

## 11.8 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO



**PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO**

**RESIDENCIAL BARNOUD**

© 2022 TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

Relatório de Impacto de Vizinhança - RIV | SHIS Q1 09/11 - BLD 9 - SALA 106 A 108 - LAGO SUL - DF - CEP: 71.625-00 BRASIL

# PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

## RESIDENCIAL BARNOUD

REGIÃO ADMINISTRATIVA DE PLANALTINA – RA PLAN

---

Residencial Barnoud

Quadras 15 a 18, RA PLAN

Responsável pelo Empreendimento

Residencial Barnoud

---

**TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL**

SHIS QI 09/11 BLOCO B SL 106 A 108 - 71625-172 – Brasília – DF

Fone/Fax: (61) 3256 – 2227 / 9 8492-8095

[thalesthiagoengenharia@gmail.com](mailto:thalesthiagoengenharia@gmail.com)

CNPJ 35.425.146/0001-63

### Responsáveis Técnicos

- Eng. **Thales Thiago Sousa Silva** – CREA 22.706/D-DF – Eng<sup>o</sup> Civil, Ambiental, Sanitarista e Segurança do Trabalho;
- Eng. **Felipe Nascimento Gomes** – CREA 29.388/D-DF – Eng<sup>o</sup> Civil.

### Equipe Técnica

- Eng. **Yuri Stephano** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Paulo Henriky** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **João Vitor Rabelo** – Eng<sup>o</sup> Civil;
- Eng. **Rafael Fragassi** – Eng<sup>o</sup> Florestal;
- Arq. **Synthya Moreira** – Arquiteta
- Arq. **Ana Karolina** – Arquiteta
- Arq. **Vinícius Gomes** – Arquiteto

PROJETO.INF.PAV.BARNOUD.00



---

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), encontra-se nos **Anexos**.

**REGIÃO ADMINISTRATIVA DE PLANALTINA - DF****PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO****TT ENGENHARIA**

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL

REVISÕES						
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV	DATA	APROV
05						
04						
03						
02						
01						
00	MAIO/23	ESTUDO INICIAL	FELIPE	THALES	Thales	Thales
			TT ENG.			BARNOUD

**SUMÁRIO**

1. APRESENTAÇÃO.....	8
2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	9
2.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N” .....	9
2.1.1 Descrição Do Empreendimento .....	9
2.1.2 Consideração de Frota.....	10
2.1.3 Dimensionamento do Tráfego .....	12
2.2 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO .....	17
2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS.....	17
3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....	18
3.1 ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO.....	18
3.1.1 Ensaios geotécnicos.....	18
3.1.2 Cálculo do CBR de projeto .....	22
4. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DO PAVIMENTO .....	22
4.1 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO .....	22
4.2 PRESSUPOSTOS DE DIMENSIONAMENTO.....	23
4.2.1 Drenagem.....	23
4.2.2 Condições das Camadas da Estrutura do Pavimento .....	23
4.2.3 Infraestrutura das Vias .....	23
4.3 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO EM CBUQ (LEVE E MÉDIO)...	23
4.3.1 Cálculos Das Espessuras Das Camadas Do Pavimento – Tráfego Leve (Ip-04 Pmsp) .....	27
4.3.2 Cálculos Das Espessuras Das Camadas Do Pavimento – Tráfego Médio (Ip-04 Pmsp) .....	29
5. BIBLIOGRAFIA.....	33
6. ANEXOS.....	34
6.1 ANEXO I – DESENHOS TÉCNICOS.....	34
6.2 ANEXO II - ENSAIOS GEOTÉCNICOS .....	34
6.3 ANEXO III – ART (PROJETO E ENSAIOS).....	34

**FIGURAS**

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO.....	8
FIGURA 2: VEÍCULO TIPO 2C .....	10
FIGURA 3: VEÍCULOS DE PASSEIO TIPO CARROS E CAMINHONETAS.....	10
FIGURA 4: VEÍCULO TIPO MOTOCICLETA.....	11
FIGURA 5: GRÁFICO PARA A OBTENÇÃO DA ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO – TRÁFEGO LEVE.....	24
FIGURA 6: GRÁFICO PARA A OBTENÇÃO DA ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO – TRÁFEGO MÉDIO.....	24
FIGURA 7: REPRESENTAÇÃO DAS CAMADAS DO PAVIMENTO.....	26
FIGURA 8: ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA TOTAL BÁSICA DO PAVIMENTO PARA TRÁFEGO LEVE. ....	28
FIGURA 9: ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA TOTAL BÁSICA DO PAVIMENTO PARA TRÁFEGO MÉDIO.....	31

**TABELAS**

TABELA 1 - CARGA POR EIXO DE VEÍCULO, CONFORME LEI DA BALANÇA. ....	11
TABELA 2 - CONTAGEM DE TRÁFEGO NO PERÍODO DE 7 DIAS. ....	12
TABELA 3 - VMD ANUAL NO PERÍODO DE 10 ANOS DE OPERAÇÃO COM TAXA DE CRESCIMENTO DE 3,0% AO ANO. ....	13
TABELA 4 - FATORES DE CARGA PELO MÉTODO AASHTO. ....	14
TABELA 5 - FATORES DE CARGA PELO MÉTODO USACE. ....	14
TABELA 6 - CÁLCULO DO FATOR VEÍCULO PELO MÉTODO AASHTO. ....	15
TABELA 7 - CÁLCULO DO FATOR VEÍCULO PELO MÉTODO USACE. ....	15
TABELA 8 - CÁLCULO DO NÚMERO N DE ACORDO COM OS MÉTODOS AASHTO E USACE PARA 10 ANOS. ....	15
TABELA 9 - CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGOS. ....	16
TABELA 10 - VALORES “T” DE STUDENT PARA ESTE NÍVEL DE CONFIANÇA. ....	19
TABELA 11 - RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS DO SUBLEITO. ....	21
TABELA 12 - CBR DE PROJETO DO PAVIMENTO. ....	22
TABELA 13 - VALORES TABELADOS DO GRÁFICO DA FIGURA 5 – TRÁFEGO LEVE. ....	24
TABELA 14 - VALORES TABELADOS DO GRÁFICO DA FIGURA 5 – TRÁFEGO MÉDIO. ....	24
TABELA 15 - ESPESSURAS MÍNIMAS DE REVESTIMENTO ADOTADAS. ....	25
TABELA 16 - COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL. ....	26
TABELA 17 - RESUMO DAS CAMADAS DE PAVIMENTO DIMENSIONADAS PELO MÉTODO DE DA IP- PMSP 04. ....	29
TABELA 18 - RESUMO DAS CAMADAS DE PAVIMENTO DIMENSIONADAS PELO MÉTODO DE DA IP- PMSP 04. ....	32

## LISTA DE ABREVIÇÕES

AASHTO – American Association Of State Highway And Transportation Officials

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BGS – Brita Graduada Simples.

CBR – California Bearing Ratio.

CBRproj – California Bearing Ratio de Projeto.

CBRSL – California Bearing Ratio do Subleito.

CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado A Quente.

DF – Distrito Federal.

DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem.

ISC – Índice De Suporte California.

IP – Instrução De Projetos.

JB – Jardim Botânico

LL – Limite De Liquidez.

LP – Limite De Plasticidade.

N – Número de Repetições Equivalentes ao Eixo Padrão De 80 KN.

NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil.

PMSP – Prefeitura Municipal De São Paulo.

USACE – United States Army Corps Of Engineers.

## 1. APRESENTAÇÃO

A Empresa TT Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ambiental Ltda., apresenta o Projeto Executivo Pavimentação para as vias internas do Residencial Barnoud, localizado na Região Administrativa de Planaltina, Brasília - Distrito Federal.

A arte de idealizar e dimensionar um pavimento incide, resumidamente, da concepção de uma estrutura com multicamadas formadas por materiais com qualidade e espessuras que tornem técnica e economicamente viável, capaz de suportar os esforços provocados pelo tráfego durante um longo período, e sob as mais diversas condições ambientais.

O presente documento, aborda os aspectos técnicos necessários para a execução do dimensionamento dos pavimentos a serem implantados no Residencial Barnoud. As informações aqui contidas foram baseadas em normas vigentes as quais estabelecem às diretrizes necessárias à execução dos dimensionamentos.

Na Figura 1 podemos observar a localização da área do Empreendimento, na Região Administrativa de Planaltina –RA-PLAN.

Figura 1: Localização da área de projeto.



Fonte: TT Engenharia.

## 2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O atual estudo tem como objetivo dimensionar a estrutura do pavimento a ser implantado no Parcelamento localizado na Região Administrativa de Planaltina.

O pavimento é uma estrutura constituída por camadas superpostas, de materiais diferentes, construída sobre o subleito, destinada a resistir e distribuir ao subleito simultaneamente esforços horizontais e verticais, bem como melhorar as condições de segurança e conforto ao usuário. O dimensionamento de um pavimento consiste na determinação das camadas sub-base, base e revestimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao subleito, sem que o conjunto sofra ruptura, deformações apreciáveis ou desgaste superficial excessivo.

Nas vias serão utilizados solos locais, para a composição do subleito e materiais existentes na região, comumente utilizados pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP), para a composição das demais camadas do pavimento. Cabe salientar, que quando as vias em estudo apresentarem uma camada de cascalho, esta deverá ser incorporada ao subleito do pavimento para a melhoria desse último.

Caso a jazida não atenda às exigências de resistência para a sub-base  $CBR \geq 40\%$  para Pavimentos Flexíveis (conforme exigência da IP-PMSP), este material deverá ser melhorado com adição de aditivos ou outro material, desde que devidamente ensaiados e autorizados pelo órgão fiscalizador.

### 2.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

#### 2.1.1 Descrição Do Empreendimento

O empreendimento de estudo é um parcelamento de solo urbano, denominado de Residencial Barnoud, localizado em Planaltina.

O empreendimento é composto por 81 lotes, sendo que nenhum se encontra ocupado por ser um parcelamento que ainda não foi implantado assim como seu sistema viário.

### 2.1.2 Consideração de Frota

Como todos os lotes estão desocupados e o seu sistema viário ainda não foi inserido, foi estimado o tráfego interno no local para uma semana em situações de ocupação normal do condomínio. Assim, de posse de tais informações, o primeiro passo a se realizar é ter ciência dos diversos tipos de veículos que possam utilizar o sistema viário a ser implementado. Com base nas figuras a seguir, é possível observar os tipos de veículo que poderão trafegar sobre o empreendimento conforme as imagens a seguir.

Figura 2: Veículo Tipo 2C



Fonte: Web.

Figura 3: Veículos de Passeio tipo Carros e Caminhonetas.



Fonte: Web.

Figura 4: Veículo tipo Motocicleta.



Fonte: Web.

Segundo a lei da balança, juntamente com a classificação dos veículos pelo MANUAL DE ESTUDO DE TRÁFEGO - PUBLICAÇÃO IPR 723, edição 2006, para o desenvolvimento do cálculo da estrutura do pavimento, os veículos de passeio e as motocicletas, não são fatores determinantes no cálculo na determinação do fluxo admissível do eixo padrão de 8,2 tf.

Dessa forma, o veículo tipo para a elaboração da previsão de tráfego solicitante será composto somente pelo Caminhão de Eixo Simples, do Tipo 2C, conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Carga por eixo de veículo, conforme lei da balança.

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t d12 ≤ 3,50m	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TROCAÇO E1 = ES, RS, CM = 6t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t d12 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t d12, d23 > 2,40m	2S1
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 6t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT; CM = 25,5t d12 > 2,40 1,20m < d23, d34 ≤ 2,40m	4C

Fonte: DNIT.

Dessa forma, conforme supracitado, o veículo de serviço é do Tipo 2C. Suas características podem ser observadas a seguir:

- Eixo dianteiro (E1):.....6,0 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....10,0 tf
- Distância entre eixo dianteiro e traseiro:.....≤ 3,50m

Para o dimensionamento do tráfego, é importante ressaltar que foi avaliada a utilização de parte de veículos carregados e parte de veículos vazios, conforme especificações a seguir:

Veículos Vazios:

- Eixo dianteiro (E1):.....4,20 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....7,00 tf

Veículos Cheios com sobrecarga de 7,5% da Lei da Balança:

- Eixo dianteiro (E1):.....6,45 tf
- Eixos Traseiro (E2):.....10,75 tf

### 2.1.3 Dimensionamento do Tráfego

Observa-se na Tabela 2 a seguir, de forma breve, o volume estimado do tráfego de veículos no condomínio para cada tipo de veículo durante o período de 7 dias (uma semana). Para a obtenção destes valores foram consideradas as características individuais do parcelamento.

Tabela 2 - Contagem de Tráfego no período de 7 dias.

VOLUME TOTAL SEMANAL DE VEÍCULOS			
TIPOS DE VEÍCULOS	CLASSE DOS VEÍCULOS		TOTAL SEMANAL
PASSEIO	-		1296
UTILITÁRIOS	-		
CAMINHÕES	2C		130
OUTROS	-	-	324
TOTAL			1750

Fonte: TT Engenharia.

De acordo com as informações colhidas, foi obtido o valor do Volume Médio Semanal de veículos mistos (VMS) igual a 1750 veículos/semana ou Volume Médio Diário (VMD) de veículos mistos 250 veículos/dia.

É importante ressaltar que desses, apenas os caminhões apresentam operacionalidade para o dimensionamento do pavimento, sendo o VMS igual a 130 veículos/semana ou VDM 18 veículos/dia.

Para o cálculo será adotado um fator de crescimento de tráfego de 3,00% ao ano durante o período de 10 anos para pavimentos flexíveis, levando em consideração que muitos dos lotes poderão estar em fase de construção, ou até mesmo finalizados, atraindo mais visitantes ao empreendimento.

Tabela 3 - VMD Anual no período de 10 anos de operação com taxa de crescimento de 3,0% ao ano.

VOLUME TOTAL DE VEÍCULOS NO PERÍODO DE 10 ANOS (3,0%)				
OPERAÇÃO	ANO DE OPERAÇÃO	CARROS	MOTOS	2C
1° ANO	2022	67577	16894	6758
2° ANO	2023	69604	17401	6960
3° ANO	2024	71693	17923	7169
4° ANO	2025	73843	18461	7384
5° ANO	2026	76059	19015	7606
6° ANO	2027	78340	19585	7834
7° ANO	2028	80691	20173	8069
8° ANO	2029	83111	20778	8311
9° ANO	2030	85605	21401	8560
10° ANO	2031	88173	22043	8817
<b>VOLUME TOTAL</b>		<b>774696</b>	<b>193674</b>	<b>77470</b>

Fonte: TT Engenharia.

Com os dados de contagem estimada de veículos que trafegarão pelo condomínio, bem como com a projeção de veículos ao longo da vida útil do pavimento, pode-se proceder para o cálculo do Número "N" de eixo padrão (8,2 tf).

$$N = 365 \times TDMa \times FV \times FR \times FD$$

Onde:

365 – Número de dias de um ano

TDMa – Tráfego Médio Diário anual da via

FV – Fator de veículos

FR – Fator Climático (adotado = 1,1)

FD – Fator Direcional (adotado = 100%)

Tendo em vista que o condomínio possui 2 faixas de tráfego em sua via principal, adotou-se o Fator Direcional (FD) igual a 100%.



Tabela 6 - Cálculo do Fator Veículo pelo método AASHTO.

AASHTO							
CLASSE	TIPOS DE EIXO	FATOR DE CARGA - FC		%	FATOR DE EQUIVALÊNCIA - FE (VEÍCULO)	FATOR DE VEÍCULOS - FV	TOTAL FATOR DE VEÍCULOS - FV
		SRS	SRD				
2C VAZIO	SRS + SRD	0.070	0.513	20%	0.583	0.117	3.093
2C CHEIO	SRS + SRD	0.447	3.273	80%	3.720	2.976	

Fonte: TT Engenharia.

Tabela 7 - Cálculo do Fator Veículo pelo método USACE.

USACE							
CLASSE	TIPOS DE EIXO	FATOR DE CARGA - FC		%	FATOR DE EQUIVALÊNCIA - FE (VEÍCULO)	FATOR DE VEÍCULOS - FV	TOTAL FATOR DE VEÍCULOS - FV
		SRS	SRD				
2C VAZIO	SRS + SRD	0.066	0.516	20%	0.582	0.116	4.550
2C CHEIO	SRS + SRD	0.372	5.171	80%	5.542	4.434	

Fonte: TT Engenharia.

Tabela 8 - Cálculo do número N de acordo com os métodos AASHTO e USACE para 10 anos.

CÁLCULO DO NÚMERO N				
OPERAÇÃO	ANO DE OPERAÇÃO	TDMa	N	
			AASHTO	USACE
1° ANO	2022	18.51	2.30E+04	3.38E+04
2° ANO	2023	19.07	2.37E+04	3.48E+04
3° ANO	2024	19.64	2.44E+04	3.59E+04
4° ANO	2025	20.23	2.51E+04	3.70E+04
5° ANO	2026	20.84	2.59E+04	3.81E+04
6° ANO	2027	21.46	2.66E+04	3.92E+04
7° ANO	2028	22.11	2.74E+04	4.04E+04
8° ANO	2029	22.77	2.83E+04	4.16E+04
9° ANO	2030	23.45	2.91E+04	4.28E+04
10° ANO	2031	24.16	<b>3.00E+04</b>	<b>4.41E+04</b>

Fonte: TT Engenharia.

Com base nos valores de número N obtidos e observando as especificações da norma IP-02 PMSP da Prefeitura Municipal de São Paulo para Classificação das Vias apresentadas na Tabela 9, podemos classificar o tráfego do sistema viário projetado. Portanto, para ambos os métodos a classificação das vias seriam de vias locais, com tráfego LEVE e N característico de  $10^5$  e Vias Coletoras Secundárias, com tráfego MÉDIO e N característico de  $5 \times 10^5$ .

O Pavimento do “Residencial Barnoud” será dimensionado com a previsão de tráfego para 02 (duas) categorias, ou seja, como Via Local Residencial C/ Passagem - Tráfego Leve e Via Coletora Secundária - Tráfego Médio conforme pode ser visto na planta de CLASSIFICAÇÃO DE VIAS em anexo, principalmente devido à característica dessa área. Além disso, para o referido projeto foi utilizado período de vida útil de 10 anos para pavimentos Flexíveis, valendo a ressalva de que esta previsão foi realizada de acordo com as diretrizes da IP – 02

- Classificação das vias, de autoria da prefeitura do município de São Paulo. Segundo a IP-02 o tráfego pode ser assim classificado:

- **Tráfego Leve:** ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 (vinte) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de  $10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80kN); Para a via do Parcelamento, serão adotados valores específicos extraídos da tabela de classificação das vias e parâmetros de tráfego IP-02 da Prefeitura de São Paulo.
- **Tráfego Médio:** Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de  $5 \times 10^5$  solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

Tabela 9 - Classificação das vias e parâmetros de tráfegos.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	$10^5$
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^4$ a $6,80 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	$2 \times 10^7$
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	$10^7$
	VOLUME PESADO	12		> 500		$5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$

Fone: IP-02 (PMSP).

Também serão adotadas as seguintes premissas para o referido projeto:

- A seção tipo das vias locais terão caimento para um dos bordos, enquanto a via coletora terá caimento abaulado;
- O greide de projeto será lançado, preferencialmente, colado no leito existente;
- Quando for observada a existência de entulhos e/ou depósito de lixos a uma profundidade inferior a 1,0 metro do greide da via, será efetuado um

dimensionamento de pavimento, levando-se em consideração a troca desta camada por uma de reforço com material a ser especificado neste relatório;

- Para esse estudo optou-se por pavimento do tipo CBUQ.

## 2.2 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Entre os inúmeros métodos existentes para o dimensionamento de pavimentos com CBUQ, foi adotado no presente estudo a definição do CBR e do dimensionamento das camadas com o método IP-04 da PMSP, bem como seguindo diretrizes especificadas pela NOVACAP. Levando em consideração o tipo de tráfego previsto para as vias, cuja classificação pode ser vista nas tabelas acima apresentadas.

Método utilizado:

- Método PMSP-IP-02 – 02 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

Este método tem como objetivo apresentar as diretrizes para a classificação de vias em função do tráfego, da geometria e do uso do solo do entorno de vias urbanas. Este procedimento baseia-se no método de projeto de pavimento flexíveis do Engenheiro Murilo Lopes de Souza, de 1966, adotado pelo DNER, e nos métodos MD-1 e MD-3T/79, da PMSP, porém com o uso de ábaco de dimensionamento proposto, originalmente pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE). Trata-se de um método que procura orientar o dimensionamento, principalmente para pavimentos urbanos.

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

Quanto ao estudo de tráfego, as vias foram classificadas de acordo com o tráfego previsto para os locais e em função do aumento da demanda. A classificação das vias foi definida pelo projeto urbanístico, bem como pelo corpo de engenheiros da TT ENGENHARIA, levando em consideração o desenvolvimento da área de projeto e regiões do entorno.

Determinada as condições de tráfego, para efeito de dimensionamento dos pavimentos, as Vias internas do Residencial “Barnoud” foram classificadas como Via Local Residencial (Leve) e Via Coletora Secundária (Médio) com base nos critérios do modelo PAVIURB, utilizado na Prefeitura do Município de São Paulo CT/9-PMSP e conforme a Tabela 9.

### 3. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

#### 3.1 ESTUDO GEOTÉCNICO DO SUBLEITO

A construção de um pavimento exige o conhecimento não só dos materiais constituintes das camadas deste, mas também dos materiais constituintes do subleito e daqueles que possam interferir na construção de drenos, acostamentos, cortes e aterros.

Os serviços geotécnicos foram desenvolvidos e divididos basicamente em serviços de campo e de escritório. Todos os serviços de campo foram executados segundo procedimentos normatizados, obedecendo-se as diretrizes abaixo:

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo;
- NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital Do Brasil
- Métodos de Ensaio/DNER.

##### 3.1.1 Ensaio geotécnicos

Os ensaios foram feitos, principalmente, para avaliar os materiais entre 0,0 e 1,5 metro, abaixo do greide de fundação do pavimento. Visando caracterizar esses materiais, foram realizados os seguintes ensaios geotécnicos: identificação tátil – visual incluindo a cor de cada camada, compactação, Índice de Suporte Califórnia (I.S.C.), expansão, granulometria, umidade, massa específica dos grãos, limites de liquidez e plasticidade. Os resultados e o memorial de cálculo desses ensaios constam no Relatório dos estudos geotécnicos em anexo.

Os dados geotécnicos, para fins de dimensionamento do pavimento, serão acertados estatisticamente, por universo de solos. Esse acerto estatístico foi feito através da distribuição “t” de *student*, adequada ao controle pela média de amostragens pequenas e com nível de confiança de 90% para o suporte de projeto.

A Tabela 10 apresenta a distribuição “t” de student – t, onde os valores tabelados correspondem aos pontos  $x$  tais que:  $P(t_n < x)$ .

Tabela 10 - Valores “t” de Student para este nível de confiança.

n	P(t <sub>n</sub> ≤ v)							
	0,600	0,750	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	0,9995
1	0,325	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,289	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,277	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,271	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,267	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,265	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,263	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,262	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,261	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,260	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,260	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,259	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,259	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,258	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,258	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,258	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,257	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,257	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,257	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,257	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,257	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,256	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,256	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,256	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,256	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,256	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,256	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,256	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,256	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,256	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,255	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,254	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,254	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Fonte: t student.

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Onde: } \overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n-1}}$$

Onde:

CBR = CBR Médio;

S = desvio Padrão;

T 0,90 = valores de student;

n = número de amostras.

$$X_{\max} = \frac{\bar{X} + 1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

$$X_{\min} = \frac{\bar{X} + 1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Onde:

N = Número de amostras.

X = valor individual.

$\bar{X}$  = média aritmética.

$\sigma$  = desvio padrão.

Xmin = valor mínimo provável, estatisticamente.

Xmax = valor máximo provável, estatisticamente.

N > .9 (número de determinações feitas).

Tabela 11 - Resumo dos Ensaios Geotécnicos do Subleito.

FURO	DESCRICAO	N.A	UMID. OTIMA Porc	DEN. MAXI. COMPACTADA	EXP Porc	ISC Porc	PEDREGULHO	AREIA GROSSA	AREIA FINA	ARGILA SILTE	LL	LP	IP	PASSA P. 10	PASSA P. 40	PASSA P. 200
1	CBR-01	-	31.00	1400	0.04	6.3	0.10	2.58	6.10	91.23	45.80	32.00	13.80	99.90	97.32	91.23
2	CBR-02	-	30.80	1370	0.07	8.7	0.38	39.00	7.37	88.86	43.60	29.80	13.80	99.62	96.24	88.86
3	CBR-03		30.20	1382	0.07	6.4	0.38	3.25	8.69	87.69	46.80	30.30	16.50	99.62	96.38	87.69
4	CBR-04	-	30.70	1385	0.06	6.3	0.30	3.77	8.82	87.11	43.50	31.50	12.00	99.70	95.93	87.11
5	CBR-05	-	31.00	1380	0.02	6.7	0.12	2.79	6.82	90.28	45.60	34.20	11.30	99.88	97.09	90.28
6	CBR-06	-	30.00	1432	0.04	6.0	0.81	3.89	11.55	83.74	44.40	30.40	14.00	99.19	95.30	83.74
7	CBR-07	-	31.00	1452	0.08	6.8	13.48	4.23	10.64	71.65	44.60	33.30	11.30	86.52	82.29	71.65
8	CBR-08	-	32.80	1385	0.08	6.3	0.19	3.24	7.54	89.03	45.50	32.30	13.20	99.81	96.57	89.03

Fonte: TT Engenharia.

### 3.1.2 Cálculo do CBR de projeto

De posse dos dados geotécnicos, os resultados dos ensaios de CBR, para fins de dimensionamento do pavimento, foram tratados estatisticamente. Assim, considerando-se que os dados seguem uma distribuição normal, utilizamos o plano de amostragem usado pela IP -01 – Instrução Geotécnica da Prefeitura Municipal de São Paulo, para a análise estatística dos resultados dos ensaios, como segue abaixo:

Para garantir que o CBR de projeto (CBRp) apresente 90% de nível de confiança, utilizou se “t” de student citado acima.

Tabela 12 - CBR de Projeto do Pavimento.

CBR DE PROJETO	
MÉDIA	6,69
DESVIO	0,85
STUDENT-t	1,397
CBR PROJETO	6,27
X MÁX	7,65
X MIN	5,72

Fonte: TT Engenharia.

Por critérios de arredondamento e atuando a favor da segurança, adotou-se no projeto CBRp de 6% para o subleito.

$$CBR_{proj} = 6\%$$

## 4. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DO PAVIMENTO

### 4.1 DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE PROJETO

A incidência total do tráfego no período de projeto expressada pelo número “N” de solicitações do eixo padrão simples de 8,2 t foi adotada, conforme exposto na Tabela 1 acima já apresentada:

- Via Local Residencial, N característico =  $10^5$  (Tráfego Leve);
- Via Coletora Secundária, N característico =  $5 \times 10^5$  (Tráfego Médio);

## 4.2 PRESSUPOSTOS DE DIMENSIONAMENTO

### 4.2.1 Drenagem

O dimensionamento parte do pressuposto que haverá sempre uma drenagem superficial adequada, sendo que o lençol d'água subterrâneo deverá estar localizado a pelo menos 1,50 metro em relação ao greide de terraplenagem. Caso esta condição não seja atendida, o mesmo deverá ser rebaixado através de drenos ou de solução alternativa e submetê-la à aprovação da NOVACAP.

### 4.2.2 Condições das Camadas da Estrutura do Pavimento

O dimensionamento implica, também, que sejam inteiramente satisfeitos os requisitos de controle e recebimento, conforme as Instruções de execução da NOVACAP.

### 4.2.3 Infraestrutura das Vias

Pressupõe-se que as vias a serem pavimentadas sejam dotadas de toda a infraestrutura, redes de água e esgoto e captação de água superficial, executadas de acordo com as especificações de serviço dos órgãos competentes.

## 4.3 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO EM CBUQ (LEVE E MÉDIO)

O dimensionamento em parte do pavimento do condomínio foi realizado com o revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). O pavimento em CBUQ é classificado como um tipo de pavimento flexível, desta forma, ao ser submetido a um carregamento, sofre deformação elástica em todas as camadas, ou seja, a carga é distribuída em parcelas aproximadamente equivalentes e com pressões concentradas.

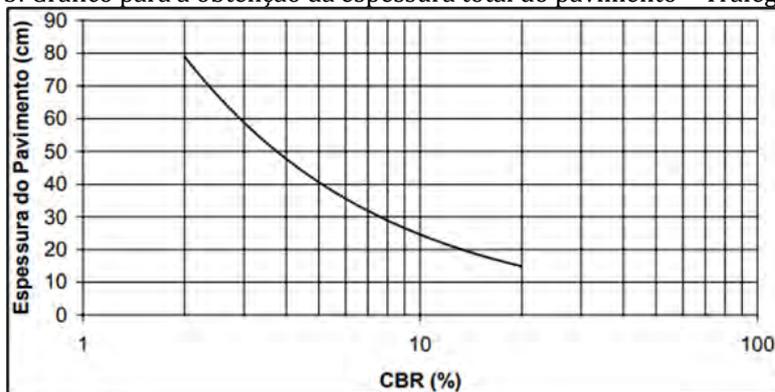
Algumas das vantagens da utilização do revestimento em CBUQ são: a maior velocidade de reparação do pavimento, permitindo a liberação do tráfego logo após a conclusão do serviço, o que não ocorre nas obras com pavimento de concreto, já que é necessário aguardar pelo tempo de cura do concreto; o pavimento flexível apresenta melhor aderência das demarcações viárias em relação ao pavimento rígido, devido a sua textura rugosa; custos de implantação mais econômicos em comparação aos pavimentos rígidos tradicionais.

O dimensionamento em CBUQ utilizará como base as normas IP-04 PMSP – Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio. Desta forma, o

primeiro passo é determinar a espessura total básica do pavimento (HSL) em termos de material granular, com base no valor de CBR obtido para o subleito. Para isto, utilizou-se o gráfico das Figura 5 e 6 e as Tabela 13 e 14, a depender do seu tráfego.

a) TRÁFEGO LEVE:

Figura 5: Gráfico para a obtenção da espessura total do pavimento – Tráfego LEVE.



Fonte: DNIT.

Tabela 13 - Valores tabelados do gráfico da Figura 5 – Tráfego LEVE.

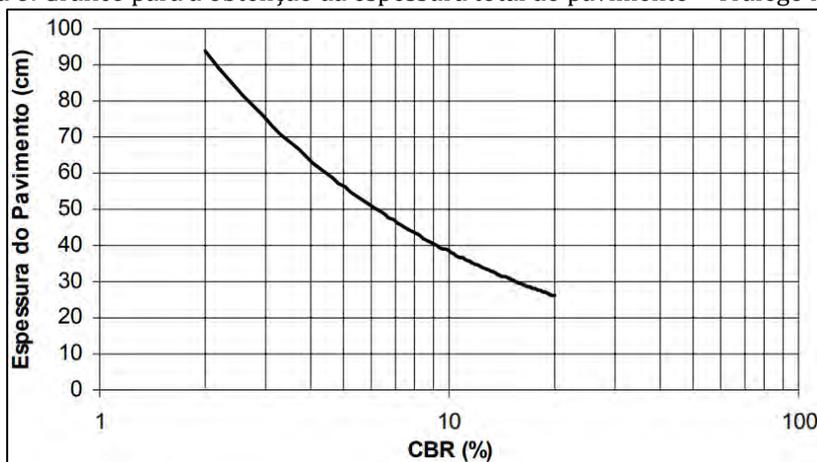
Valores Tabelados													
CBR	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20
Heq	79	59	48	41	35	32	29	27	25	23	21	18	15

(fonte: US Army Corps of Engineers)

Fonte: USACE.

a) TRÁFEGO MÉDIO:

Figura 6: Gráfico para a obtenção da espessura total do pavimento – Tráfego MÉDIO.



Fonte: DNIT.

Tabela 14 - Valores tabelados do gráfico da Figura 5 – Tráfego MÉDIO.

Valores Tabelados													
CBR	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	
Heq	95	75	64	57	51	48	44	40	39	34	30	26	

(fonte: DNIT)

Fonte: USACE.

O dimensionamento do pavimento será efetuado de forma que as camadas do pavimento (revestimento, base, sub-base, regularização do subleito) possuam espessura total básica em termos de material granular igual ou superior ao valor obtido por meio das Figura 5 e 6 ou Tabelas 13 e 14.

Para a determinação da espessura da primeira camada (revestimento), utilizou-se a Tabela 15 em função do tráfego.

Tabela 15 - Espessuras Mínimas de Revestimento Adotadas.

TRÁFEGO	TIPO DE REVESTIMENTO	ESPESSURA (R) em cm
LEVE	CBUQ	3,5
MÉDIO	CBUQ	5,0
PESADO	CBUQ	10,0

Fonte: DNIT.

Uma vez determinada a espessura total do pavimento ( $H_{SL}$ ), em termos de material granular, e fixada a espessura do revestimento (R), procede-se ao dimensionamento das espessuras das demais camadas, ou seja, das camadas de base, sub-base e quando necessário do reforço do subleito, levando em conta os materiais disponíveis para cada uma delas, seus coeficientes de equivalência estruturais e suas capacidades de suporte, traduzidas pelos respectivos CBR.

As espessuras da base (B), sub-base ( $H_{SB}$ ) e do reforço do subleito ( $H_{REF}$ ) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{SB}; \quad \bullet \quad (4)$$

$$R \times K_R + B \times K_B + H_{SB} \times K_{SB} \geq H_{REF}; \quad (5)$$

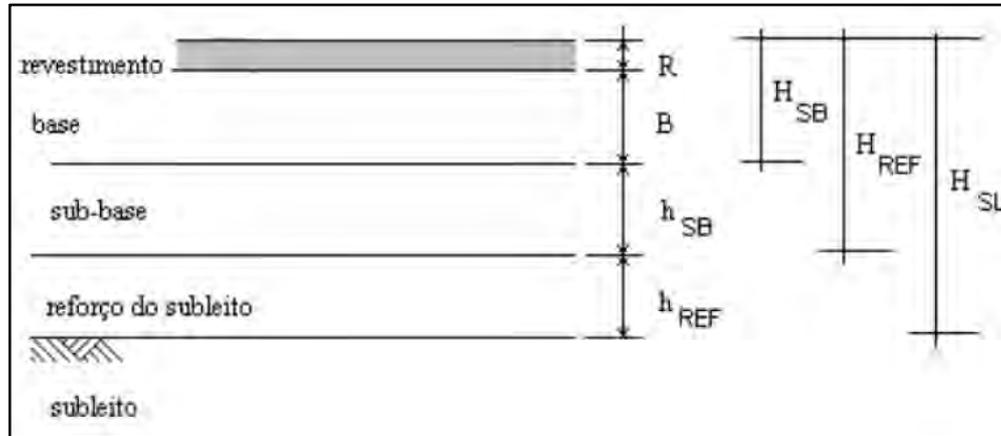
$$R \times K_R + B \times K_B + H_{SB} \times K_{SB} + H_{REF} \times K_{REF} \geq H_{SL}; \quad \bullet \quad (6)$$

Onde:

- $K_R$ ,  $K_B$ ,  $K_{SB}$ ,  $K_{REF}$  representam os coeficientes estruturais do revestimento, da base, da sub-base e do reforço do subleito, respectivamente;
- $H_{SB}$ ,  $H_{REF}$  e  $H_{SL}$  são as espessuras em termos de material granular, fornecidas pela resolução das equações 4, 5 e 6 para materiais com  $CBR_{SB}$ ,  $CBR_{REF}$  e  $CBR_{SL}$ , respectivamente (ver esquema elucidativo para cálculo de espessuras abaixo).

De posse dos parâmetros descritos acima, e com os materiais a serem utilizados na estrutura do pavimento, determinaram-se as espessuras das camadas do pavimento, conforme esquema elucidativo da Figura 7.

Figura 7: Representação das camadas do pavimento.



Fonte: IP-04 Dimensionamento Tráfego Leve e Médio – PMSP

O coeficiente de equivalência estrutural de um material, definido como a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada com material que apresenta o mesmo comportamento, foi determinado conforme os materiais previamente selecionados, mostrados na Tabela 16.

Tabela 16 - Coeficientes de equivalência estrutural.

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2.00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactada com Rolo	2.00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa/Binder	1.80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1.40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1.20
Paralelepípedos	1.00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizados Granulometricamente	1.00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	≤ 1,00
Reforço do Subleito	≤ 1,00
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 Mpa	1.70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 Mpa	1.40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 Mpa	1.20
Base de Solo Melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 Mpa	1.00

Fonte: IP-04 Dimensionamento Tráfego Leve e Médio – PMSP.

A seguir, serão descritos os cálculos adotados para o dimensionamento de cada tráfego.

### 4.3.1 Cálculos Das Espessuras Das Camadas Do Pavimento – Tráfego Leve (Ip-04 Pmsp)

Para o dimensionamento das camadas do pavimento, foram utilizados os seguintes materiais:

- Revestimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), na espessura  $R = 3,5$  centímetros e coeficiente estrutural  $K_R = 2,0$ ;
- Base: Cascalho, com  $\text{CBR} \geq 80\%$  e expansão  $\leq 0,5\%$ , na espessura  $B$  e coeficiente estrutural  $K_B = 1,0$ ;
- Sub-base: Cascalho, com  $\text{CBR} \geq 40\%$  e expansão  $\leq 1,0\%$ , na espessura  $H_{SB}$  e coeficiente estrutural  $K_{SB} = 1,0$ .

#### a) Cálculo da espessura da Base:

Para o cálculo da espessura da base, adota-se o valor do suporte  $\text{CBR} = 40\%$  (definido pelo método de dimensionamento) para a camada de sub-base, e obtém-se no ábaco de dimensionamento (Figura 5), o valor  $H_{SB} = 15,0$  centímetros e o valor da espessura do revestimento =  $3,5$  cm, definido em observância com a Tabela 15. Com isso, é possível utilizar a inequação 7 para determinar a espessura mínima para a camada de base:

$$\begin{aligned} R \times K_R + B \times K_B &\geq H_{SB}; \\ 3,5 \times 2,0 + B \times 1,0 &\geq 15,0 \\ B &\geq 8,0 \text{ cm} \end{aligned} \quad (7)$$

*Adota – se **B = 15,0 cm.***

#### b) Cálculo da espessura de Sub-base:

Utilizando o valor de suporte CBR médio (estatístico) para a camada de subleito (sem utilização de reforço) de  $6\%$ , obtém-se no ábaco (Figura 5), o valor de  $H_{REF} = 35,0$  centímetros. Fixando-se a espessura  $B$  para a camada de base em  $15,0$  centímetros (inequação 7) e através da resolução da inequação 8, determina-se a espessura mínima para a camada de sub-base.

$$\begin{aligned} R \times K_R + B \times K_B + H_{SB} \times K_{SB} &\geq H_{REF}; \\ 3,5 \times 2,0 + 15,0 \times 1,0 + H_{SB} \times 1,0 &\geq 35,0 \end{aligned} \quad (8)$$

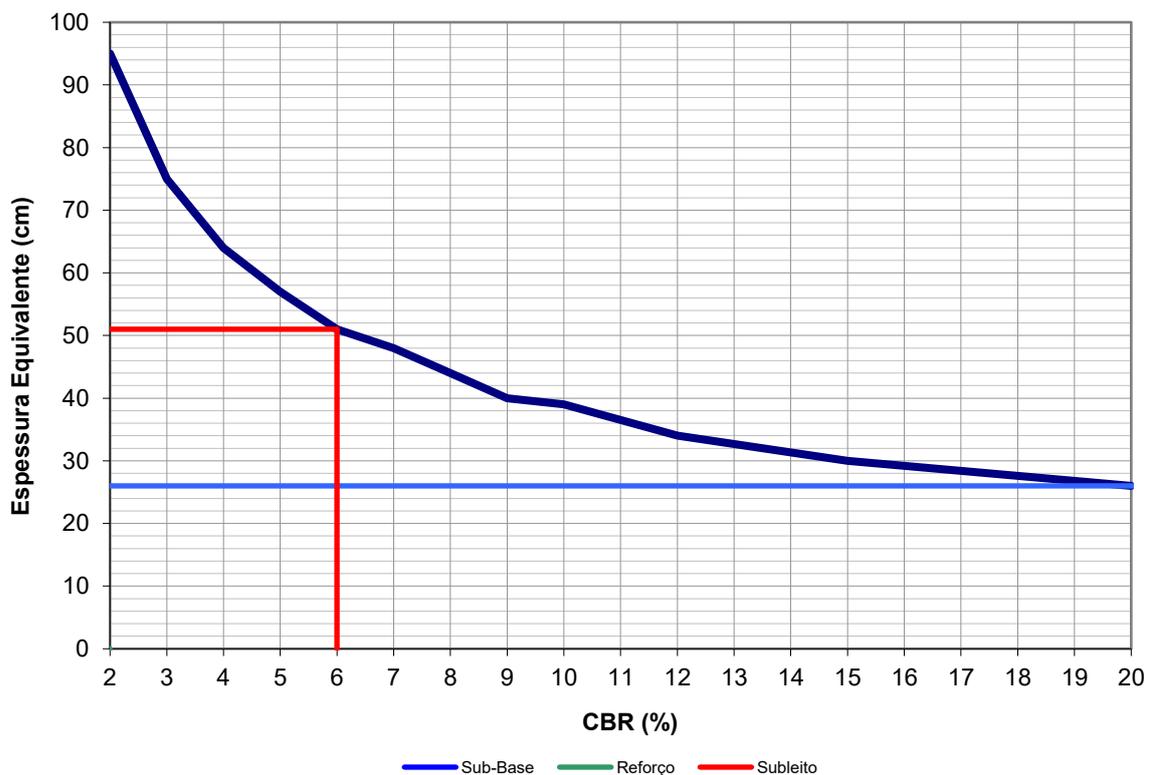
$$H_{SB} \geq 13,0 \text{ cm}$$

*Adota – se **H<sub>SB</sub> ≥ 15,0 cm***

Assim, o pavimento apresentará estrutura composta de revestimento, base e sub-base com as seguintes espessuras:

- Revestimento = 3,5 centímetros (coeficiente estrutural (k) de 2,00);
- Base = 15,0 centímetros (coeficiente estrutural (k) de 1,00);
- Sub-base = 15,0 centímetros (coeficiente estrutural (k) de 1,00);

Figura 8: Ábaco para determinação da espessura total básica do pavimento para tráfego Leve.



Fonte: Do Autor.

A seguir, apresentaremos um resumo da Via Coletora Secundária e sua respectiva classificação de tráfego:

- LOCAL: Residencial Barnoud
- VIA: Local;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve;
- SUBLEITO: CBRproj = 6%;
- ENERGIA: Proctor Intermediário;
- ESPESSURA TOTAL GRANULOMÉTRICA CONSIDERANDO O COEFICIENTE ESTRUTURAL (K), SUB-BASE, BASE E REVESTIMENTO: 37,00 centímetros.

A Tabela 17 a seguir apresenta as dimensões das camadas e os materiais a serem utilizados para cada uma delas, sendo utilizado o conjunto de sub-base com espessura de 15 cm.

Tabela 17 - Resumo das camadas de pavimento dimensionadas pelo método de da IP- PMSp 04.

VIA LOCAL – TRÁFEGO LEVE – PAV. FLEXÍVEL	
Espessura (cm)	Camada
3,5	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)
–	Imprimação–Emulsão Asfáltica do Tipo EAI–Taxa estimada de 1,2 l/m <sup>2</sup> .
15,0	Base: Cascalho, com CBR ≥ 80% e expansão ≤ 0,5% (Energia Modificada de Compactação); GC ≥ 100%.
15,0	Sub–Base: Cascalho, com CBR ≥ 40% e expansão ≤ 1,0% (Energia Intermediária de Compactação); GC ≥ 100%.
15,0	Regularização e Compactação de Sub–leito com CBR ≥ 6% a 100% Do Proctor Intermediário

Fonte: TT Engenharia

As vias locais que apresentam tráfego leve e serão executadas com revestimento em concreto betuminoso usinado à quente-CBUQ podem ser visualizadas na planta de classificação de vias, anexa.

#### 4.3.2 Cálculos Das Espessuras Das Camadas Do Pavimento – Tráfego Médio (Ip-04 Pmsp)

Para o dimensionamento das camadas do pavimento, foram utilizados os seguintes materiais:

- Revestimento: Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), na espessura  $R = 5,0$  centímetros e coeficiente estrutural  $K_R = 2,0$ ;
- Base: Cascalho, com  $CBR \geq 80\%$  e expansão  $\leq 0,5\%$ , na espessura  $B$  e coeficiente estrutural  $K_B = 1,0$ ;
- Sub-base: Cascalho, com  $CBR \geq 40\%$  e expansão  $\leq 1,0\%$ , na espessura  $H_{SB}$  e coeficiente estrutural  $K_{SB} = 1,0$ .

##### c) Cálculo da espessura da Base:

Para o cálculo da espessura da base, adota-se o valor do suporte  $CBR = 40\%$  (definido pelo método de dimensionamento) para a camada de sub-base, e obtém-se no ábaco de dimensionamento (Figura 6), o valor  $H_{SB} = 25,0$  centímetros e o valor da espessura do revestimento =  $5,0$  cm, definido em observância com a Tabela 15 - Espessuras Mínimas de

Revestimento Adotadas.. Com isso, é possível utilizar a inequação 7 para determinar a espessura mínima para a camada de base:

$$\begin{aligned} R \times K_R + B \times K_B &\geq H_{SB}; \\ 5,0 \times 2,0 + B \times 1,0 &\geq 25,0 \\ B &\geq 15,0 \text{ cm} \end{aligned} \quad (7)$$

*Adota – se **B = 16,0 cm.***

d) Cálculo da espessura de Sub-base:

Utilizando o valor de suporte CBR médio (estatístico) para a camada de subleito (sem utilização de reforço) de 6%, obtém-se no ábaco (Figura 6), o valor de  $H_{REF} = 51,0$  centímetros. Fixando-se a espessura B para a camada de base em 15,0 centímetros (inequação 7) e através da resolução da inequação 8, determina-se a espessura mínima para a camada de sub-base.

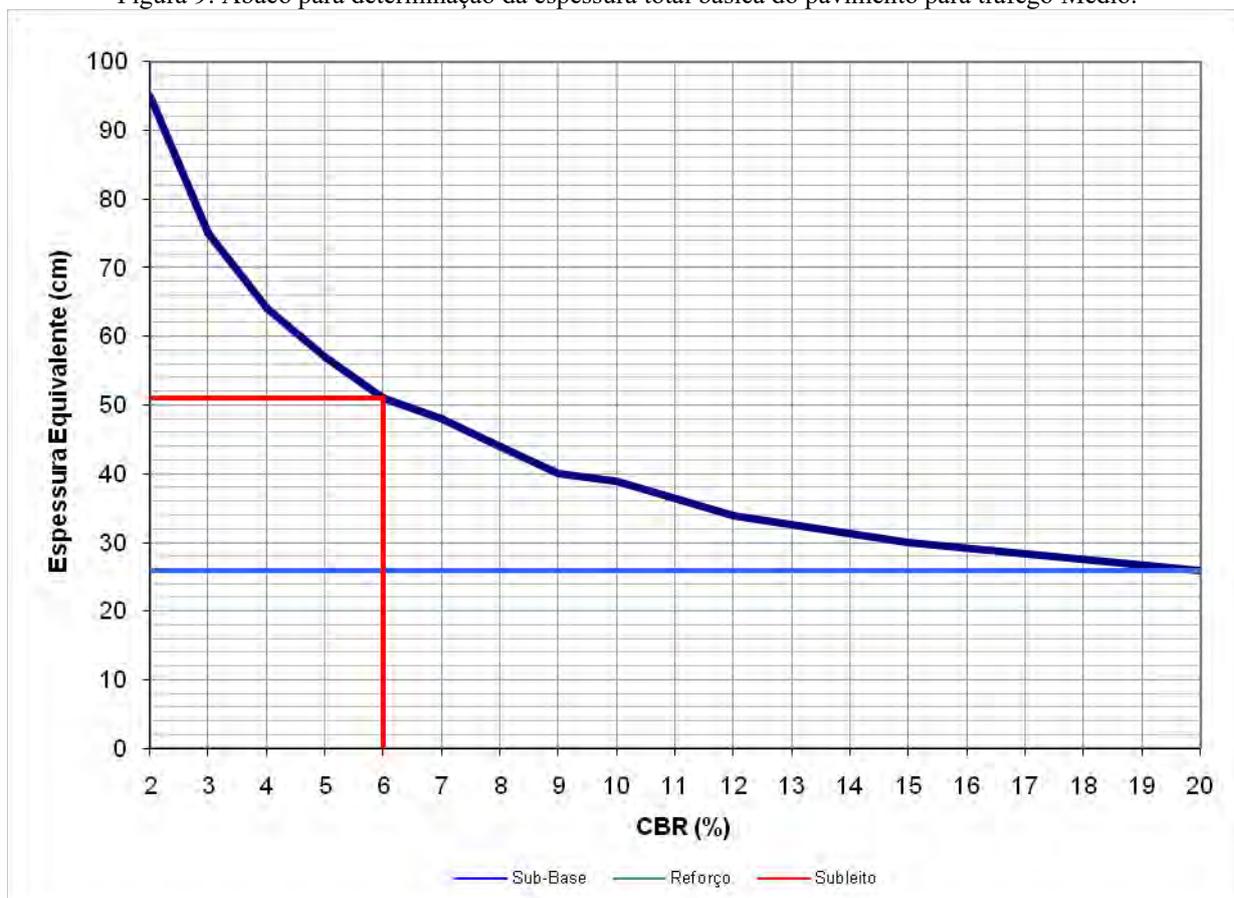
$$\begin{aligned} R \times K_R + B \times K_B + H_{SB} \times K_{SB} &\geq H_{REF}; \\ 5,0 \times 2,0 + 16,0 \times 1,0 + H_{SB} \times 1,0 &\geq 51,0 \\ H_{SB} &\geq 25,0 \text{ cm} \end{aligned} \quad (8)$$

*Adota – se **H<sub>SB</sub> ≥ 25,0 cm***

Assim, o pavimento apresentará estrutura composta de revestimento, base e sub-base com as seguintes espessuras:

- Revestimento = 5,0 centímetros (coeficiente estrutural (k) de 2,00);
- Base = 16,0 centímetros (coeficiente estrutural (k) de 1,00);
- Sub-base = 25,0 centímetros (coeficiente estrutural (k) de 1,00);

Figura 9: Ábaco para determinação da espessura total básica do pavimento para tráfego Médio.



Fonte: Do Autor.

A seguir, apresentaremos um resumo da Via Coletora Secundária e sua respectiva classificação de tráfego:

- LOCAL: Residencial Barnoud
- VIA: Coletora Secundária;
- TIPO DE TRÁFEGO: Médio;
- SUBLEITO: CBRproj = 6%;
- ENERGIA: Proctor Intermediário;
- ESPESSURA TOTAL GRANULOMÉTRICA CONSIDERANDO O COEFICIENTE ESTRUTURAL (K), SUB-BASE, BASE E REVESTIMENTO: 51,00 centímetros.

A Tabela 18 a seguir apresenta as dimensões das camadas e os materiais a serem utilizados para cada uma delas, sendo utilizado o conjunto de sub-base com espessura de 25 cm.

Tabela 18 - Resumo das camadas de pavimento dimensionadas pelo método de da IP- PMSP 04

VIA COLETORA – TRÁFEGO MÉDIO – PAV. FLEXÍVEL	
Espessura (cm)	Camada
5,0	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)
–	Imprimação–Emulsão Asfáltica do Tipo EAI–Taxa estimada de 1,2 l/m <sup>2</sup> .
16,0	Base: Cascalho, com CBR ≥ 80% e expansão ≤ 0,5% (Energia Modificada de Compactação); GC ≥ 100%.
25,0	Sub–Base: Cascalho, com CBR ≥ 40% e expansão ≤ 1,0% (Energia Intermediária de Compactação); GC ≥ 100%.
15,0	Regularização e Compactação de Sub–leito com CBR ≥ 6% a 100% Do Proctor Intermediário

Fonte: TT Engenharia

As vias coletoras que apresentam tráfego médio e serão executadas com revestimento em concreto betuminoso usinado à quente-CBUQ podem ser visualizadas na planta de classificação de vias, anexa.

## 5. BIBLIOGRAFIA

NOVACAP (2019). Termo de Referência para Elaboração de Projeto Básico e Executivo de Pavimentação de Vias e Ciclovias. Brasília, DF.

AASHTO (1986). Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Appendix K: Typical Pavement Distress Type-Severity Descriptions. Washington, D.C.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6459 – Determinação do limite de liquidez dos solos – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7180 – Determinação do limite de Plasticidade de Solos – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7181 – Análise Granulométrica de Solo – Método de ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6484 – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos – Método de Ensaio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7182/86: solo: ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6508/84: solo: determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 1984 d. 8 p.

IP-01 – Instrução Geotécnia (PMSP).

IP-02 – Classificação das Vias (PMSP).

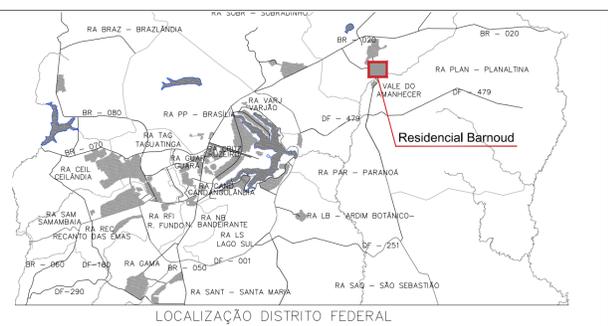
IP-04 – Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio (PMSP).

## **6. ANEXOS**

### **6.1 ANEXO I - DESENHOS TÉCNICOS**

### **6.2 ANEXO II - ENSAIOS GEOTÉCNICOS**

### **6.3 ANEXO III - ART (PROJETO E ENSAIOS)**



LOCALIZAÇÃO DISTRITO FEDERAL

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



LEGENDA:

- URBANISMO
- POLIGONAL DO PROJETO
- TRÁFEGO MÉDIO (VIA COLETORA)
- TRÁFEGO LEVE (VIA LOCAL)

VIA COLETORA – TRÁFEGO MÉDIO – PAV. FLEXÍVEL	
Espessura (cm)	Camada
5,0	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)
-	Imprimação-Emulsão Asfáltica do Tipo EAI-Taxa estimada de 1,2 l/m <sup>2</sup> .
16,0	Base: Cascalho, com CBR ≥ 80% e expansão ≤ 0,5% (Energia Modificada de Compactação); GC ≥ 100%.
25,0	Sub-Base: Cascalho, com CBR ≥ 40% e expansão ≤ 1,0% (Energia Intermediária de Compactação); GC ≥ 100%.
15,0	Regularização e Compactação de Sub-leito com CBR ≥ 6% a 100% Do Proctor Intermediário

VIA LOCAL – TRÁFEGO LEVE – PAV. FLEXÍVEL	
Espessura (cm)	Camada
3,5	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)
-	Imprimação-Emulsão Asfáltica do Tipo EAI-Taxa estimada de 1,2 l/m <sup>2</sup> .
15,0	Base: Cascalho, com CBR ≥ 80% e expansão ≤ 0,5% (Energia Modificada de Compactação); GC ≥ 100%.
15,0	Sub-Base: Cascalho, com CBR ≥ 40% e expansão ≤ 1,0% (Energia Intermediária de Compactação); GC ≥ 100%.
15,0	Regularização e Compactação de Sub-leito com CBR ≥ 6% a 100% Do Proctor Intermediário

NOTAS TÉCNICAS:

- 1-Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM.
- 2-Datum Horizontal: SIRGAS 2000

03			
02			
01			
00	EMISSÃO INICIAL	MAIO/2023	
REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	VISTO

**TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL**  
 RT: Felipe Nascimento Gomes - ENG. FELIPE GOMES - CREA 29.388/D-DF  
 RT: Thales Thiago - ENG. THALES THIAGO - CREA 22.706/D-DF

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

INF 139/2022 - Região Administrativa de Planaltina – RA PLT Residencial Barnoud – Quadra 15 a 18

PLANTA GERAL	FOLHA: 01/02	ESCALA: 1/500	DATA: MAIO/2023
PROJETO: <u>Felipe Nascimento</u>	CÁLCULO: <u>Felipe Nascimento</u>	REVISÃO: <u>Thales Thiago</u>	VISTO: _____
APPROVO: _____			

**TT ENGENHARIA**  
 ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL  
 MERIDIANO CENTRAL 45° WGr  
 DECL. MAG. 2010  
 VARIAÇÃO ANUAL: -0°05,07'

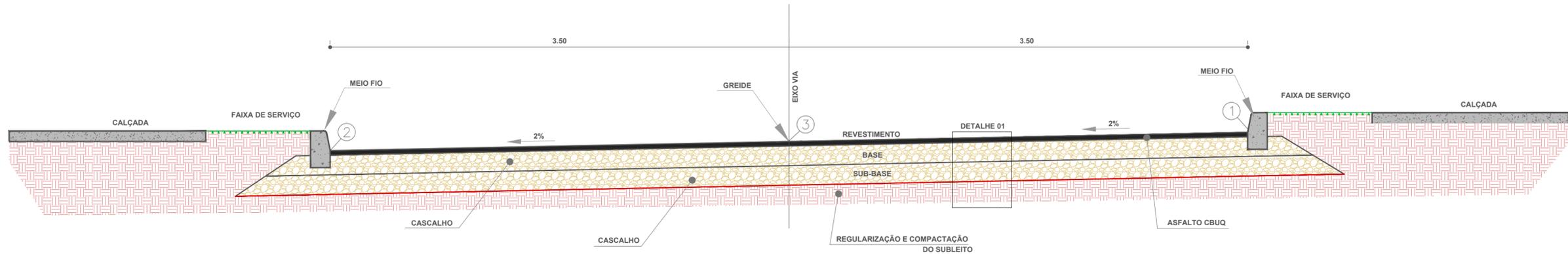
NM NQ NG  
 -21°02,01' 0°42'58,90"

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

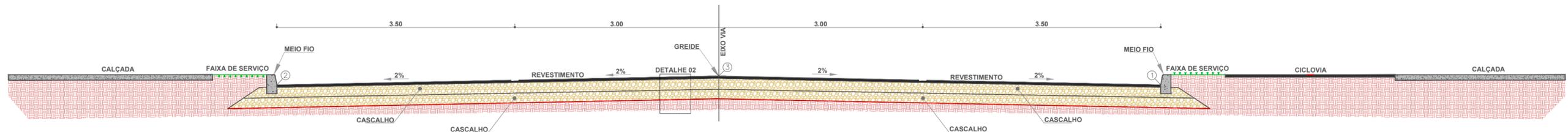
073-I-3-C	073-I-3-D	073-II-1-C
073-I-6-A	073-I-6-B	073-II-4-A
073-I-6-C	073-I-6-D	073-II-4-C

Região Administrativa de Planaltina – RA PLT Kr = 1.0004534

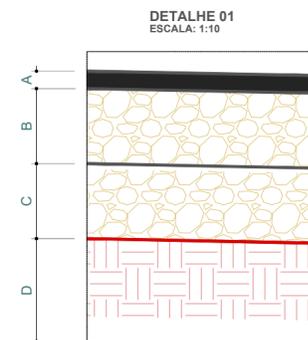
A1 – 841 x 594 mm



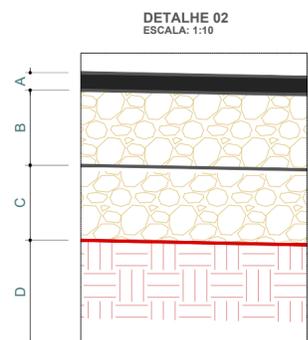
**VIA LOCAL - TRÁFEGO LEVE**  
CAIMENTO SIMPLES (REPRESENTAÇÃO)  
ESCALA: 1:25



**VIA COLETORA - TRÁFEGO MÉDIO**  
CAIMENTO SIMPLES (REPRESENTAÇÃO)  
ESCALA: 1:45



VIA LOCAL – TRÁFEGO LEVE – PAV. FLEXÍVEL		
Cota	Espessura (cm)	Camada
A	3,5	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)
	–	Imprimação–Emulsão Asfáltica do Tipo EAI–Taxa estimada de 1,2 l/m <sup>2</sup> .
B	15,0	Base: Cascalho, com CBR ≥ 80% e expansão ≤ 0,5% (Energia Modificada de Compactação); GC ≥ 100%.
C	15,0	Sub–Base: Cascalho, com CBR ≥ 40% e expansão ≤ 1,0% (Energia Intermediária de Compactação); GC ≥ 100%.
D	15,0	Regularização e Compactação de Sub–leito com CBR ≥ 6% a 100% Do Proctor Intermediário



VIA COLETORA – TRÁFEGO MÉDIO – PAV. FLEXÍVEL		
Cota	Espessura (cm)	Camada
A	5,0	Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)
	–	Imprimação–Emulsão Asfáltica do Tipo EAI–Taxa estimada de 1,2 l/m <sup>2</sup> .
B	16,0	Base: Cascalho, com CBR ≥ 80% e expansão ≤ 0,5% (Energia Modificada de Compactação); GC ≥ 100%.
C	25,0	Sub–Base: Cascalho, com CBR ≥ 40% e expansão ≤ 1,0% (Energia Intermediária de Compactação); GC ≥ 100%.
D	15,0	Regularização e Compactação de Sub–leito com CBR ≥ 6% a 100% Do Proctor Intermediário

**LEGENDA**

- REVESTIMENTO EM CONCRETO BETUMINOSO USINADO AR–QUENTE (CBUQ)
- BASE - CASCALHO C/ CBR ≥ 80% E EXPANSÃO ≤ 0,5%, GC ≥ 100% PROCTOR MODIFICADO
- SUB-BASE - CASCALHO C/ CBR ≥ 40%, GC ≥ 100% PROCTOR INTERMEDIÁRIO
- SUB-LEITO - REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO COM CBR ≥ 9% A 100% DO PROCTOR INTERMEDIÁRIO

**NOTAS:**

- 1 – DIMENSÕES EM METROS.
- 2 – AS ESPESURAS INFORMADAS SÃO PARA AS CAMADAS APÓS A COMPACTAÇÃO
- ① – BORDO ESQUERDO
- ② – BORDO DIREITO
- ③ – EIXOS

TT ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA AMBIENTAL		RT: <i>Felipe Nascimento Gomes</i> ENG. FELIPE GOMES CREA 29.388/D-DF	RT: <i>Thales Thiago</i> ENG. THALES THIAGO CREA 22.706/D-DF
<b>PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO – SEÇÃO TIPO</b>			
INF 139/2022		Região Administrativa de Planaltina – RA PLT Residencial Barnoud – Quadra 15 a 18 DETALHES – SEÇÃO TIPO	
DATA: MAIO/2023	FOLHA: 02/02	ESCALA: INDICADA	Ver INF-RP (INF-139/22)
PROJETO: <i>Felipe Nascimento Gomes</i>	CÁLCULO: <i>Felipe Nascimento Gomes</i>	REVISÃO: <i>Thales Thiago</i>	APROVO: _____

## 11.9 MAPAS TEMÁTICOS ELABORADOS NO ESTUDO

# MAPA DE LOCALIZAÇÃO

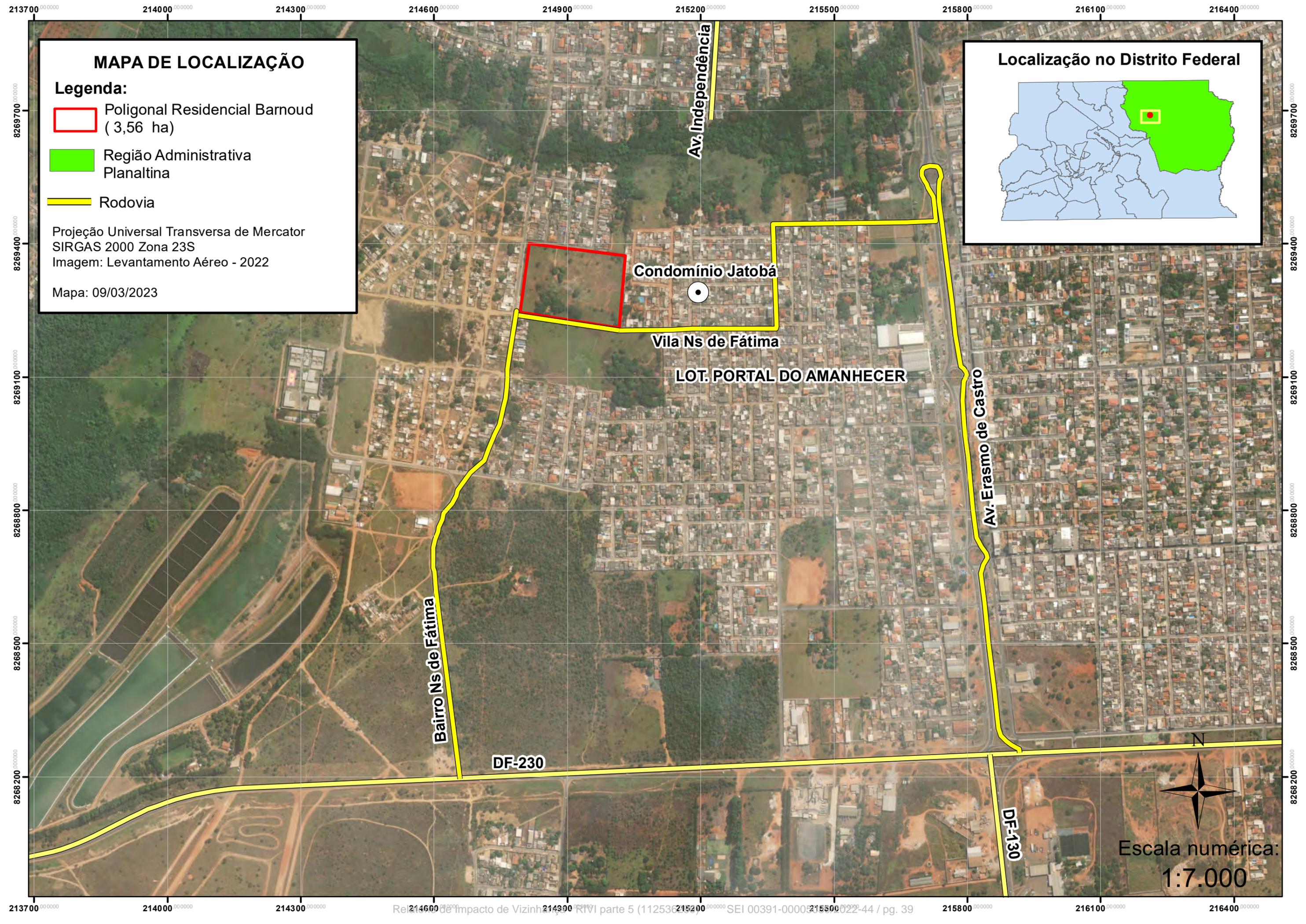
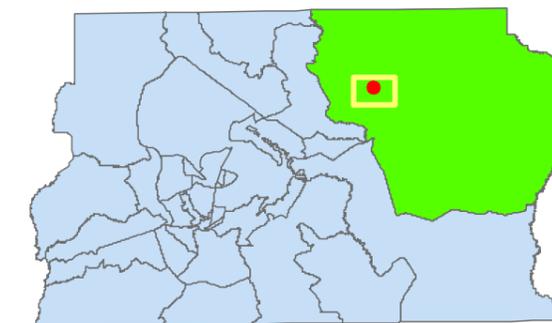
## Legenda:

-  Poligonal Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Região Administrativa Planaltina
-  Rodovia

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Levantamento Aéreo - 2022

Mapa: 09/03/2023

## Localização no Distrito Federal



Escala numérica:  
1:7.000



Escala numérica:  
1:4.000



**Coordenadas**  
X: 214813,7274  
Y: 8269398,9905

**Coordenadas**  
X: 215029,7646  
Y: 8269374,6369

**Coordenadas**  
X: 214793,2991  
Y: 8269246,5841

**Coordenadas**  
X: 215017,9806  
Y: 8269210,4465

Condomínio Jatobá

LOT. PORTAL DO AMANHECER

Avenida Independência

**MAPA DE LOCALIZAÇÃO**

**Legenda:**

-  Poligonal Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
-  Região Administrativa Planaltina
-  Rodovia

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Levantamento Aéreo - 2022  
Mapa: 09/03/2023

214600

215200

215800

214600

215200

215800



Escala numérica:  
1:5.000



**MAPA DE ZONEAMENTO - PDOT**

**Legenda:**

-  Poligonal Residencial Barnoud ( 3,56 ha)
-  Zona Urbana Consolidada
-  Zona Urbana de Uso Controlado II

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportail 2021  
Mapa: 09/03/2023

8270000

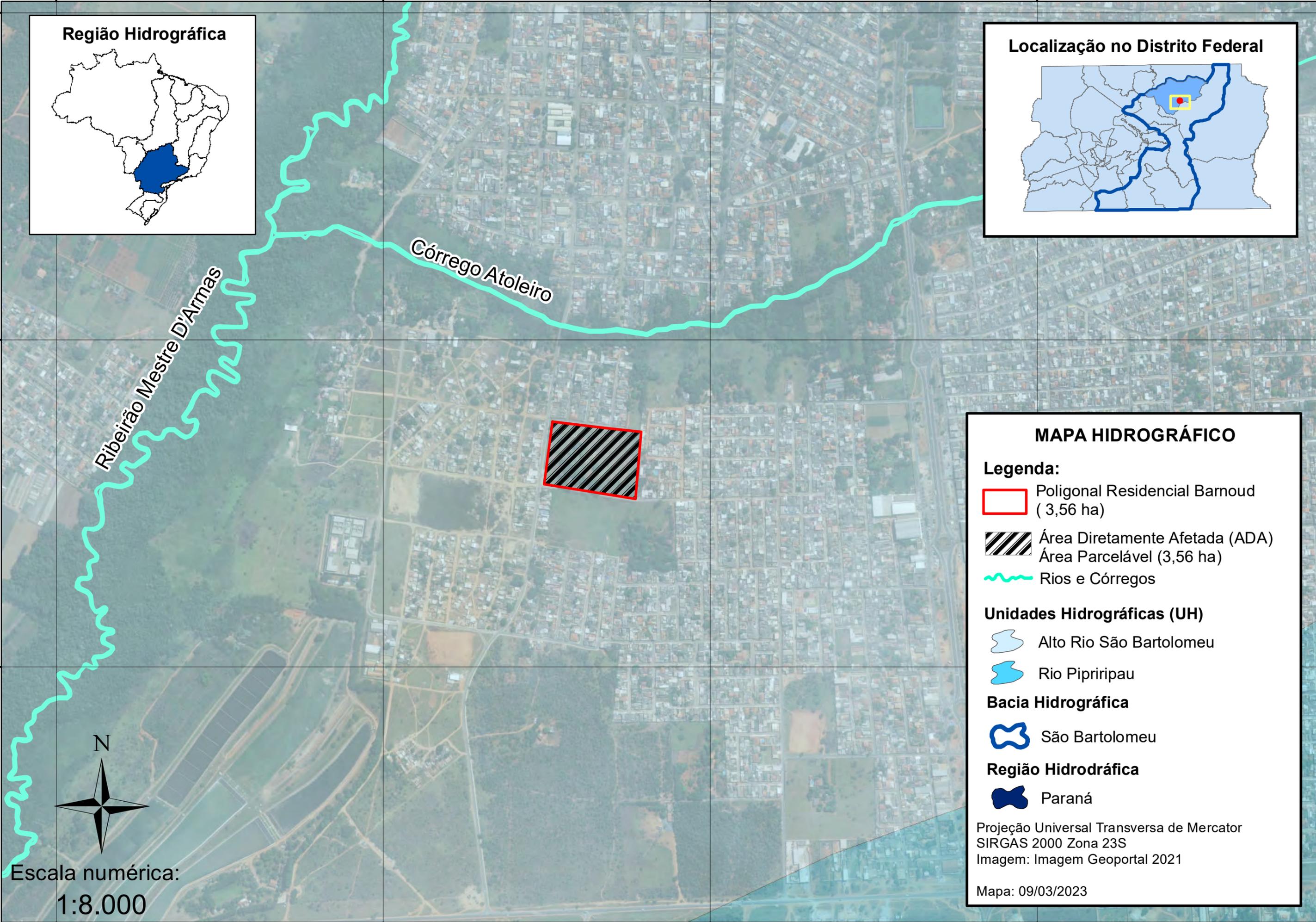
8270000

8269400

8269400

8268800

8268800



**MAPA HIDROGRÁFICO**

**Legenda:**

-  Poligonal Residencial Barnoud ( 3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
-  Rios e Córregos

**Unidades Hidrográficas (UH)**

-  Alto Rio São Bartolomeu
-  Rio Píprripau

**Bacia Hidrográfica**

-  São Bartolomeu

**Região Hidrográfica**

-  Paraná

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportail 2021  
 Mapa: 09/03/2023

Escaia numérica:  
**1:8.000**

214750 000000

215000 000000

215250 000000

215500 000000



Córrego Atoleiro

### MAPA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)

#### Legenda:

 Poligonal Residencial Barnoud ( 3,56 ha)

 Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

 Rios e Córregos

#### Área de Preservação Permanente (APP)

 APP de curso d'água - Faixa de 30m

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportail 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
1:3.000

214750 000000

215500 000000

8269750 000000

8269500 000000

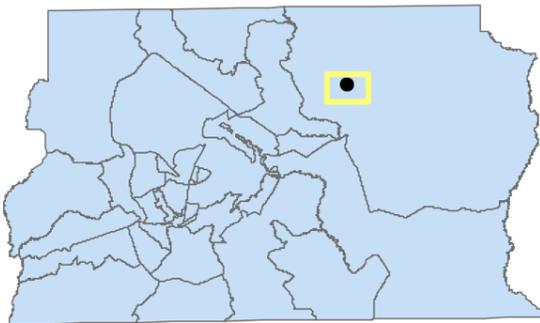
8269250 000000

8269750 000000

8269500 000000

8269250 000000

### Localização no Distrito Federal



Córrego Atoleiro

### MAPA DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

#### Legenda:

-  Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
-  Rios e Córregos

#### Zoneamento Ecológico-Econômico

-  ZEEDPE, SZDPE-6

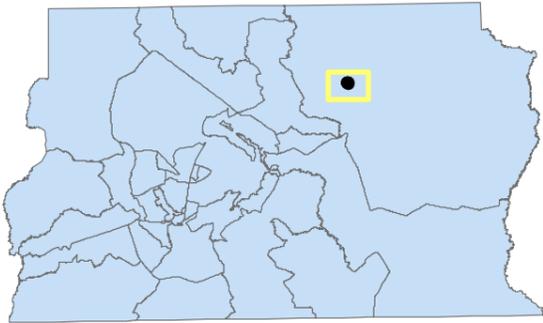
Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportail 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
1:3.000

### Localização no Distrito Federal



Córrego Atoleiro

## MAPA DE RISCOS ECOLÓGICOS CO-LOCALIZADOS

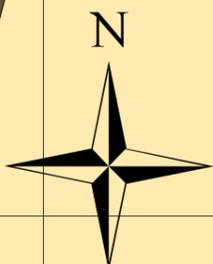
### Legenda:

- Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)
- Rios e Córregos

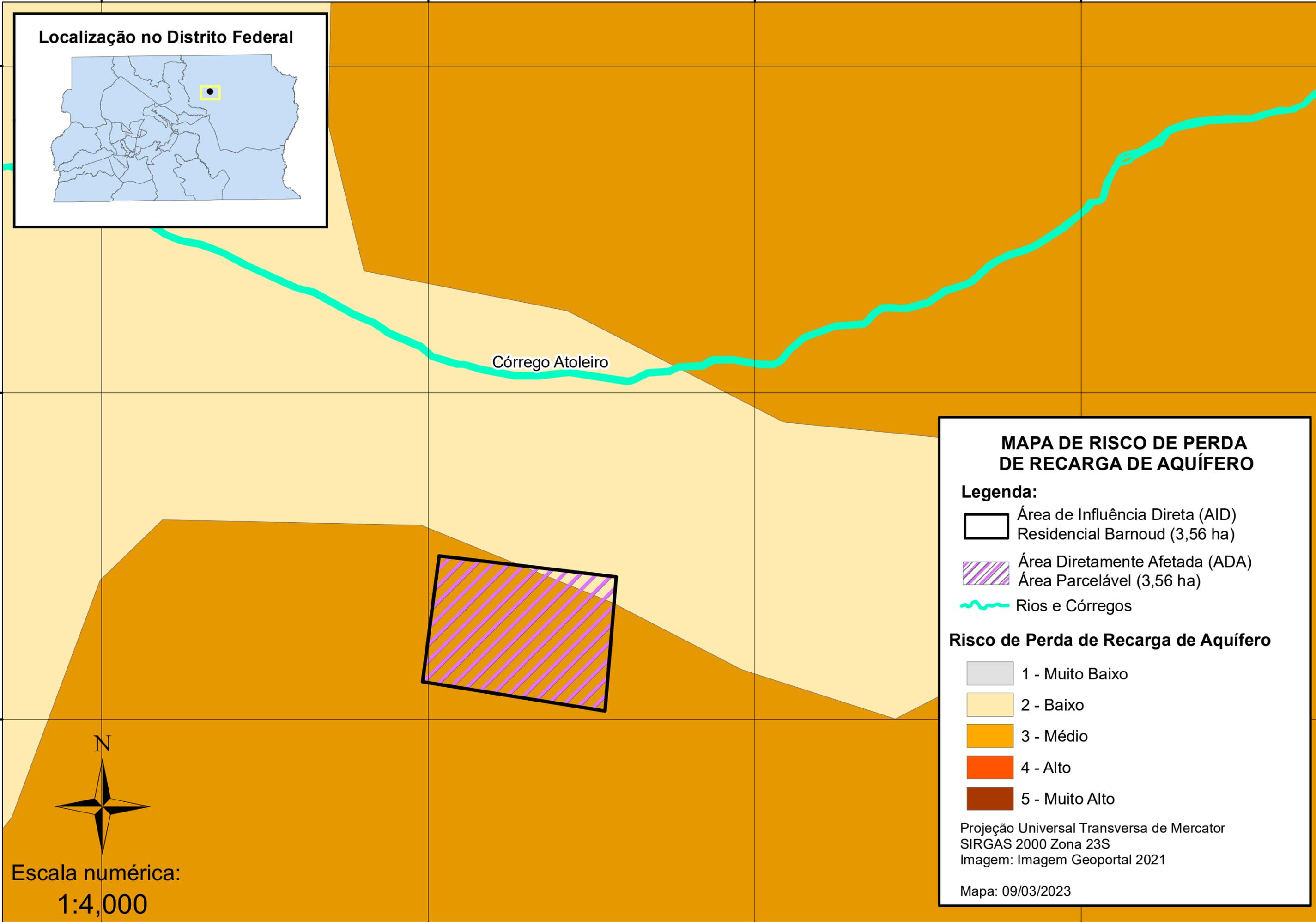
### Riscos Ecológico Co-localizados

- Não possui riscos alto ou muito alto
- 1 Risco ambiental alto ou muito alto
- 2 Riscos ambientais alto ou muito alto
- 3 Riscos ambientais alto ou muito alto
- 4 Riscos ambientais alto ou muito alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021  
Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
1:4,000



Córrego Atoleiro

### MAPA DE RISCO DE PERDA DE RECARGA DE AQUÍFERO

**Legenda:**

- Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
- Rios e Córregos

**Risco de Perda de Recarga de Aquífero**

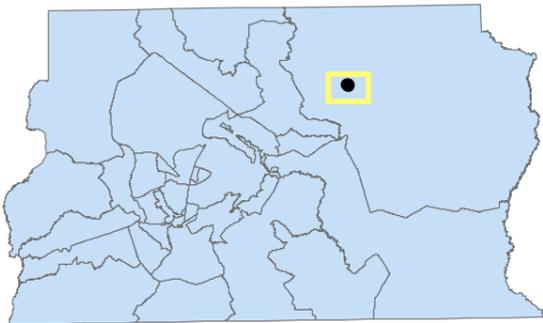
- 1 - Muito Baixo
- 2 - Baixo
- 3 - Médio
- 4 - Alto
- 5 - Muito Alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021  
Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
**1:4,000**

### Localização no Distrito Federal



Córrego Atoleiro

### MAPA DE RISCO DE PERDA DE SOLO POR EROSÃO

#### Legenda:

- Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
- Rios e Córregos

#### Risco de Perda de Solo por Erosão

- 1 - Muito Baixo
- 2 - Baixo
- 3 - Médio
- 4 - Alto
- 5 - Muito Alto

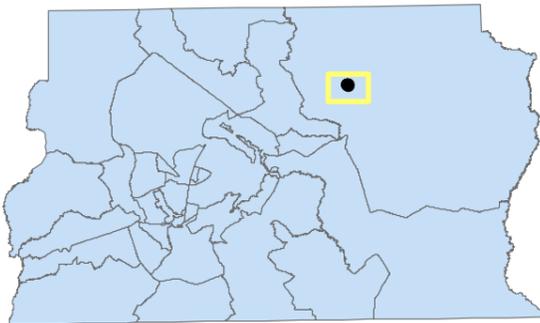
Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
**1:4,000**

### Localização no Distrito Federal



Córrego Atoleiro

## MAPA DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO DO SUBSOLO

### Legenda:

- Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
- Rios e Córregos

### Risco de Contaminação do Subsolo

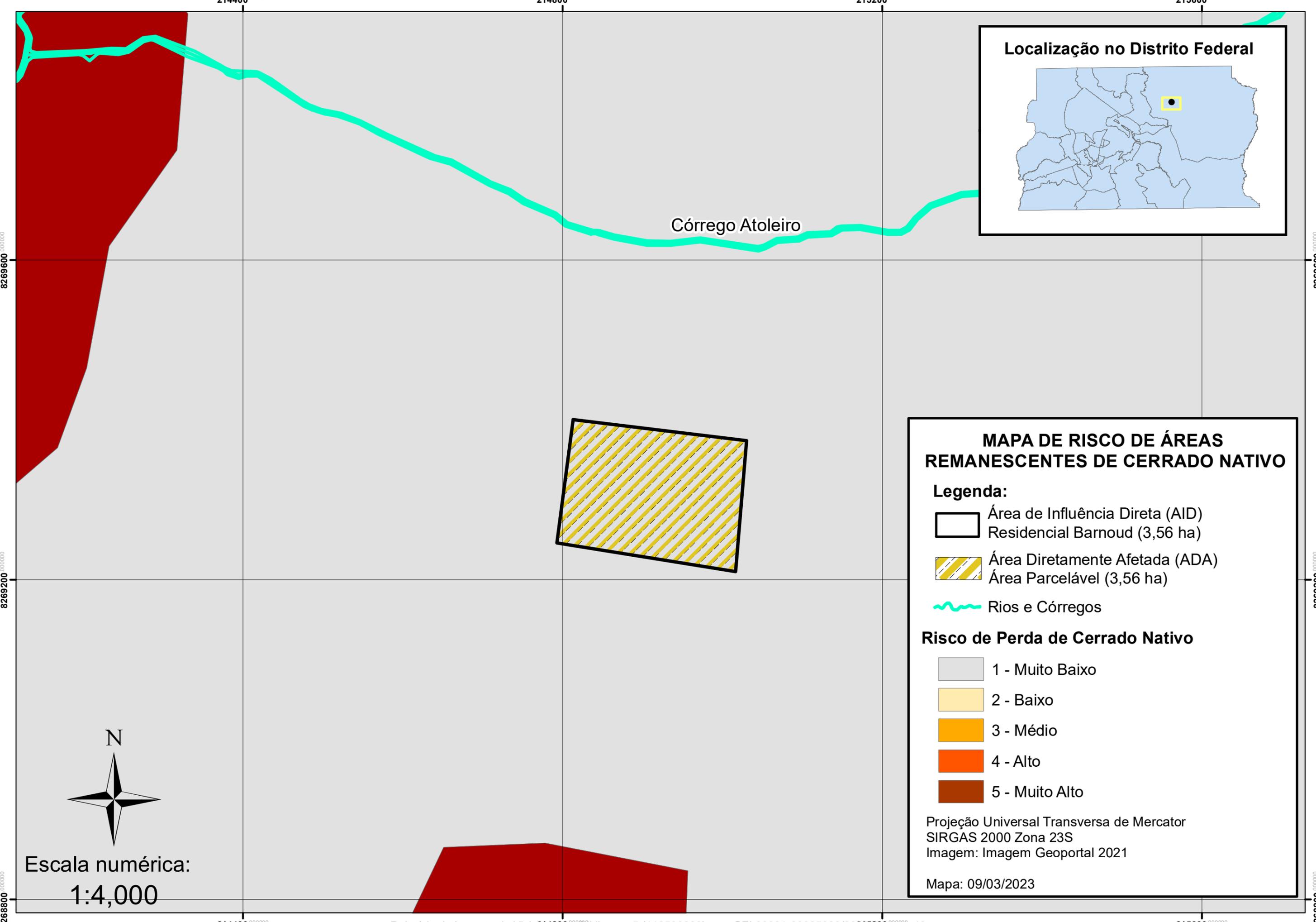
- 1 - Muito Baixo
- 2 - Baixo
- 3 - Médio
- 4 - Alto
- 5 - Muito Alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
**1:4,000**



**MAPA DE RISCO DE ÁREAS REMANESCENTES DE CERRADO NATIVO**

**Legenda:**

-  Área de Influência Direta (AID)
-  Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)
-  Área Parcelável (3,56 ha)
-  Rios e Córregos

**Risco de Perda de Cerrado Nativo**

-  1 - Muito Baixo
-  2 - Baixo
-  3 - Médio
-  4 - Alto
-  5 - Muito Alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
**1:4,000**

8269600

8269200

8268800

214400

214800

215200

215600

214400

214800

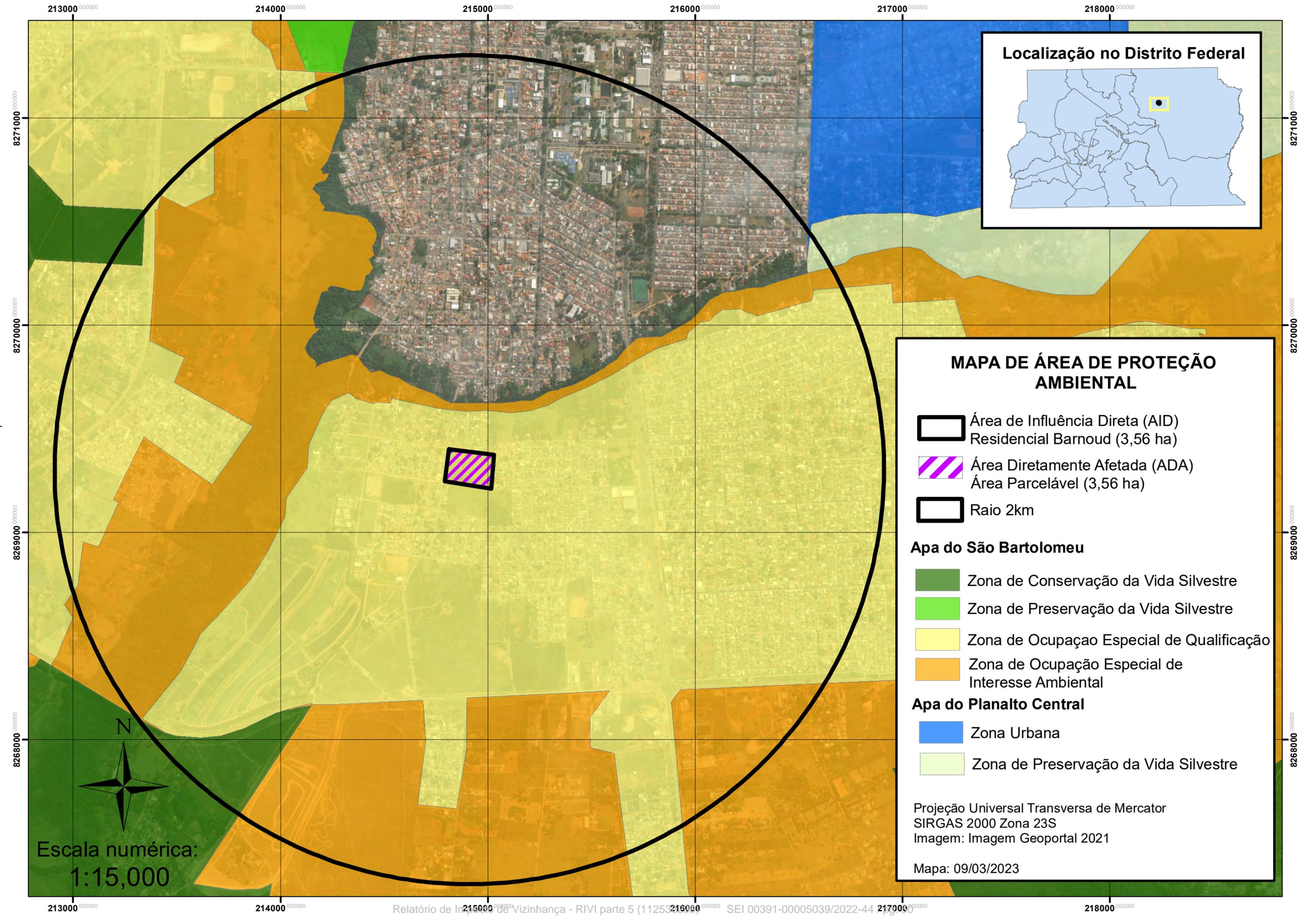
215200

215600

8269600

8269200

8268800



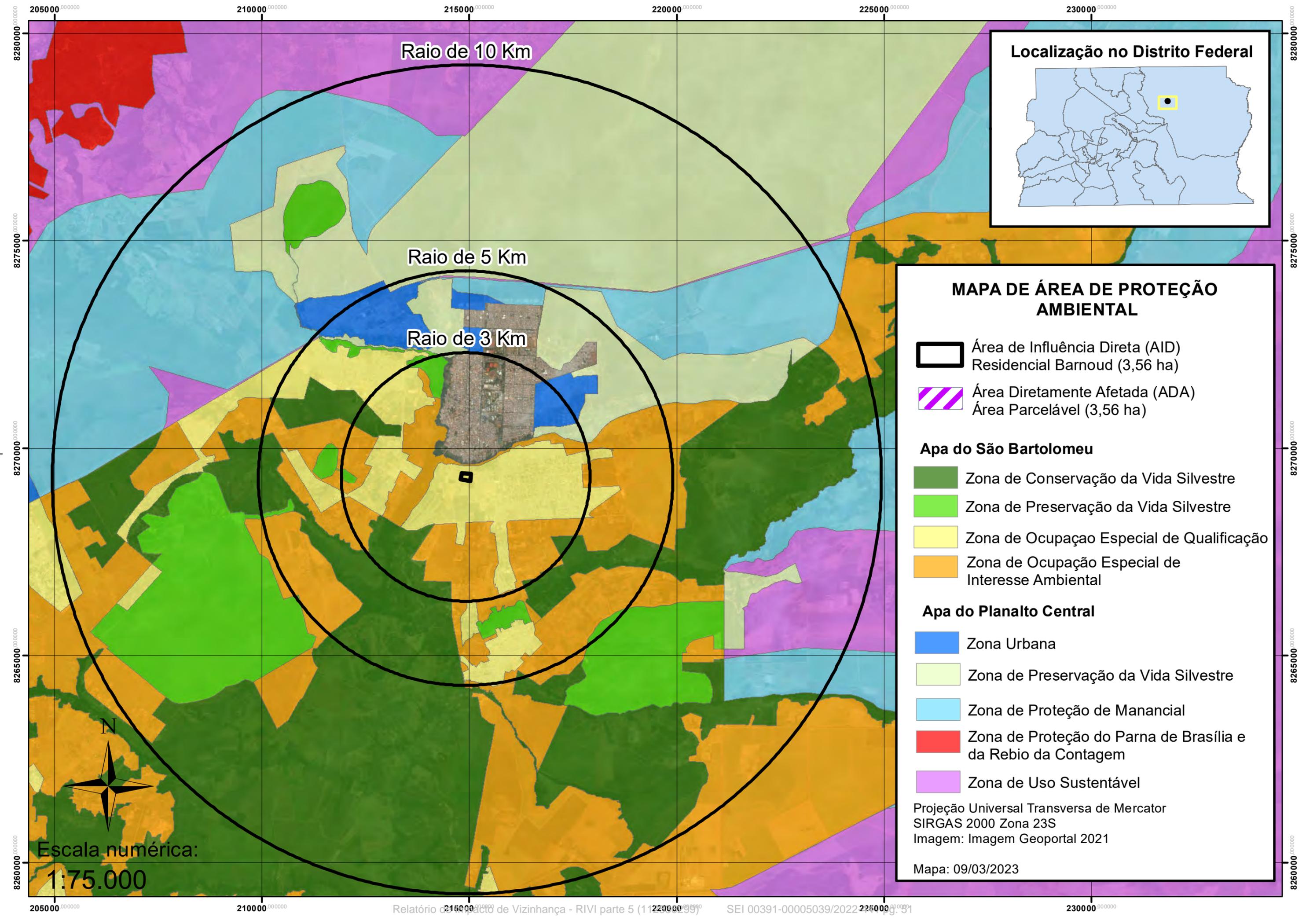
## MAPA DE ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

- Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
  - Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)
  - Raio 2km
- ### Apa do São Bartolomeu
- Zona de Conservação da Vida Silvestre
  - Zona de Preservação da Vida Silvestre
  - Zona de Ocupação Especial de Qualificação
  - Zona de Ocupação Especial de Interesse Ambiental
- ### Apa do Planalto Central
- Zona Urbana
  - Zona de Preservação da Vida Silvestre

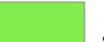
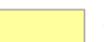
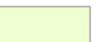
Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023

Esca  
numérica:  
1:15,000



### MAPA DE ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

-  Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)
- Apa do São Bartolomeu**
  -  Zona de Conservação da Vida Silvestre
  -  Zona de Preservação da Vida Silvestre
  -  Zona de Ocupação Especial de Qualificação
  -  Zona de Ocupação Especial de Interesse Ambiental
- Apa do Planalto Central**
  -  Zona Urbana
  -  Zona de Preservação da Vida Silvestre
  -  Zona de Proteção de Manancial
  -  Zona de Proteção do Parna de Brasília e da Rebio da Contagem
  -  Zona de Uso Sustentável

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023

Escala numérica:  
1:75.000



214400 000000

214800 000000

215200 000000

215600 000000



8269600 000000

8269600 000000

8269200 000000

8269200 000000

8268800 000000

8268800 000000

214400 000000

214800 000000

215200 000000

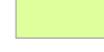
215600 000000

## MAPA DE CORREDOR ECOLÓGICO

### Legenda:

-  Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)

### Corredor Ecológico

-  Zona Lobo-Guará
-  Zona Sagui
-  Zona Suçuarana

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



Esca  
1:4,000



214750

215000

215250

Córrego Atoleiro



8269500

8269500

8269250

8269250

**MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA MEIO FÍSICO E BIÓTICO**

**Legenda:**

-  Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
-  Área de Influência Indireta (AII) (8,78 ha)
-  Rios e Córregos

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportal 2015

Mapa: 27/04/2023



Escala numérica:  
 1:2.000

214750

215250

214400,000000

214800,000000

215200,000000

215600,000000



8269600,000000

8269600,000000

8269200,000000

8269200,000000

8268800,000000

8268800,000000

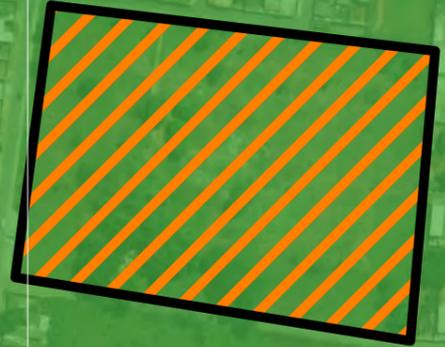
214400,000000

214800,000000

215200,000000

215600,000000

Escala numérica:  
1:4.000



**MAPA DE GEOLOGIA**

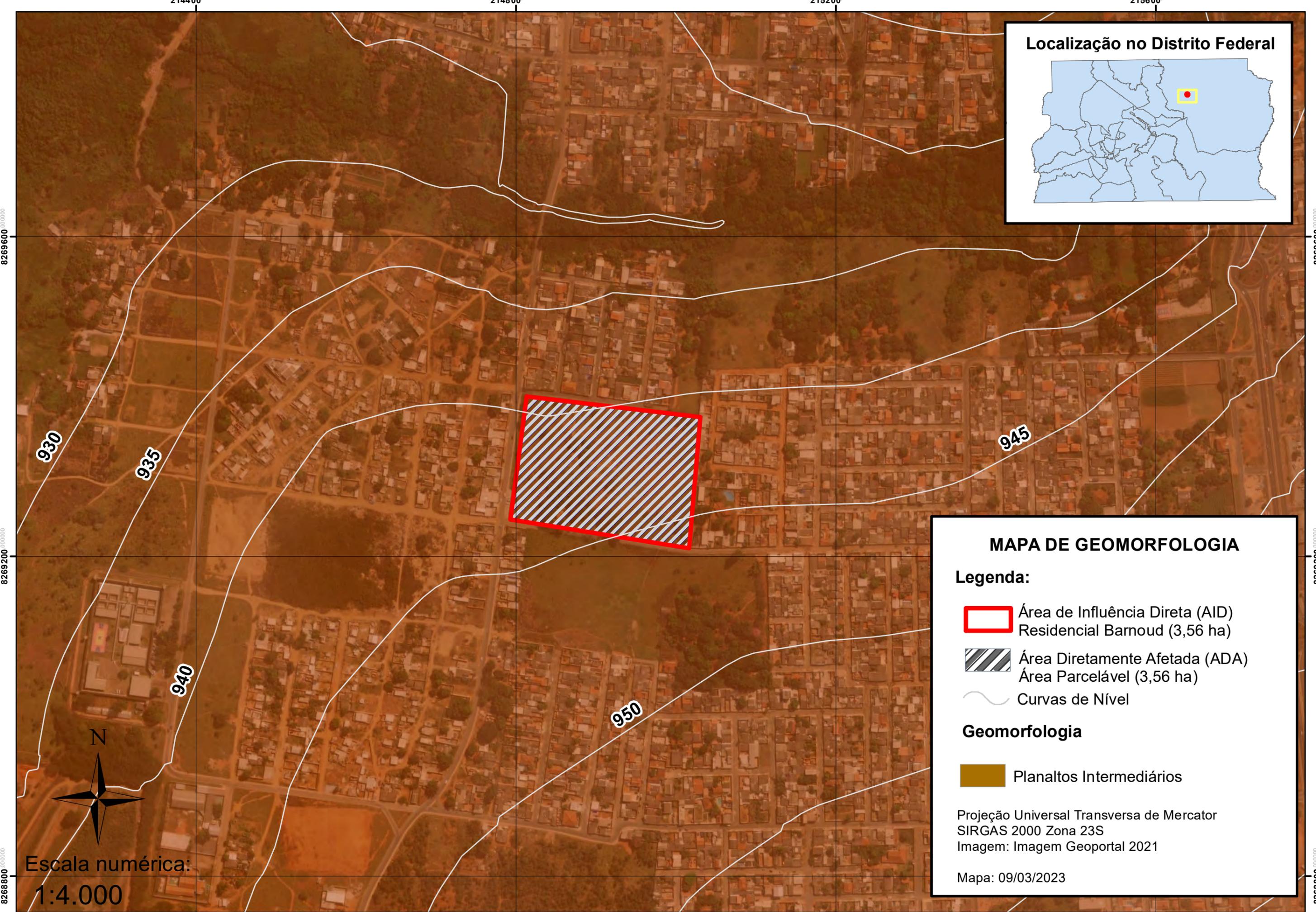
**Legenda:**

- Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

**Geologia**

- Metarritmito Argiloso
- Filitos

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportal 2021  
 Mapa: 09/03/2023



**MAPA DE GEOMORFOLOGIA**

**Legenda:**

- Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
- Curvas de Nível

**Geomorfologia**

- Planaltos Intermediários

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
**1:4.000**

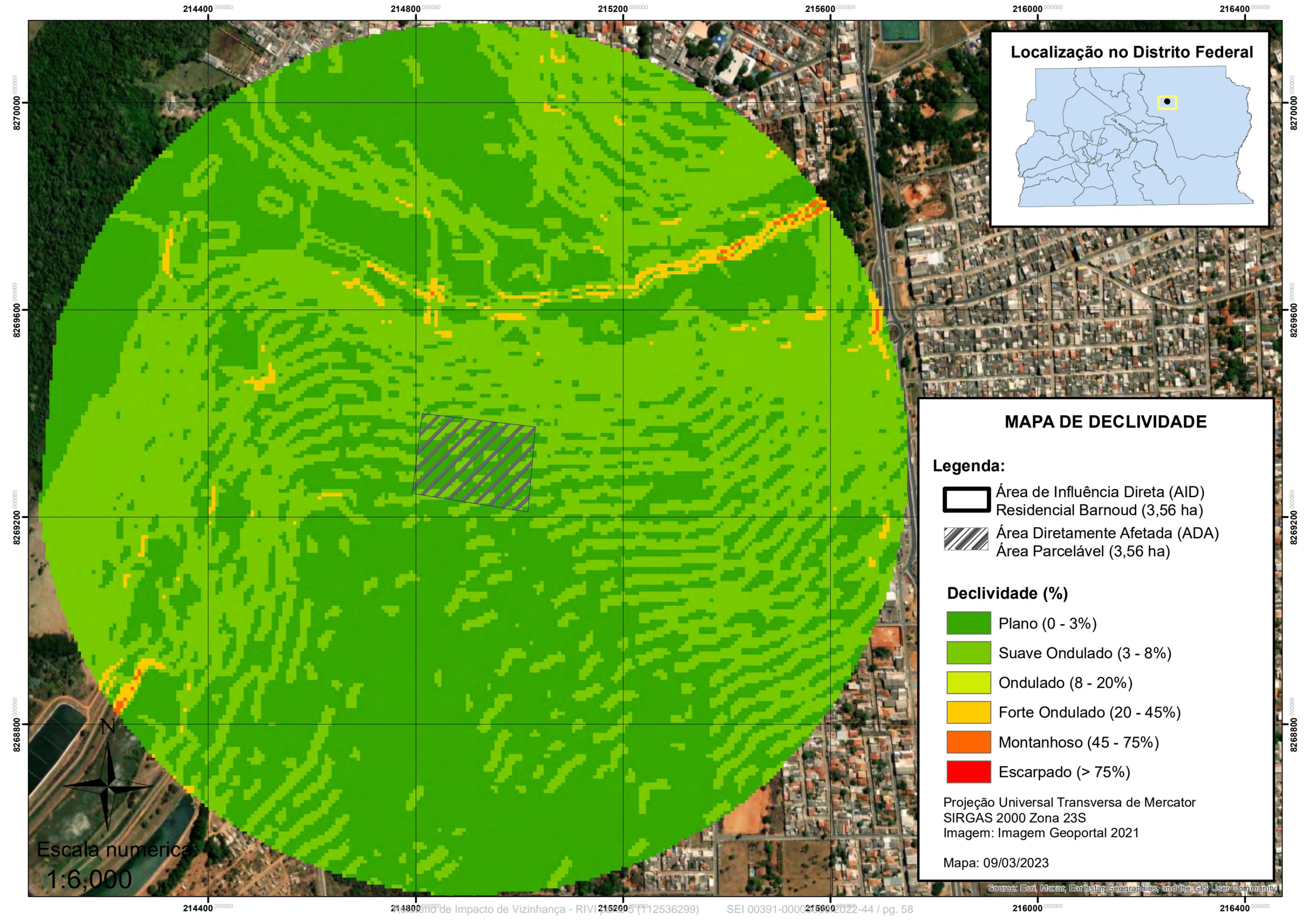
214400 000000 214800 000000 215200 000000 215600 000000

8269600 000000 8269200 000000 8268800 000000

930 935 940 945 950

Relatório de Impacto Ambiental - RIMA - RIVL parte 5 (112536299) SEI 00391-00012/2022-44 / pg. 57

214400 000000 214800 000000 215200 000000 215600 000000



## MAPA DE DECLIVIDADE

**Legenda:**

-  Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)

**Declividade (%)**

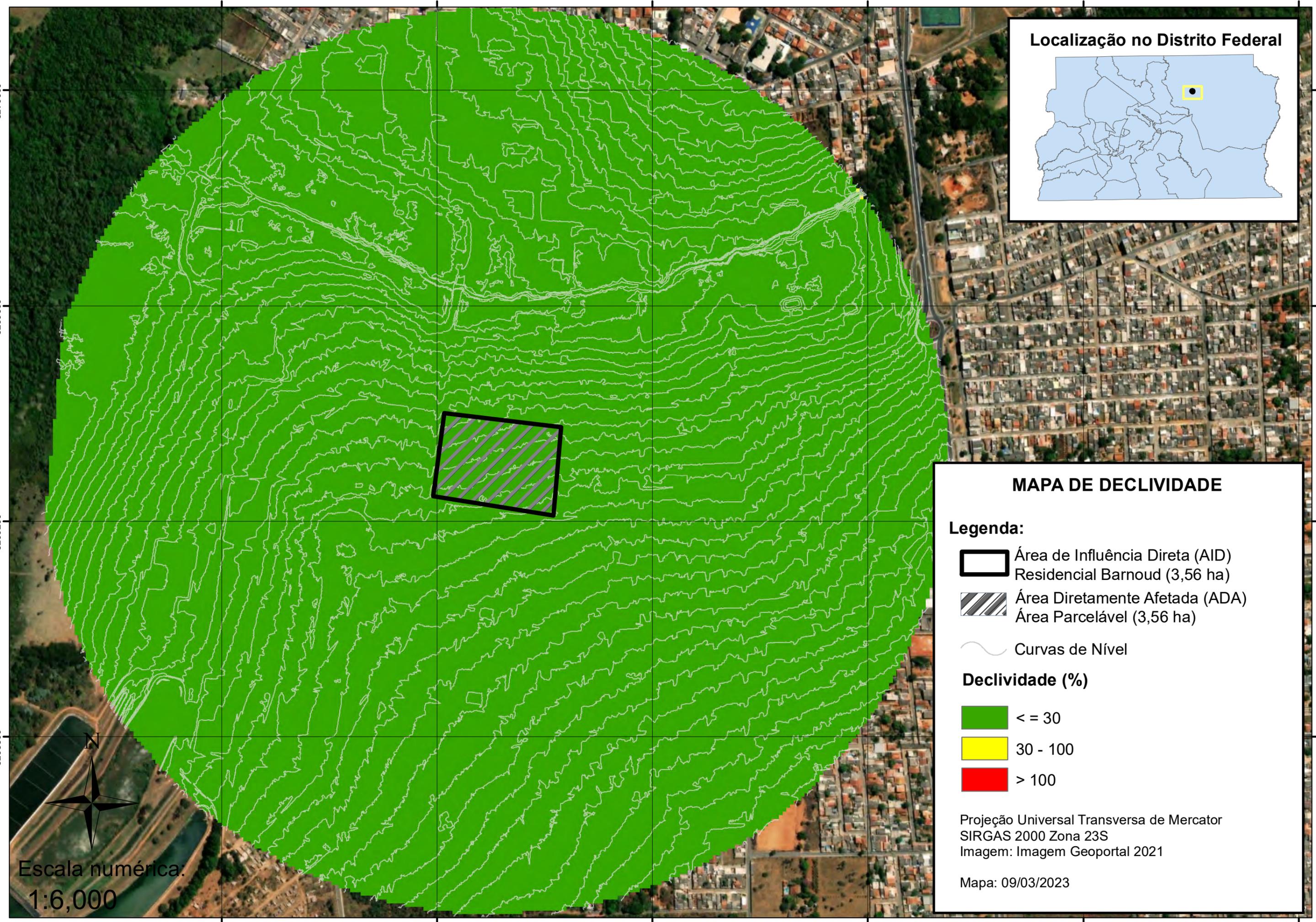
-  Plano (0 - 3%)
-  Suave Ondulado (3 - 8%)
-  Ondulado (8 - 20%)
-  Forte Ondulado (20 - 45%)
-  Montanhoso (45 - 75%)
-  Escarpado (> 75%)

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023

Escala numérica  
1:6,000





### MAPA DE DECLIVIDADE

#### Legenda:

-  Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)

 Curvas de Nível

#### Declividade (%)

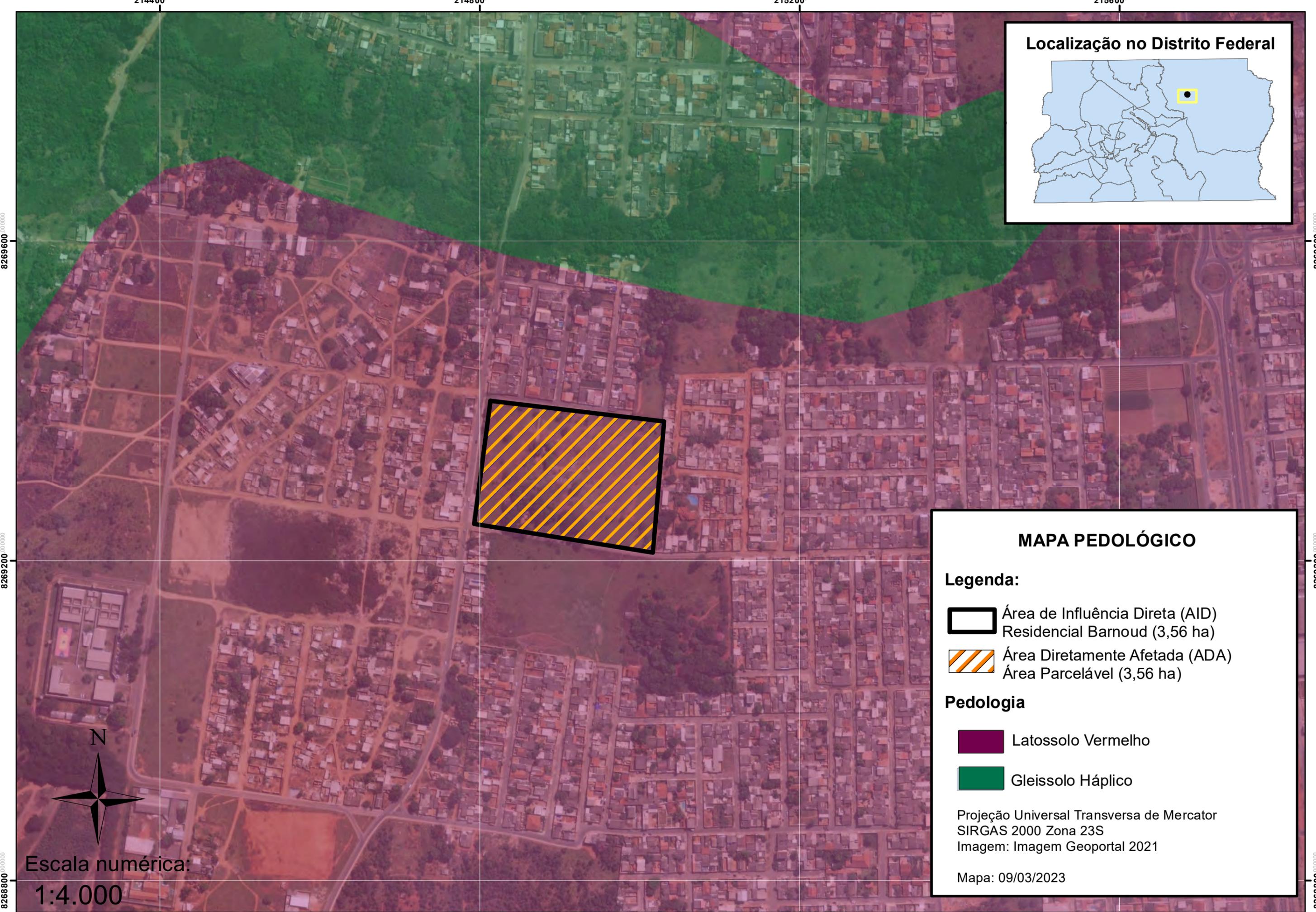
-  < = 30
-  30 - 100
-  > 100

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023

Escala numérica:  
1:6,000





### MAPA PEDOLÓGICO

**Legenda:**

-  Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)

**Pedologia**

-  Latossolo Vermelho
-  Gleissolo Háplico

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
1:4.000

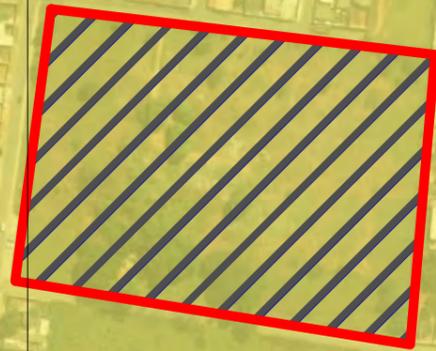
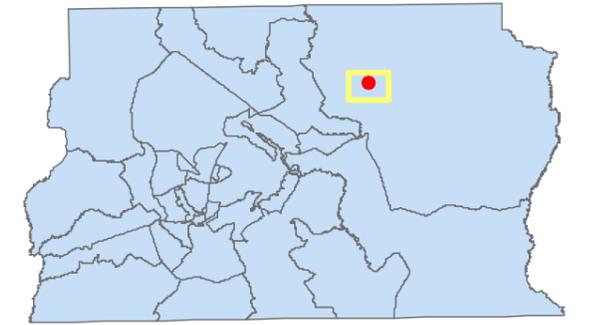
214400.000000

214800.000000

215200.000000

215600.000000

### Localização no Distrito Federal



## MAPA DE HIDROGEOLOGIA DOMINIO POROSO

### Legenda:

-  Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

### Hidrogeologia - Domínio Poroso

 P3

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:

1:4.000

214400.000000

215600.000000

8269600.000000

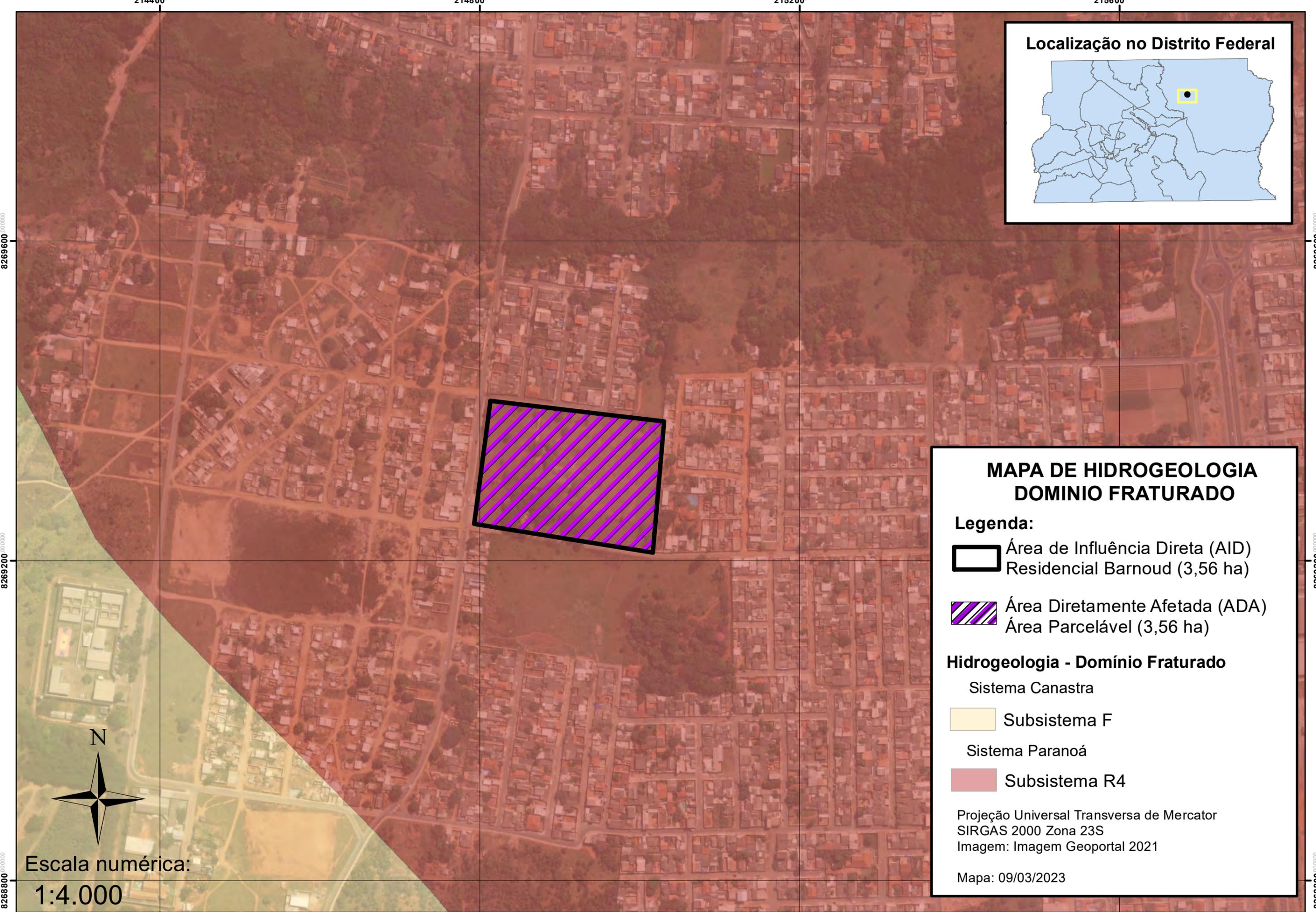
8269200.000000

8268800.000000

8269600.000000

8269200.000000

8268800.000000



### MAPA DE HIDROGEOLOGIA DOMINIO FRATURADO

#### Legenda:

 Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)

 Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)

#### Hidrogeologia - Domínio Fraturado

Sistema Canastra

 Subsistema F

Sistema Paranoá

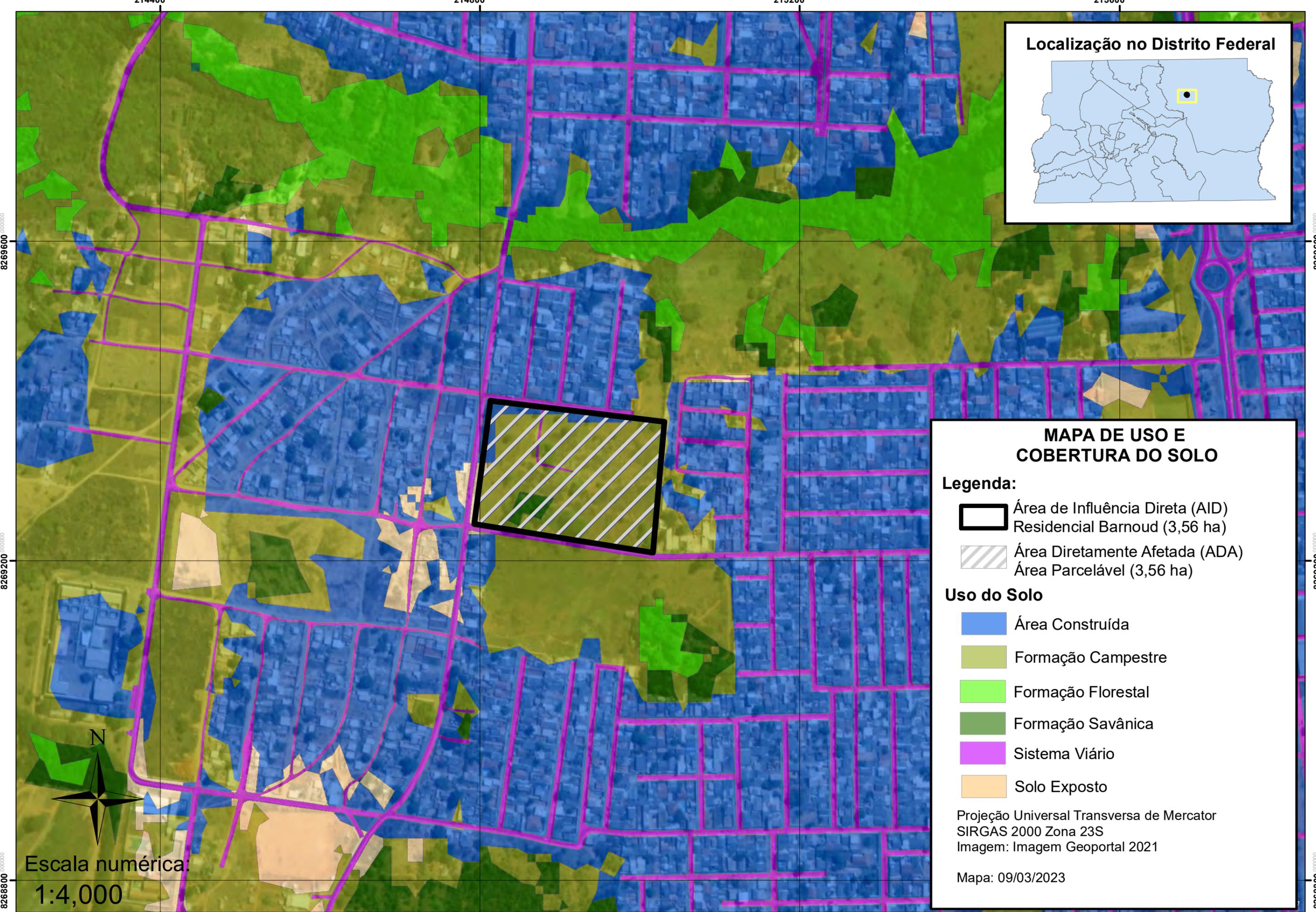
 Subsistema R4

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



Escala numérica:  
1:4.000

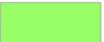


### MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO

#### Legenda:

-  Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

#### Uso do Solo

-  Área Construída
-  Formação Campestre
-  Formação Florestal
-  Formação Savânica
-  Sistema Viário
-  Solo Exposto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 09/03/2023



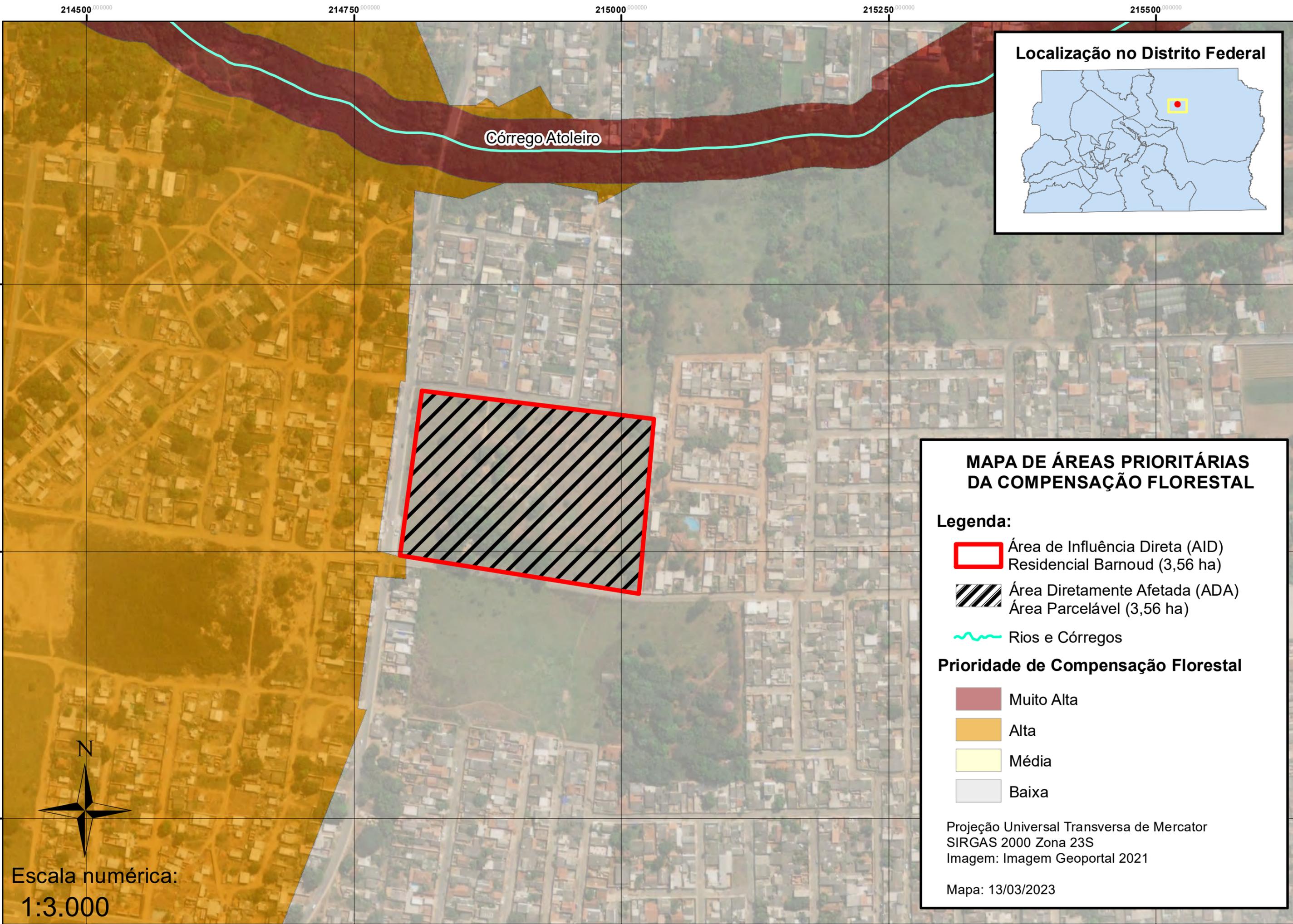
Escala numérica:  
 1:4,000

214400 000000 214800 000000 215200 000000 215600 000000

8269600 000000 8269200 000000 8268800 000000

214400 000000 214800 000000 215200 000000 215600 000000

Relatório de 214400 000000 de Vizinhança - RIVI parte 5 (112536299) SEI 003215200 005039/2022-44 / pg. 63

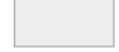


### MAPA DE ÁREAS PRIORITÁRIAS DA COMPENSAÇÃO FLORESTAL

#### Legenda:

-  Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)
-  Rios e Córregos

#### Prioridade de Compensação Florestal

-  Muito Alta
-  Alta
-  Média
-  Baixa

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
 1:3.000

214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

8269700,000000

8269700,000000

8269400,000000

8269400,000000

8269100,000000

8269100,000000

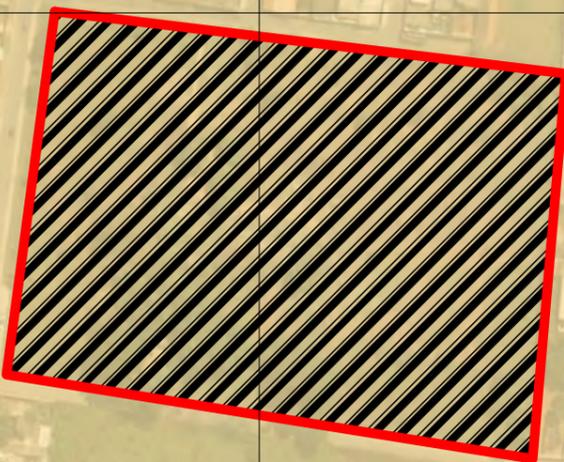
214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

# Grau de Comprometimento 20% a 50% - Médio



**MAPA DE GRAU DE COMPROMETIMENTO DA VAZÃO OUTORGÁVEL PARA RETIRADA DE ÁGUA NOS RIOS - 1º TRIMESTRE (2009-2017)**

**Legenda:**

- Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

**Grau de Comprometimento**

- < 20% - Baixo
- 20% a 50% - Médio
- 50% a 70% - Alto
- > 70% - Muito alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
1:3.000

214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

8269700,000000

8269700,000000

8269400,000000

8269400,000000

8269100,000000

8269100,000000

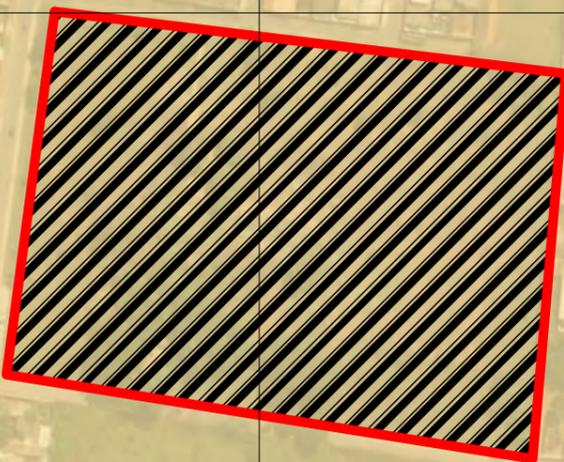
214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

# Grau de Comprometimento 20% a 50% - Médio



**MAPA DE GRAU DE COMPROMETIMENTO DA VAZÃO OUTORGÁVEL PARA RETIRADA DE ÁGUA NOS RIOS - 2º TRIMESTRE (2009-2017)**

**Legenda:**

- Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

**Grau de Comprometimento**

- < 20% - Baixo
- 20% a 50% - Médio
- 50% a 70% - Alto
- > 70% - Muito alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
**1:3.000**

214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

8269700,000000

8269700,000000

8269400,000000

8269400,000000

8269100,000000

8269100,000000

214600,000000

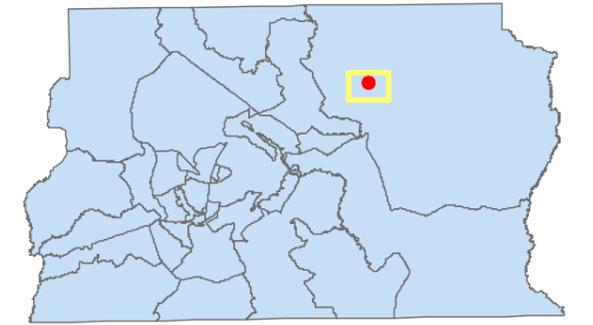
214900,000000

215200,000000

215500,000000

**Grau de Comprometimento  
50% a 70% - Alto**

**Localização no Distrito Federal**



**MAPA DE GRAU DE  
COMPROMETIMENTO DA  
VAZÃO OUTORGÁVEL PARA  
RETIRADA DE ÁGUA NOS  
RIOS - 3º TRIMESTRE (2009-2017)**

**Legenda:**

-  Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)

**Grau de Comprometimento**

-  < 20% - Baixo
-  20% a 50% - Médio
-  50% a 70% - Alto
-  > 70% - Muito alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
**1:3.000**

214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

8269700,000000

8269700,000000

8269400,000000

8269400,000000

8269100,000000

8269100,000000

214600,000000

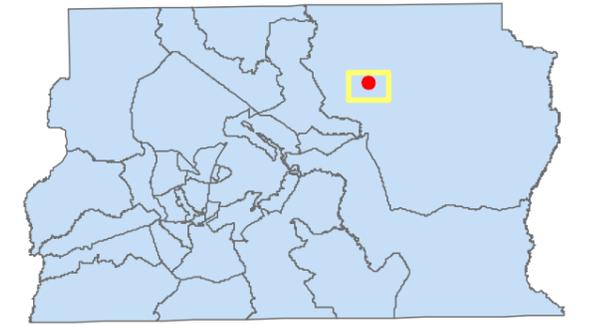
214900,000000

215200,000000

215500,000000

**Grau de Comprometimento**  
**50% a 70% - Alto**

**Localização no Distrito Federal**



**MAPA DE GRAU DE COMPROMETIMENTO DA VAZÃO OUTORGÁVEL PARA RETIRADA DE ÁGUA NOS RIOS - 4º TRIMESTRE (2009-2017)**

**Legenda:**

-  Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

**Grau de Comprometimento**

-  < 20% - Baixo
-  20% a 50% - Médio
-  50% a 70% - Alto
-  > 70% - Muito alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
**1:3.000**

214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

8269700,000000

8269700,000000

8269400,000000

8269400,000000

8269100,000000

8269100,000000

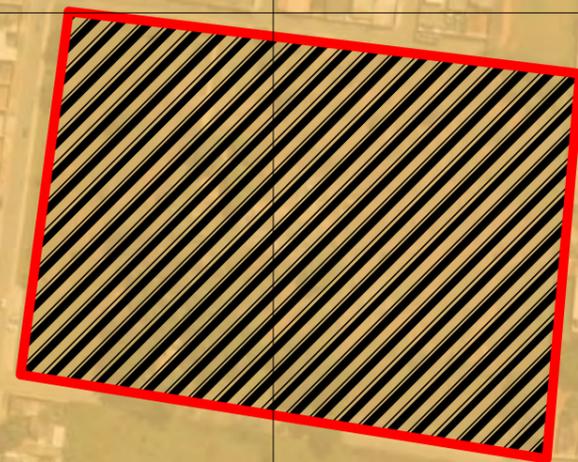
214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

**Grau de Comprometimento**  
**20% a 50% - Médio**



**MAPA DE GRAU DE COMPROMETIMENTO DA VAZÃO OUTORGÁVEL PARA DILUIÇÃO DE CARGA ORGÂNICA NOS RIOS EM RELAÇÃO A META FINAL DO ENQUADRAMENTO - 2030 (2009-2017)**

**Legenda:**

-  Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

**Grau de Comprometimento**

-  < 20% - Baixo
-  20% a 50% - Médio
-  50% a 70% - Alto
-  > 70% - Muito alto

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
**1:3.000**

214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

8269700,000000

8269700,000000

8269400,000000

8269400,000000

8269100,000000

8269100,000000

214600,000000

214900,000000

215200,000000

215500,000000

# Grau de Comprometimento Médio



**MAPA DE GRAU DE COMPROMENTIMENTO DA VAZÃO MÍNIMA REMANESCENTE, MEDIDA NOS PONTOS DE CONTROLE - 1º TRIMESTRE (2009-2016)**

**Legenda:**

-  Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

**Grau de Comprometimento**

-  Baixo ( $Q_{obs}^{**} > 70\% Q_{ref}^{*}$ )
-  Médio ( $45\% Q_{ref} < Q_{obs} < 70\% Q_{ref}$ )
-  Alto ( $20\% Q_{ref} < Q_{obs} < 45\% Q_{ref}$ )
-  Comprometido ( $Q_{obs} < 20\% Q_{ref}$ )
-  Sem informação

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
**1:3.000**



214600 000000

214900 000000

215200 000000

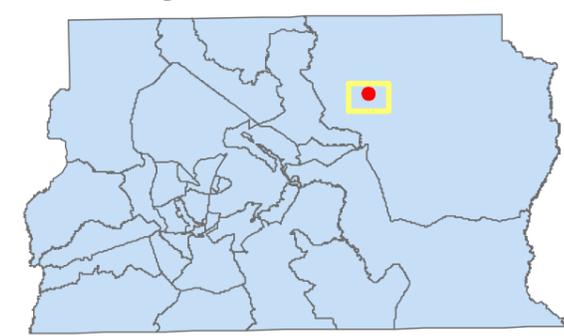
215500 000000

8269700 000000

8269700 000000

# Grau de Comprometimento Médio

## Localização no Distrito Federal



8269400 000000

8269400 000000

## MAPA DE GRAU DE COMPROMENTIMENTO DA VAZÃO MÍNIMA REMANESCENTE, MEDIDA NOS PONTOS DE CONTROLE - 3º TRIMESTRE (2009-2016)

### Legenda:

-  Área de Influência Direta (AID)  
Residencial Barnoud (3,56 ha)
-  Área Diretamente Afetada (ADA)  
Área Parcelável (3,56 ha)

### Grau de Comprometimento

-  Baixo ( $Q_{obs}^{**} > 70\% Q_{ref}^{*}$ )
-  Médio ( $45\% Q_{ref} < Q_{obs} < 70\% Q_{ref}$ )
-  Alto ( $20\% Q_{ref} < Q_{obs} < 45\% Q_{ref}$ )
-  Comprometido ( $Q_{obs} < 20\% Q_{ref}$ )
-  Sem informação

Projeção Universal Transversa de Mercator  
SIRGAS 2000 Zona 23S  
Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
1:3.000

8269100 000000

8269100 000000

214600 000000

215500 000000

214600 000000

214900 000000

215200 000000

215500 000000

8269700 000000

8269700 000000

8269400 000000

8269400 000000

8269100 000000

8269100 000000

214600 000000

214900 000000

215200 000000

215500 000000

# Grau de Comprometimento Médio



**MAPA DE GRAU DE COMPROMENTIMENTO DA VAZÃO MÍNIMA REMANESCENTE, MEDIDA NOS PONTOS DE CONTROLE - 4º TRIMESTRE (2009-2016)**

**Legenda:**

- Área de Influência Direta (AID) Residencial Barnoud (3,56 ha)
- Área Diretamente Afetada (ADA) Área Parcelável (3,56 ha)

**Grau de Comprometimento**

- Baixo ( $Q_{obs}^{**} > 70\% Q_{ref}^{*}$ )
- Médio ( $45\% Q_{ref} < Q_{obs} < 70\% Q_{ref}$ )
- Alto ( $20\% Q_{ref} < Q_{obs} < 45\% Q_{ref}$ )
- Comprometido ( $Q_{obs} < 20\% Q_{ref}$ )
- Sem informação

Projeção Universal Transversa de Mercator  
 SIRGAS 2000 Zona 23S  
 Imagem: Imagem Geoportal 2021

Mapa: 13/03/2023



Escala numérica:  
**1:3.000**