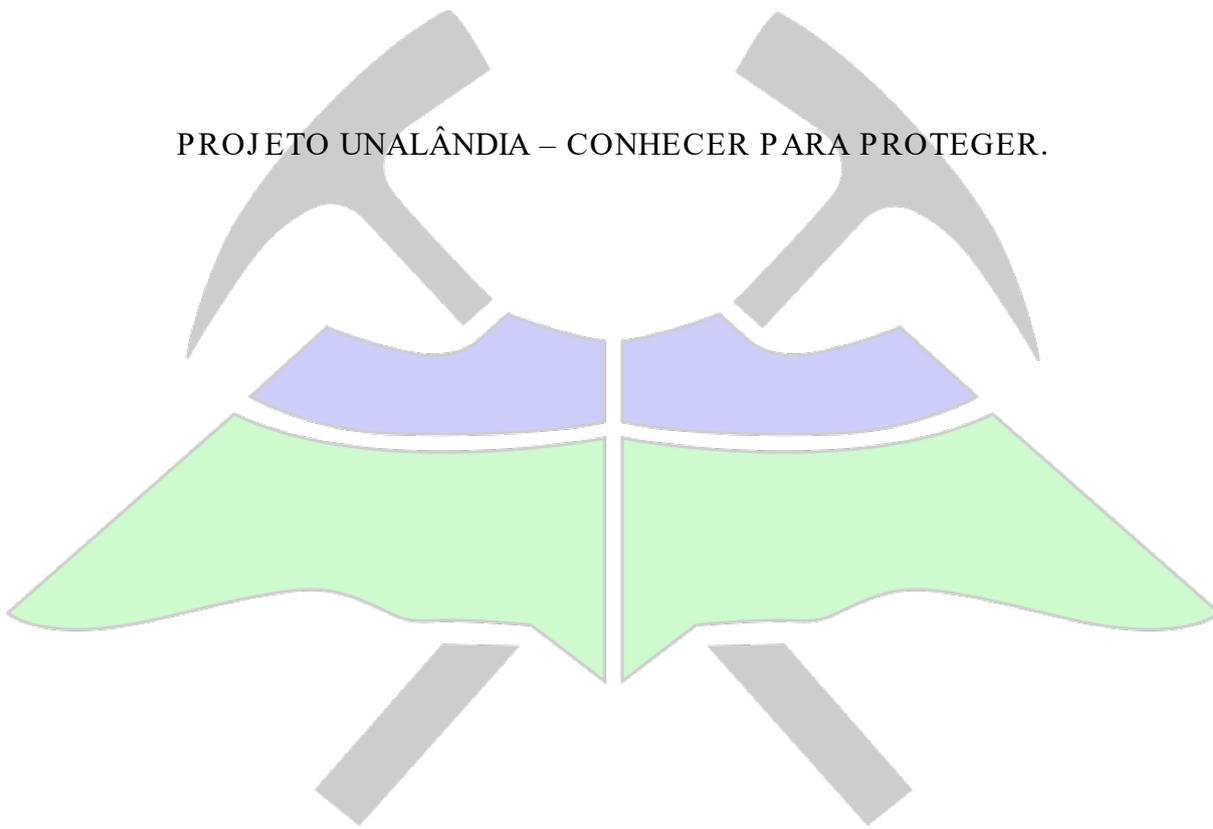


# PROJETO "UNALÂNDIA"

CONHECER PARA PROTEGER



GREGEO UnB



PROJETO UNALÂNDIA – CONHECER PARA PROTEGER.

**GREGEO UnB**

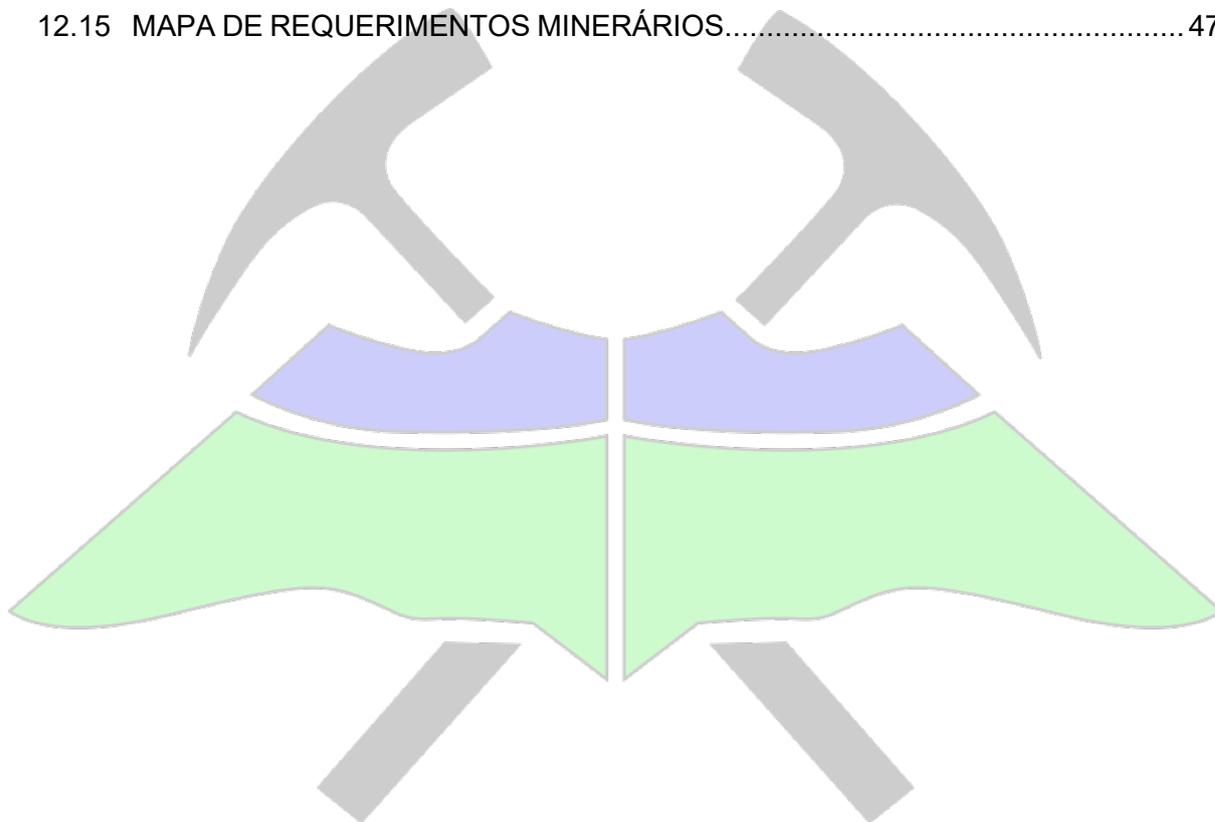
GREGEO

2022

## ÍNDICE ANALÍTICO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
3.1	OBJETIVOS GERAIS	8
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
<b>4</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>11</b>
5.1	PROSPECÇÃO REMOTA	12
5.2	CAMINHAMENTO ESPELEOLÓGICO	13
5.3	DETERMINAÇÃO DA POTENCIALIDADE ESPELEOLÓGICA	13
<b>6</b>	<b>CRONOGRAMA</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>ORÇAMENTO</b>	<b>18</b>
7.1	VERBA DE CAMPO	18
7.2	CUSTOS DO PROJETO	18
<b>8</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>21</b>
8.1	ÁREAS ALVO	21
8.2	GEOLOGIA	21
8.3	PEDOLOGIA	22
8.4	GEOMORFOLOGIA, HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE	22
8.5	HIDROGEOLOGIA	22
8.5.1	<i>Domínio Intergranular</i>	22
8.5.2	<i>Domínio Fraturado</i>	23
8.5.3	<i>Domínio Fissuro-Cárstico</i>	23
8.6	FITOFISIONOMIA	23
8.7	ESPELEOLOGIA	24
8.8	ARQUEOLOGIA	25
<b>9</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>28</b>
<b>11</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>33</b>
12.1	MAPA DE POTENCIAL ESPELEOLÓGICO	33
12.2	MAPA DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA PRESERVAÇÃO	34
12.3	MAPA HIPSOMÉTRICO	35
12.4	MAPA GEOLÓGICO	36

12.5	MAPA LITOLÓGICO.....	37
12.6	MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	38
12.7	MAPA DE DECLIVIDADE .....	39
12.8	MAPA PEDOLÓGICO.....	40
12.9	MAPA DE OTTOBACIAS E HIDROGRAFIA .....	41
12.10	MAPA HIDROGEOLÓGICO .....	42
12.11	MAPA DE COMPOSIÇÃO RGB (762).....	43
12.12	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PROJETO .....	44
12.13	MAPA COM IMAGEM GOOGLE.....	45
12.14	MAPA DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS.....	46
12.15	MAPA DE REQUERIMENTOS MINERÁRIOS.....	47



**GREGEO UnB**

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE POTENCIALIDADE ESPELEOLÓGICA DE ACORDO COM O LITOTIPO. RETIRADO DE JANSSEN ET AL., (2012). .....	14
FIGURA 2: SEPULTAMENTO NA GRUTA DO GENTIO II.....	25
FIGURA 3: PINTURAS RUPESTRES EM CAVERNA NATALÂNDIA-MG.....	25
FIGURA 4: PINTURA RUPESTRE NA GRUTA DO GENTIO II. ....	26
FIGURA 5: PEÇA DE CESTARIA ENCONTRADA NA GRUTA DO GENTIO II.....	26
FIGURA 6: INSTRUMENTO DE PEDRA LASCADA ENCONTRADO NA GRUTA DO GENTIO II. ....	26
FIGURA 7: FIOS DE CABELO HUMANOS ENCONTRADOS NA GRUTA DO GENTIO II. ....	26

## ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1: QUADRO RESUMO DOS PARTICIPANTES DO PROJETO UNALÂNDIA.....	5
QUADRO 2: CRONOGRAMA DE ATIVIDADES. ....	16
QUADRO 3: PRESTAÇÃO DE CONTAS DA PRIMEIRA CAMPANHA DO PROJETO UNALÂNDIA. ....	18
QUADRO 4: PRESTAÇÃO DE CONTAS DA SEGUNDA CAMPANHA DO PROJETO UNALÂNDIA. ....	19
QUADRO 5: PRESTAÇÃO DE CONTAS TOTAL DO PROJETO UNALÂNDIA. ....	20

## ÍNDICE DE TABELAS

NENHUMA ENTRADA DE ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES FOI ENCONTRADA.

# GREGEO UnB

## 1 APRESENTAÇÃO

O Grupo Espeleológico da Geologia (GREGEO) é um grupo espeleológico voltado à pesquisa das cavidades naturais subterrâneas.

O GREGEO foi criado por alunos do então Departamento de Geociências, em sua maioria, em 08 de junho de 1985, quando seus primeiros integrantes perceberam a importância da existência desta ciência no meio acadêmico da Universidade de Brasília (UnB). Contando com o apoio inicial da UnB e, mais reconhecidamente do Departamento de Geociências (hoje Instituto), do Decanato de Assuntos Comunitários e da própria Reitoria, o GREGEO participa de diversos congressos nacionais de Espeleologia, e organiza periodicamente exposições sobre o assunto para a comunidade acadêmica e extra-acadêmica.

Com foco no conhecimento espeleológico do Distrito Federal e seu entorno, o grupo vem trabalhando no entendimento da evolução do carste regional e espeleogênese, dando ênfase ao contexto geológico da Faixa de Dobramentos Brasília.

Atualmente o grupo possui como sede uma sala no Campus Darcy Ribeiro, no Instituto de Geociências (IG) na Universidade de Brasília e é aberto a novos integrantes que queiram realizar pesquisa espeleológica.

A seguir, apresentamos um quadro resumo dos membros participantes do início do Projeto intitulado Unalândia – Conhecer para proteger, assim como suas respectivas funções técnico-científicas e/ou administrativas no projeto. Todos os participantes citados participaram das etapas de campo e/ou execução de registros de cavidades e/ou publicações científicas decorrentes da execução do projeto.

Quadro 1: Quadro resumo dos participantes do Projeto Unalândia.

<b>Membros participantes</b>	<b>Funções</b>
<b>Ana Lúcia Vieira dos Santos</b>	Graduanda Geografia
<b>André Cunha de Souza</b>	Geólogo / Sensoriamento Remoto
<b>Beatriz Soares de Andrade Timóteo</b>	Graduanda Geologia / Tesoureira / Coordenadora
<b>Catharina Carvalho Cabral Maldaner</b>	Graduanda Biologia / Arte e comunicação
<b>Cézer Vicente de Souza Filho</b>	Graduando geologia
<b>Cintia Fernandes Stumpf</b>	Geóloga / Logística / Escrita
<b>Guilherme de Azambuja Villanova</b>	Graduando Geofísica / Sensoriamento Remoto

<b>Guilherme Vendramini Pereira</b>	Geólogo / Trabalhos anteriores / Acompanhamento e Revisão
<b>Isadora Bordignon Franz</b>	Graduanda Geologia / Arqueologia
<b>Jamily Silva Pereira</b>	Graduanda Biologia / Geobotânica e Biologia subterrânea
<b>Letícia Albernaz Brotherhood</b>	Graduanda Geologia / Comunicação
<b>Lorrane Barbosa Santos</b>	Graduanda Geologia / Comunicação
<b>Lucas Ferreira Bittencourt</b>	Geólogo / Sensoriamento Remoto
<b>Rafael Henrique Grudka Barroso</b>	Geólogo / Logística
<b>Raphaela Carvalho Paniago</b>	Graduanda em Eng. Florestal / Logística
<b>Samuel Santos de Almeida</b>	Graduando Geologia / Gestão de documentos
<b>Suzany de Almeida Lima</b>	Graduanda em Eng. Ambiental / Artes e fotos
<b>Tiago Pedrosa Lyra</b>	Graduando Geologia / Arqueologia
<b>Tulio Gabriel Ramos Ribeiro</b>	Geólogo / Logística / Escrita
<b>Yasmin Carvalho Paniago</b>	Graduanda em Geografia / Geoprocessamento

GREGEO UnB

## 2 INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados do Projeto Unalândia de prospecção/exploração, registro e mapeamento de acordo com o espeleo edital SBE 01/2020. O projeto visou estimular a atividade espeleológica e ampliar o conhecimento em áreas cársticas nacionais.

Duas áreas foram selecionadas como alvos prospectivos e são situadas nos territórios dos municípios de Unaí e Natalândia, no noroeste do estado de Minas Gerais (Mapa 12.12). Essas áreas foram selecionadas em consonância com o grau de potencialidade espeleológica descrito por Jansen et al., (2012), além de outros guias prospectivos como geomorfologia, pedologia e botânica. O nome do projeto “Unalândia” foi batizado em referência a junção dos nomes dos municípios envolvidos, porém é a cidade de Natalândia o centro urbano mais próximo das áreas a serem prospectadas e é esta a cidade que se pretende utilizar como centro logístico para as atividades de campo.

O GREGEO já havia realizado expedições prospectivas preliminares na região nos anos de 1992 e 2013, onde foram identificadas cerca de 20 cavidades. Nessas expedições, além das cavidades, foram identificadas ocorrências arqueológicas como pinturas rupestres e cerâmicas, cavidades com função de sumidouro e sinais de impactos negativos por atividade antrópica (mineração e vandalismo).

Visando apontar a relevância da região com respeito à arqueologia e espeleologia, o GREGEO apresenta os resultados desse projeto, que incluiu prospecção, mapeamento e registro de cavidades de duas áreas alvo (áreas *Alfa* e *Beta*), situadas nos municípios de Unaí e Natalândia – MG.

GREGEO UnB

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVOS GERAIS

Esse projeto de pesquisa teve os seguintes objetivos gerais:

- **Prospecção:** realizar caminhamentos pelas áreas de muito alto a médio potencial espeleológico como classificado no trabalho de Jansen et al., (2012);
- **Mapeamento:** realização do mapeamento/topografia de cavidades consideradas mais expressivas durante a prospecção;
- **Cadastro:** propõe-se cadastrar todas as cavidades encontradas no banco de dados do CECAV e no cadastro nacional de cavidades da SBE (CNC);
- Compreensão da evolução cárstica local, definindo os principais processos geológicos-geomorfológicos que condicionam a evolução cárstica na região;
- Trabalho de conscientização e educação ambiental com a população vinculada a área de trabalho;
- **Publicação:** apresentação dos resultados obtidos no 36° Congresso Brasileiro de Espeleologia, em Brasília-DF, assim como em outros periódicos científicos quando cabível. Sempre realizando a devida menção do apoio da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) e Votorantim Cimentos (VC);
- **Divulgação:** compartilhamento dos resultados obtidos junto à comunidade local e nas mídias sociais pertinentes.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criação de um banco de dados fotográficos das feições de interesse encontradas;
- Caminhamento prospectivo registrado na forma de pontos e percurso contínuo com GPS;
- Descrição de pontos de interesse cársticos com padronização da descrição, formando um banco de dados de informações referentes ao meio físico, meio biótico, meio social e cultural;
- Avaliação dos impactos antrópicos identificados no meio, com ênfase aqueles que influenciam diretamente ao patrimônio espeleológico ou arqueológico;
- Realização de topografia de maior detalhe das cavidades mais expressivas, a depender da quantidade de achados;
- Levantamento de dados geológico-estruturais, com levantamento dos dados estruturais dentro das cavidades encontradas. Geração de diagramas de direção de condutos e de fraturas das cavidades, quando possível;
- Treinamento e capacitação dos membros do GREGEO para atividades espeleológicas;

- Busca por afloramentos com ocorrência de estromatólitos preservados, potencialmente encontrados dentro de cavidades. Realizar uma catalogação desses pontos de interesse geológico-paleontológico;
- Realizar conscientização ambiental e espeleológica na forma de conversas e interação com a população rural residente na área do projeto;
- Elaboração de relatório final compilando os dados produzidos para arquivamento do grupo dos dados brutos, fichas cadastrais, fichas de descrição e mapas que venham a ser gerados, e que sirvam de base para a elaboração dos produtos de publicação.



#### 4 JUSTIFICATIVA

A região já foi brevemente explorada pelo grupo, se destacando como uma área de muito alto potencial para descobertas. Grandes cavidades são conhecidas na região de entorno, tanto inseridas em carbonatos do Grupo Bambuí quanto do Grupo Vazante. Como exemplo de importantes cavidades na região, podemos destacar a Gruta Lapa Nova (Vazante - MG), Gruta do Vale do Areia e Gruta do Tamboril (estas últimas situadas em Unaí - MG).

De grande valor em se estudar a região é a ocorrência de registros arqueológicos como pinturas rupestres, peças líticas e até mesmo antigos sepultamentos.

O mapa de potencial espeleológico para a área (Mapa 12.1), segundo a metodologia de Jansen et al., (2012), evidencia que os maciços carbonáticos presentes nas áreas enquadram-se como área de muito alto potencial espeleológico. Outros fatores influenciam no aumento da possibilidade de se encontrar cavidades na área. Por exemplo, a geomorfologia cárstica em cristas carbonáticas com paredões, fendas dissolvidas e lapiás, além da presença de feições estruturais como dobras e fraturas, favorecem a exposição de cavernas.

De acordo com o banco de dados do Ministério do Meio Ambiente, parte da área alfa está inserida em bioma com muita alta importância, com prioridade de recuperação muito alta (Mapa 12.2). Ainda nesse âmbito, todas as áreas alvo de prospecção encontram-se inseridas em processos de requerimento/licenciamento para exploração mineral (Mapa 12.15). Na expedição de 2013, o GREGEO identificou rachaduras nas paredes e espeleotemas abatidos na Gruta do Colúmbia, possivelmente decorrente da exploração de calcário em duas frentes de lavra presentes no mesmo morro.

Cabe ressaltar que a área em questão dista 250 Km de Brasília, sede do grupo, e que a grande maioria dos membros são estudantes de graduação que contam apenas com restritos recursos próprios para execução voluntária dos trabalhos espeleológicos, dificultando assim o acesso a áreas de interesse mais distantes do Distrito Federal.

Estes pontos citados, juntamente com a suma importância tanto espeleológica quanto arqueológica da região, motivaram a retomada de interesse por parte do grupo de atuar nesta área, aproveitando a viabilização dos trabalhos através do financiamento de atividades de campo através do Edital da SBE.

## 5 METODOLOGIA

A prospecção espeleológica foi realizada em várias etapas, fundamentando-se em pesquisa de dados indiretos, levantamento de dados primários e elaboração de textos e mapas específicos.

A análise de dados indiretos ocorreu principalmente por meio dos softwares *QGis* e *Google Earth Pro* e aplicativos de navegação como *Avenza Maps* e *MAPS ME*. O preenchimento de fichas de campo utilizou dos aplicativos *Avenza Maps* com fotografias pelo *Timestamp Camera Free*, que registram as fotos com os dados de localidade e coordenadas.

Além do trabalho de prospecção espeleológica, esse projeto também visou o mapeamento de algumas cavidades selecionadas, descrevendo feições internas e arqueológicas que poderão estar presentes.

Foi realizado levantamento prévio do Mapa Litológico / Geológico (CPRM) e das cavidades registradas nos sistemas do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) e Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC), sendo que havia um único registro de caverna nas áreas delimitadas para prospecção (Mapas 12.4 e 12.5) durante a escrita da proposta.

Durante a fase de seleção da área de estudo, não foram identificados registros arqueológicos no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA), apesar do grupo conhecer por trabalhos anteriores na região do elevado potencial de ocorrência arqueológica.

Os dados de altimetria registrados no mapa hipsométrico (Mapa 12.3) foram obtidos a partir das imagens *ALOS – Palsar* (<https://asf.alaska.edu/data-sets/sar-data-sets/alos-palsar/>). Além disso, devido à necessidade de maior detalhamento altimétrico para a escala dos alvos prospectivos, usou-se do modo de visualização 3D do *Google Earth Pro* para melhor compreensão das formas de relevo presentes nas áreas. Para complementar as informações geomorfológicas, foi consultado o mapa geomorfológico do Estado de Minas Gerais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para construção do mapa 12.6.

Já para os mapas de potencial espeleológico, foram propostos dois modelos. O primeiro com base no banco de dados do CECAV e Jansen et al., (2012) (Mapa 12.1), em conformidade com a sugestão do espeleólogo edital 1/2020. Contudo, mostrou-se necessário uma caracterização mais detalhada, devido à escala de estudo proposta. Para tal, foram delimitados maciços carbonáticos através de informações geológicas da Folha Unaí, (1:100.000) e de imagens de satélite, Sentinel-2, com as bandas espectrais 7, 6 e 2 (respectivamente nos canais RGB). Foi utilizado também imagens de altíssima resolução espacial (1 m) no software *Google Earth Pro*. Com esses dados gerou-se um mapa de potencialidade espeleológica com maior escala de detalhe (Mapas 12.133).

A etapa de aquisição de dados primários nessas áreas ocorreu a partir de campanhas de campo, entre os dias 26 de dezembro a 03 de janeiro dos anos de 2020 e 2021 e setembro de 2021.

A questão climática também foi um aspecto importante da área de trabalho, que apresenta clima com duas estações bem definidas. A partir do início do período chuvoso (final de Setembro), ocorre o intenso adensamento da vegetação do tipo Mata Seca, além de aumentarem ocorrências de chuvas torrenciais, podendo dificultar a realização das atividades planejadas de campo. As áreas foram percorridas a pé e de carro, e ao longo do percurso, foram realizados registros fotográficos e anotações relativas dos pontos de interesse, além da realização do registro geoespacial.

A seguir serão descritas de forma detalhada cada uma das etapas executadas para o projeto.

## 5.1 PROSPECÇÃO REMOTA

Esta etapa corresponde ao levantamento indireto de dados prospectivos. A metodologia aplicada nesta etapa corresponde a diversas técnicas da chamada “prospecção remota” que é baseada em: bibliografia direcionada, mapas geológicos, levantamento de imagens orbitais e sistemas de informação geográfica. Essa é uma etapa fundamental nos estudos de espeleologia, sendo importantíssima para subsidiar a análise de potencial espeleológico e o planejamento de atividades de campo.

Os estudos pré-campo seguiram a sequência apresentada a seguir:

- Levantamento de documentação cartográfica disponível na região de inserção do empreendimento, integrando por geoprocessamento, cartas topográficas, mapas geológicos e imagens de satélite para auxiliar a caracterização fisiográfica local e a planejar a logística de caminhamentos representativos na área de estudo;
- Identificação das áreas classificadas como alto e muito alto potencial espeleológico para a campanha de campo;
- Levantamento das cavidades já cadastradas, por meio de consultas às bases de dados espeleológicos oficiais através de consulta ao CANIE (CECAV, 2019) e ao CNC (SBE, 2019).

A integração dos dados foi realizada a partir de técnicas de geoprocessamento, aliada a dados secundários do banco de dados de órgãos oficiais, especialmente do Sisema de Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE) e dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além de imagens de satélite, foram consideradas as informações relativas à fisiografia local, como as formas de relevo e a presença ou ausência de feições cársticas propensas à ocorrência de cavernas, conforme a litologia apresentada.

Tais análises permitiram a pré-seleção das áreas de muito alto potencial espeleológico a serem examinadas com maior atenção, as quais serão descritas no decorrer desse projeto.

## 5.2 CAMINHAMENTO ESPELEOLÓGICO

Uma vez conhecido o potencial espeleológico regional, realizou-se o levantamento direto, ou seja, à prospecção espeleológica *in situ*, pelo método de caminhamentos e pontos de controle, cuja realização foi antecedida de um planejamento em escritório.

Comumente, o esforço aplicado numa prospecção espeleológica é muito grande e por isso, o planejamento é fundamental para que os caminhamentos tenham foco nas áreas de real interesse, já que existem locais com maior e menor probabilidade de ocorrência de cavidades. Além de otimizar tempo e esforço físico, o bom planejamento evita exposições desnecessárias à risco de acidentes, inerentes à atividade.

Em adição aos caminhamentos, foram coletadas informações junto aos municípios de Unaí, Natalândia e com moradores locais da zona rural acerca de cavernas ou abrigos sob rocha, além de sumidouros, ressurgências e dolinas.

Em conjunto com o uso de aparelhos GPS *Etrex 20* e *30*, também foram utilizados aparelhos smartphones equipados com dispositivo de GPS e aplicativos de registro de trilhas (*Avenza Maps*), como apoio no armazenamento dos caminhamentos e registro fotográfico.

De modo a facilitar a coleta de dados durante esta etapa, foram preenchidos formulários para pontos de campo, onde foram registrados os aspectos de interesse.

## 5.3 DETERMINAÇÃO DA POTENCIALIDADE ESPELEOLÓGICA

Com o desdobramento desse trabalho, com complementado o potencial espeleológico dos alvos prospectados, incrementando à metodologia descrita por Jansen et al., (2012) com outros elementos de análise, refinando e compatibilizando para a realidade local em escala adequada. A Figura 1, traz o critério para classificação do potencial espeleológico de acordo com as litologias, adotado pelo CECAV, da proposta de Jansen et al., (2012).

LITOTIPO	GRAU DE POTENCIALIDADE
Calcário, Dolomito, Evaporito, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	<b>MUITO ALTO</b>
Calcrete, Carbonatito, Mármore, Metacalcário e Marga.	<b>ALTO</b>
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calci-silicática, Siltito e Xisto.	<b>MÉDIO</b>
Demais litotipos (Anortosito, Arcóseo, Augengnaisse, Basalto, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbitito, Gabro, Gnaisse, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Oliva gabro, Ortoanfibolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemito, entre outros).	<b>BAIXO</b>
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Demais sedimentos, Turfa e Tufo.	<b>OCORRÊNCIA IMPROVÁVEL</b>

Figura 1: Proposta de classificação do grau de potencialidade espeleológica de acordo com o litotipo. Retirado de Jansen et al., (2012).

Apesar dos litotipos serem os principais definidores do grau de potencialidade na proposta de Jansen et al., (2012), outros fatores como pedologia e geomorfologia são extremamente importantes para a exposição de feições exocársticas e endocársticas. Por isso, áreas com colinas, morros e paredões foram prioritariamente definidas como foco para a investigação.

GREGEO UnB

## 6 CRONOGRAMA

O projeto aqui proposto, seguindo as normas do Edital 01/2020, teve um cronograma de realização inicial de 1 ano (12 meses), contados a partir da assinatura do Termo de Cooperação entre a Sociedade Brasileira de Espeleologia e o representante do GREGEO. Contudo devido a dificuldades em decorrência da pandemia e adiamento do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia, esse prazo foi expandido.

A elaboração dos mapas base pré-campo, análise de imagem de satélite e determinação de áreas de interesse já foram realizadas no período de planejamento do projeto aqui apresentados (capítulo 12), razão pela qual não constam no cronograma apresentado abaixo. No Quadro 2 é apresentado o cronograma de atividade, onde os números de 1 a 12 representam o número de bimestres (destaca-se a modificação do cronograma da proposta) contados a partir da contemplação do projeto pela SBE.



Quadro 2: Cronograma de atividades.

Atividade / mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Análise imagem aérea para determinar pontos de ataque inicial</b>	█											
<b>Comunicação com proprietários das áreas</b>	█											
<b>Revisão Bibliográfica</b>	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<b>1º Campanha Prospectiva</b>	█											
<b>Tratamento dados de Campo</b>	█	█	█	█								
<b>Análise de resultados e planejamento 2º campanha</b>		█	█	█	█	█						
<b>Cadastro das cavidades identificadas. Cadastro de outros sítios de interesse passíveis de cadastramento.</b>	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<b>2º Campanha de Campo: Objetivos definidos de acordo com resultados parciais</b>	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<b>Tratamento dos dados de campo</b>			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<b>Preparação e digitalização dos eventuais mapas topográficos das cavidades reconhecidas no campo</b>		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
<b>Campanha complementar de campo, para aquisição de dados durante a estação seca (Setembro 2021)</b>				█								

Atividade / mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elaboração de relatório final de projeto: compilação de dados brutos, organização da base de dados e catalogação dos registros												
Definição e desenvolvimento dos trabalhos a serem submetidos para publicação no 36°CBE												
Elaboração de material de divulgação do projeto, tanto dentro da UnB, como para a comunidade externa												
Apresentação durante 36°CBE em Brasília												
Preparação de material de divulgação científica em periódicos												
Divulgação dos resultados alcançados nas mídias sociais (contínuo)												

Modificações dos prazos iniciais em decorrência da pandemia de Sars-Cov-2. Três campanhas de campo foram realizadas no período de 2 anos (2020 e 2021).

GREGEO UnB

## 7 ORÇAMENTO

### 7.1 VERBA DE CAMPO

O orçamento foi realizado considerando uma média de participação de 15 pessoas, considerando, portanto, a utilização de 3 carros como forma principal de transporte em atividade de campo.

O percurso de Brasília para Natalândia, onde será a sede de acampamento, é de aproximadamente 250 km. Planejamento financeiro para realizar esta viagem (ida e volta) além de percurso dentro da área de interesse, totalizam aproximadamente 1500 - 2000 km rodados (por saída de campo). Considerando um cenário que cada carro tenha a eficiência de 10 km/L, com o valor do litro da gasolina à R\$ 4,00, estima-se um gasto com combustível na ordem de R\$ 800,00 por saída de campo. Serão consideradas duas campanhas de campo com o auxílio, além de uma terceira campanha de campo, caso necessário. Essa última seria financiada pelos integrantes do GREGEO.

A alimentação será coletiva, considerando o mesmo grupo de 15 pessoas por atividade, sendo consideradas duas campanhas. Isso totaliza um planejamento de aproximadamente R\$ 800,00 de alimentação. Quanto a hospedagem, planeja-se realizar acampamento dentro das propriedades rurais próximas a área de interesse, considerando a autorização por parte dos proprietários. Uma ajuda de custo é planejada pela estadia nestas propriedades, assim como possíveis despesas com banho/chuveiro em postos de combustível, totalizando um valor aproximado de 300,00 reais.

Outro gasto futuro previsto será com a impressão de todos os mapas e bases cartográficas produzidas na etapa pré-campo, que deverão ser impressas (em mais de uma cópia) para garantir que todas as equipes de campo possuam uma cópia física do material cartográfico base para uso em campo. Também é necessária uma cópia extra que ficará de reserva em local seguro em caso de extravio ou dano durante o uso. Desta forma, estima-se o valor aproximado de 50,00 reais para a impressão e preparação deste material para campo.

### 7.2 CUSTOS DO PROJETO

A seguir segue a discriminação dos custos do Projeto Unalândia. Ressalta-se que a campanha de setembro de 2021 não utilizou verba do projeto, e parte dos custos da campanha de dezembro – janeiro de 2021 foi complementada pelos membros participantes da expedição.

Quadro 3: Prestação de contas da primeira campanha do projeto Unalândia.

Equipamentos	
Compass (bússolas-clinômetros)	R\$ 594,13
Trena a laser	R\$ 206,80

Primeiros-socorros(farmácia)	R\$ 64,28
Primeiros-socorros(kits)	R\$ 11,98
Pilhas	R\$ 77,50
Total dos equipamentos	R\$ 954,69
<b>Alimentação</b>	
Carnes	R\$ 801,00
Mercado	R\$ 512,00
Feira	R\$ 203,40
Mercado em Natalândia	R\$ 90,41
Total da alimentação	R\$ 1.606,81
<b>Combustível/deslocamento</b>	
Combustível	R\$ 492,09
Combustível	R\$ 110,40
Combustível	R\$ 116,30
Combustível	R\$ 125,00
Total do combustível/deslocamento	R\$ 843,79
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>R\$ 3.405,2</b>

Quadro 4: Prestação de contas da segunda campanha do projeto Unalândia.

<b>Alimentação</b>	
Supermercado	R\$ 21,77
Panificadora	R\$ 15,00
Supermercado	R\$ 1.527,65
Mercado	R\$ 57,00
Total da alimentação	R\$ 1.621,42
<b>Combustível/deslocamento</b>	
Combustível	R\$ 522,02
Combustível	R\$ 282,09
Combustível	R\$ 209,41
Lavagem do carro	R\$ 80,00
Total do combustível/deslocamento	R\$ 1.093,52
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>R\$ 2.714,94</b>

Quadro 5: Prestação de contas total do projeto Unalândia.

<b>Equipamentos</b>	
1 Compass (bússolas-clinômetros)	R\$ 594,13
2 Trena a laser	R\$ 206,80
3 Primeiros-socorros(farmácia)	R\$ 64,28
4 Primeiros-socorros(kits)	R\$ 11,98
5 Pilhas	R\$ 77,50
Total dos equipamentos	R\$ 954,69
<b>Alimentação</b>	
6 Carnes	R\$ 801,00
7 Mercado	R\$ 512,00
8 Feira	R\$ 203,40
9 Mercado em Natalândia	R\$ 90,41
10 Supermercado	R\$ 21,77
10 Panificadora	R\$ 15,00
11 Supermercado	R\$ 1.527,65
12 Mercado	R\$ 57,00
Total da alimentação	R\$ 3.228,23
<b>Combustível/deslocamento</b>	
13 Combustível	R\$ 492,09
14 Combustível	R\$ 110,40
15 Combustível	R\$ 116,30
16 Combustível	R\$ 125,00
17 Combustível	R\$ 522,02
18 Combustível	R\$ 282,09
19 Combustível	R\$ 209,41
20 Lavagem do carro	R\$ 80,00
Total do combustível/deslocamento	R\$ 1.937,31
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>R\$ 6.120,23</b>

## 8 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 8.1 ÁREAS ALVO

Na definição dos alvos de interesse, realizou-se inicialmente a interpretação de imagens orbitais disponíveis na plataforma *Google Earth*, seguindo para outras etapas de geoprocessamento e considerando os pontos levantados na metodologia dessa proposta.

Foram selecionados dois alvos/áreas, sendo que a maior parte do território a ser prospectado está inserido no município de Natalândia (*Alvo Alfa*). Contudo, o maciço do *Alvo Beta* e parte do *Alfa* situam-se no município vizinho Unaí, ambos no noroeste do estado de Minas Gerais. As áreas Alfa e Beta situam-se relativamente próximas uma da outra, possibilitando uma logística de campo em ambas as áreas utilizando a mesma área de acampamento para reunião das equipes de trabalho.

A área *Alfa* tem em torno de 65 km<sup>2</sup> enquanto que a área *Beta* tem aproximadamente 0,08 km<sup>2</sup>. A prospecção será direcionada a regiões de maior interesse prospectivo, conforme o mapa de potencial espeleológico (Jansen et al., 2012) e seguindo outros guias detalhados a seguir.

### 8.2 GEOLOGIA

A região está inserida na Província Tocantins, mais especificamente na Faixa de Dobramentos Brasília (FDB). Essa é subdividida em duas grandes zonas separadas pela Falha do Rio Maranhão (Fuck et al., 1994). A zona externa, a leste da falha, é composta por rochas sedimentares dos Grupos Canastra e Paranoá depositadas em ambiente de margem passiva que posteriormente foram submetidas a grau metamórfico xisto verde baixo. Encontram-se também na região as sequências metassedimentares dos grupos Vazante e Bambuí, que teriam se desenvolvido além dos limites da faixa. Essas sequências encontram-se falhadas e dobradas, indicando vergência para o Cráton São Francisco (Brito Neves & Cordani, 1991; Pimentel et al., 2011; Pimentel & Fuck, 1992).

De acordo com a Folha Unaí (Baptista et al., 2015) apresentada nos mapas geológicos e litológico dos alvos (Mapas 12.4 e 12.5), ambas as áreas estão inseridas no contexto dos grupos Paranoá e Bambuí, sendo que há ocorrência de carbonatos, com muito alto potencial espeleológico, no subgrupo Paraopeba e Formação Sete Lagoas.

Os silexitos presentes nesses carbonatos e arenitos silicificados do Grupo Paranoá podem ter sido utilizados como matéria prima na confecção de ferramentas líticas pelos povos que habitaram a região.

A estruturação tectônica presente na região, com *trends* de dobras e falhas, favorece o desenvolvimento de estruturas planares que condicionam a dissolução preferencial de condutos.

### 8.3 PEDOLOGIA

De acordo com o mapa pedológico do banco de dados do IDE - Sisema (Mapa 12.8), áreas com formas de relevo mais íngremes possuem solos menos desenvolvidos, como cambissolos e neossolos, ao passo que áreas de menor declividade há ocorrências de latossolos e gleissolos.

Também foram mapeados associação de solos eutróficos, normalmente em neossolos que são possivelmente associados à ocorrência de carbonatos.

### 8.4 GEOMORFOLOGIA, HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE

De acordo com Xavier, (2007), a região está inserida no contexto morfoestrutural das Cristas de Unaí, estendendo-se desde a cidade de Vazante à Unaí em Minas Gerais. Caracteriza-se por um alinhamento de serras, intercaladas por áreas rebaixadas e planaltos. Essa geomorfologia inclui as cabeceiras do Ribeirão Barra da Égua e o médio vale do Rio Preto, sendo essa última a drenagem de principal referência de nossos estudos. Em geral os cursos d'água principais cortam as estruturas transversalmente, truncando em gargantas e boqueirões, com afluentes se desenvolvendo na direção de sinclinais. Nos trechos com ocorrência de calcários, desenvolvem-se formas cársticas descobertas (Mapa 12.6) com presença de sumidouros, grutas, cavernas e dolinas, onde também foram observados sítios arqueológicos em abrigo sobre-rocha.

De acordo com o mapa hipsométrico (Mapa 12.3), a altimetria da região varia aproximadamente de 580 m nos vales, atingindo cerca de 850 m nas serras sustentadas por arenitos do Grupo Paranoá. Outro guia prospectivo utilizado foi a declividade do terreno (Mapa 12.7), onde notou-se a associação de morros de carbonatos a formas de relevo forte ondulado (20 – 45%) a escarpado (>75%).

### 8.5 HIDROGEOLOGIA

#### 8.5.1 DOMÍNIO INTERGRANULAR

É caracterizado por materiais geológicos com presença de porosidade do tipo intergranular, isto é, a água preenche os espaços entre os minerais constituintes deste material (sedimento ou solos). Na área de estudo é subdividido em 4 unidades hidroestratigráficas (Mapa 12.10) sendo elas:

- Unidade hidroestratigráfica P1: Representado por latossolos, este aquífero é homogêneo e anisotrópico e apresenta média a baixa condutividade hidráulica e transmissividade devido aos altos teores de argila. Apresentam a importância regional para área de recarga para aquíferos fraturados e fissuro-cársticos sotopostos, e apresentam nível freático perene em profundidade;

- Unidade hidroestratigráfica P2: Representada por Cambissolos e Neossolos Litólicos. Apresentam baixa condutividade hidráulica e transmissividade;
- Unidade hidroestratigráfica P3: Representado por Gleissolos, apresentam baixa condutividade hidráulica e transmissividade. O nível freático é raso e apresenta importância hídrica regional como exutório de aquíferos com fornecimento hídrico em nascentes;
- Unidade hidroestratigráfica P4: Representado por Neossolos Flúvicos e Sedimentos Aluvionares. Apresentam média a alta condutividade hidráulica e transmissividade.

### 8.5.2 DOMÍNIO FRATURADO

Caracterizados por meios rochosos onde o espaço preenchido por água corresponde a descontinuidades planares (falhas, fraturas e juntas).

São aquíferos do tipo heterogêneo e anisotrópico, com valores de condutividade hidráulica e transmissividade variáveis dependendo da conectividade das fissuras. É representado pela Unidade Hidroestratigráfica F correspondente a rochas meta-pelíticas e meta-psamíticas dos grupos Paranoá e Bambuí.

### 8.5.3 DOMÍNIO FÍSSURO-CÁRSTICO

Caracterizados por meios rochosos onde o espaço preenchido por água corresponde tanto a descontinuidades planares (falhas, fraturas e juntas) quanto a descontinuidade do tipo cárstica ocasionada pela dissolução química do meio.

São aquíferos do tipo heterogêneo e anisotrópico, com valores de condutividade hidráulica e transmissividade variáveis dependendo da conectividade das fissuras e desenvolvimento de porosidade secundária cárstica (fendas dissolvidas e cavernas). É representado pela Unidade Hidroestratigráfica FC e litologicamente corresponde a intercalações de meta-pelitos e meta-calcários do grupo Bambuí.

## 8.6 FITOFISIONOMIA

As áreas alvo onde se realizou a prospecção localizam-se dentro do bioma Cerrado que apresentam fisionomias savânicas, florestais e campestres em seus territórios (Prefeitura Municipal de Natalândia, 2013; IBGE, 2020). A principal vegetação associada aos afloramentos carbonáticos nas áreas é a mata seca ou floresta estacional, um tipo de formação florestal que não está associada a cursos d'água e que ocorre normalmente em solos férteis nos interflúvios.

Condições edáficas adversas, como substratos rochosos e solos rasos, somados ao estresse hídrico sazonal característico da região, resultam em uma dinâmica arbórea mais acelerada quando comparado às florestas úmidas. Neste contexto, é grande a dependência

da mata em relação às características físicas e químicas do solo, influenciando diretamente a composição florística. A altura média do estrato arbóreo, composto em maioria por árvores eretas e alguns indivíduos emergentes, varia entre 15 e 25 metros. Dentre as variações comuns na região destacam-se barrigudas, aroeiras, cipós, gameleiras, angicos, ipês, aráceas, cactáceas, e também espécies urticantes ou espinhosas (Embrapa, 2020; Gonçalves, 2015; Carvalho, 2009; Ribeiro & Walter, 2020).

De acordo com o mapa de áreas prioritárias para preservação (Mapa 12.2), as áreas prospectadas encontram-se entre regiões consideradas de “extremamente alta” e “muito alta” prioridade de preservação, sendo que parte da área alfa está incluída na zona de muito alta prioridade de ação, de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

## 8.7 ESPELEOLOGIA

Como há ampla discussão no âmbito do que deve ser classificado como “caverna”, apresenta-se aqui a definição em concordância com a legislação brasileira.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, art. 20, inciso X, as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos são bens da União (BRASIL, 1988). O parágrafo único do art. 1º do Decreto nº 99.556/1990, modificado pelo Decreto nº 6.640/2008, dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional, definindo as cavernas como (BRASIL, 1990b):

“Entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante”.

Já a visão científica, indica que a formação de cavernas e do carste são prioritariamente ligados a processos de dissolução e precipitação de minerais, principalmente carbonatos (Palmer 1991; Klimchouk & Ford, 2000).

Outros fatores além da litologia são de extrema importância para a espeleogênese. Palmer (1991) sugere que a dissolução inicial de proto-condutos se desenvolve preferencialmente ao longo de planos de acamamento (57%) e fraturas (42%), enquanto que somente 1% dos casos são gerados pela porosidade primária da rocha. Outros autores (Bauer et al., 2016; Bauer & Toth, 2015; Ennes-Silva et al., 2016; Kim & Sanderson, 2010; Watkins et al., 2015a) também enfatizam que mudanças litológicas combinadas a estruturas tectônicas são fortes controladores de migração de fluidos e de espeleogênese em sistemas cársticos.

## 8.8 ARQUEOLOGIA

A região Noroeste de Minas Gerais foi inicialmente estudada durante as décadas 60-70 por meio do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas (PRONAPA) e posteriormente pelos Programas Vale do São Francisco (PROPEVALE) e Grutas Mineiras. A principal área de estudo foi o município de Unaí - MG, na qual foram realizadas escavações nas cavernas Gruta do Gentio II e Lapa da Foice I. Atualmente são registrados oficialmente no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA) 54 sítios arqueológicos em Unaí, sendo que grande parte deles ocorrem em formação cárstica (Mapa 12.14). A combinação das características geológicas e geomorfológicas tornaram essas grutas bons locais de abrigo para esses antigos povos indígenas.

Os sítios identificados nessa área têm importantes artefatos do período pré-colonial, como cerâmicas, instrumentos líticos, cestarias, etc. O clima seco encontrado em abrigos permite a conservação de vestígios vegetais, ossos, tecidos e até mesmo de corpos humanos naturalmente mumificados (Prous A., 1992), além de outros estudos, como por exemplo de paleoparasitologia em coprólitos encontrados nas cavernas.

É importante frisar que existem trabalhos publicados na região de Natalândia, a saber Souza & Auler (2018). Contudo, não foram encontrados cadastros no CNSA de sítios no município, podendo ter sido considerados apenas como registros e/ou ocorrências. Portanto, o GREGEO tem como proposta o registro fotográfico e cadastro interno, das possíveis ocorrências identificadas durante a fase prospectiva, sendo disponibilizado ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Algumas fotos são apresentadas a seguir para exemplificar as ocorrências descritas na área (figuras 2 – 7).



Figura 2: Sepultamento na Gruta do Gentio II.  
Fonte: Souza T. & Auler A., 2018, p. 185.



Figura 3: Pinturas rupestres em caverna Natalândia-MG.  
Fonte: Souza T. & Auler A., 2018, p. 196.



Figura 4: Pintura rupestre na Gruta do Gentio II.  
Fonte: Souza T. & Auler A., 2018, p. 190.



Figura 5: Peça de cestaria encontrada na Gruta do Gentio II.  
Fonte: Souza T. & Auler A., 2018, p. 185



Figura 6: Instrumento de pedra lascada encontrado na Gruta do Gentio II.  
Fonte: Souza T. & Auler A., 2018, p. 185.



Figura 7: Fios de cabelo humanos encontrados na Gruta do Gentio II.  
Fonte: Souza T. & Auler A., 2018, p. 185.

GREGEO UnB

## 9 RESULTADOS

Os resultados do Projeto Unalândia encontram-se apresentados como anexos, na forma de resumos expandidos aprovados no 36° Congresso Brasileiro de Espeleologia e artigo na Revista Espeleologia Digital n°III. Todos os resumos foram revisados, aprovados e apresentados no congresso em questão.



## 10 CONCLUSÕES

O GREGEO teve como proposta a prospecção espeleológica em duas áreas inseridas nos municípios de Unai e Natalândia, nomeado como projeto “Unalândia” – Conhecer para Proteger.

O grupo destaca que os alvos *Alfa* e *Beta* estão enquadrados em áreas com ocorrências de maciços carbonáticos do Grupo Bambuí, com muito alto potencial espeleológico, visto que foram identificadas um total de 74 cavidades naturais subterrâneas. Além disso, a região também tem relatos de importantes ocorrências arqueológicas, a citar o Sítio Arqueológico da Gruta do Colúmbia, da Gruta do Gentio II e Lapa da Foice I. Diversas ocorrências arqueológicas foram identificadas.

Foram identificados também impactos antrópicos nas ocorrências espeleológicas e arqueológicas da região devido a vandalismo e mineração. Dessa forma, o GREGEO visa, por meio da prospecção espeleológica, registrar e documentar as ocorrências espeleológicas da área em questão, assim como apresentar para a sociedade a importância da conservação do patrimônio espeleológico e arqueológico no nordeste de Minas Gerais.

A execução desse projeto representou (e continuará a representar) uma oportunidade de treinamento e capacitação dos membros do GREGEO para atuação na espeleologia. Também foi de grande valia a aplicação de conhecimentos multidisciplinares, trabalhando os conteúdos aprendidos pelos membros nos seus respectivos cursos de graduação nas áreas de biologia, geologia, sensoriamento remoto, dentre outras, de forma holística. O financiamento do projeto também foi muito relevante para sustentar as atividades do grupo, dado que parte de seus participantes são estudantes sem fonte de renda fixa, com poucos recursos a serem destinados às atividades de campo. A renovação dos equipamentos de topografia do grupo também foi de grande valia para manutenção do acervo patrimonial do grupo.

O desenvolvimento deste projeto fortaleceu o grupo através da interação e integração entre os membros participantes, com desenvolvimento não apenas de habilidades técnicas, mas também criando vínculos de valores, respeito, e empatia, imprescindíveis para a realização de trabalhos em equipe e para a prática espeleológica. A riquíssima interação com membros do Meandros Espeleoclube e Espeleo Grupo de Brasília expandiu horizontes de conhecimento e técnicas, gerando parcerias que continuarão no futuro.

A divulgação do material técnico-científico produzido também fortaleceu o grupo junto a instituição da Universidade de Brasília, afirmando nossa atuação na espeleologia, evidenciando a importância da existência e manutenção do GREGEO dentro da Universidade. Também fortalece o grupo no sentido de dar robustez ao portfólio de atividades realizadas, transparecendo credibilidade, e atraindo mais jovens a conhecerem a espeleologia e integrarem o grupo, essencial para manutenção da comunidade espeleológica ativa.

Prova disso foi que o GREGEO, em decorrência do aprendizado do Projeto Unalândia foi capaz de dividir o conhecimento adquirido organizando expedições no 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia para a Região de Natalândia, Unai e Cocalzinho – GO.

Por fim, os membros participantes do Projeto Unalândia, conhecer para proteger gostariam de agradecer a oportunidade dada ao GREGEO, de participar do Edital nº 01/2020 – Fortalecimento dos Grupos de Espeleologia do Brasil.



## 11 REFERÊNCIAS

- Baptista, M.C., Freitas, F.M., Ribeiro, J.H., Féboli, W.L., Signorelli, N., 2015. Mapa Geológico, Folha Unaí - SE.23-V-A-III.CPRM.
- Bauer, H., Schröckenfuchs, T.C., Decker, K., 2016. Hydrogeological properties of fault zones in a karstified carbonate aquifer (Northern Calcareous Alps, Austria). *Hydrogeol. J.* 24, 1147–1170. <https://doi.org/10.1007/s10040-016-1388-9>
- Bauer, M., Toth, T.M., 2015. Modeling microfracture geometry to assess the function of a karst system (Vízfő spring catchment area, Western Mecsek Mountains, Hungary). *Geol. Croat.* 58, 11–23. <https://doi.org/10.4154/GC.2015.02>
- BRASIL, 1988. Constituição Federal (Texto compilado até a Emenda Constitucional nº 99 de 14/12/2017).  
[https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988\\_14.12.2017/art\\_20\\_.asp](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_14.12.2017/art_20_.asp).
- BRASIL, 1990. Decreto nº 99.556. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D99556.htm#:~:text=Entende%2Dse%20por%20cavidade%20natural,ali%20encontrad os%20e%20o%20corpo.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99556.htm#:~:text=Entende%2Dse%20por%20cavidade%20natural,ali%20encontrad os%20e%20o%20corpo.)
- BRASIL, 2008. Decreto nº 6.640. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm).
- BRASIL, 2004. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução do CONAMA Nº. 347, de 10 de setembro de 2004. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 10 set. 2004.
- BRASIL, 2020. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA). Parecer Técnico nº 6/2020-NLA-TO/DITEC-TO/SUPES-TO. Palmas-TO, 03 mar. 2020.
- BRASIL, 2020. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA). Serviço de Consulta. Disponível em: <http://licenciamento.ibama.gov.br/>. Acesso: abril 2020.
- Brito Neves, B. B., & Cordani, U. G., 1991. Tectonic evolution of South America during the late Proterozoic. *Precambrian Research*, 53(1-2), 23-40.
- Carvalho, F. A., 2009. Dinâmica da vegetação arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central. 2009. 151 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade de Brasília, Brasília.
- CECAV/ICMBIO (Centro de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas), 2020. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE). Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/CECAV/ICMBIO>. Acesso: março de 2020.
- Embrapa, 2020. Mata Seca. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado/mata-seca>. Acesso em: 26 jul. 2020.

Embrapa, 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos." Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro.

Ennes-Silva, R.A., Bezerra, F.H.R., Nogueira, F.C.C., Balsamo, F., Klimchouk, A., Cazarin, C.L., Auler, A.S., 2016. Superposed folding and associated fracturing influence hypogene karst development in Neoproterozoic carbonates, São Francisco Craton, Brazil. *Tectonophysics* 666, 244–259. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2015.11.006>

Fuck, R. A., Pimentel, M. M., Silva, L. J. H. D., & Luiz, J. H., 1994. Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins. In SBG, Congresso Brasileiro de Geologia (Vol. 38, No. 1, pp. 215-216).

Gonçalves, T. S., 2015. Influência da composição físico-química do solo na sucessão ecológica em florestas estacionais decíduais. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, [S.L.], v. 27, p. 65-76, jul. 2015. Semestral. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/site/e/agronomia-27-edicao-junho-de-2015.html#tab1156>. Acesso em: 26 jul. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Vegetação. 2020. Banco de Dados de Informações Ambientais. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>. Acesso em: 26 jul. 2020.

Jansen, D. C., Cavalcanti, L. F.; Lamblém, H. S., 2012. Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala de 1: 2.500. 000. *Revista Brasileira de Espeleologia*, v. 1, n. 2, p. 42-57, 2012.

Kim, Y.S., Sanderson, D.J., 2010. Inferred fluid flow through fault damage zones based on the observation of stalactites in carbonate caves. *J. Struct. Geol.* 32, 1305–1316. <https://doi.org/10.1016/j.jsq.2009.04.017>

Klimchouk, A., Ford, D., 2000. Lithological and structural controls of dissolutional cave development. Livro - *Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers*, National Speleological Society.

Prous, A. 1992. *Arqueologia brasileira*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Palmer, A.N., 1991. Origin and morphology of limestone caves. *Geol. Soc. Am. Bull.* [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1991\)103<0001:OAMOLC>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1991)103<0001:OAMOLC>2.3.CO;2)

Pimentel, M. M., & Fuck, R. A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, 20(4), 375-379.

Pimentel, M. M.; Rodrigues, J. B.; DellaGiustina, M. E. S.; Junges, S.; Matteini, M.; Armstrong, R., 2011. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil, based on SHRIMP and LA-ICPMS U-Pb sedimentary provenance data: A review *Journal of South American Earth Sciences*. V.31.p.345-357.

Prefeitura do Município de Natalândia. Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Natalândia - MG. Natalândia, 2013. 236 p. Disponível em:

<https://www.convaless.mg.gov.br/transparencia/uploads/anexos/251963e73e8312b2769cde4dc1956acd.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T., 2020. Mata seca. Agência de Informação Embrapa Bioma Cerrado. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_67\\_911200585234.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_67_911200585234.html). Acesso em: 26 jul. 2020.

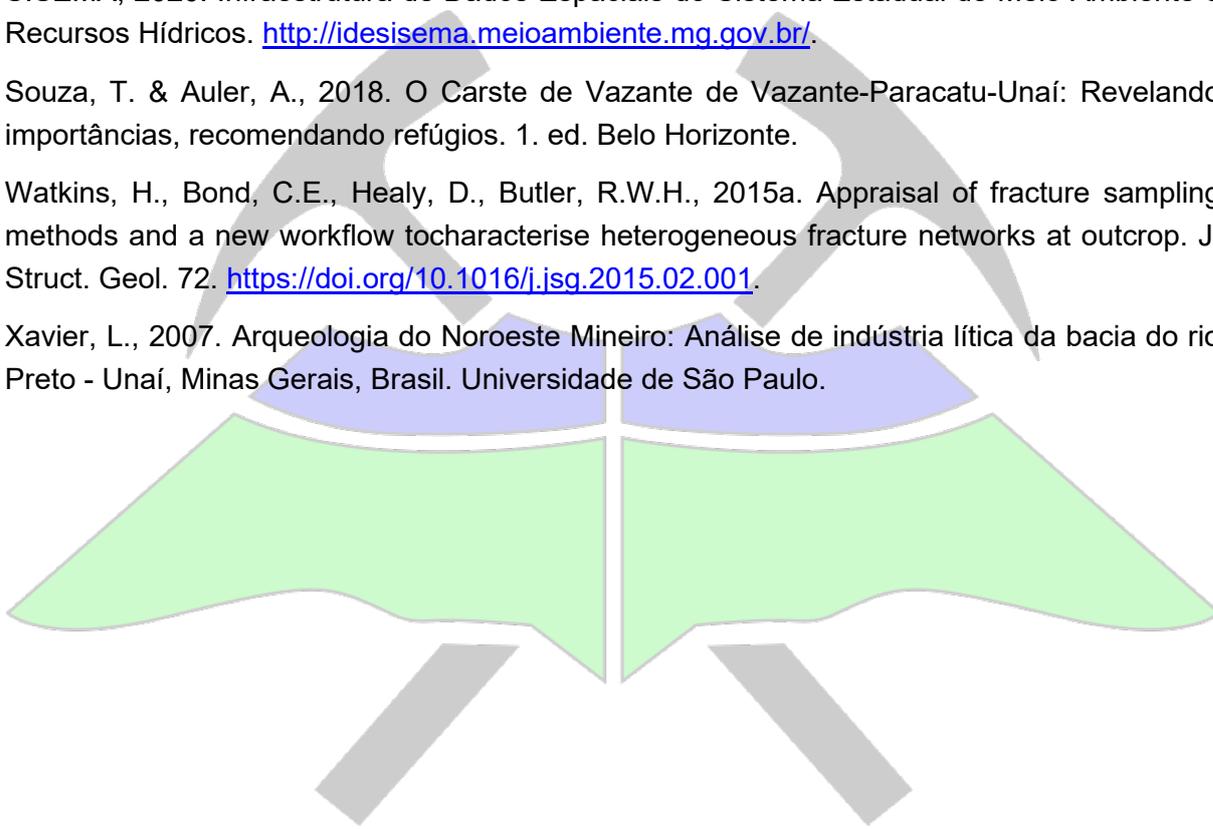
SBE, 2019. Cadastro Nacional de cavernas do Brasil. <http://www.cavernas.org.br/cnc/>. Acessado em 27/07/2020.

SISEMA, 2020. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>.

Souza, T. & Auler, A., 2018. O Carste de Vazante de Vazante-Paracatu-Unai: Revelando importâncias, recomendando refúgios. 1. ed. Belo Horizonte.

Watkins, H., Bond, C.E., Healy, D., Butler, R.W.H., 2015a. Appraisal of fracture sampling methods and a new workflow to characterise heterogeneous fracture networks at outcrop. J. Struct. Geol. 72. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2015.02.001>.

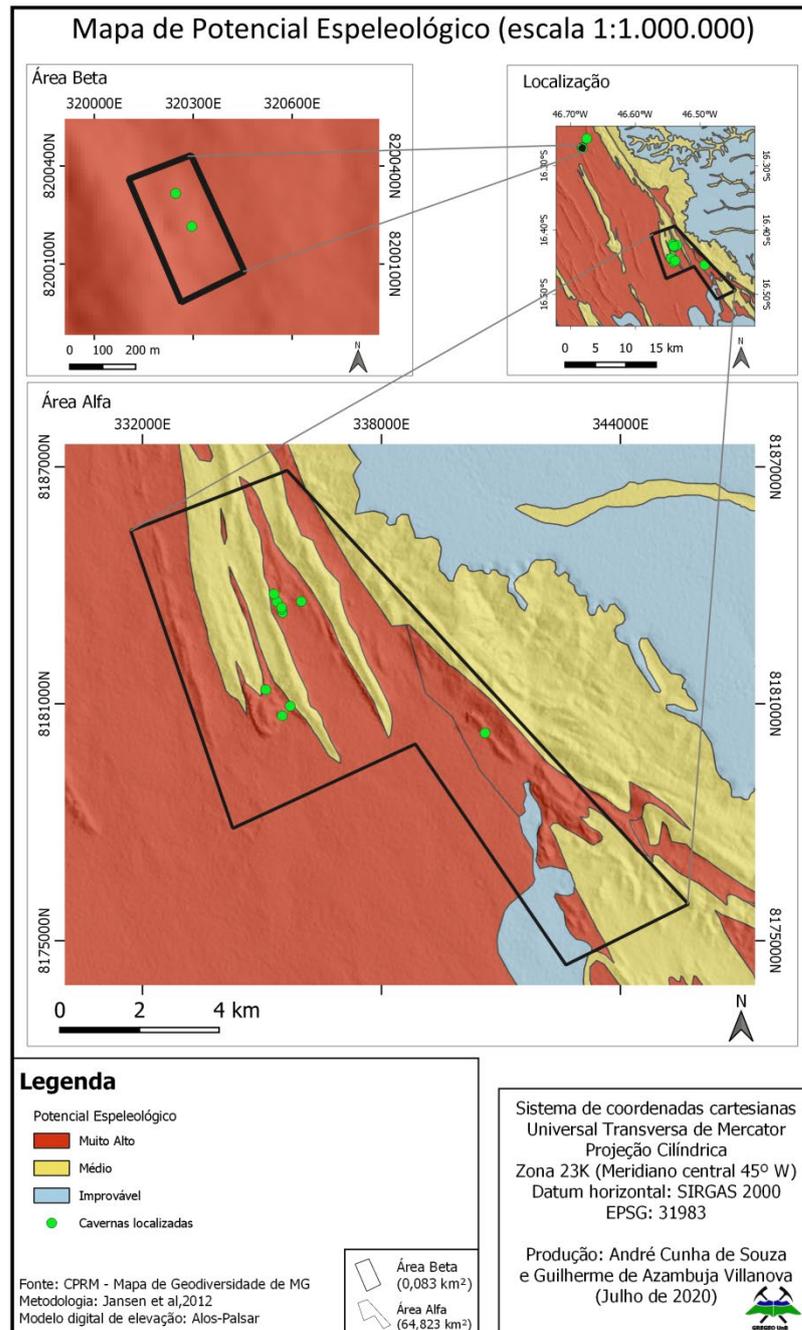
Xavier, L., 2007. Arqueologia do Noroeste Mineiro: Análise de indústria lítica da bacia do rio Preto - Unai, Minas Gerais, Brasil. Universidade de São Paulo.



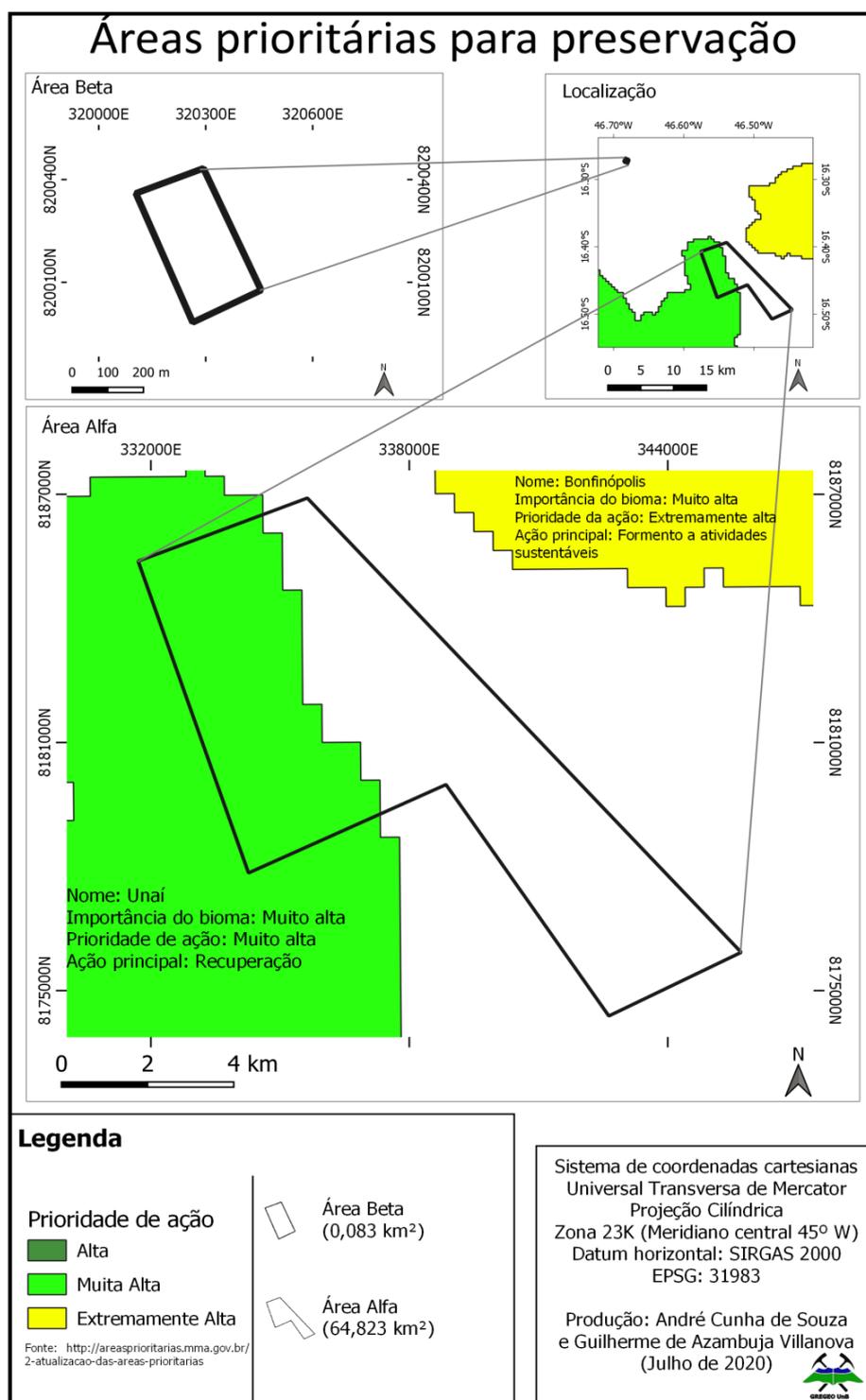
GREGEO UnB

## 12 ANEXOS

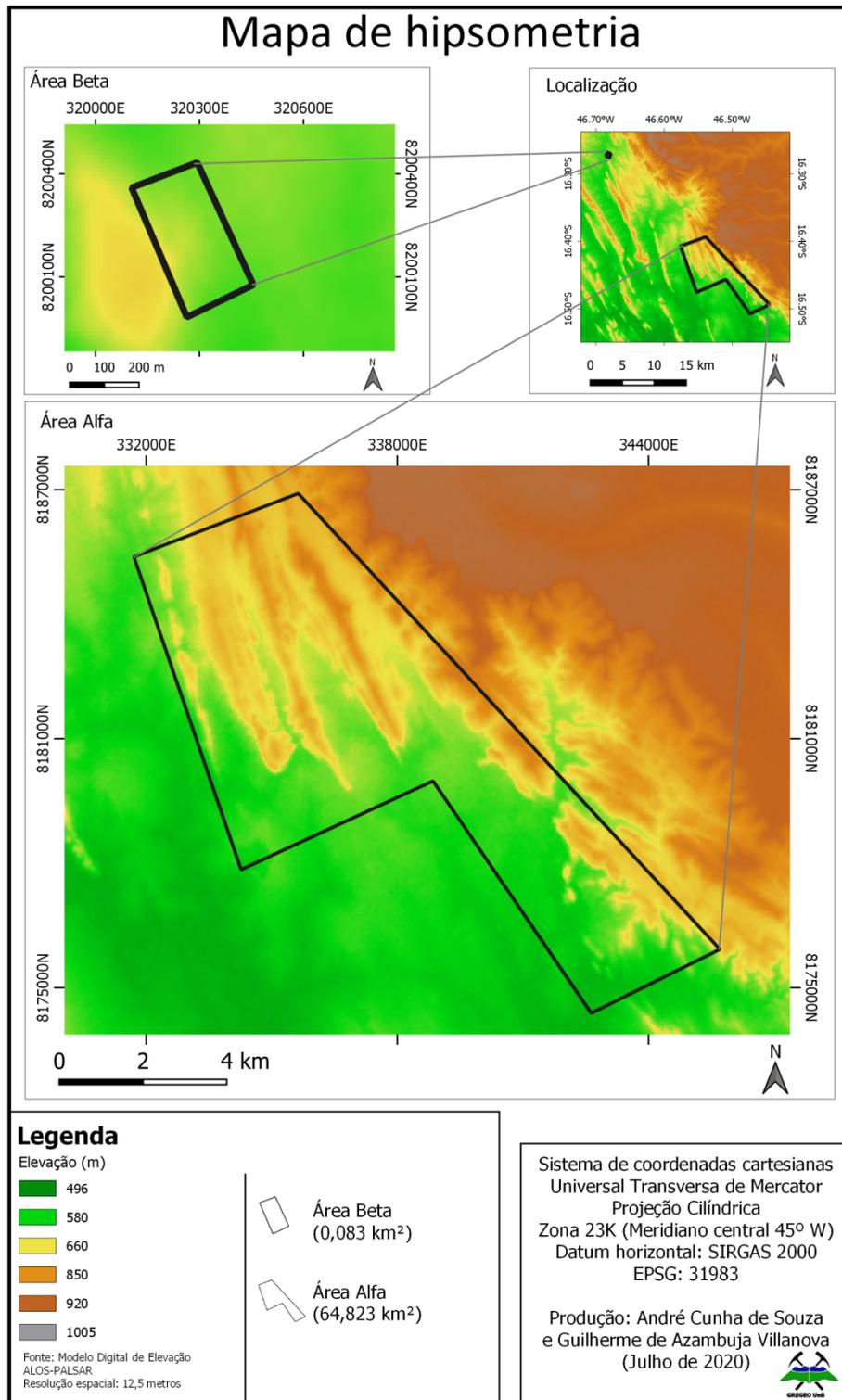
### 12.1 MAPA DE POTENCIAL ESPELEOLÓGICO



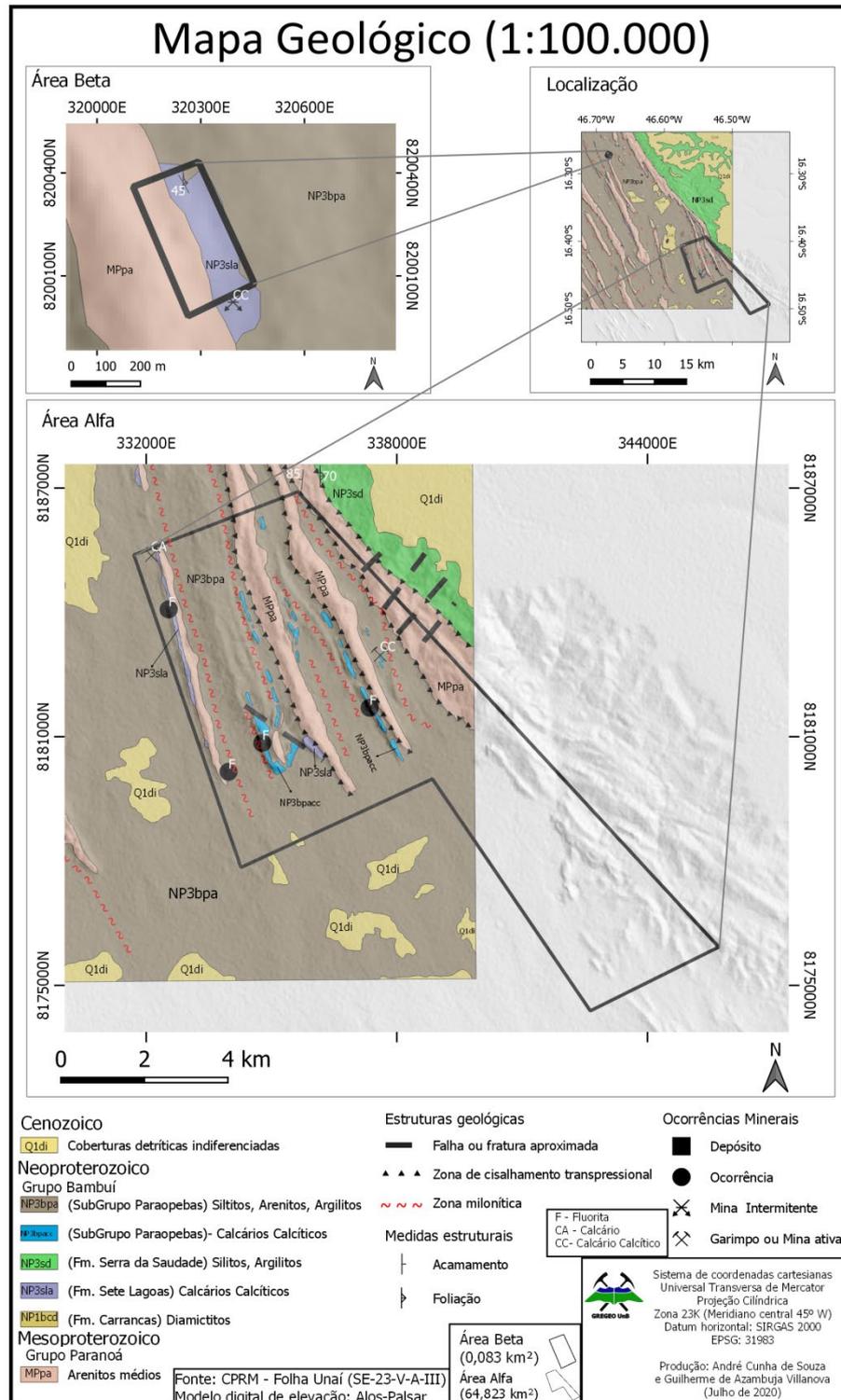
## 12.2 MAPA DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA PRESERVAÇÃO



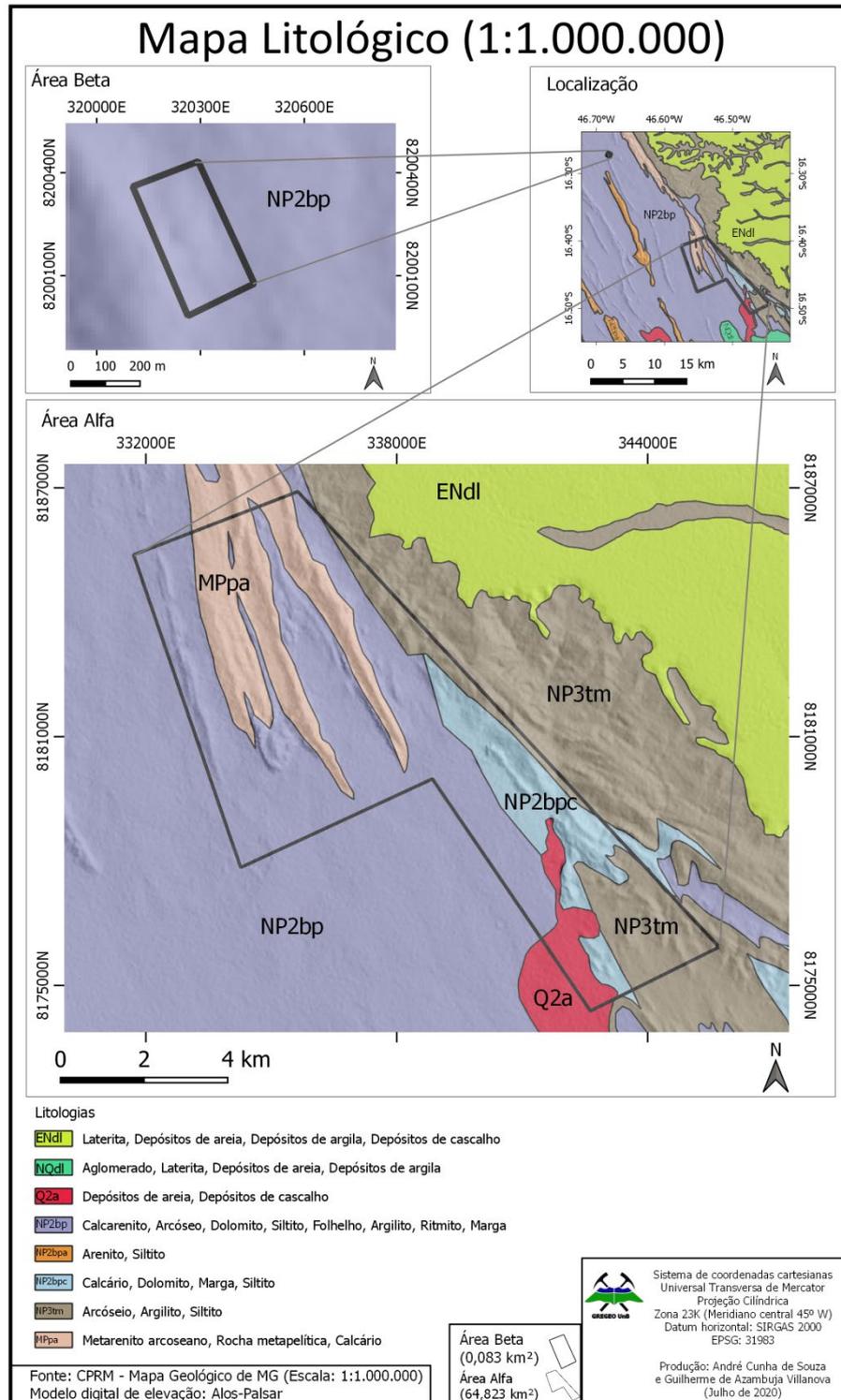
## 12.3 MAPA HIPSOMÉTRICO



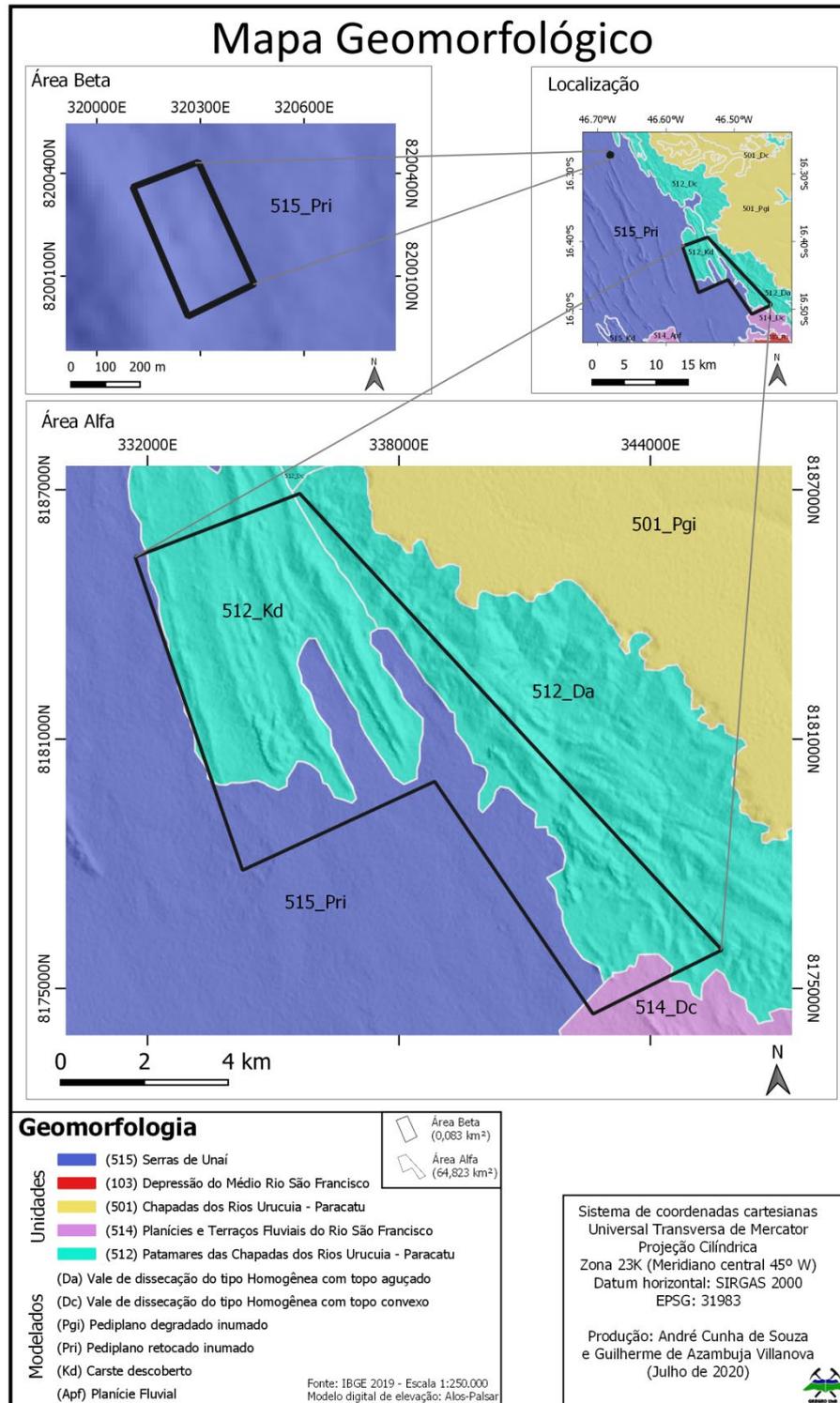
## 12.4 MAPA GEOLÓGICO



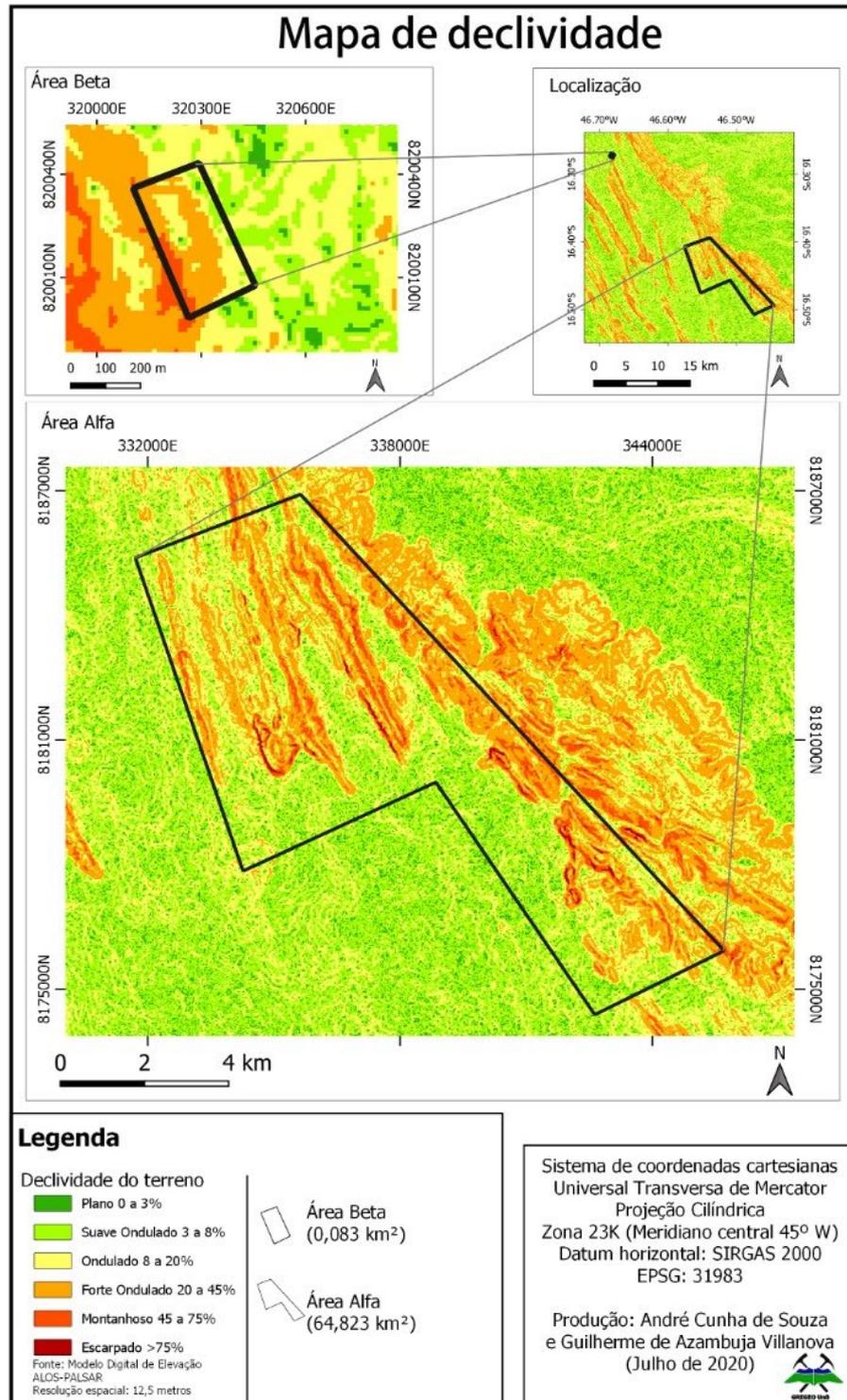
## 12.5 MAPA LITOLÓGICO



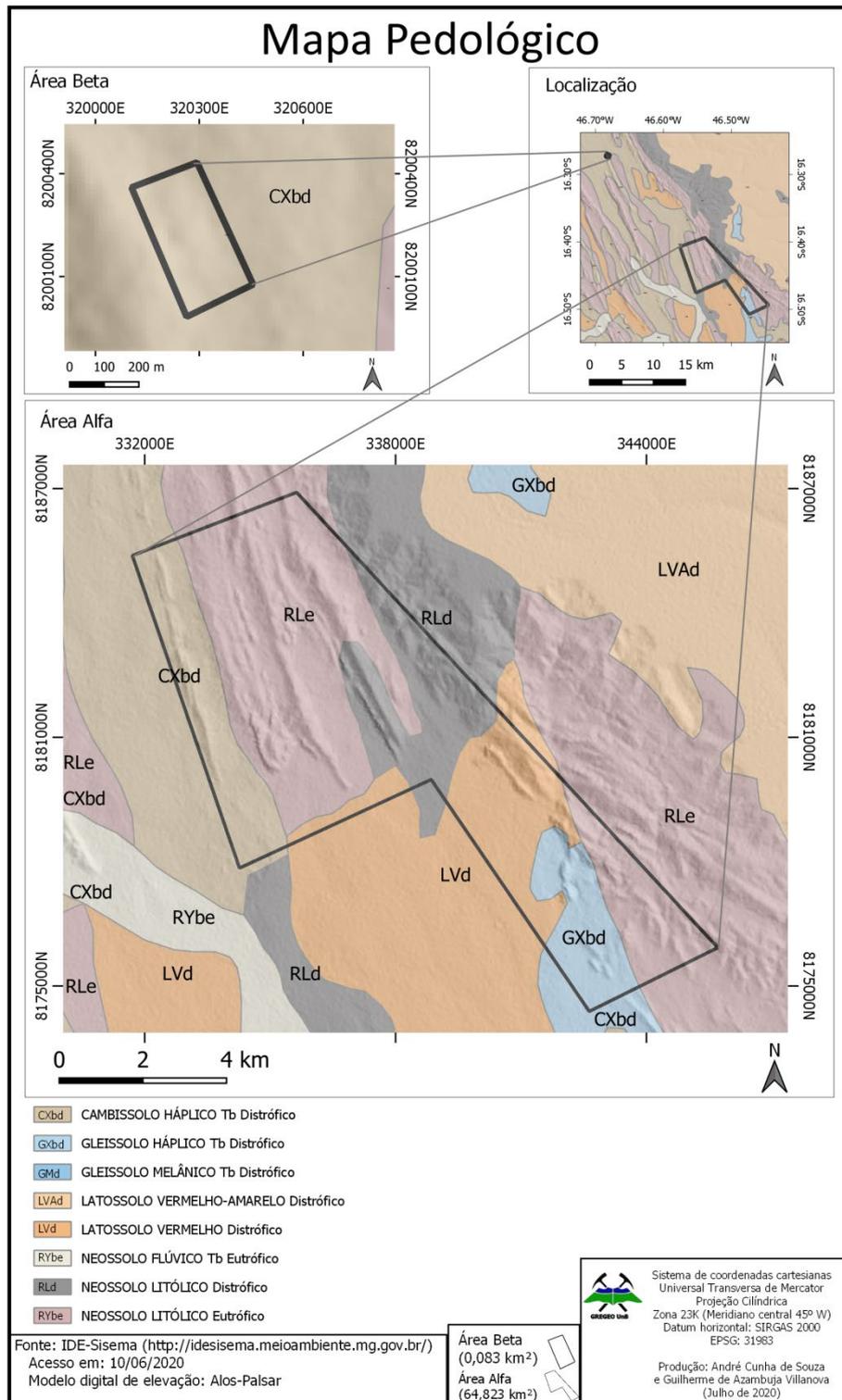
## 12.6 MAPA GEOMORFOLÓGICO



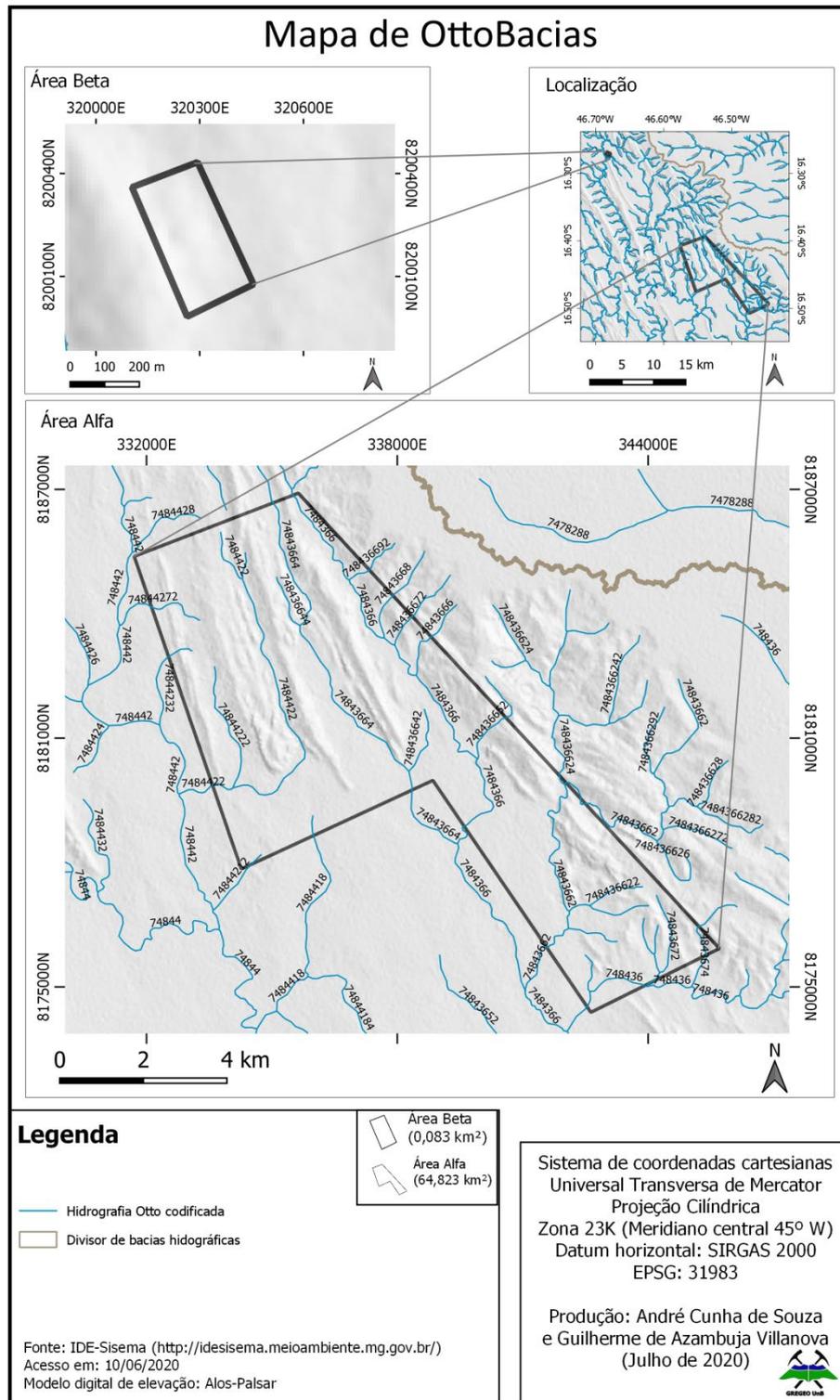
## 12.7 MAPA DE DECLIVIDADE



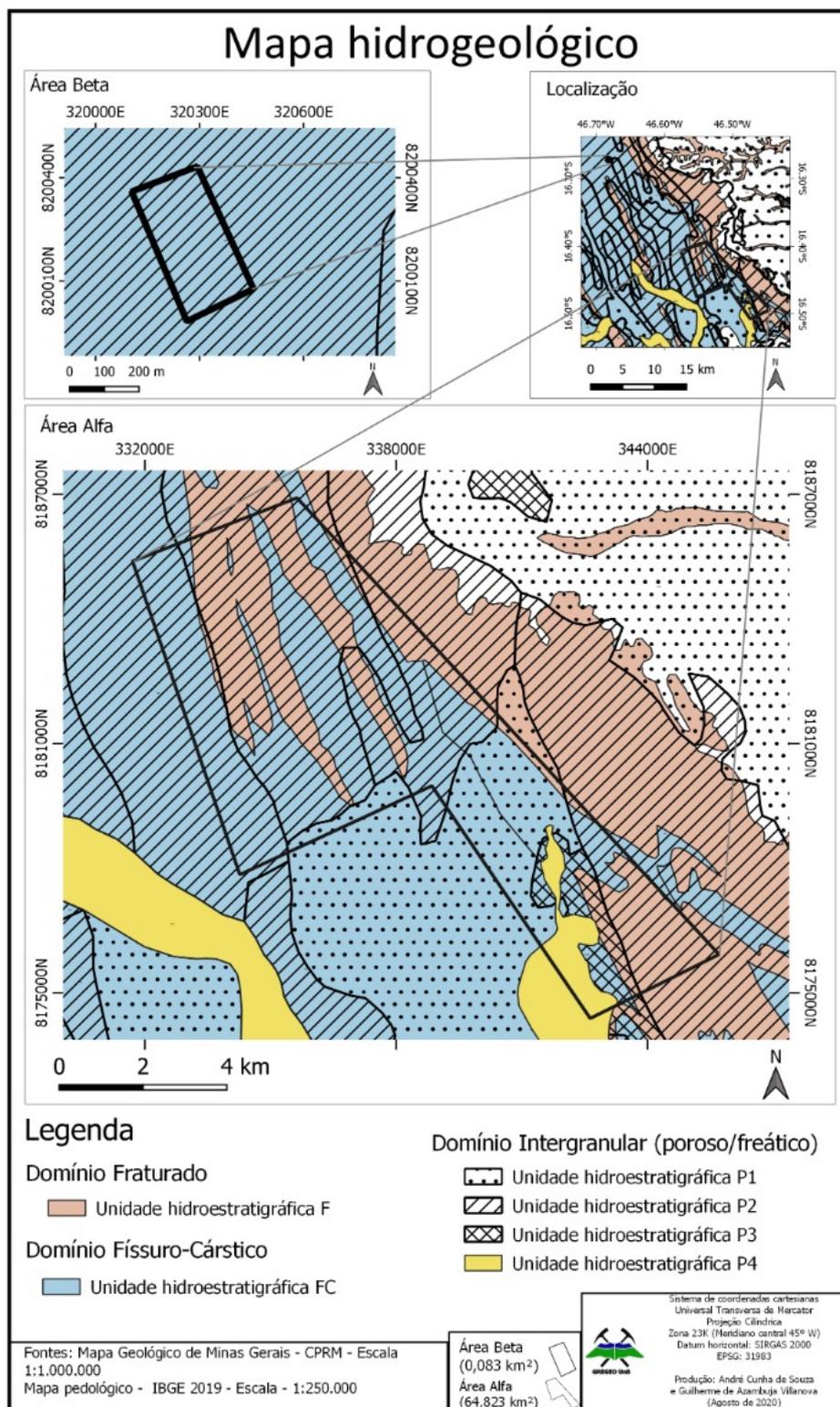
## 12.8 MAPA PEDOLÓGICO



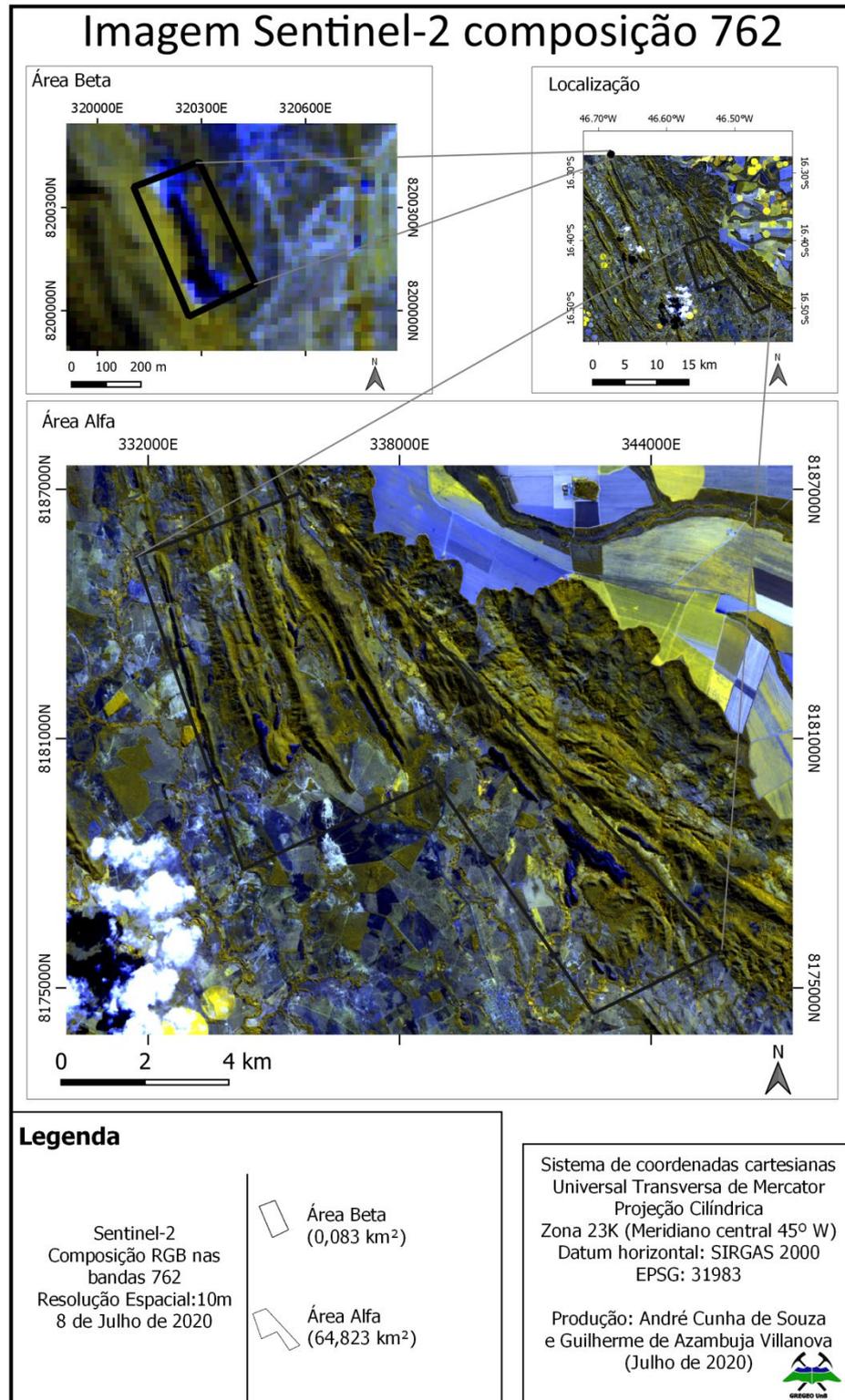
## 12.9 MAPA DE OTTOBACIAS E HIDROGRAFIA



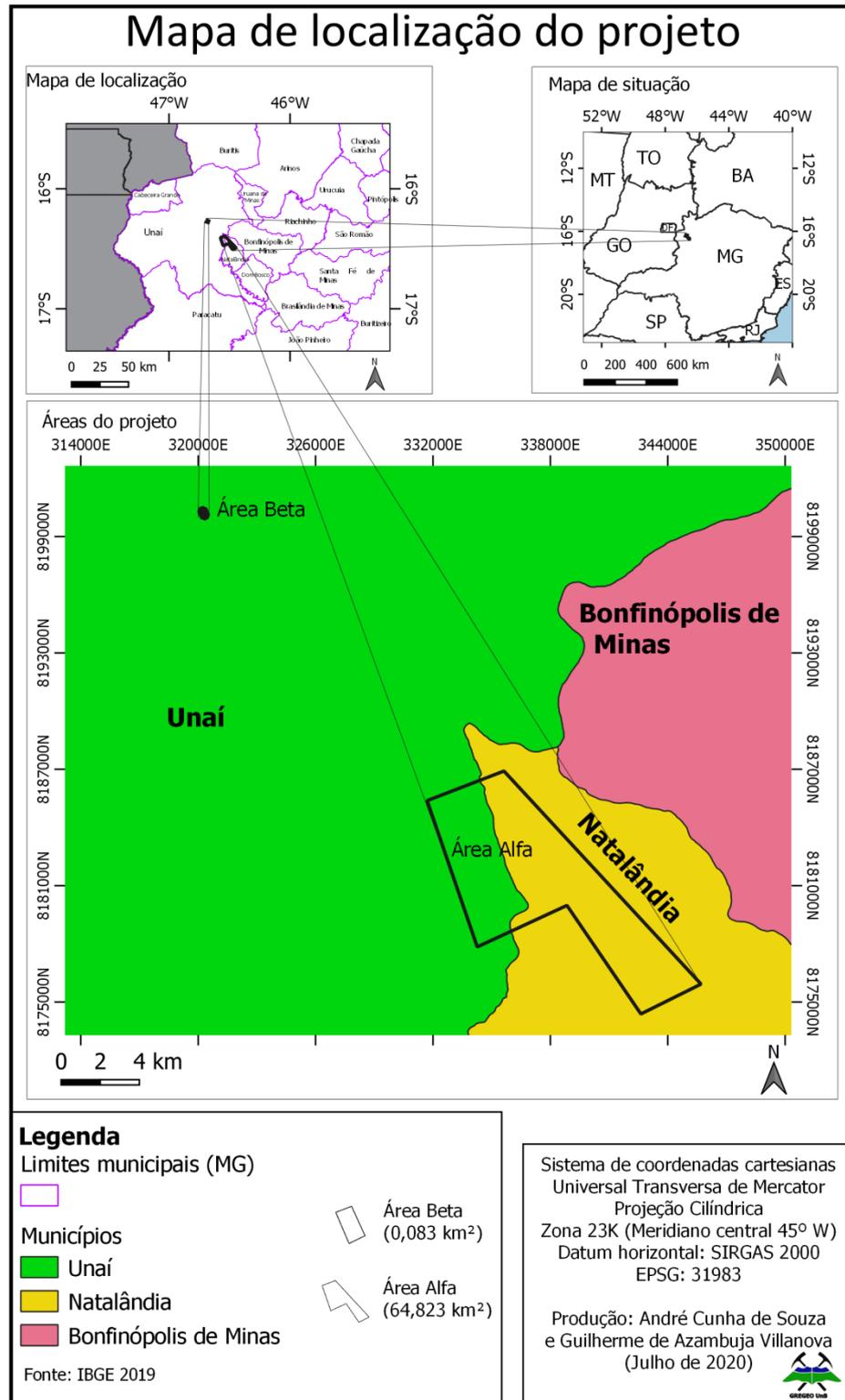
## 12.10 MAPA HIDROGEOLÓGICO



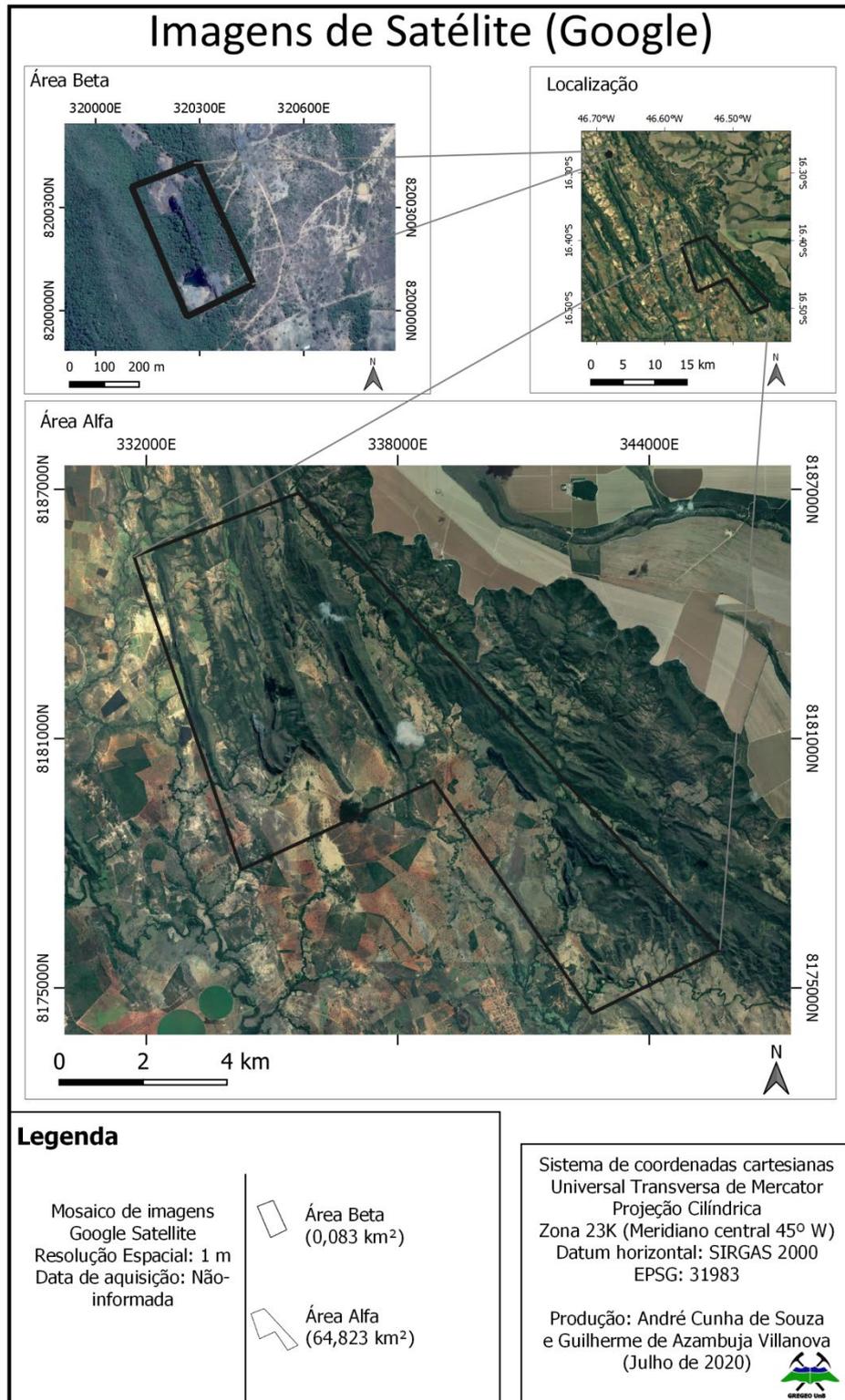
## 12.11 MAPA DE COMPOSIÇÃO RGB (762)



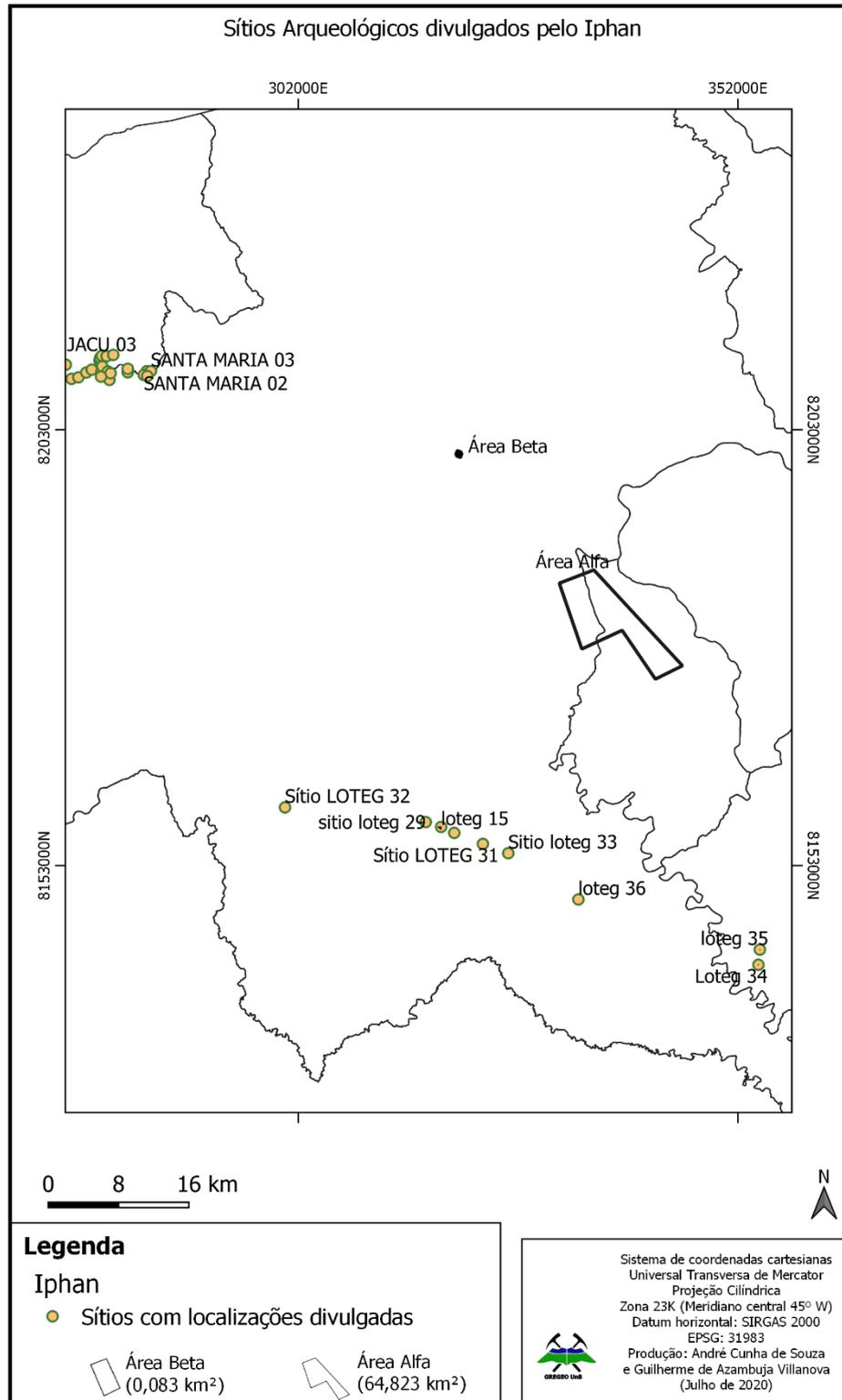
## 12.12 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PROJETO



## 12.13 MAPA COM IMAGEM GOOGLE



## 12.14 MAPA DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS



## 12.15 MAPA DE REQUERIMENTOS MINERÁRIOS

