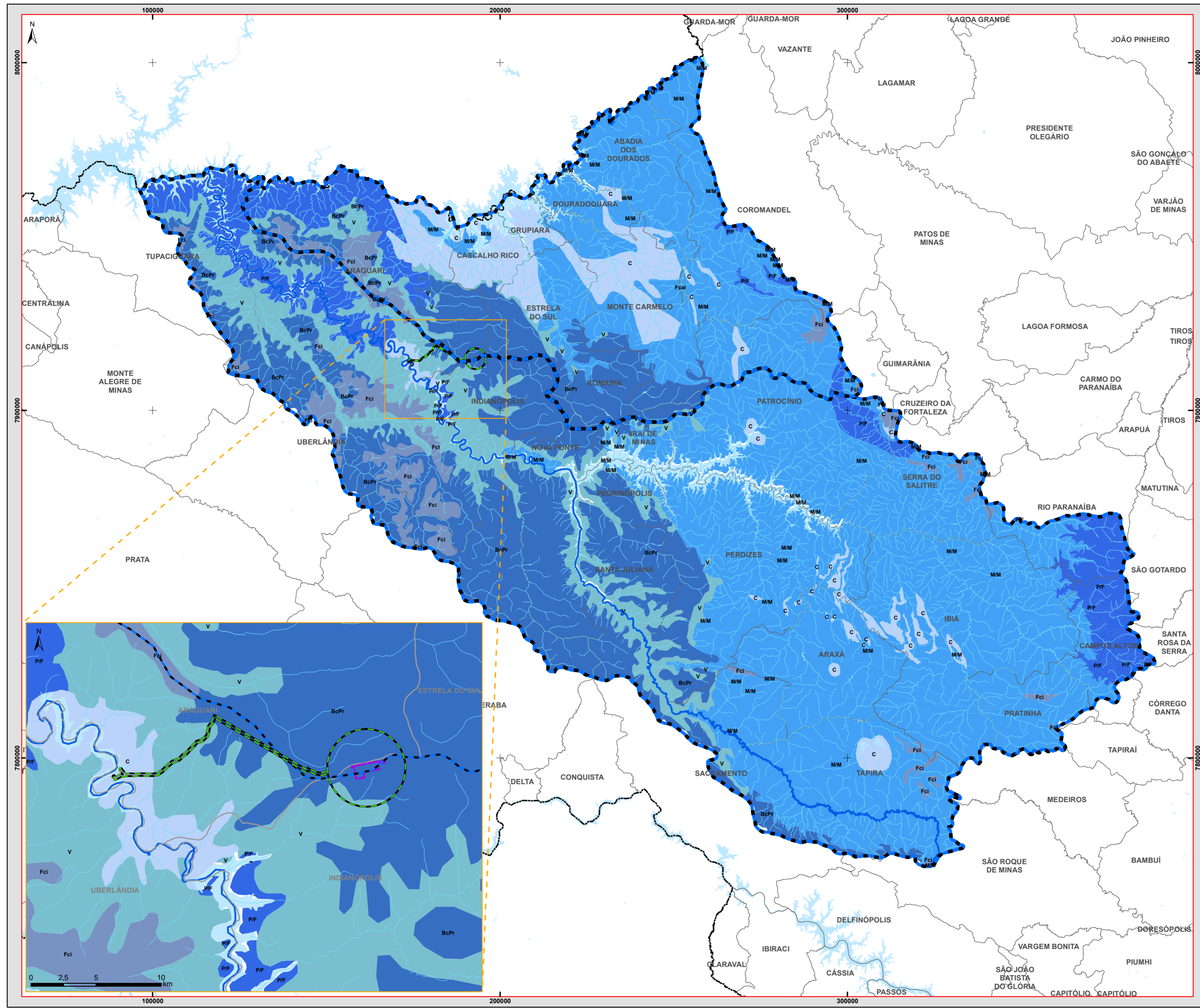
Os sistemas aquíferos, em função da forma como armazenam e transmitem água, são divididos nos domínios poroso e fraturado. O domínio poroso é formado pelas rochas que armazenam água nos espaços entre os grãos constituintes (arenitos e folhelhos, por exemplo). No domínio fraturado não existem espaços entre os grãos da rocha. A água ocupa os espaços representados por fissuras ou fraturas, juntas, falhas e, em casos particulares, vesículas. O potencial hídrico está vinculado à abertura, densidade e interconexão destas anisotropias, que é significativamente influenciada pela



tectônica recente (neotectônica). O Mapa Hidrogeológico (conforme figura a seguir) ilustra os sistemas aquíferos presentes na AII.

De acordo com (CBH AMAP, 2013) e (COBRAPE, 2013), na UPGRH PN1 (Afluentes Mineiros do Paranaíba) e na UPGRH PN2 (Rio Araguari), o domínio poroso é representado pelos aquíferos Bauru e Mata da Corda e o domínio fraturado pelos sistemas aquíferos Cristalino Sudeste de Goiás, Canastra, Araxá, Bambuí, Serra Geral e Paranoá. A característica dos poços tubulares nas UPGRHs, por aquífero, é apresentada nas tabelas a seguir, de acordo com a disponibilidade de dados.

**Figura 55 – Mapa de Recursos Hídricos Subterrâneos.**



**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**LEGENDA**

- Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
- Área de Influência Direta - AID
- All Para os Meios Físico e Biótico
- Hidrografia
- Rio Araguari
- Corpo D'água
- Limite Municipal
- Limite Estadual

**Hidrogeologia**

- Fcal - Aluviões
- BcPr - Bacia Indiferenciada
- Bci - Bacia do Paraná
- C - Cristalino
- Fci - Formações Cenozóicas Indiferenciadas
- M/M - Metassedimento/Vulcanica
- P/F - Poroso/Fissural
- V - Vulcânica

ESCALA GRÁFICA: 0 5 10 20 30 40 50 km

DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:

- Limites Municipais/Estaduais e Hidrografia (IBGE, 2015);
- UPRH (IGAM, 2017)
- Hidrogeologia (CPRM, 2007)

**PÖYRY**

**PROJETO AMADEUS**

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**UPH - RIO ARAGUARI/UPH - RIO DOURADOS**

**HIDROGEOLOGIA**

ESCALA: 1:750.000      DATA: Outubro/2018

FIGURA Nº: 8.1.9.3-1      FOLHA: 1/1      TAMANHO: A2

RESP. TÉCNICO:      ASSINATURA:      REV: 0

**Tabela 33 – Características dos poços por Aquífero na UPGRH PN1 (Afluentes Mineiros do Paranaíba)**

Aquífero N=226 poços	Profundidade (m)				Nível Estático (m)				Nível Dinâmico (m)				Vazão (m <sup>3</sup> /h)					Capacidade Específica (m <sup>3</sup> /h/m)				
	Mín	Méd	Máx	N	Mín	Méd	Máx	N	Mín	Méd	Máx	N	Mín	Méd	Med	Máx	N	Mín	Méd	Med	Máx	N
Mata da Corda	50,9	78	17	29	0	14	27	24	11	30	53	22	1,62	19,6	14,8	80	22	0,06	2,25	1,40	11,69	21
BambuÍ	60	100	306	17	2	8	12	11	28	39	63	10	2,0	11,5	12,1	29	12	0,07	0,43	0,38	0,874	10
Bauru	52	77	101	6	8,6	17	28	6	30	40	50	6	1,4	11,6	9,9	22	6	0,02	0,51	0,35	1,262	6
Araxá	35	70	120	26	0	7	15	22	10	39	87	19	1,0	14,2	11,0	55	23	0,05	0,76	0,31	5,324	19
Canastra	36	72	137	59	0	9	64	53	4,6	28	66	52	3,0	34,0	40,0	82	52	0,07	2,05	2,15	6,278	50
Cristalino Sudeste de Goiás	70	80	96	6	1,8	6	10	5	25	48	71	4	2,7	22,4	15,8	55	4	0,04	0,81	0,64	1,932	4

Fonte: (CBH AMAP, 2013). N = Número de dados; Med = Mediana.

**Tabela 34 – Características dos poços por Aquífero na UPGRH PN2 (Rio Araguari)**

Aquífero N=240 poços	Profundidade (m)				Nível Estático (m)				Nível Dinâmico (m)				Vazão (m <sup>3</sup> /h)					Capacidade Específica (m <sup>3</sup> /h/m)				
	Mín	Méd	Máx	N	Mín	Méd	Máx	N	Mín	Méd	Máx	N	Mín	Méd	Med	Máx	N	Mín	Méd	Med	Máx	N
Mata da Corda	80	93	100	4	10	21	38	4	29	57	70	4	0,5	6,7	4,6	17	4	0,01	0,43	0,31	1,085	4
Bauru	76	79	82	3	0,5	14	42	3	16	36	69	3	1,8	25,7	18,9	57	3	0,07	1,51	0,80	3,65	3
Serra Geral	44	85	120	9	0	21	42	8	6	42	78	8	2,55	22,6	16,2	90	8	0,03	3,36	1,45	15,99	8
Misto Bauru/Serra Geral	72	78	86	3	16,1	17	17	2	35	46	58	2	14,4	15,2	15,2	16	2	0,35	0,62	0,62	0,889	2
Araxá	49	101	150	29	0,85	10	31	23	10	59	99	25	0,54	12,2	6,5	55	27	0,01	1,23	0,13	15,11	24
Canastra	18	91	162	21	2,7	12	25	10	12	53	95	10	0,8	5,9	7,0	14	13	0,03	0,16	0,12	0,441	10
Cristalino Sudeste de Goiás	9	72	140	118	4,6	21	42	14	7	51	94	15	1,94	20,7	10,3	64	15	0,06	1,53	0,75	11,71	15

Fonte: (COBRAPE, 2013). N = Número de dados; Med = Mediana.

O sistema aquífero Bauru corresponde a espessos pacotes de sedimentos compostos por arenitos finos a médios, intercalados por camadas de siltitos e argilitos, depositados em duas fases distintas sobre os basaltos da Formação Serra Geral. São classificados como do tipo poroso e livre, podendo apresentar-se localmente confinados. Em se tratando de produtividade, a vazão média dos poços em Goiás é de 10,5 m<sup>3</sup>/h, na bacia do Paranaíba de 12,3 m<sup>3</sup>/h, na UPGRH PN1 de 11,6 m<sup>3</sup>/h e na UPGRN PN2 de 22,0 m<sup>3</sup>/h. Os poços perfurados em área de exposição do Grupo Bauru que também interceptam os basaltos da formação Serra Geral em profundidade possuem vazão média inferior a 15 m<sup>3</sup>/h.

O sistema aquífero Mata da Corda é constituído essencialmente por arenitos da formação Capacete, além de lavas alcalinas e tufos da formação Patos, o que lhe atribui uma característica de aquífero do tipo misto, ou seja, uma mistura entre os domínios Poroso e Fissural. Na porção aflorante na bacia foi considerado somente como Poroso, uma vez que a análise do perfil dos poços cadastrados mostra que a grande maioria deles não intercepta as rochas vulcânicas da Formação Patos. Apesar de não ser regionalmente considerado um aquífero de produtividade alta, a vazão média dos poços na bacia do Paranaíba apresentou-se relativamente elevada, em torno de 17m<sup>3</sup>/h e na UPGRH PN1 em torno de 19,5 m<sup>3</sup>/h e na UPGRH PN2 de 7m<sup>3</sup>/h. Tal fato pode estar relacionado à interceptação em profundidade, no caso de alguns poços, de arenitos do aquífero Areado, de maior produtividade média.

O sistema aquífero Cristalino Sudeste de Goiás é constituído por rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, além de gnaisses, granitos e granitóides do embasamento. Trata-se do aquífero com menor disponibilidade hídrica da bacia em razão da natureza de suas rochas, onde é baixa a densidade e interconectividade das falhas e fraturas, além da associação com coberturas de solos geralmente pouco espessas. Na bacia do Paranaíba, os poços presentes possuem vazão estabilizada e capacidade específica médias de 7,5m<sup>3</sup>/h e 0,39 m<sup>3</sup>/h/m, respectivamente, sendo alta a incidência de poços secos ou com vazões muito baixas. Considerando os poços da UPGRH PN1, foi obtida uma vazão média bem mais elevada, de 20 m<sup>3</sup>/h, mas que não é considerada representativa devido ao baixo número de dados disponíveis (apenas quatro poços). Na UPGRH PN2 não há dados de poços pertencentes à porção fissural do aquífero.

O sistema aquífero Canastra engloba as rochas das formações Paracatu, Serra do Landim e Chapada dos Pilões, além dos grupos Canastra indiviso, Ibiá e Vazante. Localmente, a ocorrência de lentes de mármore do Grupo Canastra e de calcários do Grupo Vazante caracteriza um subsistema fissuro-cárstico de extensão muito restrita, mas de elevada produtividade. Para a UPGRH PN1, a vazão média dos poços do aquífero Canastra fissural foi de 34 m<sup>3</sup>/h, valor muito superior à vazão média obtida toda a bacia do Paranaíba, que é de 12,8 m<sup>3</sup>/h. O valor mais elevado deve-se ao grande número de poços de alta vazão no município de Guarda-Mor, os quais provavelmente captam, em profundidade, a porção fissuro-cárstica do aquífero, que em toda a bacia possui vazão média de 51m<sup>3</sup>/h. Na UPGRH PN2 a vazão média é de 6m<sup>3</sup>/h, inferior à média da bacia do Paranaíba.

O sistema aquífero Araxá é formado predominantemente de xistos, rocha de composição geralmente argilosa cujas fraturas tendem a se fechar em profundidade, atribuindo-lhe um baixo potencial hidrogeológico. Segundo dados regionais, a vazão média dos poços é de 6,9 m<sup>3</sup>/h, sendo alta a incidência de poços secos ou de vazão muito baixa. Na bacia a vazão média dos poços do Araxá é de 8,3 m<sup>3</sup>/h, com

capacidade específica de  $0,42 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ . Na UPGRH PN1, a vazão média obtida foi de  $14 \text{ m}^3/\text{h}$  e na UPGRH PN2 de  $12,2 \text{ m}^3/\text{h}$ .

O sistema aquífero Bambuí está localizado na porção extremo sudeste da bacia do Paranaíba, com área de afloramento de  $4.169 \text{ Km}^2$ , quase inteiramente localizada na UGH Afluentes mineiros do Alto Paranaíba (UPGRH PN1). Regionalmente, subdivide-se nos subsistemas fraturado, fissuro-cárstico e cárstico, apresentando-se extremamente heterogêneo em termos de disponibilidade hídrica e produtividade de poços. Na bacia do Paranaíba não foi possível diferenciar os subsistemas devido à insuficiência de dados geológicos e hidrogeológicos, pois o mapa geológico não diferencia as formações geológicas do Grupo Bambuí e há poucos poços com perfil geológico. Os poços presentes nesse sistema possuem vazão estabilizada e capacidade específica médias de  $11,5 \text{ m}^3/\text{h}$  e  $0,43 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , respectivamente. Na UPGRH PN2 não há dados de poços pertencentes à porção fissural do aquífero.

O sistema aquífero Serra Geral corresponde, em termos geológicos, à Formação Serra Geral do Grupo São Bento. Caracteriza-se pela inexistência de espaços entre os grãos da rocha e a água ocupa os espaços representados por fissuras ou fraturas, juntas, falhas e, em casos particulares, vesículas. O potencial hídrico é variável, estando vinculado à abertura, densidade e interconexão destas anisotropias, que é significativamente influenciada pela tectônica recente (neotectônica). O sistema possui esta permeabilidade secundária associada também às zonas de contato existentes entre os sistemas de diques basálticos e as rochas encaixantes. Em algumas regiões sofre restrições de uso devido às altas concentrações de ferro e manganês, provavelmente de origem não-antrópica. Na UPGRH PN1 possui área de afloramento muito reduzida e tampouco há poços cadastrados que o representem. Na UPGRH PN2 a vazão média é de  $22,6 \text{ m}^3/\text{h}$ . Na bacia do Paranaíba a vazão é de  $14,3 \text{ m}^3/\text{h}$ , com capacidade específica de  $1,25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ .

#### 8.1.8.2.4 Disponibilidade Hídrica Subterrânea

A disponibilidade hídrica subterrânea foi caracterizada através do cálculo do escoamento de base observado nas estações fluviométricas utilizadas no estudo hidrológico, correspondendo assim às reservas ativas ou reguladoras, que são renovadas anualmente pelos aquíferos. De forma conservadora, não foram consideradas, portanto, entre as reservas hídricas subterrâneas, as reservas permanentes a fim de não considerar a depleção do volume de água permanente dos aquíferos. No Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paranaíba, foi considerado que 50% da reserva ativa estaria disponível para ser explorada, correspondendo à disponibilidade hídrica subterrânea.

As tabelas a seguir apresentam a reserva ativa e a disponibilidade hídrica nas UPGRHs PN1 e PN2 e nos Pontos de Controle (PCs). Verifica-se que:

- A UPGRH PN1 apresenta reserva ativa da ordem de  $110,42 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $4,93 \text{ L}/\text{s}.\text{km}^2$ ) que resulta na disponibilidade hídrica subterrânea de  $55,21 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $2,47 \text{ L}/\text{s}.\text{km}^2$ );
- A UPGRH PN2 apresenta reserva ativa da ordem de  $144,68 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $6,87 \text{ L}/\text{s}.\text{km}^2$ ) que resulta na disponibilidade hídrica subterrânea de  $72,34 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $3,43 \text{ L}/\text{s}.\text{km}^2$ ).

**Tabela 35 – Reserva ativa e disponibilidade hídrica subterrânea dos pontos e controle e na UPGRH PN1 (Afluentes Mineiros do Paranaíba)**

Ponto de Controle	Descrição do Ponto de Controle	Área (km <sup>2</sup> )	Reserva Ativa		Disponibilidade Hídrica	
			(m <sup>3</sup> /s)	(L/s.km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(L/s.km <sup>2</sup> )
1	Confluência Rio Samambaia - Rio São Marcos	1.675,83	5,79	3,45	2,90	1,73
2	Estação - 60020000	2.848,95	9,84	3,45	4,92	1,73
3	UHE Batalha	2.183,06	11,93	5,47	5,97	2,74
4	Foz do Rio São Marcos	5.242,56	24,65	4,70	12,33	2,35
5	Estação - 60110000	1.861,63	5,51	2,96	2,76	1,48
6	Estação - 60150000	871,75	5,22	5,98	2,61	2,99
7	Foz do Rio Jordão	949,34	8,88	9,35	4,44	4,68
14	Foz do Rio Araguari	2.563,10	21,96	8,57	10,98	4,29
60	Estação - 60011000	3.814,10	13,29	3,48	6,65	1,74
61	UHE Escada Grande	3.848,16	23,49	6,10	11,75	3,05
62	Confluência Rio Verde MG - Rio Paranaíba	2.012,87	8,42	4,18	4,21	2,09
63	UHE Emborcação	4.609,22	17,64	3,83	8,82	1,92
<b>UPGRH</b>	-	<b>22.408,67</b>	<b>110,42</b>	<b>4,93</b>	<b>55,21</b>	<b>2,47</b>

Fonte: (CBH AMAP, 2013).



**Tabela 36 – Reserva ativa e disponibilidade hídrica subterrânea dos pontos e controle e na UPRGH PN2 (Rio Araguari)**

Ponto de Controle	Descrição do Ponto de Controle	Área (km <sup>2</sup> )	Reserva Ativa		Disponibilidade Hídrica	
			(m <sup>3</sup> /s)	(L/s.km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(L/s.km <sup>2</sup> )
10	Confluência rio Misericórdia - rio São João	4.070,8	30,8	7,57	15,4	3,78
11	UHE Nova Ponte	11.100,0	65,08	5,86	32,54	2,93
12	Estação - 60350000	1.894,1	22,44	11,85	11,22	5,92
13	Confluência rio Uberabinha - rio Araguari	2.048,4	9,25	4,52	4,62	2,26
<b>UPGRH</b>	-	<b>21.063,5</b>	<b>144,68</b>	<b>6,87</b>	<b>72,34</b>	<b>3,43</b>

Fonte: (COBRAPE, 2013).

#### 8.1.8.2.5 Caracterização Local (AID e ADA)

Segundo o Mapa Hidrogeológico, apresentado anteriormente, a área do empreendimento está sob áreas em que predominam aquíferos porosos, pertencentes ao Grupo Bauru (formação Marília).

O nível basal do Aquífero Bauru é representado por uma camada contínua de conglomerados, de 4m de espessura média, com relativa importância no processo de armazenamento e circulação de água. A maior parte dos poços com informação litológica revela que eles não alcançam tal unidade aquífera, deixando de explorar esse manancial.

Segundo (VELASQUEZ, et al, 2008), a recarga natural do Aquífero Bauru está associada à infiltração direta da precipitação nos sedimentos Bauru (453,2 km<sup>2</sup>), como também, nos solos silto-arenosos sobrepostos com espessuras de 5 a 10 m. Tal unidade pedológica (569,9 km<sup>2</sup>) contém níveis grosseiros, coluvionares, que recobrem parte do topo e quase totalidade das rampas do contato arenito/basalto.

Ainda segundo o estudo desenvolvido pelos autores citados anteriormente, desenvolvido em Araguari/MG, o Aquífero Bauru é predominantemente livre, apresentando condições de subconfinamentos localizados e com coeficientes de armazenamento de 0,12, permeabilidade média de  $2,3 \times 10^{-3}$  cm/s ( $3,0 \times 10^{-3}$  a  $1,63 \times 10^{-3}$  cm/s) e transmissividade média de 76 m<sup>3</sup>/h/m (31,04 a 126,85 m<sup>3</sup>/h/m). O valor de porosidade efetiva de 0,15 tem sido mais comumente encontrado em outras localidades na bacia do Paraná.

A espessura mais frequente (a partir das informações das profundidades dos poços) está entre 50 e 60 m (média: 54 m), e a espessura saturada média está em torno de 38 m. Os valores médios de vazão e capacidade específica são de 22 m<sup>3</sup>/h e 1,0 m<sup>3</sup>/h/m.

A maior frequência de vazões está na faixa de 10 a 20 m<sup>3</sup>/h (60 poços, 32%), com máxima excepcional de 100 m<sup>3</sup>/h.

A capacidade específica, estimada a partir da vazão média (22 m<sup>3</sup>/h) e rebaixamento médio (24 m), é de 0,92 m<sup>3</sup>/h/m, equivalente, portanto, à média das capacidades específicas (1,0m<sup>3</sup>/h/m). Os valores mais frequentes estão entre 0,5 e 1,0 m<sup>3</sup>/h/m, 40,6% dos poços. As profundidades mais frequentes dos poços estão entre 50 e 60 m.

A boa produtividade, pouca profundidade e a natureza do material litológico facilitam a exploração desse aquífero na atualidade, sendo elevada a densidade de poços em algumas áreas o que, em longo prazo, pode comprometer a produtividade nessas áreas.

#### **8.1.8.2.5.1 Qualidade das Águas Subterrâneas**





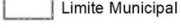
Para verificação da qualidade de água subterrânea nas proximidades da área do empreendimento, foram executados 06 (seis) furos de sondagem SPT e instalados 06 (seis) poços de monitoramento (conforme figuras a seguir), conforme norma vigente para resistência de solos, ambos a percussão, com circulação de água e ensaio padrão de penetração dinâmica, totalizando 180,80 metros de perfuração a percussão e 187,08 metros de perfuração para os poços de monitoramento.

##### **Locais de amostragem**

Os pontos de coletas foram definidos com o objetivo de conhecer a qualidade da água subterrânea na região de implantação da fábrica de celulose solúvel antes de sua operação, portanto, sendo considerada como background, que será utilizada como referência para estudos de monitoramento futuro.

A definição dos locais de amostragem foi em função da localização da fábrica, conforme indicado na figura a seguir.



-  Pontos de Monitoramento de Água Subterrânea
-  Área Diretamente Afetada - ADA - Área de Implantação da Fábrica
-  Área de Influência Direta - AID
-  Via Pavimentada
-  Limite Municipal

ESCALA GRÁFICA:  
0 0,5 1 2 km

DATUM: SIRGAS 2000 - Fuso 23K  
PROJEÇÃO: UTM

REFERÊNCIAS UTILIZADAS:

- Limites Municipais/Estaduais e Hidrografia (IBGE, 2015);
- Vias (DENIT, 2017)

Pontos de Monitoramento de Águas Subterrâneas		
Ponto	Norte	Leste
PM 01	7915251,788	193075,787
PM 02	7915101,814	192040,738
PM 03	7914073,506	192232,055
PM 04	7914692,485	193181,495
PM 05	7914801,350	193834,162
PM 06	7915186,134	193774,163

**Figura 56 – Poços de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea.**



**Figura 57 – Poço PM01. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 58 – Poço PM02. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 59 – Poço PM03. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 60 – Poço PM04. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 61 – Poço PM05. Fonte: GEOTORK, 2018.**



**Figura 62 – Poço PM06. Fonte: GEOTORK, 2018.**

### **Parâmetros**

Para verificar as condições atuais da água subterrânea foram analisados todos os parâmetros que constam na lista de valores de investigação da Resolução CONAMA nº420/2009 e Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011.

### **Metodologia**

Os procedimentos de coleta seguiram as diretrizes da norma brasileira ABNT NBR 15847/2010 “Amostragem de águas subterrâneas em poços de monitoramento- Métodos de Purga”.

Dentre os Métodos de Purga descritos na norma, o método de amostragem recomendado para este monitoramento foi o “Purga de Baixa Vazão”. Neste método a purga foi realizada por meio de taxas de bombeamento reduzidas (entre 0,05 L/min e 1,0 L/min), com compatíveis com a capacidade de produção do poço de monitoramento, que não causem o rebaixamento excessivo do nível da água, evitando a coleta de água não representativa.

Durante o bombeamento, água purgada passou por uma célula de fluxo, acoplada de eletrodos, para monitoramento dos parâmetros indicadores de qualidade (pH, condutividade elétrica, temperatura, potencial redox e oxigênio dissolvido) até que foram encontrados três valores próximos e sucessivos de cada parâmetro, que foi a indicação de que se alcançaram as condições ideais para a amostragem. As medidas consideradas variaram dentro de intervalos mínimos, conforme os critérios apresentados na Tabela a seguir.

**Tabela 37 – Critérios de estabilização para amostragem em baixa vazão.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Variação limite (Fonte: ABNT – NBR 15847/2010)</b>
Temperatura	± 0,5 °C
pH	± 0,2 unidade
Condutividade elétrica	± 5,0 % das leituras
Oxigênio dissolvido	± 10,0 % das leituras ou ± 0,2 mg/L (o que for maior)
Potencial redox (Eh)	± 20 mV

Ao serem atingidas as condições ideais de amostragem, as mangueiras descartáveis foram imediatamente desacopladas da célula de fluxo, e utilizadas para transferência da água diretamente nos frascos fornecidos pelo laboratório.

As alíquotas das amostras de água destinadas às análises de metais dissolvidos foram filtradas em campo.

As amostras foram devidamente identificadas, listadas na guia de remessa de amostras e mantidas refrigeradas (4 °C + ou – 2 °C) em caixas térmicas até a chegada ao laboratório.

Os procedimentos de preservação e análise das amostras de água subterrânea seguiram as diretrizes da Norma “*Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater, 23<sup>rd</sup> Edition*”.

As análises foram realizadas pelo laboratório Água e Terra para análise, que possui acreditação na Norma ISSO/IEC 17025.

### **Resultados**

Na tabela a seguir é apresentada uma síntese dos resultados das análises de água subterrânea, incluindo os valores de investigação de águas subterrâneas – Anexo II da Resolução CONAMA 420/2009 e Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011.









Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 420/2009	Deliberação Normativa COPAM n° 166/2011	P01	P02	P03	P04	P05	P06
Lindano (g-HCH)	µg/L	2	2	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Bifenilas policloradas - PCB's	µg/L	3,5	3,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

\*somatório de triclorobenzenos: 20 µg/L

O parâmetro alumínio apresentou valores na faixa de 0,201 a 0,649 mg/L, todos os pontos estão abaixo do valor de investigação estabelecido pela Resolução CONAMA nº420/2009 e Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011(3,5 mg/L).

Em todos os pontos analisados, os parâmetros antimônio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, nitrato, prata, selênio e vanádio apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método, ou seja, bem abaixo dos valores de investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA nº420/2009 e Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011.

O parâmetro boro apresentou valores na faixa de <0,100 a 0,376 mg/L, todos os pontos abaixo do valor de investigação estabelecido pela Resolução CONAMA nº420/2009 e Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 (0,5 mg/L).

Em todos os pontos analisados para os parâmetros ferro e zinco, apresentaram as faixas de concentração de 0,132 a 1,130 mg/L para ferro e 0,011 a 0,047 mg/L para zinco, portanto, abaixo dos valores de investigação estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009.

Em relação aos compostos orgânicos analisados, todos os pontos apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do método. Exceto para o parâmetro clorofórmio que apresentou valores na faixa de <2,0 a 126 µg/L, no entanto, abaixo dos valores de investigação estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009.

### **Conclusão**

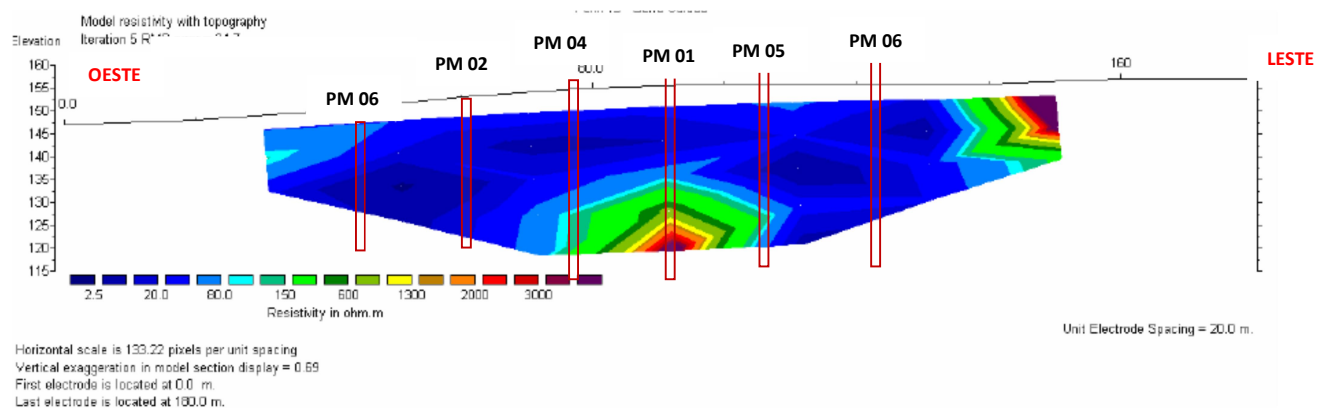
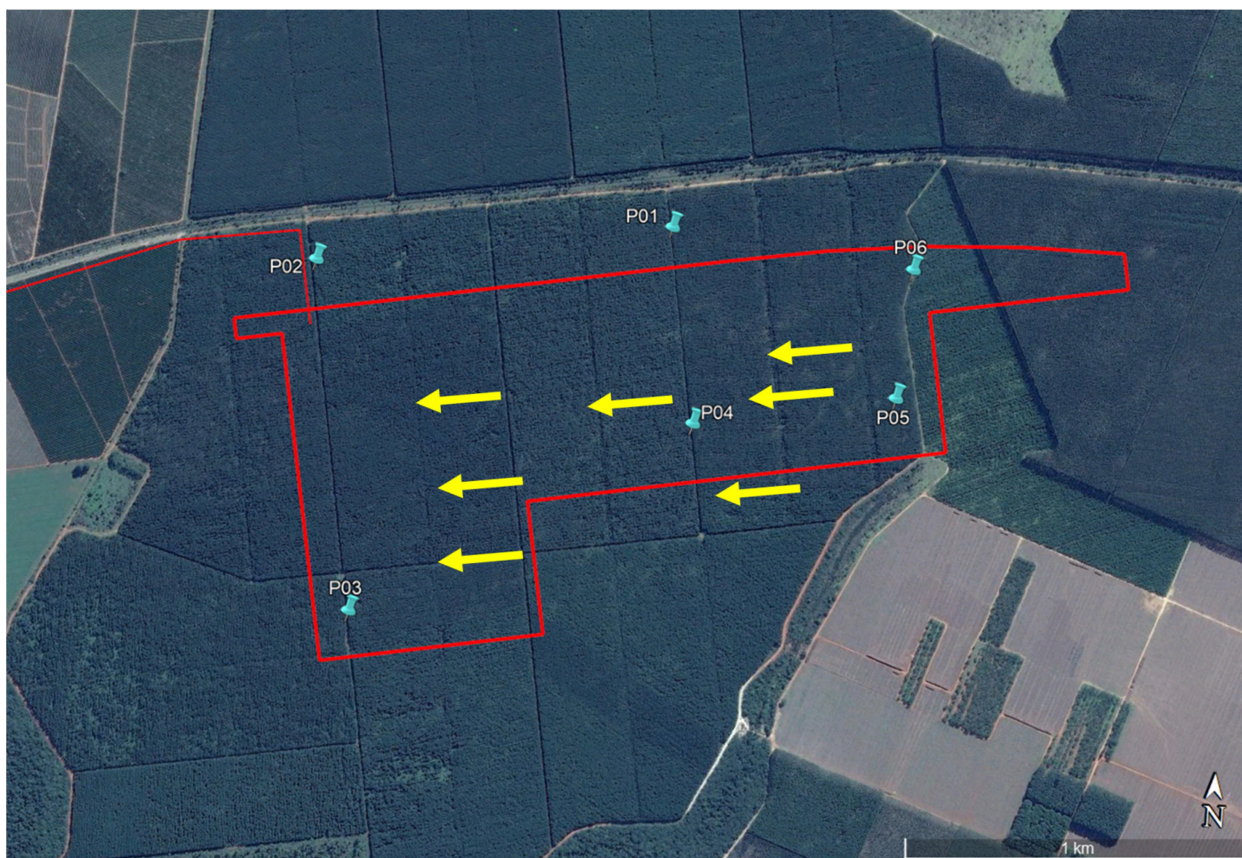
Com o objetivo de definir a qualidade da água subterrânea da região de implantação da fábrica de celulose solúvel antes da sua operação, a ser considerada como background e referência para estudos de monitoramento futuro, foram realizadas coletas e análises de água subterrânea e solo, através de uma campanha realizada em junho e julho de 2018.

As análises englobaram todos os parâmetros que constam na lista de Valores de Referência de Qualidade da Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009.

Pode-se concluir que não foi encontrada nenhuma alteração que indicasse contaminação de solo nos pontos avaliados, uma vez que todos os resultados apresentaram valores de investigação abaixo dos limites estabelecidos na Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011 e Resolução CONAMA nº420/2009.

#### **8.1.8.2.5.2 Sentido do fluxo do lençol freático**

Por meio das sondagens e da instalação dos poços de monitoramento, pode-se observar, inicialmente, o sentido do fluxo do lençol freático, definido a partir do nível d'água observado. Dessa forma, observou-se que o lençol freático percola de Leste para Oeste, de forma linear, conforme ilustrado na figura a seguir.



**Figura 63 – Sentido do fluxo freático a partir do nível de água encontrado na sondagem.  
Fonte: GEOTORK, 2018.**

### 8.1.9 Referências

- ALMEIDA, L. A. et al. Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. [S.l.]: ANA, 2007.
- ANA. Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba: resumo executivo. Brasília: ANA, 2013.
- CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. Revista Brasileira de Geociências. [S.l.]: [s.n.], 1997.
- CBH AMAP. Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba. [S.l.]: CBH AMAP, 2013.
- CECAV. Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas. CECV, 2018. Acesso em: 2018.
- COBRAPE. Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Rio Araguari. [S.l.]: COBRAPE, 2013.
- COBRAPE/ANA. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (PRH-Paranaíba). [S.l.]: COBRAPE, 2011.
- CPRM. Geodiversidade do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM, 2010.
- CPRM/CODEMIG. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais (1: 1.000.000). Belo Horizonte: CPRM/CODEMIG, 2014.
- DNPM/SIGMINE. SIGMINE. Sistema de Informações Geográficas da Mineração, 2018. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 10 Junho 2018.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- FONSECA, M. A.; DARDENE, M. A.; UHLEIN, A. Faixa Brasília setor setentrional: estilos estruturais e arcabouço tectônico. [S.l.]: [s.n.], 1995.
- FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M.; SILVA, L. J. H. D. Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia. [S.l.]: [s.n.], 1994.
- GEOTORK. Relatório Técnico SPT. Uberaba: GEOTORK, 2018.
- INMET. Normais Climatológicas: Estação Uberlândia/MG. [S.l.]: [s.n.], 2018.
- MENDES, P. C. A gênese espacial das chuvas na cidade de Uberlândia-MG. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2001.
- MONTEPLAN. Resumo executivo do plano de recursos hídricos do rio Araguari. Monte Carmelo: MONTEPLAN, 2011.
- PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. Geology. [S.l.]: [s.n.], v. 20, 1992.
- PÖYRY. Laudo de Monitoramento de Água Superficial. São Paulo: PÖYRY, 2018.
- RIBEIRO, A. G.; ET AL. Probabilidade de Ocorrência de Umidades Relativas Agressivas em Uberlândia-MG. Rio de Janeiro: [s.n.], 2000.

SAADI, A. Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais (tensões intraplacas, descontinuidades crustais e morfogênese). Tese de Doutorado. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1991.

SILVA, E. M.; ASSUNÇÃO, W. L. O Clima na Cidade de Uberlândia - MG. Uberlândia: [s.n.], 2004.

UFV/UFLA. Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFRV/UFLA, 2010.

VELÁSQUEZ, L. N. M. et al. Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos Bauru e Serra Geral e Avaliação das Reservas do Aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais. Belo Horizonte: ABAS, 2008.

ZALAN, P. V. et al. Bacia do Paraná. In: RAJA GABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J. (Coords.). Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1990.