

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas  
**Projeto Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas  
carbonáticas, no Estado da Bahia**

TCCE ICMBio/Vale II: compensação espeleológica

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO**

Tarsila Carvalho de Jesus

Produto 24

Submissão aprovada por Ricardo G. Fraga de A. Pereira  
Coordenador do Projeto

Salvador – BA

15 de abril de 2023

## 1. INTRODUÇÃO

O projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia”, foi desenvolvido mediante parceria entre NEHMA / IGeo – Universidade Federal da Bahia - UFBA e Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV, sendo financiado através do TCCE ICMBio/Vale No. 02/2020 – um Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade – IABS.

Teve início em janeiro de 2021, e com prazo de duração inicialmente estipulado em 24 meses. Entretanto, devido, principalmente, à pandemia do COVID-19, tal prazo teve que ser revisto, porque as atividades de campo ficaram associadas às políticas e práticas sanitárias e de saúde determinadas por Governos (Federal e Estadual) e pela Universidade Federal da Bahia, e assim foram adiadas em alguns meses. Portanto, em solicitação formal à IABS e CECAV, o prazo do projeto foi alterado e acrescido em 3 meses. Com uma equipe enxuta e uma área massiva, foram muitos os desafios enfrentados, mas também as vitórias alcançadas.

Ao longo desses 2 anos, a equipe – coordenada pelo professor Ricardo Pereira – trabalhou com foco na organização do conhecimento acerca dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas do estado da Bahia e, especialmente, na elaboração do método que fosse capaz de atender a categorização desses terrenos – conforme estipulado na legislação utilizando o Enfoque Regional abordado no Decreto nº 6.640/2008 e na IN MMA nº2.

O objetivo central do projeto foi exatamente esse: definir uma metodologia para estabelecer a abrangência de elementos geossistêmicos e estabelecer critérios para compartimentação e delimitação das regiões homólogas nos terrenos cársticos em rochas carbonáticas no Estado da Bahia.

Um dos objetivos secundários foi também: Ampliar o conhecimento sobre o Patrimônio Espeleológico do Estado, em atendimento ao Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação do Patrimônio Espeleológico Brasileiro – o que foi alcançado e exposto de diversas formas nos produtos obtidos durante o projeto.

O presente relatório propõe-se a sumarizar os objetivos e resultados do projeto, em conformidade com o solicitado pelo IABS para o relatório final. A seguir, ainda na introdução, uma breve apresentação da equipe. Logo após, um panorama sobre os materiais e métodos, atividades planejadas e desenvolvidas, resultados, produtos (em anexo) e conclusão.

## 1.1 Equipe

### **Ricardo Galeno Fraga de Araujo Pereira**

COORDENADOR

Geólogo pela USP (1996), Mestre em Geociências (Geoquímica e Geotectônica) pela USP (1998) e Doutor pelo Programa de Patrimônio Geológico e Geoconservação da Universidade do Minho (Braga/Portugal). É Professor Associado do Instituto de Geociências (IGEO) da Universidade Federal da Bahia, tendo sido Chefe do Departamento de Oceanografia entre Outubro/2018 e Março/2022. Desde Março/2022 é Coordenador do Programa de Pós Graduação em Geologia. Com cerca de 15 anos de atuação no mercado de consultoria ambiental, tem ampla experiência na área de Geologia Ambiental. Tem também atuação nas áreas de Geoconservação, Hidrogeologia, Geomorfologia, Geoespeleologia e Educação em Geociências. É coordenador do presente projeto e também do projeto “Geoespeleologia do Carste Siliciclástico da Formação Tombador: Subsídios à Conservação do Patrimônio Espeleológico na Chapada Diamantina”, em andamento.

### **Carlos Gleidson Campos da Purificação**

PESQUISADOR BOLSISTA

Geólogo pela Universidade Federal da Bahia (2018), Mestre em Geologia (Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos) pela UFBA (2020), especialização em andamento na área de Gestão de Resíduos Sólidos Socialmente Integrada pela Escola Politécnica da UFBA. É pesquisador e consultor ambiental, tendo experiência na área de Geociências, com ênfase em Hidrologia e Geotecnologias, atuando principalmente nas seguintes áreas: hidrogeologia e hidrogeoquímica de águas subterrâneas e geoprocessamento. Tem experiência de mais de 10 anos em geoprocessamento, incluindo os softwares: Arcgis, Qgis, Google Earth, Qualigraf, Surfer e outros. No presente projeto executou, entre outras atividades, o geoprocessamento e confecção de imagens, mapas e modelos utilizados no pré-campo e nos resultados finais.

### **Tarsila Carvalho de Jesus**

PESQUISADORA BOLSISTA

Técnica em Geologia pelo Instituto Federal da Bahia (2010), Geóloga pela Universidade Federal da Bahia (2018), Mestre em Geologia (Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos) pela UFBA (2020). É pesquisadora de geociências, com experiência de pesquisa em vulnerabilidade de aquíferos cársticos e espeleologia. Possui experiência também na área de escrita acadêmica. No presente projeto executou, principalmente, atividades de pesquisa bibliográfica, síntese de conteúdos, elaboração de relatórios e

dos textos utilizados nos resumos submetidos a congressos, artigo científico, e livro de divulgação científica.

**Leo Linke Ferreira**

BOLSISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Estudante de geologia pela Universidade Federal da Bahia. Tem seus estudos focados, principalmente, nos seguintes temas: qualidade da água, geologia ambiental e estudo do carste. Participou, entre 2018 e 2020, do projeto “Ciênciometria e Caracterização do Terrenos Cársticos em Rochas Carbonáticas no Estado da Bahia”, também coordenado pelo professor Ricardo Pereira. No presente projeto executou, entre outras atividades, a pesquisa metodológica, planejamento das campanhas de campo e processamento de dados estruturais.

## **2. Materiais e métodos**

O projeto teve seu andamento norteado por um documento em forma de planilha chamado “Plano de Trabalho” – que foi construído imediatamente antes do início oficial do prazo de dois anos do projeto. Nesse “Plano de Trabalho” existe uma aba denominada “Marco Lógico”, onde se encontram listados os resultados esperados, as metas atreladas a esses resultados, as atividades necessárias para se alcançar os resultados, os produtos originados de cada uma dessas atividades e a pessoa da equipe responsável pela entrega de tal produto.

De modo geral, o projeto se desenvolveu baseado em três fases:

Fase I: consulta bibliográfica multitemática sobre os terrenos cársticos em rochas carbonáticas nas províncias espeleológicas da Bahia. Concomitantemente, consulta às bases metodológicas das subdivisões dos terrenos cársticos do Brasil, com foco nos trabalhos de Karmann & Sanchez (1979, 1986) e Sanchez (1992). Em paralelo, deu-se a construção do banco de dados de imagens e informações espaciais e geográficas, em diversos formatos.

Fase II: programação e realização das campanhas de campo em cada uma das províncias espeleológicas da Bahia. Estas ocorreram na ordem inicial proposta, sendo alteradas somente as datas inicialmente pensadas por conta das restrições sanitárias impostas pela pandemia da COVID-19. Antes e depois de cada campo, foram elaborados mapas e modelos variados a fim de auxiliar no processo de categorização dos terrenos alvo. O calendário foi executado da seguinte forma:

- 1ª campanha - Supergrupo Canudos: 18 e 27 de julho de 2021;
- 2ª campanha - Grupo Rio Pardo: 07 e 13 de outubro de 2021;
- 3ª campanha - Grupo Bambuí: 11 e 24 de fevereiro de 2022;
- 4ª campanha - Formações Caatinga e Caboclo, e Una Norte: 04 e 18 de junho de 2022; e
- 5ª campanha - Grupo Una Sul: 16 e 26 de outubro de 2022.

Fase III: com base no conteúdo coletado e construído a partir da bibliografia consultada e das campanhas de campo realizadas, foram formulados os textos centrais do projeto – que configuram os resultados propostos no “Marco Lógico” do “Plano de Trabalho” norteador do projeto. E, principalmente, foi desenvolvido o método de regionalização que é o resultado principal, com textos e mapas de apoio.

Essas fases não seguiram a exata ordem cronológica, foram simultâneas em muitos aspectos – à medida que um conteúdo era assimilado, a campanha de campo da respectiva área alvo era programada e realizada, e, em seguida, a regionalização dessa área.

A realização dessas fases foi percebida através das atividades mensais, e seus respectivos produtos, de cada um dos participantes do projeto. Além das atividades listadas no “Marco Lógico”, a cada mês foram designadas atividades secundárias conforme reuniões de equipe – majoritariamente mensais. As atas da maioria das reuniões se encontram dispostas no Anexo A desse relatório. Algumas reuniões foram entre partes da equipe, que não produziram necessariamente atas, mas serviram para alinhamento de ideias e construção de produtos. Outras reuniões foram mais como debates, especialmente em torno da elaboração do método de regionalização e da regionalização em si das áreas alvo do projeto.

### **3. Atividades planejadas x atividades desenvolvidas**

Dentre as atividades planejadas, no “Marco Lógico” do “Plano de Trabalho”, e seus respectivos produtos, todas foram desenvolvidas por cada um dos responsáveis listados. Ocorreram, por vezes, alterações nos prazos individuais (normalmente acertadas entre os membros da equipe nas reuniões), mas que não afetaram a entrega dos resultados finais previstos no âmbito do projeto.

Uma alteração importante nos resultados propostos se deu após uma reunião, realizada em 13 de dezembro de 2022, entre o coordenador Ricardo Pereira e membros do CECAV – a saber: Jocy Cruz, Cristiano Ferreira, José Carlos Reino e Léo Vieira. Nessa reunião, o professor Ricardo apresentou o texto que vinha sendo construído acerca da

regionalização dos terrenos carbonáticos da Bahia e a proposta do método desenvolvido pelo projeto. A partir da discussão gerada com esse texto e diante do volume e relevância de todo o conteúdo, os gestores sugeriram que o método e a regionalização fossem apresentados em forma de um livro técnico e não de artigo acadêmico, como anteriormente proposto.

Esse novo livro foi então compilado pelo Coordenador do projeto, professor Ricardo Pereira, a partir dos dados de campo e das informações e mapas disponíveis nos relatórios elaborados e entregues pelos demais membros da equipe ao longo do projeto.

A mudança de artigo para livro refletiu nas atividades da pesquisadora Tarsila nos últimos meses do projeto, que tiveram de se alinhar à nova proposta de entregar 01 livro técnico com o método e a regionalização, 01 artigo científico, e 01 livro de divulgação científica – sendo Tarsila responsável pela redação dos dois últimos.

A tabela 01 a seguir traz a lista completa das atividades planejadas e os produtos derivados delas – em seis grupos regidos pelos resultados principais planejados. A coluna responsável diz respeito ao membro da equipe designado a cumprir a atividade em totalidade, ou sua maior parte, sendo responsável também pela entrega do produto – seguindo o estipulado nos termos de referência de cada um.

A tabela foi retirada da versão revisada do “Plano de Trabalho”, enviada à IABS no mês de agosto de 2022, quando foram necessárias pequenas mudanças na ordem das entregas dos produtos, tendo em vista, principalmente, o adiamento das atividades de campo que ocorreu no início do projeto.

**Tabela 01: Planejamento de atividades, produtos e respectivos responsáveis – conforme “Marco Lógico” do projeto.**

RESULTADO	ATIVIDADES	PRODUTOS/ENTREGAS	RESPONSÁVEL
<b>Pesquisa bibliográfica sistemática sobre os terrenos cársticos na Bahia</b>	Organização da base de dados já disponíveis para as unidades carbonáticas da Bahia	Plano de trabalho da compilação de dados da literatura	Leo
	Levantamento bibliográfico Supergrupo Canudos	Dossiê com compilação da literatura Supergrupo Canudos	Tarsila
	Fichamento de Artigo(s) mais relevante(s)	Relatório de atividades mensal	Leo
	Levantamento bibliográfico Grupo Rio Pardo	Dossiê com compilação da literatura Grupo Rio Pardo	Tarsila
	Levantamento bibliográfico Grupo Bambuí	Dossiê com compilação da literatura Grupo Bambuí	Tarsila
	Planejamento de campo Supergrupo Canudos	Plano de atividades de campo Supergrupo Canudos	Leo

	Levantamento bibliográfico Grupo Una/Form. Caatinga	Dossiê com compilação da literatura Grupo Una/Form. Caatinga	Tarsila
	Elaboração de Relatório de Atividades do Projeto 01	Relatório parcial de atividades desenvolvidas	Leo
	Levantamento bibliográfico Grupo Una/Form. Caboclo	Dossiê com compilação da literatura Grupo Una/Form. Caboclo	Tarsila
	Planejamento de campo Grupo Rio Pardo	Plano de atividades de campo Grupo Rio Pardo	Leo
	Planejamento de campo Grupo Bambuí	Plano de atividades de campo Grupo Bambuí	Leo
	Elaboração de Relatório de Atividades do Projeto 02	Relatório parcial de atividades desenvolvidas	Tarsila
	Planejamento de campo Grupo Una/Fm. Caatinga	Plano de atividades de campo Grupo Una/Fm. Caatinga	Leo
	Planejamento de campo Grupo Una/Fm. Caboclo	Plano de atividades de campo Grupo Una/Fm. Caboclo	Leo
	Organização de cronograma e campanha de campo 03	Relatório de atividades mensal	Tarsila
	Organização inicial do Artigo 01	Relatório de atividades mensal	Tarsila
<b>Inventário e banco de imagens dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas no Estado da Bahia</b>	Criação de banco de dados Supergrupo Canudos	Inventário de dados Supergrupo Canudos	Carlos
	Criação de banco de dados Grupo Rio Pardo	Inventário de dados Grupo Rio Pardo	Carlos
	Criação de banco de dados Grupo Bambuí	Inventário de dados Grupo Bambuí	Carlos
	Criação de banco de dados Grupo Una/Fm. Caatinga	Inventário de dados Grupo Una/Fm. Caatinga	Carlos
	Criação de banco de dados Grupo Una/Fm. Caboclo	Inventário de dados Grupo Una/Fm. Caboclo	Carlos
<b>Mapa de regiões cársticas do Estado da Bahia</b>	Modelagem dos dados Supergrupo Canudos	Mapa pré-campo Supergrupo Canudos	Carlos
	Campanha de campo e aquisição de dados geográficos e imagens - Supergrupo Canudos	Relatório atividade cartográfica campo Supergrupo Canudos	Carlos
	Regionalização preliminar 01	Mapa de regionalização preliminar	Leo
	Revisão Mapa Supergrupo Canudos	Mapa final Supergrupo Canudos	Carlos
	Modelagem dos dados Grupo Rio Pardo	Mapa pré-campo Grupo Rio Pardo	Carlos

Campanha de campo e aquisição de dados geográficos e imagens - Grupo Rio Pardo	Relatório atividade cartográfica campo Grupo Rio Pardo	Carlos
Regionalização preliminar 02 - ajustes	Mapa de regionalização preliminar	Leo
Compilação de informações usadas no desenvolvimento da regionalização	Relatório de atividades mensal	Leo
Revisão Mapa Grupo Rio Pardo	Mapa final Grupo Rio Pardo	Carlos
Modelagem dos dados Grupo Bambuí porção sul	Mapa pré-campo Grupo Bambuí porção sul	Carlos
Modelagem dos dados Grupo Bambuí porção norte	Mapa pré-campo Grupo Bambuí porção norte	Carlos
Campanha de campo e aquisição de dados geográficos e imagens - Grupo Bambuí	Relatório atividade cartográfica campo Grupo Bambuí	Carlos
Revisão Mapa Grupo Bambuí	Mapa final Grupo Bambuí	Carlos
Regionalização preliminar 03	Mapa de regionalização preliminar	Leo
Modelagem dos Grupo Una/Fm. Caatinga	Mapa pré-campo Grupo Una/Fm. Caatinga	Carlos
Campanha de campo e aquisição de dados geográficos e imagens - Grupo Una/Fm. Caatinga	Relatório atividade cartográfica campo Grupo Una/Fm. Caatinga	Carlos
Regionalização preliminar 04	Mapa de regionalização preliminar	Leo
Modelagem dos dados Grupo Una/Fm. Caboclo	Mapa pré-campo Grupo Una/Fm. Caboclo	Carlos
Revisão Mapa Fm. Caboclo/Fm. Caatinga	Mapa final Fm. Caboclo/Fm. Caatinga	Carlos
Campanha de campo e aquisição de dados geográficos e imagens - Grupo Una Sul	Relatório atividade cartográfica campo Grupo Una Sul	Carlos
Regionalização preliminar 05	Mapa de regionalização preliminar	Leo
Revisão Mapa Grupo Una	Mapa final Grupo Una	Carlos
Atualização das informações usadas na regionalização	Relatório de atividades mensal	Leo

	Explicação da regionalização - processo e resultados	Texto da regionalização	Leo
	Regionalização final	Mapa de regionalização final	Carlos
<b>Descrição e caracterização atualizada dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas do Estado da Bahia</b>	Elaboração de formulário de descrição de unidades em campo	Modelo preliminar de formulário descritivo	Leo
	Campanha de campo Supergrupo Canudos	Relatório de atividades de campo Supergrupo Canudos	Leo
	Campanha de campo Grupo Rio Pardo	Relatório de atividades de campo Grupo Rio Pardo	Leo
	Revisão e correção Supergrupo Canudos	Relatório Diagnóstico Supergrupo Canudos	Tarsila
	Revisão e correção Grupo Rio Pardo	Relatório Diagnóstico Grupo Rio Pardo	Tarsila
	Campanha de campo Grupo Bambuí	Relatório de atividades de campo Grupo Bambuí	Leo
	Revisão do formulário de descrição de campo (ajustes pós-campos)	Relatório de atividades mensal	Leo
	Revisão e correção Grupo Bambuí	Relatório Diagnóstico Grupo Bambuí	Tarsila
	Campanha de campo Grupo Una/Fm. Caatinga/Fm. Caboclo	Relatório de atividades de campo Grupo Una/Fm. Caatinga/Fm. Caboclo	Leo
	Revisão e correção Grupo Una/Fm. Caatinga/Fm. Caboclo	Relatório Diagnóstico Grupo Una/Fm. Caatinga/Fm. Caboclo	Tarsila
	Campanha de campo Grupo Una Sul	Relatório de atividades de campo Grupo Una Sul	Leo
	Revisão e correção Grupo Una Sul	Relatório Diagnóstico Grupo Una Sul	Tarsila
	Revisões nas regionalizações e textos pendentes	Relatório de atividades mensal	Leo
	<b>Artigo com proposta com proposta de método para definição dos enfoques local e regional nos terrenos cársticos em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia. Espera-se que o método possa ser replicado em escala nacional</b>	prévia Introdução Artigo 01	Texto preliminar da Introdução Artigo 01
prévia Materiais e métodos Artigo 01		Texto preliminar dos Materiais e Métodos Artigo 01	Carlos
prévia Discussão e Resultados Artigo 01 + Introdução Artigo 02		Texto preliminar da Discussão e Resultados Artigo 01 + Introdução Artigo 02	Tarsila
seleção de imagens para Artigo 01 + Artigo 02		texto preliminar com imagens Artigo 01 e Artigo 02	Carlos

	Revisão e sugestões Artigo 01 +Artigo 02	Texto revisado Artigo 01 + Artigo 02	Tarsila
	Revisão preliminar Artigo 01 +Artigo 02	Texto revisado Artigo 01 + Artigo 02	Tarsila
<b>Editoração futura de um livro sobre os terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia</b>	Delimitação dos temas a serem tratados	Sumário preliminar do livro	Tarsila
	Esquematização dos tópicos possíveis inseridos em cada tema que se pretenda tratar no livro e seleção prévia de bibliografia relevante para os mesmos	Esquema de divisão do que cada tópico poderá apresentar	Tarsila
	Revisão da proposta de temas e esquema de tópicos e versão inicial de Introdução ao Livro	Esquema revisado da divisão de temas e tópicos. Texto de Introdução.	Tarsila
	compilação dos dados já obtidos para o Supergrupo Canudos	Textos do tópico Supergrupo Canudos	Tarsila
	compilação dos dados já obtidos para o Grupo Rio Pardo	Textos do tópico Grupo Rio Pardo	Tarsila
	compilação dos dados já obtidos para o Grupo Bambuí	Textos do tópico Grupo Bambuí	Tarsila
	compilação dos dados já obtidos para o Grupo Una/Fm. Caatinga	Textos do tópico Grupo Una/Fm. Caatinga	Tarsila
	compilação dos dados já obtidos para o Grupo Una/Fm. Caboclo	Textos do tópico Grupo Una/Fm. Caboclo	Tarsila
	seleção de imagens para livro	texto preliminar com imagens livro	Carlos
	Revisão e fechamento dos tópicos selecionados para o livro	Textos dos tópicos revisados	Tarsila

#### **4. Resultados planejados x resultados desenvolvidos**

Conforme descrito no item anterior, e dispostos na tabela 01, foram 6 os resultados inicialmente planejados para o projeto – a saber:

- 1) Pesquisa bibliográfica sistemática sobre os terrenos cársticos na Bahia;

- 2) Inventário e banco de imagens dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas no Estado da Bahia;
- 3) Mapa de regiões cársticas do Estado da Bahia;
- 4) Descrição e caracterização atualizada dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas do Estado da Bahia;
- 5) Artigo com proposta de método para definição dos enfoques local e regional nos terrenos cársticos em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia. Espera-se que o método possa ser replicado em escala nacional; e
- 6) Todo o conjunto de dados gerados no projeto permitirá a editoração futura de um livro sobre os terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia.

De acordo com o que foi descrito no item materiais e métodos e no item das atividades, algumas alterações no “Plano de Trabalho” foram feitas ao longo do projeto, acarretando em mudanças nos resultados previstos – que em realidade foram todas “a mais” do que o inicialmente programado. Assim, os resultados alcançados foram:

- Dois livros sobre os terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no estado da Bahia. Um com enfoque técnico, apresentando o método de regionalização (com os critérios para a delimitação do enfoque regional em terrenos cársticos) e a regionalização em si proposta para os terrenos carbonáticos das províncias espeleológicas baianas – chamado de Atlas do carste e cavernas - em rochas carbonáticas - no Estado da Bahia. O segundo livro, com enfoque de divulgação científica, cujo conteúdo visa apresentar as cavernas e o carste da Bahia ao público leigo interessado, com uma linguagem menos técnica que o primeiro – intitulado Cavernas e Carste Carbonático na Bahia.
- Pesquisa bibliográfica sistemática sobre os terrenos cársticos na Bahia – que embasou a construção teórica do método de regionalização, bem como os textos gerados ao longo do projeto, como os livros e o artigo;
- Mapas das regiões cársticas do estado da Bahia conforme método proposto – apresentados no livro “Atlas” e nos produtos entregues pelo pesquisador Carlos Purificação, principalmente o produto 24;
- Descrição e caracterização atualizada dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas do Estado da Bahia – disponível em íntegra no livro “Atlas” e nos produtos “Dossiês” entregues pela pesquisadora Tarsila de Jesus;
- Um artigo sobre a gestão do carste e do patrimônio espeleológico no estado da Bahia – submetido à Revista Brasileira de Espeleologia do CECAV em 15/01/2023 – intitulado Cavernas em Rochas Carbonáticas no Estado da Bahia: Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças; e
- Inventário e banco de imagens dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas no estado da Bahia – fotos autorais registradas em campo, mapas e modelos confeccionados em ambiente SIG.

O banco de dados geospaciais do projeto foi construído a partir de dados coletados para as regiões de interesse, em formato vetorial, matricial e outros, adquiridos por

diferentes plataformas on-line nacionais e internacionais. A organização do banco de dados, que será disponibilizado concomitantemente a esse relatório, se deu na estrutura da Figura 01.

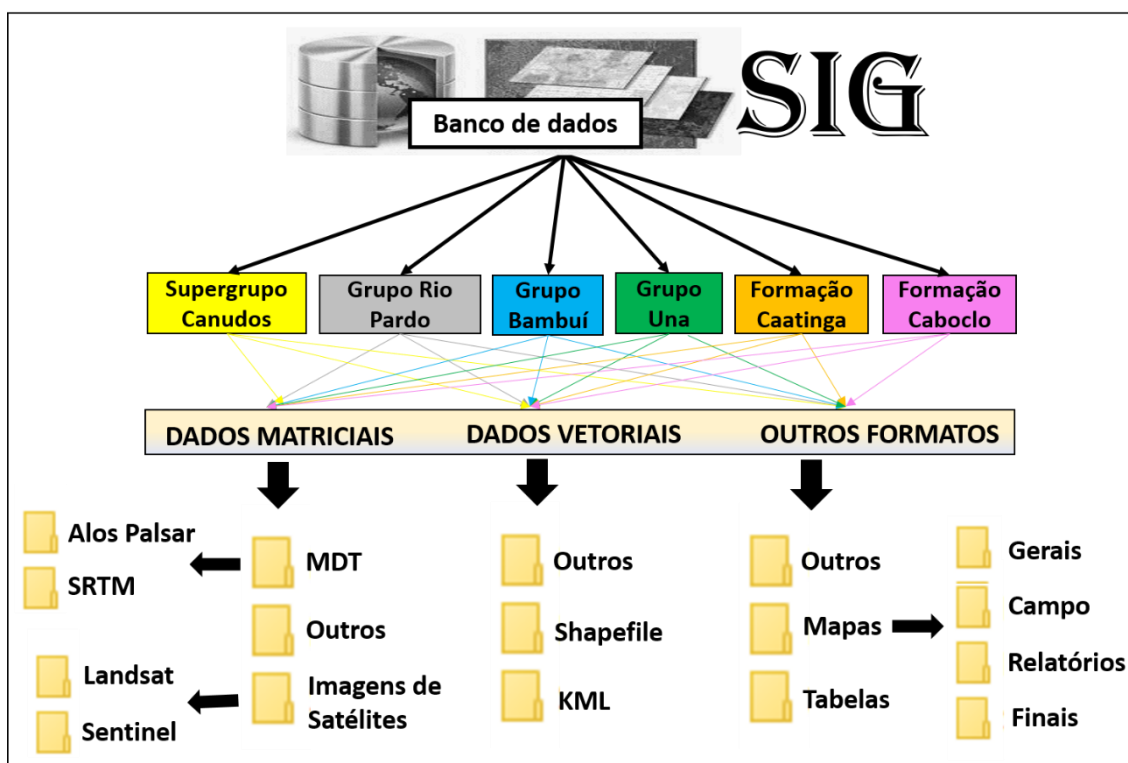


Figura 01: Organização do banco de dados – de imagens, mapas, modelos, shapefiles etc. – do projeto.

## 5. Produtos

Os produtos finais, resultados do projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia”, foram entregues dentro dos prazos estipulados, e ajustados conforme a necessidade junto ao IABS, em diferentes momentos. A título de formalização estes se encontram dispostos nos Anexos desse relatório.

Anexo B – Mapas das regiões cársticas do estado da Bahia conforme método proposto (Relatório do produto 24 do pesquisador Carlos Purificação);

Anexo C – Livro “Atlas do carste e cavernas - em rochas carbonáticas - no Estado da Bahia”, que contém também os mapas das regiões cársticas conforme o método proposto, mas também o próprio método com seus critérios e determinações para cada uma das 26 regiões obtidas ao fim da regionalização e, logicamente, a descrição e caracterização atualizada dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas do Estado da Bahia;

Anexo D – Livro “Cavernas e Carste Carbonático na Bahia”;

Anexo E – Artigo “Cavernas em Rochas Carbonáticas no Estado da Bahia: Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças”.

Em quatro oportunidades o projeto foi divulgado em veículos do meio científico-acadêmico da espeleologia do Brasil. O primeiro, em novembro de 2021, sob a forma de um “Relato de Expedição” no Boletim Eletrônico da Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE Notícias. O segundo, em maio de 2022, uma matéria na Revista Espeleologia Digital da Sociedade Excursionista e Espeleológica – SEE, onde o projeto foi descrito em linhas gerais e com um breve relato da primeira excursão de campo, na região do Supergrupo Canudos. O terceiro, em abril de 2023, sob a forma de painel e Resumo expandido publicado nos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE). Mais recentemente, ainda sob análise, como um Resumo expandido submetido ao 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE), que acontecerá em julho de 2023. Esses textos, considerados sub-produtos do projeto, também se encontram dispostos nos Anexos conforme a seguinte ordem:

Anexo F – Relato de Expedição no Boletim Eletrônico da Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE Notícias, ISSN 1809-3213 - Ano 15 - nº 425 - 17 de Novembro de 2021;

Anexo G – Matéria na Revista Espeleologia Digital NºIII – 2022 da Sociedade Excursionista e Espeleológica – SEE;

Anexo H – Resumo expandido publicado nos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE); e

Anexo I – Resumo expandido submetido ao 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE).

## **6. Principais desafios encontrados**

Os principais desafios e dificuldades enfrentados no projeto foram:

1. Revisão do calendário das campanhas de campo, em função da Pandemia da COVID 19 – Campanhas de campo postergadas, a última aconteceu em Out/2022, deixando os prazos para textos e mapas finais apertados, principalmente no final do projeto.
2. Problemas – até hoje incompreensíveis – com o drone. Este foi inicialmente adquirido para auxiliar nas campanhas de campo, com imagens aéreas, acesso a áreas inacessíveis a pé pela equipe e, especialmente, auxílio cartográfico. Entretanto, devido a problemas técnicos ele só pode ser utilizado em três campanhas, e com certas limitações.
3. De maneira geral, o cronograma de dois anos para o projeto foi demasiado curto – idealmente, o projeto deveria ser concebido para 30 a 36 meses.

## **7. Conclusão**

O projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia”, apesar da realidade do curto prazo, de ter se concretizado em meio à pandemia do COVID-19 e da grande dimensão das áreas a serem visitadas, obteve êxito em seus objetivos.

Para além do inicialmente proposto, conseguiu gerar um volume de dados de relevância – tanto na organização de dados secundários quanto através das informações coletadas durante as campanhas de campo.

Dada a abrangência dos resultados obtidos, a equipe do projeto espera contribuir com o conhecimento acerca dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas no estado da Bahia. Espera-se contribuir também com o debate público e para a tomada de decisões acerca da gestão e manejo das cavernas inseridas em tão vulneráveis ambientes. Os textos dos livros foram pensados especialmente para gestores e técnicos dos órgãos licenciadores municipais e estadual – como forma de embasamento teórico que possa nortear o uso do solo e o zoneamento das regiões cársticas, em rochas carbonáticas, delimitadas pelo método proposto.

Foram obtidas 26 regiões, sub-divisões das províncias espeleológicas da Bahia, a partir dos critérios estabelecidos para o enfoque regional no estado, de acordo com os textos do Decreto nº 6.640/2008 e da IN MMA nº2 – que consistiu no objetivo central do projeto.

A equipe segue na expectativa de atender essas demandas legislativas e normativas, mas – acima de tudo ambientais – e de ter os textos do artigo e dos livros publicados no futuro.

## **8. ANEXOS**

### **ANEXO A – ATAS DAS REUNIÕES DE EQUIPE**

Projeto TCCE ICMBio/Vale II

Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia

Ata de Reunião

Reunião 01		Data	Hora	Local
		13/01/2021	14h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Introdução ao Mendeley	Apresentação e instruções da plataforma como sugestão de uso para gerenciamento das referências a serem utilizadas no projeto	i) Foi decidido que a plataforma será utilizada. ii) Sugestão de melhorar organização das “pastas” dentro da plataforma – responsável: <b>Leo (até 22/01/2021)</b>	
<b>02</b>	Resultados da Iniciação Científica	Apresentação de planilhas Excel com dados obtidos na IC de Leo – que serão aproveitados no projeto	i) Demonstração para situação de Carlos e Tarsila acerca do desenvolvimento da metodologia aplicada	
<b>03</b>	Artigos-chave de metodologia	Discussão inicial sobre a relação local x regional – ponto crucial do projeto	i) Falou-se brevemente dos artigos de Sanchéz (1992) e Klimchouk (2015) ii) Foi decidido que <b>todos</b> lerão esses e outros artigos que tratam de teoria/métodos de classificação e compartimentação do carste, para maior entendimento e possíveis sugestões aos métodos a serem adotados no projeto	
<b>04</b>	Mapas de Cavernas	Discussão sobre a necessidade de se obter mapas de cavernas das áreas alvo como formas de entendimento das dinâmicas locais	i) Sugeriu-se que seja feito um pedido formal aos grupos de espeleologia que estudam as áreas sobre a liberação de mapas já existentes – responsável: <b>Ricardo (até 28/02/2021)</b>	
<b>05</b>	Análise morfométrica dos alvos	Questionamento sobre a possibilidade de se utilizar parâmetros morfométricos de cavernas e terrenos	i) Concluiu-se que são necessários. Falta definição de quais poderão ser usados, em que escalas etc. ii) Ficou combinado que Carlos lerá artigos passados por Leo e Tarsila para que se inteire do assunto e possa opinar sobre o que é possível fazer – responsável: <b>Carlos (até 28/02/2021)</b>	
<b>06</b>	Produtos SIG	Para a compartimentação topográfica e hidrológica – necessário entender e definir quais produtos podem ser gerados dentro das limitações de dados de cada alvo	i) Entende-se que <b>Carlos</b> é a melhor pessoa para definir quais produtos são possíveis de serem gerados. Cabendo a <b>Leo, Tarsila e Ricardo</b> fazerem sugestões conforme o desenvolvimento das ideias do projeto. ii) Definiu-se que <b>Carlos</b> lerá artigos e outras referências nesse contexto <b>(até 31/03/2021)</b>	

<b>07</b>	Atividades do mês	Divisão de atividades dentro da proposta apresentada no plano de trabalho	i) Leitura e organização de artigos e referências sobre as características do Supergrupo Canudos – responsável: <b>Tarsila (até 30/01/2021)</b> ii) Leitura e organização de artigos e referências que tratem da caracterização do carste e metodologias de campo – responsável: <b>Leo (até 28/02/2021)</b>
-----------	-------------------	---	---

Reunião 02		Data	Hora	Local
		18/02/2021	19h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Informes iniciais	Eventos que apresentarão nosso projeto – UniKyoto e KarstWebnar	i) Para a UniKyoto a apresentação está pronta ii) Para o KarstWebnar: preparar tabela enviada pelo prof. Ricardo com dados de caracterização do carste baiano. <b>Todos:</b> sugerir novos campos para a tabela e ajudar a compor com dados (até meados de abril) iii) Campos já sugeridos: cotas (máx. e mín.), bacias e sub-bacias hidrográficas, domínios hidrogeológicos	
<b>02</b>	Drone	É viável com a verba que temos?	i) <b>Carlos, Tarsila e Leo:</b> nova pesquisa de orçamentos até <b>23/02</b> ii) Diante da impossibilidade de se adquirir, <b>Carlos</b> escreve um e-mail, no dia <b>24/02</b> , a ser encaminhado a Jocy e Flávio com esse relato.	
<b>03</b>	Organização dos dados	Discussão inicial sobre como organizar e deixar de fácil acesso os dados obtidos pelo projeto – visando não perdermos tempo refazendo buscas e textos	i) Opção 01: google drive do e-mail do projeto com pastas que tragam os produtos mensais (não só os relatórios submetidos), os tópicos já cobertos e imagens que retratem o que já temos cartografado ii) Opção 02: drive de 8Tb disponibilizado pela UFBA (como podemos ter acesso?) iii) Opção 03: servidor do NEHMA ( <b>Carlos</b> contatar Hailton para informações)	
<b>04</b>	Mapas de Cavernas	Conclusão da discussão da reunião 01	i) <b>Leo</b> fará e-mail a ser repassado por <b>Ricardo</b> aos grupos e contatos de espeleologia. <b>(prazo: imediatamente)</b> “Conforme conversado em reunião, necessitamos levantar os mapas de cavernas da Bahia...”	
<b>05</b>	Refinamento das áreas alvos	Discussão sobre a possibilidade de se obter dados em escalas melhores que 1:1000000	i) <b>Carlos</b> fará e-mail a ser repassado por <b>Ricardo</b> à Violeta da CPRM. <b>(prazo: imediatamente)</b> “Conforme conversado em reunião, necessitamos levantar dados...”	
<b>06</b>	Reuniões mensais	Decidiu-se a manutenção de, no mínimo, uma reunião de equipe por mês	i) <b>Tarsila:</b> propor datas para as próximas 6 reuniões <b>(prazo: imediatamente)</b>	

07	Grupo do Whatsapp	Decidiu-se pela criação de um grupo para melhor comunicação	i) <b>Tarsila</b> : criar grupo (prazo: imediatamente)
08	Territórios de identidade	Questionamento sobre a metodologia sugerida no projeto (possibilidade de se utilizar territórios de identidade)	i) Leo levantou o questionamento de como essa possibilidade foi incluída no projeto ii) Ricardo respondeu: o conceito é uma divisão político-social da Bahia, não replicável em outros estados

Reunião 03		Data	Hora	Local
		17/03/2021	18h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Informe	Refinamento das áreas alvos, Dados vetoriais de mapas geológicos 1:100.000 e 1:250.000	i) “Conforme conversado em reunião, necessitamos levantar dados...” Carlos compartilhou dados vetoriais da CPRM em maior escala que podem auxiliar no projeto. ii) O fato da área de cobertura abranger parcialmente os alvos adiciona a demanda de reinterpretar as áreas faltantes durante o pré campo.	
02	Informe	Resolução da compra de VANT	i) Ricardo, após reuniões e trocas de e-mails, prevê a compra de VANT entre 22 e 26 de Março.	
03	Organização dos dados	Discussão sobre como organizar e deixar de fácil acesso os dados obtidos pelo projeto	i) Tanto o Gdrive vinculado a contas da UFBA quanto o servidor do Nehma não são opções viáveis o compartilhamento de dados espaciais do projeto. ii) <b>Ricardo</b> avaliará a possibilidade de utilização compartilhada, entre diversos dispositivos, de conta do Onedrive.	
04	Mapas de Cavernas	Conclusão da discussão da reunião 01	i) Foi fechado um formulário no google e <b>Ricardo</b> fará conversas com a coordenação antes da divulgação.	
05	Informações das Províncias	Formulação da tabela de sínteses de informações das Províncias	i) Carlos amostrou a tabela que construiu. i) Ricardo comentou a necessidade constar informações replicáveis em território nacional. No caso, resta dúvida se o RPGA é uma diretriz seguida em todo território.	
06	Reuniões mensais	Decidiu-se a manutenção de, no mínimo, uma reunião de equipe por mês.	i) Na reunião 02, Decidiu-se no mínimo uma reunião de equipe por mês. i) Na reunião 03 Ricardo propôs realizar duas reuniões mensais, uma focando em pautas administrativas e uma focando em aspectos técnicos e teóricos. A discutir.	
07	Diálogos com profissionais.	Levantamento de nomes para chamar às conversas com a equipe.	i) Fernando, Laureano, Carol Cazarin, Lucas Padauan, Augusto Auler, Pablo, Ezio e Sallun ii) No dia 31 de Março, <b>Ricardo</b> fará uma apresentação de 20 a 30 minutos para nivelar a equipe quanto aos processos cársticos clássicos..	

<b>08</b>	Postergar saída de campo	Reestruturação do Marco Lógico para prostergação do campo de maio, com ou sem dilatação do prazo do porjeto.	i) <b>Ricardo</b> está em troca de e-mail para sondar as possibilidades ii) <b>Carlos, Leo e Tarsila</b> devem se reunir de 22 a 26 de março para discutir os melhores cenários de reestruturação do marco lógico e termos de compromisso
-----------	--------------------------	--	--

Reunião 04		Data	Hora	Local
		15/04/2021	17h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Drone	Trâmites necessários ao uso	i) Registro nos órgãos DECEA e ANAC: <b>Ricardo</b> ii) Saber se registra em nome da UFBA ou de Ricardo iii) <b>Carlos</b> : falar com Pablo; <b>Tarsila</b> : falar com IABS (se necessário) iv) <b>Carlos, Leo, Ricardo</b> : baixar APPs indicados e simulador de voo para treino	
<b>02</b>	Cronograma	Decidiu-se manter essa tabela para gerenciamento interno e visão global do que foi prometido no projeto e o que já foi e será entregue por todos	i) <b>Tarsila</b> : revisar versão enviada por Ricardo, compatibilizando prazos com o ML ii) <b>Carlos</b> : revisão	
<b>03</b>	Livro do projeto	Os materiais já produzidos e obtidos desde o começo farão parte do livro	i) <b>Ricardo</b> : sugestão de índice	
<b>04</b>	Formulário de campo	Discussão sobre o formato do formulário. Decidiu-se que o importante agora é definir quais campos de informações são necessários	i) <b>Leo</b> está executando essa tarefa	
<b>05</b>	Posicionamento da equipe	Conversa sobre a visão da equipe ante os resultados do primeiro trimestre	i) É unânime a satisfação de todos com o que já foi obtido. Reconhece-se que o prazo do projeto é apertado para a dimensão do assunto abordado, mas é possível de se realizar o que foi proposto. Os prazos para os primeiros produtos foram cumpridos. A partir do próximo trimestre os resultados serão mais palpáveis.	
<b>06</b>	Livros sobre Carste	Pasta no drive do e-mail do projeto com livros disponibilizados	i) <b>Tarsila</b> alimentou a pasta com pdfs de livros que podem ser úteis	
<b>07</b>	Reunião Técnica de Abril	Reunião para finalização da apresentação sobre o Carste e decisão sobre próximo profissional a ser convidado	i) <b>Todos</b> : definir data/horário	

Reunião 05		Data	Hora	Local
		20/05/2021	16:30h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Mapas de cavernas	Como está o andamento do formulário enviado aos profissionais e grupos de espeleologia?	i) respostas abaixo da expectativa: ampliar a base ii) próximo passo: solicitar imagens a quem se prontificou a cedê-las iii) <b>Leo</b> : falar por e-mail com Ney e Admir ( <b>imediatamente</b> ) iv) <b>Ricardo</b> : contatar profissionais da região de Canudos ( <b>feito</b> ) v) processamento por <b>Carlos</b> e armazenamento por <b>Leo</b>	
<b>02</b>	Armazenamento de Dados do Projeto	Em reuniões anteriores já haviam sido discutidas as possibilidades. Por hora decidiu-se utilizar HD externo e o Drive de nuvem do e-mail do projeto	i) <b>Ricardo</b> : entregar HD a Carlos ii) <b>Carlos</b> : cuidar do armazenamento dos dados obtidos e produtos já gerados	
<b>03</b>	Drone	Preparativos e trâmites necessários para o campo	i) <b>Ricardo</b> : entregar drone a Carlos ii) <b>Carlos</b> : resolver pendências	
<b>04</b>	Cronograma global	Definido na reunião 04. Estava pendente revisão final.	i) <b>Carlos</b> está responsável por finalizar	
<b>05</b>	Tabela síntese de dados	Solicitada na reunião 02.	i) <b>Carlos</b> esteve inserindo dados ao longo do tempo	
<b>06</b>	Campo de Julho	Primeira campanha de campo, alvo Supergrupo Canudos. Necessário iniciar planejamento técnico e logística imediatamente.	i) <b>Carlos e Leo</b> : definir trajeto com auxílio de geoprocessamento e cavernas/afloramentos chave ( <b>até 05/06</b> ) ii) <b>Tarsila</b> : tratar do aluguel do carro com a IABS (orçamentos e procedimentos) ( <b>até 11/06</b> ) iii) <b>Tarsila</b> : buscar hospedagem nas cidades do trajeto ( <b>até 11/06</b> )	
<b>07</b>	Próximas reuniões	Em junho, com os procedimentos pré-campo, as reuniões podem ocorrer a qualquer momento que algum membro da equipe necessitar e solicitar	i) <b>Próximo encontro: 11/06, 10h</b>	

Reunião 06		Data	Hora	Local
		11/06/2021	10:00h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Informes de Ricardo	Professor Ricardo comentou alguns pontos particulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Pendente sugestões para o livro</li> <li>ii) Pendente conversa com profissionais da região de Canudos (<b>feito</b>)</li> <li>iii) SEE o procurou para produção de matérias p/ revista</li> </ul>	
<b>02</b>	Informes de Leo	Fez um resumo de	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Armazenamento de dados</li> <li>ii) Convite a profissionais para um bate-papo (<b>ainda estamos imaturos</b>)</li> <li>iii) Definição de produtos de geoprocessamento a serem utilizados</li> </ul>	
<b>03</b>	Drone	Pendências pré-campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) <b>Carlos</b>: resolver pendências, aguardando retorno da ANAC</li> <li>ii) <b>Ricardo, Carlos, Leo</b>: marcar teste de voo</li> </ul>	
<b>04</b>	Roteiro de campo	Decidiu-se pela Opção 1 do roteiro (de Curaçá à Crisópolis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Buscar contatos locais sobre guias e acessos</li> <li>ii) Ricardo passou para <b>Leo</b> contatos de Daniel Menin e Ximenes</li> <li>iii) enviar e-mails para prefeituras (<b>Tarsila</b>)</li> <li>iv) materiais de acesso à cavernas (cordas, cadeirinha... <b>são possíveis?</b>)</li> </ul>	
<b>05</b>	Modelos SIG	Carlos propôs os modelos de geoprocessamento para estudo e análise da área	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) <b>Propostas</b>: Padrão Sub-Bacias / Drenagem, Lineamentos Estruturais, Densidade De Lineamentos, Estruturas Cársticas, Declividade, Altimetria, NDVI, Classificação Supervisionada, Contatos Litológicos, Padrão De Cavernas, Padão De Dobramentos, Evolução Tectônica, Capturas Fluviais, Topo/Base Rocha – Poços, Carga Hídrica Superficial</li> </ul>	
<b>06</b>	Observações	Carlos apresentou algumas observações possíveis retiradas dos modelos já feitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Constatou-se que no universo de cavidades conhecidas (cadastro CANIE) na região de Curaça (Supergrupo Canudos), as serras são sustentadas por rochas carbonáticas no topo e filitos na base e as cavidades ocorrem nas bordas dessas serras e no contato entre esses pacotes.</li> <li>ii) Situação similar à descrita acima, foi também observada entre Canudos e UaUá, nas imediações da Serra do Jerônimo.</li> <li>iii) Conferir se isso é um modelo regional (Enfoque regional), ou é contexto local (Enfoque Local)?</li> </ul>	

Reunião 07		Data	Hora	Local
		23/06/2021	17: 00h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Confecção de mapas e formulários	Almejando a impressão de mapas e formulários para auxiliarem em campo	i) <b>Ricardo</b> entregará a Carlos em <b>28/06</b> a caderneta de impressões	
<b>02</b>	Drone	Pendências pré-campo	i) Carlos, informa problemas no registro da ANAC, esperando retorno de comunicação com a ANAC. ii) Teste de Voo na primeira semana de Julho, com data e local a definir	
<b>03</b>	Roteiro de campo	Decidiu-se o local das estadias	i) Materiais de acesso às cavernas (escada ou cordas, cadeirinha... <b>são possíveis?</b> ) ii) ( <b>Leo, até 13/07</b> ) Vetorização dos caminhamentos em formato .gpx iii) <b>Leo</b> entrará em contato com Tanus, Daniel e Fernando para auxílio no planejamento.	
<b>04</b>	Modelos SIG	Avaliação das propostas de modelos de geoprocessamento para estudo e análise da área	i) Avaliação das Propostas: Padrão Sub-Bacias / Drenagem, Lineamentos Estruturais, Densidade De Lineamentos, Estruturas Cársticas, Declividade, Altimetria, NDVI, Classificação Supervisionada, Contatos Litológicos, Padrão De Cavernas, Padrão De Dobramentos, Evolução Tectônica, Capturas Fluviais, Topo/Base Rocha – Poços, Carga Hídrica Superficial	

Reunião 08		Data	Hora	Local
		05/07/2021	17:30h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Protocolo COVID	O que já foi feito e o que falta	i) contato com secretarias de saúde dos municípios de campo ( <b>feito, Tarsila</b> ) ii) e-mail com ofício para diretoria do IGEO ( <b>feito Ricardo, 05/07</b> ) iii) preencher formulários do IGEO ( <b>feito Ricardo, Leo e Carlos, 07/07</b> )	
<b>02</b>	Drone	Pendências pré-campo	i) cadastro ANAC finalizado ( <b>Carlos, 05/07</b> ) ii) preencher SARPAS antes do voo ( <b>Ricardo e Carlos, até 10/07</b> )	

			iii) treino marcado para 10/07/2021, 14:30 (Ricardo, Carlos e Leo)
03	Publicação	Definições sobre o livro	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Escolhido: divulgação científica, texto de comunicação</li> <li>ii) sugestão de capítulo 1: o que é o carste</li> <li>iii) retirar capítulo de histórico</li> <li>iv) sugestão de título: Cavernas e Carste na Bahia</li> <li>v) aproveitar figuras de Carlos (já pensar em legendas, todos)</li> <li>vi) em campo: fotos ilustrativas, croquis (Ricardo, carlos, leo)</li> <li>vii) e-mail Jocy e Flavio sobre o livro (feito, Ricardo, 05/07)</li> </ul>
04	Preparativos de Campo	Discutiu-se pendências do pré-campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) e-mail verba de diárias e combustível (Tarsila havia enviado, Ricardo reforçou em 05/07)</li> <li>ii) escolha de hotel: quarto com janela, ventilador, andar alto (Tarsila ligar para avaliar opções)</li> <li>iii) acampamento: acertar com dona Tania R\$600,00 total pelos 3, em 3 diárias (Tarsila)</li> <li>iv) fazer contato com: mineradoras de Curaçá, Euclides e Paripiranga (Tarsila) e guardião da toca do Jerônimo (Leo)</li> </ul>

Reunião 09		Data	Hora	Local
		12/08/2021	17:30h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Campo Canudos	Resoluções sobre o campo realizado e pendências sobre os dados e produtos	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) pendências: organizar dados e tratar informações – amstras, modelos, perfis, seções, stereogramas (Ricardo: passar a limpo seções; Carlos: atualizar mapas de pontos, hidro e geom; Leo: 12 stereogramas – até 18/08. Leo: planilha de dados até 16/08)</li> <li>ii) desenhos: tirar das cadernetas até próxima reunião para que decidamos a forma de padronizar e usar no livro e artigos</li> <li>iii) padronizar descrições das litologias (1ª sugestão de descrição, Ricardo; Carlos e Leo complementam com os achados de campo; Tarsila fará revisão)</li> <li>iv) reunião presencial no NEHMA para pensar modelos e outras trocas (18/08 às 9h)</li> </ul>	

<b>02</b>	Logística de campo	Feedback do campo de Canudos e conversa inicial sobre a próxima campanha	Definições: i) 7 dias de campo – 6,5 diárias ii) provável base: Pau Brasil iii) entre 07/10 e 13/10 (ver hospedagens, carro e comunicação com prefeituras, Tarsila)
<b>03</b>	Livro	Dúvidas sobre editoração	i) Ligar para Jocy para esclarecimentos sobre editoração (tarsila) ii) todos: atentar para textos e sugestões para o livro, pois os produtos começarão a coincidir em prazo
<b>04</b>	Karst Webinar	Apresentação sobre o projeto será no dia 27/08	i) apresentação montada por Ricardo (entregue 13/08) ii) revisão e sugestões: Tarsila, Carlos e Leo

Reunião 10	Data	Hora	Local
	02/09/2021	14:30h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho			
<b>Assuntos discutidos</b>			
<b>01</b>	Campo Canudos	Resoluções sobre organização das fotos do campo	i) Leo criou novo drive para não sobrecarregar o já utilizado pela equipe ii) Prof. Ricardo está alimentando o drive com fotos separando por pastas das localidades (em andamento)
<b>02</b>	Drone	Logística de uso do drone	i) Ricardo: marcar com Pablo treino de voo (urgente) ii) Na impossibilidade de se encontrar com Pablo, ver outro colega do Igeo que faça uso de Drone, como Goiano, ou Leonardo Oliveira
<b>03</b>	Campo Rio Pardo	Logística de campo	i) colocar Elvis e Márcio no grupo (Ricardo) ii) entrar em contato com a FUNAI (Tarsila, urgente) iii) orçamento de veículo com a IABS (Tarsila, urgente) iv) trajeto de campo, localidades para hospedagem (Leo e Carlos, urgente) v) logística de hospedagem (Tarsila ver com Márcio e hotéis, após planejamento de Leo e Carlos)

			vi) procedimentos de campo na pandemia da UFBA (Tarsila, após definições) vii) contato com as prefeituras (Tarsila, após definições)
04	Ajuda técnica	Discutiu-se a possibilidade de convidar a profa. Simone Cruz para discussões sobre a estrutural da região de Canudos	i) ainda sem definição, veremos mais pra frente após finalizar parte escrita
05	Novo arquivo de texto CANUDOS	Criação de documento de texto no Google Docs para texto do Supergrupo Canudos	i) alimentar drive com o arquivo original de descrição litológica do prof. Ricardo (Carlos, feito) ii) alimentar texto com dados de estrutural, stereonets etc (Leo, até 24/09) iii) alimentar texto com dados da literatura, separados por alvos de campo (Tarsila, até 24/09) iv) todos: complementar texto, revisar informações e definir o que entra na construção do capítulo do livro sobre Canudos (até 01/10)

Reunião 11		Data	Hora	Local
		25/10/2021	18h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Campo Canudos	Croquis de seções e cavernas	i) Leo criou alguns croquis e mostrou para a equipe ii) Prof. Ricardo fez alguns comentários para modificações, basicamente orientação, escalas...	
02	Livro	Reunião com Jocy e novas deliberações	i) Carlos: sugeriu fazer lista de pessoas para receber o volume impresso. ii) A equipe concordou que 100 livros é um número suficiente iii) Decidiu-se pelo tamanho A4, com aproximadamente 200 páginas iv) a autoria será coletiva dos 4 integrantes da equipe	
03	Capítulo Canudos	Revisão do capítulo Canudos do relatório de regionalização	i) falta abertura com comentário de bibliografia (Tarsila) ii) geologia estrutural, dados e texto referente com descrição separada nas unidades (Leo) iii) pendente a decisão de fotos e figuras iv) para o livro, uma estrutural mais enxuta, sem as rosetas	

			<p>v) <b>Ricardo</b>: vai unir os textos (bibliografia – <b>Tarsila</b>, estrutural – <b>Leo</b>, legenda dos mapas – <b>Carlos</b>)</p> <p>vi) sugestão: inserir esse texto revisado no relatório de Leo do mês 11, como capítulo 1 da regionalização</p>
--	--	--	--

Reunião 12		Data	Hora	Local
		11/11/2021	16:45h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Campo Canudos	Determinação da divisão para o enfoque Local e Regional	<p>i) <b>Prof. Ricardo</b> Sugere que a Província seja o enfoque Regional; e o Distrito, o enfoque Local.</p> <p>ii) <b>Leo</b> Sugere que a Província representa o Supergrupo Canudos; o Distrito representa o enfoque regional; e o Sistema, o enfoque Local.</p> <p>iii) <b>Tarsila e Carlos</b> concordam com a divisão que foi proposta pelo Prof. Ricardo, com a ressalva da definição da homogeneidade fisiográfica das unidades, definida na IN nº02.</p>	
<b>02</b>	Campo Canudos	Será carregado no Google Drive o Arquivo final referente ao Supergrupo Canudos	<p>i) <b>Prof. Ricardo</b> fará o carregamento do arquivo final para que seja feita as modificações/contribuições necessárias de cada um dos membros da equipe.</p> <p>ii) <b>Carlos</b> irá finalizar e incluir os mapas no texto.</p>	
<b>03</b>	Campo Canudos	Leituras complementares para discussão em próxima reunião	<p>i) <b>Prof. Ricardo</b> irá enviar um e-mail com as Legislações e outros arquivos, referente às definições de Província, Distrito e Sistema. Os membros da equipe irão ler para debater na próxima reunião.</p>	
<b>03</b>	Campo Canudos	Próxima reunião, dia 18/11/21	<p>i) Reunião para determinar a metodologia de divisão dos enfoques Locais e Regionais.</p>	
<b>03</b>	Campo Rio Pardo	Será carregado no Google Drive os mapas/figuras do campo Rio Pardo	<p>i) <b>Carlos</b> irá carregar as figuras do Campo Rio Pardo.</p>	

Reunião 13		Data	Hora	Local
		18/11/2021	16:45h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Metodologia regionalização		Leo explicou brevemente suas ideias e proposta de nova metodologia que ele havia previamente enviado. Após votos de Tarsila e Carlos, Leo acatou a decisão da maioria.	
			Tarsila vota por manter a metodologia proposta anteriormente pelo prof Ricardo, apontando a dificuldade em se delimitar o sistema cárstico na prática	
			Carlos vota por manter metodologia e sugere que se faça uma alternativa apontando critérios para definição do sistema (sem fazer a delimitação nos alvos do projeto). Apresentou um slide com destaques da legislação.	
			Prof. Ricardo sugere focar em um trabalho sistemático, objetivo e com proposta de soluções inclusive para melhorar a lei. Sugere também acrescentar um parágrafo falando “apesar do decreto... falar isso...não concordamos e nossa proposta é essa...”	
02	Texto final Canudos	Demandas de ajustes para fechamento do texto do Supergrupo Canudos	i) Resolver pendências de mapas no texto ( <b>Carlos 24/11</b> ) e ii) estrutural ( <b>Leo 22/11</b> ) iii) Finalizar texto ( <b>Ricardo 26/11</b> )	
03	Livro	Transformar o texto de Canudos no cap do livro	Texto simplificado com base na linguagem do artigo da Revista Superinteressante ( <b>Tarsila</b> )	
04	Campo Bambuí	Início de planejamento	i) alterar data do campo para fevereiro/22 ii) data em aberto aguardando posicionamento do prof. Ricardo iii) enviar alterações do projeto com data de campo e remanejamento de produtos para IABS ( <b>após decisão final sobre campo</b> )	

Reunião 14		Data	Hora	Local
		26/11/2021	17h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Leo Linke, Ricardo Fraga				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Compilação Canudos	Reorganização de Inserções de Imagens e informações estruturais	i) <b>Prof. Ricardo</b> fez alguns comentários para modificações, basicamente orientação. ii) Estabeleceu se um novo prazo para entrega das adições de <b>Carlos e Leo (29/11)</b>	
02	Regionalização	Fechamento de proposta de	i) Fechamento da Regionalização do Grupo Rio Pardo que estará presente nos	

Rio Pardo	regionalização do Grupo Rio Pardo	relatórios mensais de pós campo.
-----------	-----------------------------------	----------------------------------

Reunião 15		Data	Hora	Local
		18/12/2021	09:45h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Campo Bambuí	Data de saída definida: 10/02	Tarsila: modificar planejamento geral e notificar IABS	
02	Texto final Canudos	Demandas de ajustes para fechamento do texto do Supergrupo Canudos	Usar imagens da apresentação do karst webinar (tabela GPD, mapa de cidades, biomas e MDT) (Carlos até 20/12)	
			Alterar metodologia do texto para justificar tudo como regional, incluir mapa e tabela de municípios no cap. de abertura (Tarsila) – adicionar no drive	
			Ler e revisar texto estrutural e revisão final (Tarsila)	
03	Texto Rio Pardo	Demandas para início da confecção do texto	Gerar MDT Rio Pardo conforme sinalizado (Carlos até 24/12)	
			Ricardo vai estruturar texto	

Reunião 16		Data	Hora	Local
		14/01/2022	16:00h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Texto final Canudos	Demandas de ajustes para fechamento do texto do Supergrupo Canudos	Ricardo: modificar metodologia com base na reunião com CECAV Tarsila: revisão final e adaptação da linguagem do texto	
02	Texto Rio Pardo	Demandas para início da confecção do texto	Ricardo vai estruturar texto com base no de Canudos	
03	Campo Bambuí	Organização inicial do campo (10/02-23/02)	Carlos e Leo: programação com cidades-base, datas e locais de campo	
			Ricardo: articulação com São Desidério (hospedagem e guia) e contato com grupos/pessoas sobre outras localidades	
			Tarsila: providenciar orçamento de passagens aéreas, aluguel de carro, diárias IABS, protocolo COVID UFBA e hospedagens	

<b>04</b>	Campos 4 e 5	Programação do projeto	Carlos solicitou alteração nas datas das duas últimas saídas de campo. Remanejando de Maio para Junho (10 dias) e de Agosto para Setembro (12 dias) – as datas ainda serão discutidas. Possibilidade do estudante do mestrado, Rafael, ir para campo no lugar de Carlos em junho.
<b>05</b>	Produtos	Alteração na ordem de entrega de produtos	Com alterações realizadas nas datas de campanhas de campo, a ordem de entrega dos produtos também foi alterada. A modificação está em andamento ( <b>Carlos e Tarsila</b> )
<b>06</b>	36º Congresso Brasileiro de Espeleologia	Submissão de resumo expandido até 16/01 (Congresso entre 20 e 23 de abril)	<b>Tarsila</b> fará texto com base no que já foi realizado e escrito para as revistas. <b>Ricardo</b> fará a submissão.

<b>Reunião 17</b>		Data	Hora	Local
		26/01/2022	16:00h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho, Leo Linke				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Campo Bambuí	Demandas pré-campo	<b>Ricardo, Leo e Carlos:</b> decidiram sobre o trajeto, as paradas e locais de visitação <b>Ricardo:</b> contato com Ézio para informações <b>Carlos e Leo:</b> mapas pré campo para impressão <b>Tarsila:</b> preencheu formulários de saúde e enviou e-mail às secretarias de saúde. Fechar hospedagem São Desidério	

<b>Reunião 18</b>		Data	Hora	Local
		09/03/2022	16:50h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho, Leo Linke				
<b>Assuntos discutidos</b>				

01	Texto Canudos	<p>Demandas de ajustes para fechamento do texto do Supergrupo Canudos</p> <p>Prof. Ricardo solicitou maior engajamento de todos na confecção e finalização dos textos</p>	<p><b>Leo, Carlos e Tarsila:</b> ler, revisar e comentar com base nas críticas feitas por Zeca e as adaptações que Ricardo fez</p> <p><b>Tarsila:</b> revisão final e adaptação da linguagem do texto para livro</p> <p><b>PRAZO FINAL: 28/03</b></p>
02	Texto Rio Pardo	<p>Demandas para confecção do texto</p>	<p>Estruturar texto com base no de Canudos</p> <p><b>Ricardo:</b> descrições da litologia e anotações de campo (<i>n fez ainda</i>)</p> <p><b>Leo:</b> conteúdo de estrutural (<i>essa semana</i>)</p> <p><b>Carlos:</b> ler e inserir figuras (<i>entre terça e quarta-feira</i>)</p> <p><b>Tarsila:</b> revisão e adaptação para texto do livro</p>
03	Texto Bambuí	<p>Organização inicial do texto</p>	<p>Já dá para fazer com base nos textos de Tarsila e Carlos</p> <p><b>Carlos:</b> elaborar figuras</p> <p><b>Leo:</b> conteúdo estrutural</p> <p><b>Ricardo:</b> descrições da litologia e anotações de campo</p>
04	Artigo 01	<p>Ideias iniciais para o artigo</p> <p>A revisão do resumo do congresso já é base para o artigo (tabela de Leo)</p> <p>Leo enviará email de críticas ao artigo dele como base também, para que não se cometa os mesmos erros</p>	<p><b>Tarsila e Leo:</b> começar a esboçar os tópicos e textos para o artigo (<i>a partir de 25/03</i>)</p> <p>Perguntas sugeridas: Quais são os atributos geológicos/geomorfológicos que devem ser considerados na regionalização (compartimentação?) dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas no Estado da Bahia?</p> <p>Com base nesses atributos, quais são os distritos que podem ser definidos para o Estado.</p> <p>Quais são esses distritos e quais as características de cada um deles?</p> <p>Ao final, temos que amarrar: Distritos X Enfoque Regional</p>
05	Artigo 02	<p>Ideias iniciais para o artigo</p>	<p>Em <i>stand-by</i> até que se inicie o Artigo 01, onde novas ideias e possibilidades devem surgir</p>
06	Figuras	<p>Discutiu-se a necessidade de mudar a quantidade e padrões das figuras feitas</p>	<p>Ajustes poderão ser feitos caso necessário, já que as figuras dos relatórios mensais não são utilizadas nos textos oficiais do projeto da forma como estão – Carlos irá avaliar conforme disponibilidade e demandas</p>

<b>07</b>	Drive do projeto	Novamente está sem espaço de armazenamento	<b>Carlos e Leo:</b> reorganização do drive <b>Leo e Ricardo:</b> organização por meio físico (na semana de 21/03 e 25/03)
<b>08</b>	36º Congresso Brasileiro de Espeleologia	Construção da apresentação  Leo solicitou auxílio da verba do projeto para a viagem – <b>temos esse dinheiro?</b>	<b>Todos:</b> usar o modelo da apresentação usado no Karst Webinar. Slides simples, sem textos – somente preparar as figuras essenciais. <b>Checar evolução: dia 21/03</b> <b>Prazo para esboço inicial: 04/04</b> (congresso inicia em 20/04)

Reunião 19		Data	Hora	Local
		21/03/2022	11:00h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho, Leo Linke				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Texto Canudos	Demandas de ajustes para fechamento do texto do Supergrupo Canudos	<b>Leo, Carlos e Tarsila:</b> ler, revisar e comentar – finalizar com urgência <b>Leo:</b> deu sugestões em estrutural e pediu para olharmos	
<b>02</b>	Texto Rio Pardo	Demandas para confecção do texto	<b>Carlos:</b> finalizando processamento de imagens de Rio Pardo até <b>quarta-feira (23/03)</b> , para liberar acesso de Ricardo e Leo ao texto	
<b>03</b>	Bambuí	Discussões preliminares do texto	Equipe discutiu suas impressões de campo acerca da divisão da área	
<b>04</b>	36º Congresso Brasileiro de Espeleologia	Apresentação	Pegar apresentação anterior e montar com imagens de Carlos (que fará inserção das imagens ainda essa semana)	

Reunião 20		Data	Hora	Local
		13/04/2022	16:30h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho, Leo Linke. Convidados: Lucas e Raphael				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Bambuí	Apresentação do convidado Lucas Padoan de Sá Godinho sobre o carste do Bambuí	Lucas trouxe contribuição muito enriquecedora a respeito da evolução dos sistemas cársticos João Rodrigues e Manoel Lopes, feições relevantes na região de São Desidério. A equipe de campo aproveitou o trabalho do autor para discutir as impressões que tiveram dessa região.	
02	36º Congresso Brasileiro de Espeleologia	Apresentação – <b>em formato Banner</b>	Leo: Finalizar até sexta-feira, 12h, a tabela de dados com informações do Bambuí Carlos: alterar imagem das regiões Ricardo: inserir fotos selecionadas – impressão na segunda-feira 18/04 Tarsila: revisar e finalizar textos	

Reunião 21		Data	Hora	Local
		11/05/2022	16:00h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Ricardo Fraga, Tarsila Carvalho, Leo Linke				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Pendências Leo	Demandas atrasadas a serem finalizadas com urgência	<b>Prazos acordados por Leo: estrutural Rio Pardo 20/05</b> <b>Relatório Bambuí 26/05</b> <b>Figuras estrutural Bambuí 30/05</b>	
02	Roteiro de Campo Chapada Norte	Discussão acerca das rotas, locais a serem visitados e hospedagens	Campo definido entre 04/06 e 18/06 Roteiro sugerido por Leo aceito Solicitar orçamento de carro (e-mail enviado) e diárias de campo (aguardando dados de Raphael) Formulários de saúde (enviados para Leo e Ricardo para conferência e assinatura. Aguardando dados de Raphael)	

<b>03</b>	Artigo 01	Definição da primeira versão de Introdução e Método, conforme perguntas sugeridas em reunião anterior	Primeiro rascunho até 23/05
<b>04</b>	Texto regionalização	Pendências nos comentários	Alteração do trecho dos “enfoques regionais” aceita, conforme já escrito no texto do Drive. Nossas REGIÕES são equivalentes aos Distritos de Karmann e possuem essa nomenclatura por sua conexão ao Decreto e Instrução Normativa
<b>05</b>	Texto livro Canudos	Versão necessita de leitura crítica da equipe	Enviada por e-mail para Ricardo, Leo e Carlos para que critiquem, pois essa versão será usada de base para os capítulos do livro sobre Rio Pardo, Bambuí e Chapada Diamantina

Reunião 22		Data	Hora	Local
		29/06/2022	17:30h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação, Tarsila Carvalho, Leo Linke e Raphael Parra				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Repases de Campo	Apresentação das informações coletadas em campo e discussão sobre a regionalização.	Discussão proveu subsídio para a regionalização preliminar das três províncias.	
<b>02</b>	Tabelas de aspectos por ponto	Com o intuito de facilitar a regionalização, das unidades visitadas no campo CDN, foi proposta uma representação de atributos por ponto levantado no formato tabela.	Revisão, uniformização e compilação das tabelas realizadas até o momento, <b>Leo</b> . Elaboração de proposta de tabela, adicionando aspectos levantados por ponto à tabela de pontos visitados, <b>Raphael</b> .	

Reunião 23		Data	Hora	Local
		21/07/2022	18:30h	Google Meet
Participantes: Carlos Purificação e Tarsila Carvalho				

Assuntos discutidos			
01	Artigo 01	Pendências do texto do artigo Discussão da escrita do item de metodologia: Método utilizado como ferramenta no projeto x Método proposto para regionalização	<p><b>Tarsila:</b> passar para Carlos artigos da Rev. Bras. de Geomorfologia que tratem de propostas de métodos e classificação de terrenos para ajudar na elaboração do nosso artigo (<b>entregue</b>)</p> <p><b>Tarsila e Carlos:</b> nova reunião na semana de 25 a 29/07 para revisão do texto já escrito sobre metodologia e discussão ( <b>a marcar</b>)</p> <p><b>Finalização da primeira versão desse Artigo até 05 de agosto.</b></p>
02	Artigo 02	Artigo proposto para a Rev. Brasileira de Espeleologia – do CECAV	<p>Tema sugerido pelo prof. Ricardo: gestão de cavernas no contexto do nosso projeto Dentre as cavernas visitadas, quais já possuem plano de manejo (e em que nível este se encontra), quais possuem potencial turístico, quais já são utilizadas para turismo ecológico ou religioso.</p> <p><b>Tarsila:</b> buscar artigos que tratem de gestão de cavernas e sondar os artigos publicados na revista da CECAV</p> <p><b>Carlos:</b> revisão da tabela das cavernas visitadas, adicionando a coluna para os usos destas</p> <p><b>As datas para as versões dos tópicos deste artigo serão definidas na próxima reunião, bem como a participação de Leo na escrita do mesmo.</b></p>

Reunião 24	Data	Hora	Local
	09/08/2022	14:30h	Google Meet
Participantes: Ricardo Fraga, Raphael Parra, Leo Linke, Carlos Purificação e Tarsila Carvalho			
Assuntos discutidos			
01	Artigo 01	Sugestões no texto do artigo	Colocar o artigo como anexo nos produtos 19, de julho, de Tarsila e Carlos. Utilizar a tabela resumo que Leo preparou para o congresso nos resultados. Raphael entrará como co-autor e fará imagem sumário da legislação x definições.
02	Artigo 02	Sugestões de início para o Artigo 02, que deverá ser incluído também no produto 19	Fazer introdução com base no que foi discutido sobre o cenário de gestão de cavernas na Bahia e o que foi visto em campo durante o projeto.

			Utilizar imagens que Carlos elaborou com as áreas de direitos minerários e as áreas de proteção ambiental. Utilizar a tabela enviada à Thaisa, com as cavernas visitadas em campo, seus usos (religioso, turístico), se estão em UC e se possuem plano de manejo
03	Produtos de Leo	Leo possui 2 produtos em atraso e se compromete em enviá-los em breve	Produto 17 pré-campo Produto 19 regionalização preliminar Chapada Norte (ambos para 15/08) Finalizar o levantamento estrutural do Bambuí + imagens (produto 20)
04	5ª Campanha de Campo	Houve confusão na data final acertada anteriormente	Campo passará de setembro para outubro/22 (rever planejamento do projeto)
05	Finanças do projeto	Necessário realizar revisão financeira das rubricas utilizadas e saldo do projeto	Ricardo enviará tabela que foi cedida pela IABS
06	Regionalização Chapada Norte	Apresentação do desenvolvimento da regionalização – dados do pós-campo	Leo não concorda com a divisão por municípios. Dessa forma seria necessário modificar quase tudo feito até agora. A equipe discorda e mantém o trabalho feito. Distrito cárstico x Distrito espeleológico (fazer revisão nos textos – distrito cárstico não ocorrem cavernas, no espeleológico sim).

Reunião 25		Data	Hora	Local
		24/08/2022	15:00h	Google Meet
Participantes: Ricardo Fraga, Leo Linke, Carlos Purificação e Tarsila Carvalho				
<b>Assuntos discutidos</b>				
01	Pendências de Leo	Nova cobrança aos produtos atrasados de Leo, cujo último compromisso havia sido entregar as pendências no dia 15/08	Leo: entregar produtos 17 e 19 no dia 29/08. E o produto 20 até 02/09.	
02	Artigo 02	Sugestões ao texto do Artigo 02 submetido no produto 19	Prof Ricardo sugere trabalhar com 2 tabelas: i) a de indicadores socioeconômicos dos municípios cujas cavernas possuem uso religioso e/ou turístico – conjugado com mapa apontando municípios e cavernas; e ii) a tabela de cavernas visitadas, separada por províncias. A primeira permite a realização de uma matriz SWAT (ou sua ideia), apontando as forças, ameaças, oportunidades e fraquezas para os municípios cujas cavernas são utilizadas e também o potencial para os que não exploram esse recurso.	

			<p>Na introdução: apresentar breve panorama de gestão de cavernas BA/BR com base bibliográfica.</p> <p>Uma conclusão possível: dentre o universo de cavernas da Bahia, só XX são exploradas no uso religioso/turístico. Mas existem outras XYZ cavernas sem uso e com tais e tais potenciais.</p> <p><b>Tarsila</b> fará as tabelas e as modificações no texto até <b>02/09</b>.</p>
<b>03</b>	Regionalização Chapada Norte	Discussão do andamento da regionalização	Leo apresentou, com sugestões de Ricardo e Carlos. Será produto de Leo e Carlos do mês de agosto.
<b>04</b>	5ª Campanha de Campo	Início de planejamento	Data provável: segunda quinzena de outubro (10 ou 11 dias) Entre 14 e 24/10 – <b>Tarsila</b> : ver orçamento do carro e formulários necessários. Mudar as datas e produtos no Plano de Trabalho ( <b>Tarsila</b> )
<b>05</b>	Finanças	Revisão da planilha financeira	Conferência das rubricas e saldos. <b>Carlos e Ricardo</b> se reunirão (25/08) com a IABS para tirar dúvidas e decidir destino do saldo.

Reunião 26		Data	Hora	Local
		14/09/2022	10:40h	Google Meet
Participantes: Ricardo Fraga, Leo Linke, Carlos Purificação, Tarsila Carvalho e Raphael Parra				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Artigo 01	Melhorias sugeridas	Abrir tópicos para cada província, separando tabela – para vermos a dimensão que isso tomará	
<b>02</b>	Artigo 02	Melhorias sugeridas	Abrir tópicos para cada tema	
<b>03</b>	5ª Campanha de Campo	Planejamento, mudança de datas	Data: 16/10 a 26/10 <b>Tarsila</b> : ver orçamento do carro e formulários necessários. Hospedagens: Ituaçu, Itaetê, Andaraí, Lajedinho, Utinga, Nova Redenção	
<b>04</b>	Pendências de Leo	Nova cobrança aos produtos atrasados de Leo, cujo último compromisso havia sido	<b>Leo</b> : entregar produtos estrutural Bambuí no texto do Drive até 16/09 17 entregues em 30/08, 19 e 20 pendentes	

	entregar as pendências nos dias 29/08 e 02/09	Reunião presencial com Carlos em 21/09 para tratar de dados estruturais p/ tabela e rosetas
--	---	---

**REUNIÃO PRESENCIAL NO NEHMA PARA TODOS: SEGUNDA-FEIRA, 26/09, 14:30**

Reunião 27		Data	Hora	Local
		26/09/2022	14:40h	NEHMA - presencial
Participantes: Ricardo Fraga, Leo Linke, Carlos Purificação, Tarsila Carvalho e Raphael Parra				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Pendências de Leo	Cobrança aos produtos atrasados de Leo	estrutural Bambuí disponível no texto do Drive 20 e 21 pendentas Reunião presencial com Carlos e Raphael em breve para tratar de dados estruturais p/ tabela e rosetas	
<b>02</b>	Regionalização	Comentários sobre o texto de regionalização	No relatório de <b>Leo</b> da CDN as regiões estão com nomes diferentes, necessário padronizar. Ver possibilidade de revisão desses e das outras províncias.	
<b>03</b>	Polígonos regionalização	Problemas nos mapas?	Nos mapas da CDN há polígonos com sobreposição de áreas. Como resolver as divisões? Refinar limites, detalhar distritos com formações geológicas <b>Carlos</b> fará experiências com as modificações sugeridas e compartilhará com a equipe para opiniões e revisão	
<b>04</b>	Artigo 01	Melhorias sugeridas: itemização	Abrir tópicos para cada província, separando tabela – para vermos a dimensão que isso tomará Dividir a tabela e ver o que utilizar de fato 6 figuras dos mapas + possibilidades de fotos em 1 pág. Revista: há outra opção ou a Rev. Bras. de Geomorfo. é a ideal? Concluiu-se que é a melhor escolha.	
<b>05</b>	Artigo 02	Melhorias sugeridas	Abrir tópicos para cada tema Listar cavernas e apontar estado atual de uso	

Reunião 28		Data	Hora	Local
		21/12/2022	14:30h	Google meet
Participantes: Ricardo Fraga, Leo Linke, Carlos Purificação, Tarsila Carvalho e Raphael Parra				
<b>Assuntos discutidos</b>				
<b>01</b>	Pendências delimitação de distritos	Revisão de todas as áreas e delimitação do UNA, comentários sobre pontos visitados em campo	Carlos e Leo vão conversar sexta-feira Carlos irá revisar os mapas	
<b>02</b>	Estrutural	Pendências de dados estruturais Chapada Diamantina	Leo irá proceder com a inserção dos dados	
<b>03</b>	Livro	Revisão dos textos feitos e confecção das áreas pendentes	Tarsila irá prosseguir na construção do texto	
<b>04</b>	Artigo	Melhorias sugeridas: abordar mais o potencial espeleológico para aproveitamento turístico da Bahia; apontar negligência do poder público, falta de investimento etc	Tarsila fará revisão do texto e modificações conforme sugestões do prof Ricardo e de Raphael. Nova versão urgente!	

**ANEXO B – MAPAS DAS REGIÕES CÁRSTICAS DO ESTADO DA BAHIA  
CONFORME MÉTODO PROPOSTO (RELATÓRIO DO PRODUTO 24 DO  
PESQUISADOR CARLOS PURIFICAÇÃO);**

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas

**Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em  
rochas carbonáticas, no Estado da Bahia**

TCCE ICMBio/Vale II: compensação espeleológica

**Mapas finais da Regionalização dos distritos  
cársticos do Supergrupo Canudos, Grupo Rio  
Pardo, Grupo Bambuí, Grupo Una, Formação  
Caboclo e Formação Caatinga**

**Carlos Gleidson Campos da Purificação**

**Produto 24**

Submissão aprovada por Ricardo G. Fraga de A. Pereira  
Coordenador do Projeto

Salvador

31 de dezembro de 2022

## 1. INTRODUÇÃO

Será aqui apresentada a compilação final da cartografia elaborada no projeto: "Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia". Os mapas aqui sumariados trazem as seguintes informações:

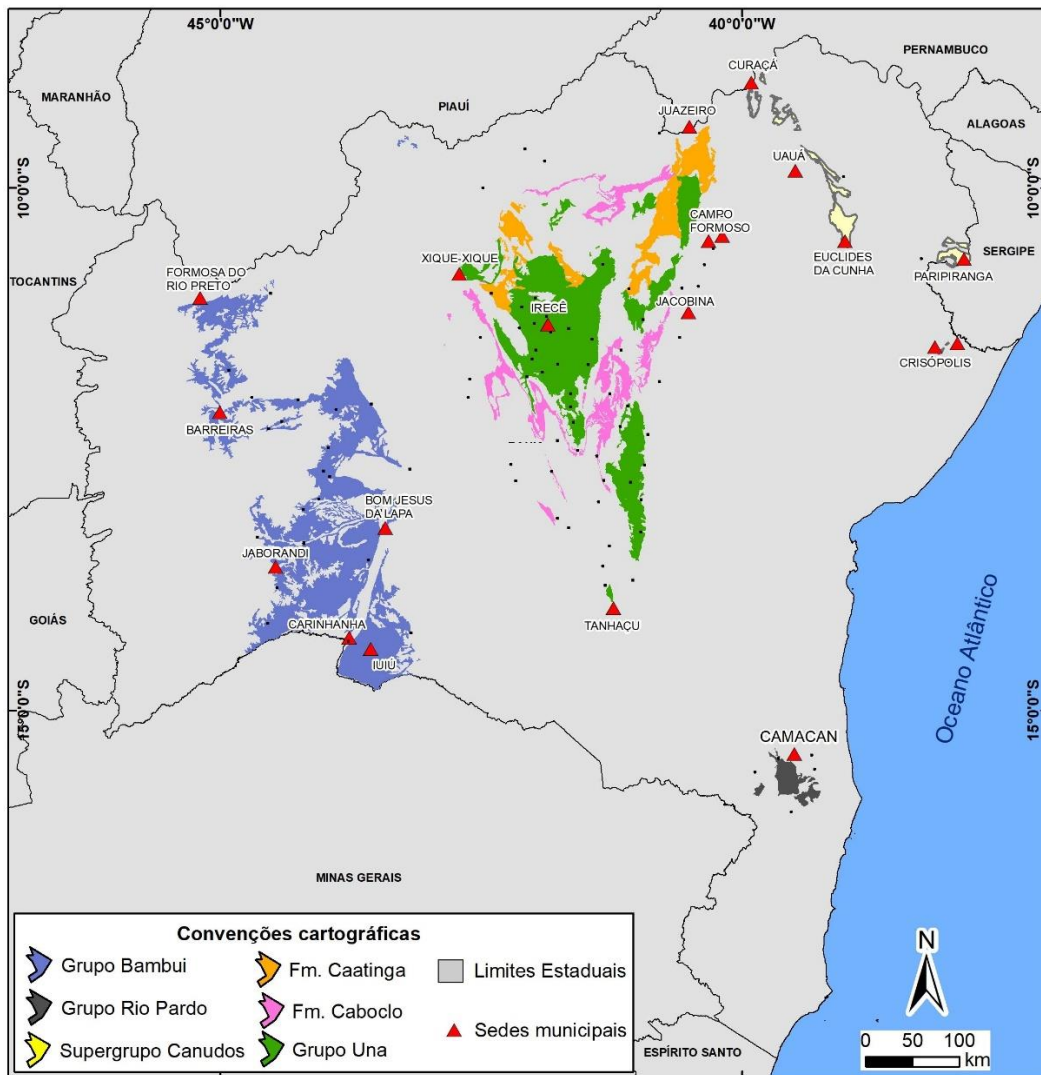
1. Aspectos relevantes da cartografia geológica, que serviu de suporte na definição dos distritos que serão propostos no relatório final do projeto, a ser submetido juntamente com os produtos finais desse projeto.

2. Os Modelos Digitais do Terreno - MDT para cada Província Espeleológica, em rochas carbonáticas, no estado da Bahia com a delimitação de cada um dos XYZ distritos propostos no âmbito desse projeto. A análise do relevo, utilizando os MDT aqui apresentados e os levantamentos de campo, foram também critérios fundamentais na regionalização aqui apresentada.

Os levantamentos de campo, que foram indispensáveis no aferimento do grau de precisão das informações remotas supramencionadas, ocorreram nas seguintes datas:

- 1) 18 e 27 de julho de 2021 (**Supergrupo Canudos**);
- 2) 07 e 13 de outubro de 2021 (**Grupo Rio Pardo**);
- 3) 11 e 24 de fevereiro de 2022 (**Grupo Bambuí**);
- 4) 04 e 18 de junho de 2022 (**Formações Caatinga e Caboclo, e Una Norte**);
- 5) 16 e 26 de outubro de 2022 (**Grupo Una Sul**)

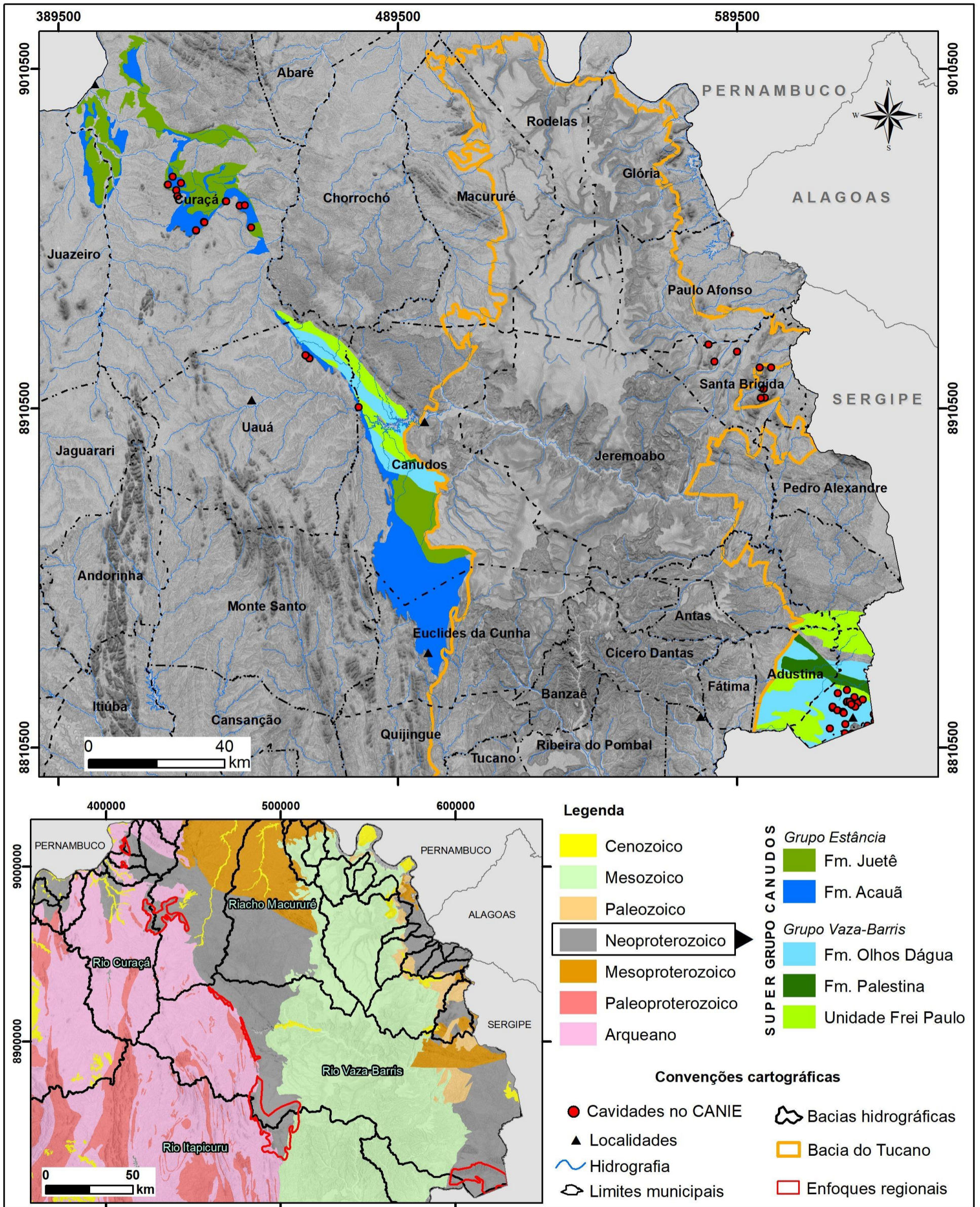
Figura 1: Representação das províncias estudadas e visitadas em campo.



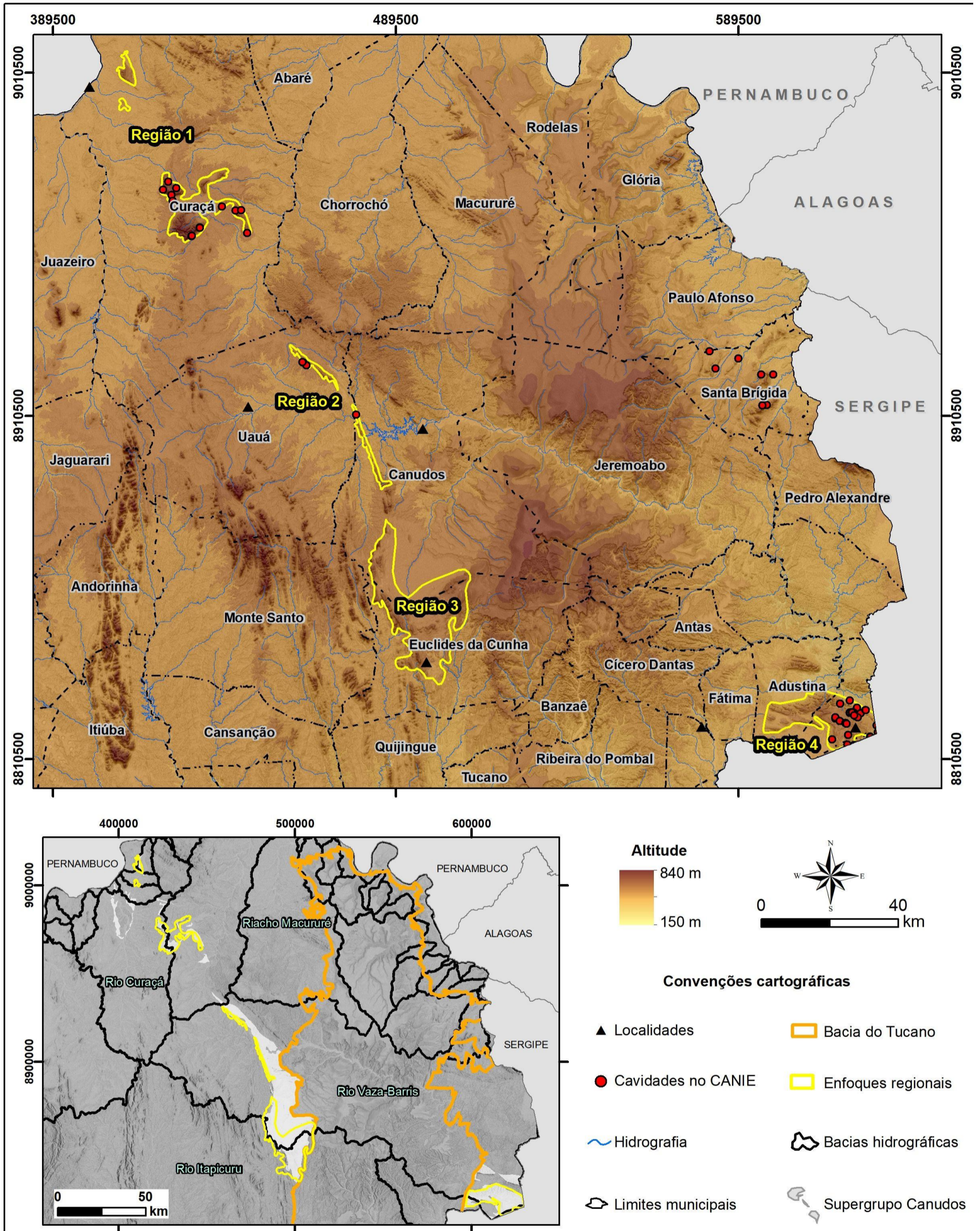
## 2. RESULTADOS OBTIDOS

Os mapas a seguir fazem parte de uma compilação de dados finais das províncias supracitadas.

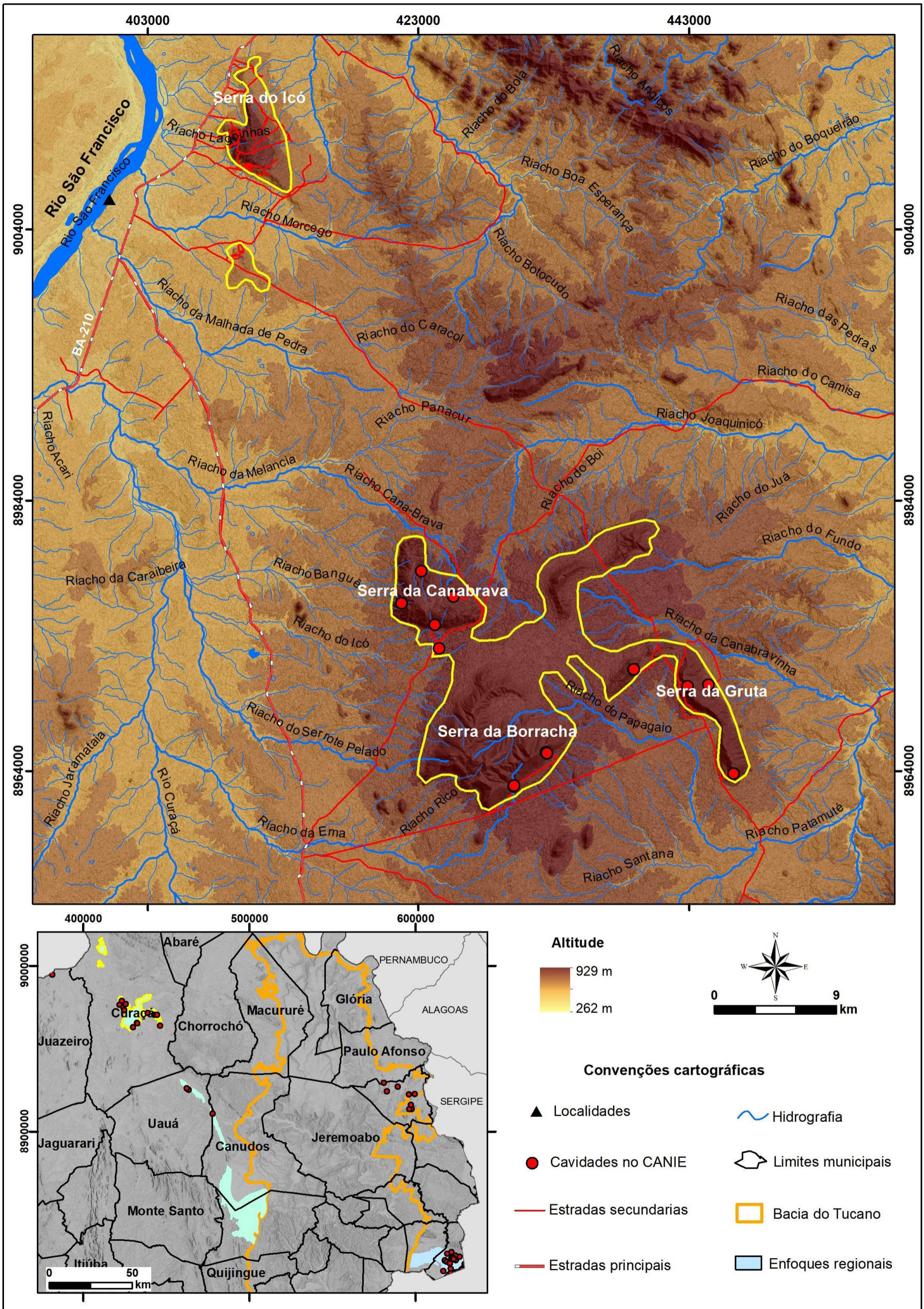
# 1. Mapa geológico da província supergrupo Canudos



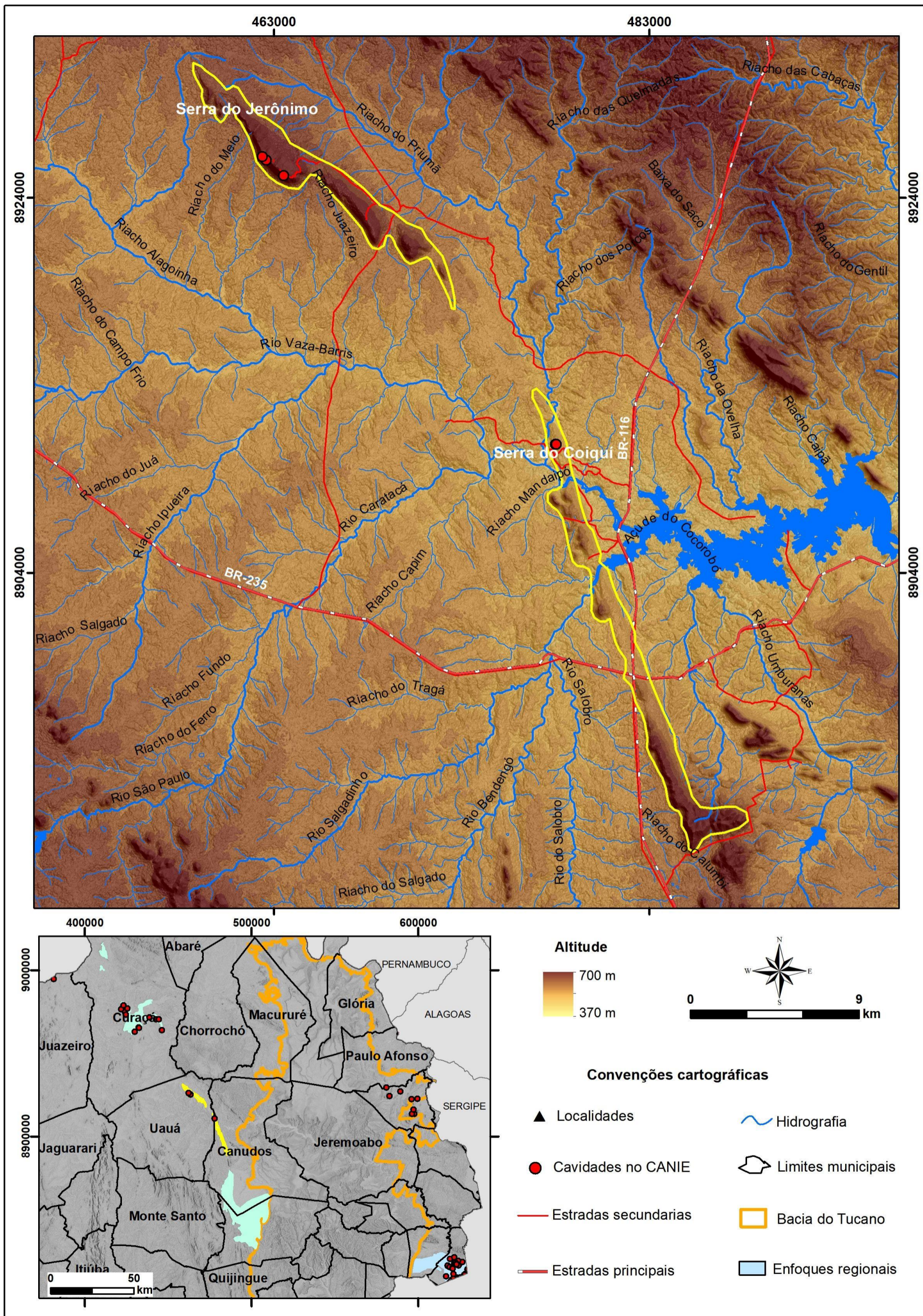
## 2. Mapa de relevo dos distritos da província supergrupo Canudos



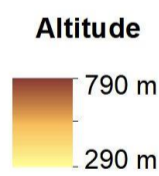
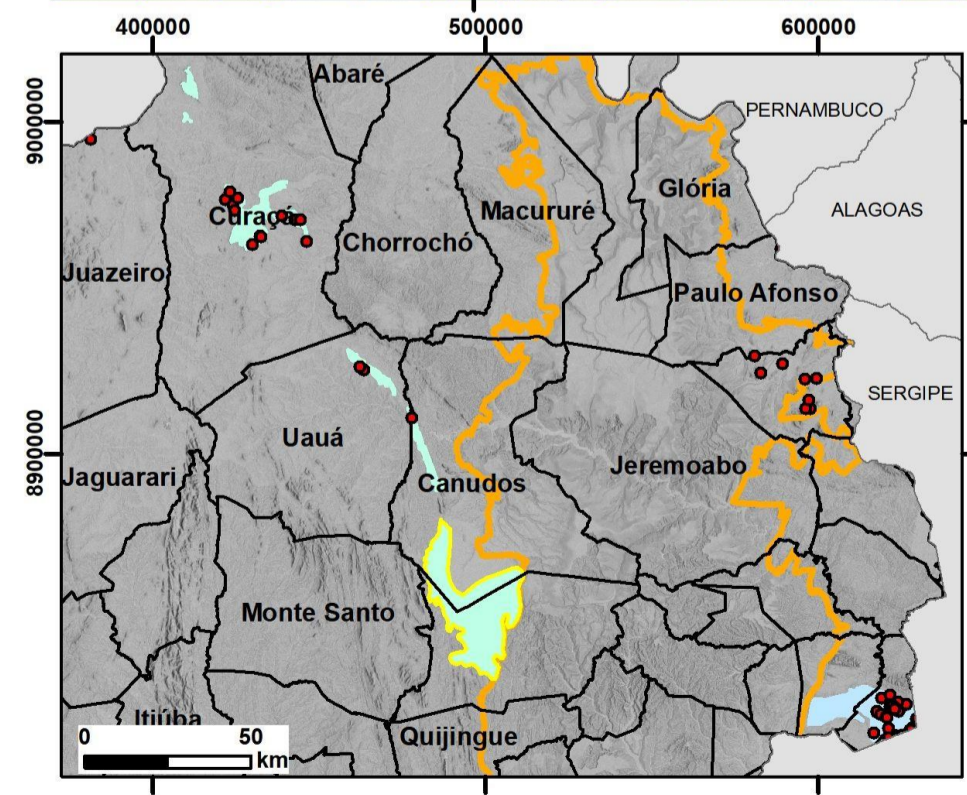
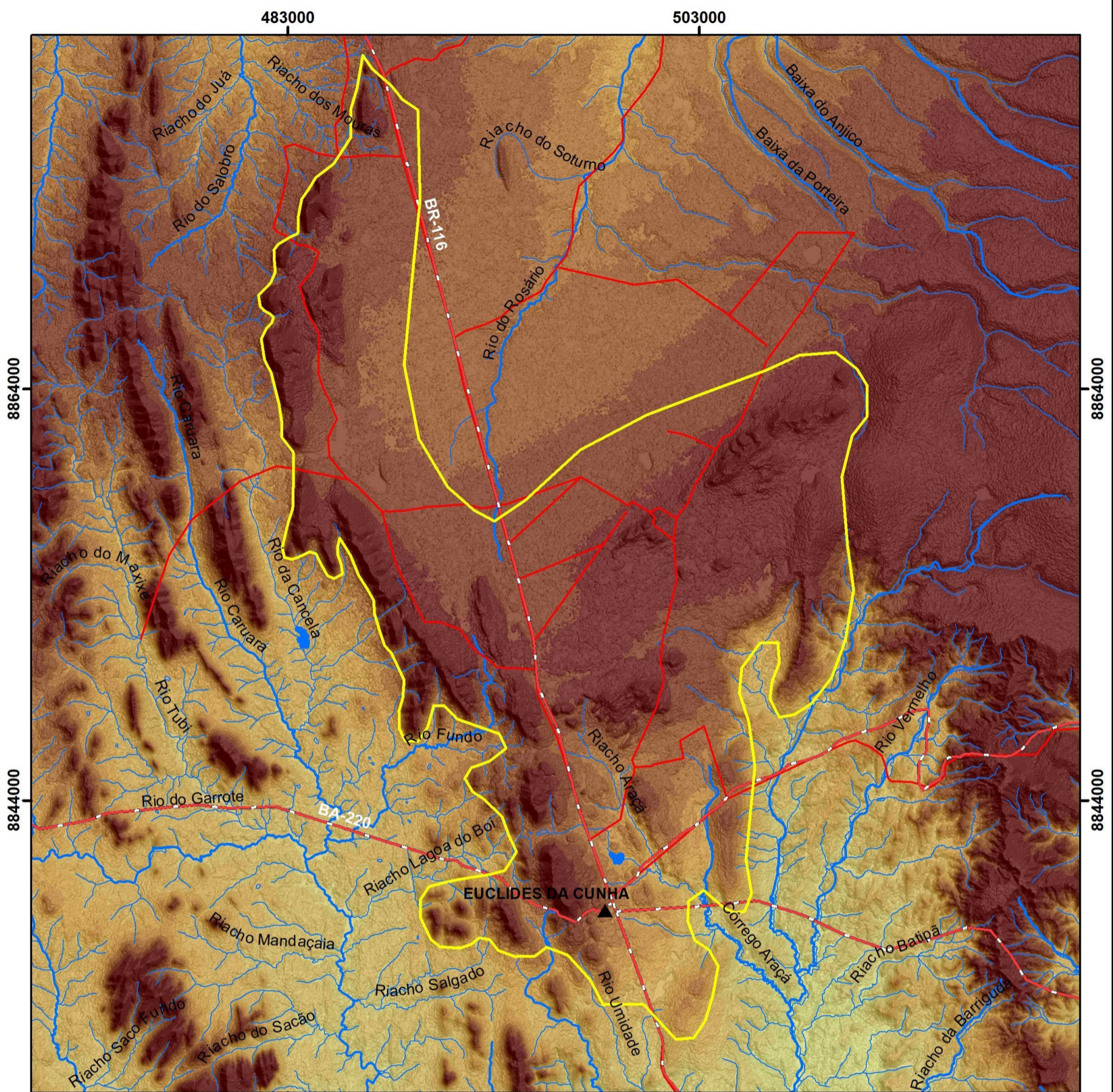
### 3. Distrito Cn1



#### 4. Distrito Cn2



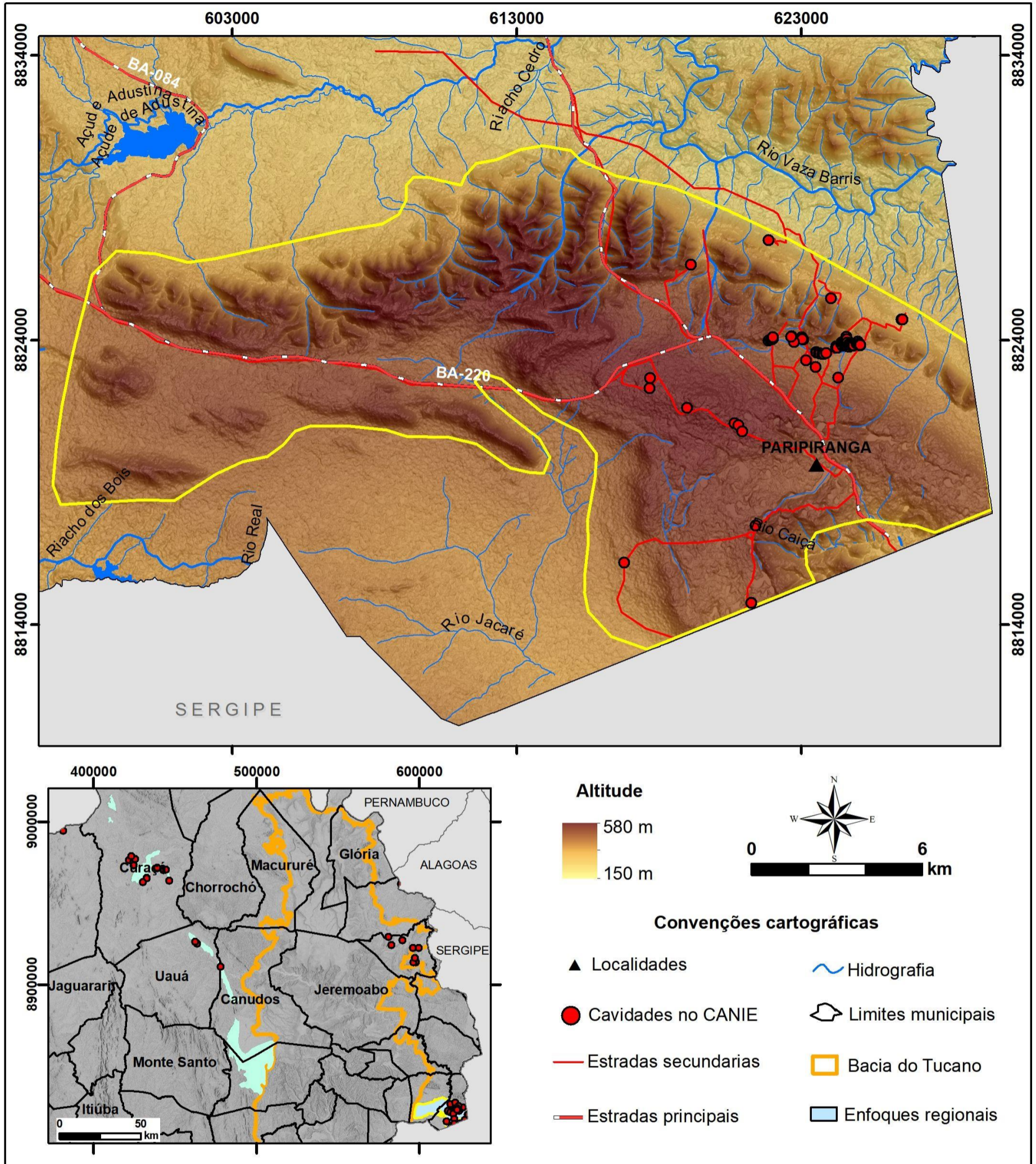
## 5. Distrito Cn3



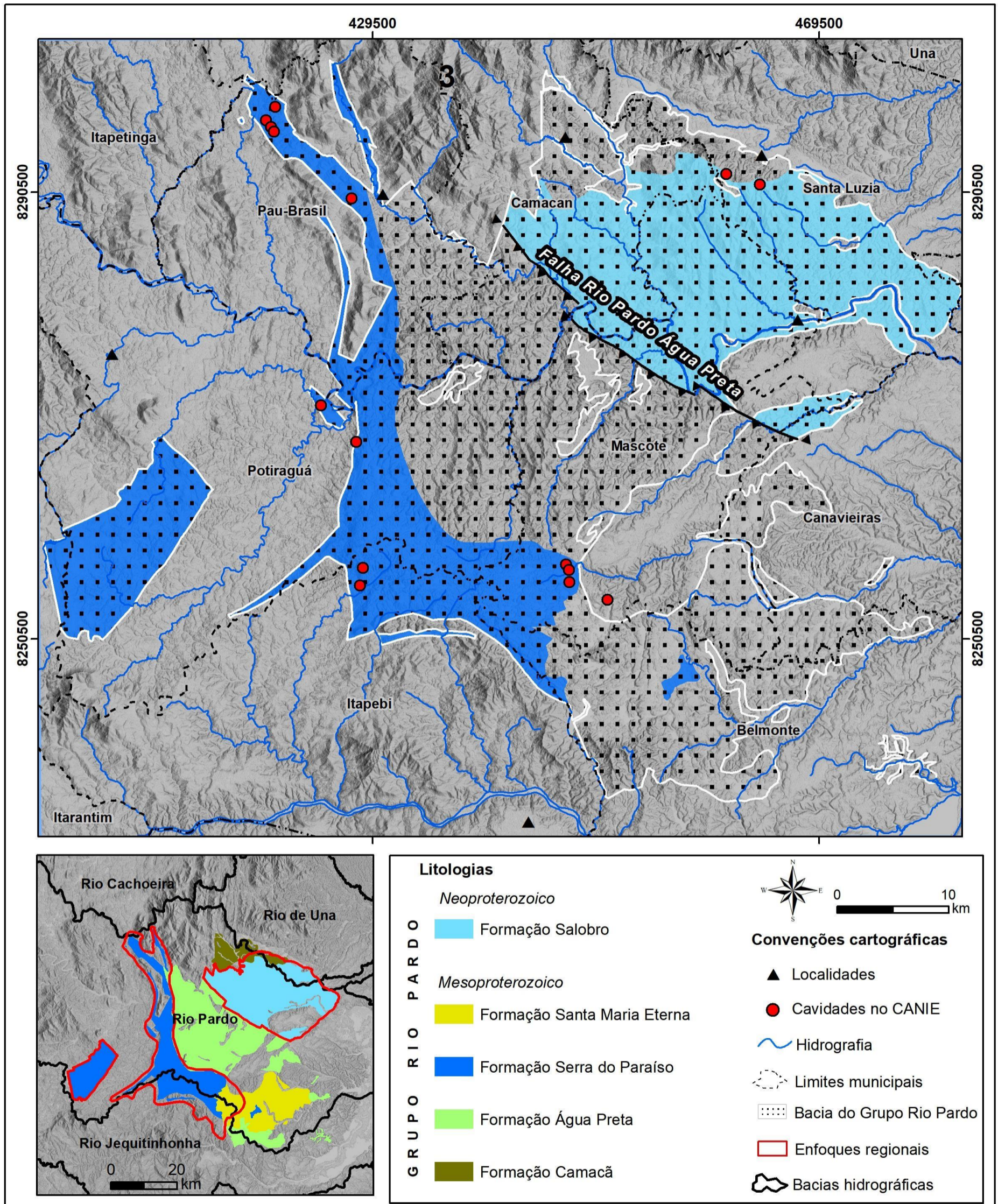
**Convenções cartográficas**

- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- Estradas secundarias
- Estradas principais
- ~ Hidrografia
- ⬭ Limites municipais
- ⬭ Bacia do Tucano
- ⬭ Enfoques regionais

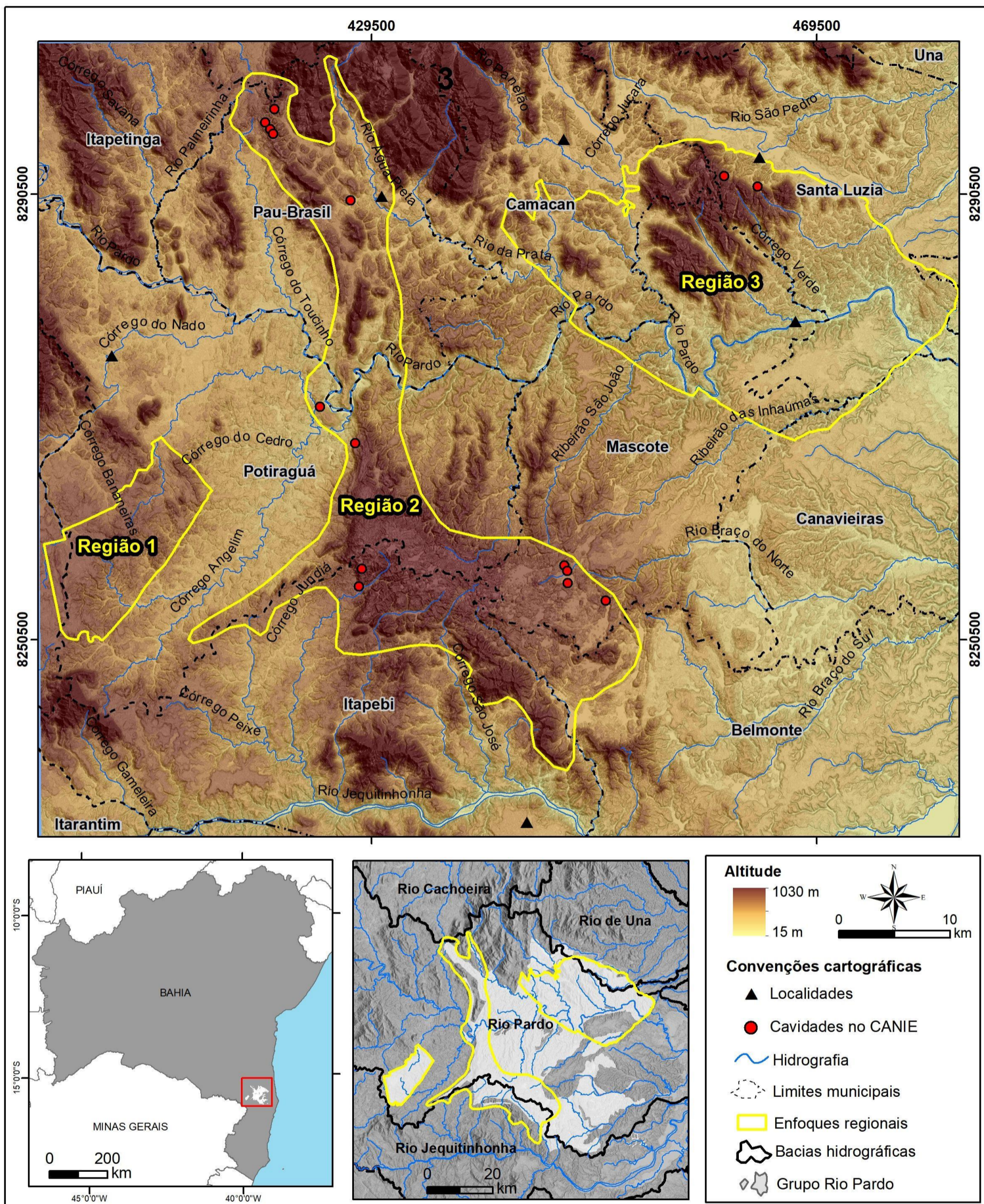
## 6. Distrito Cn4



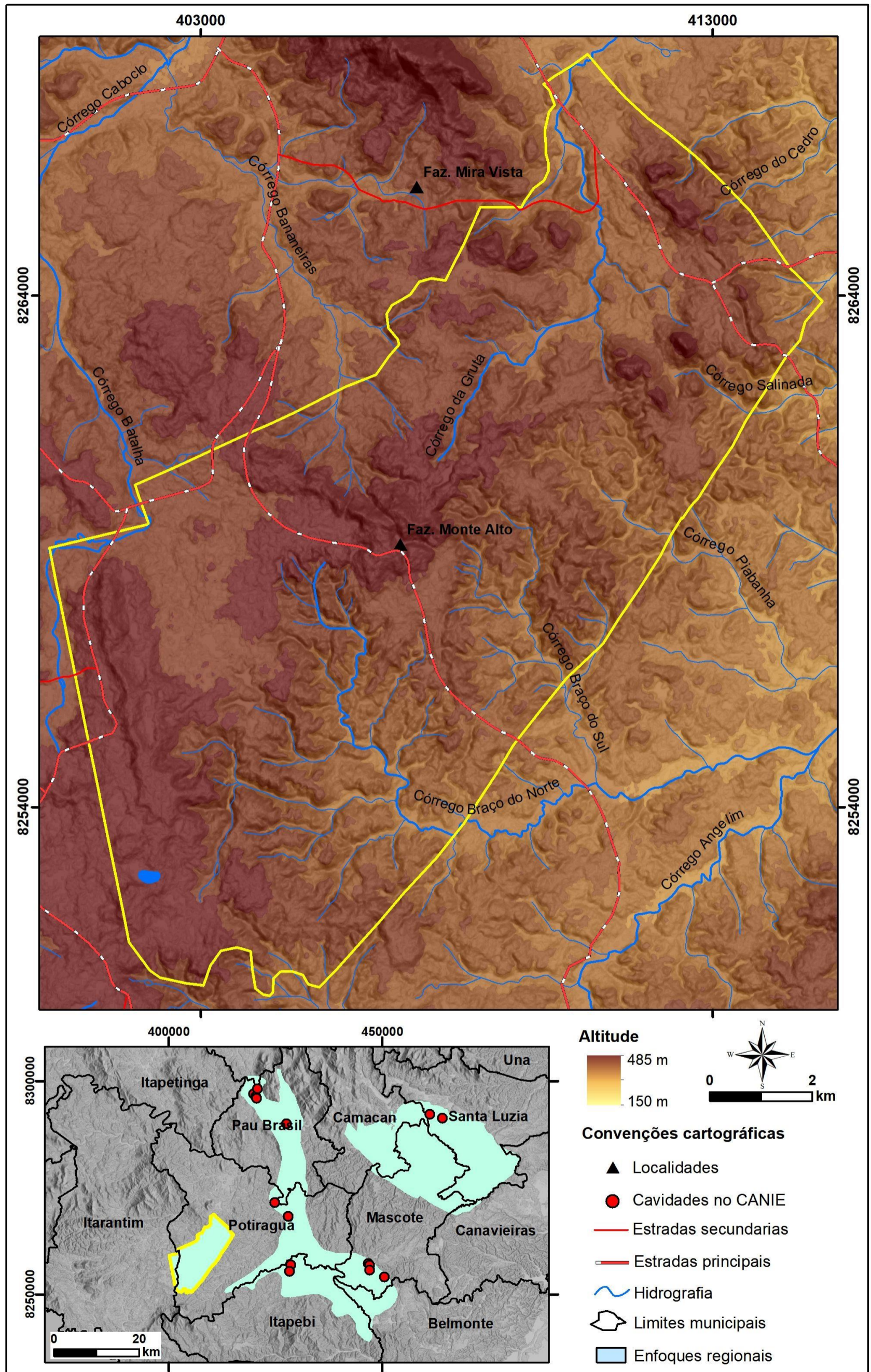
## 7. Mapa geológico da província grupo Rio Pardo



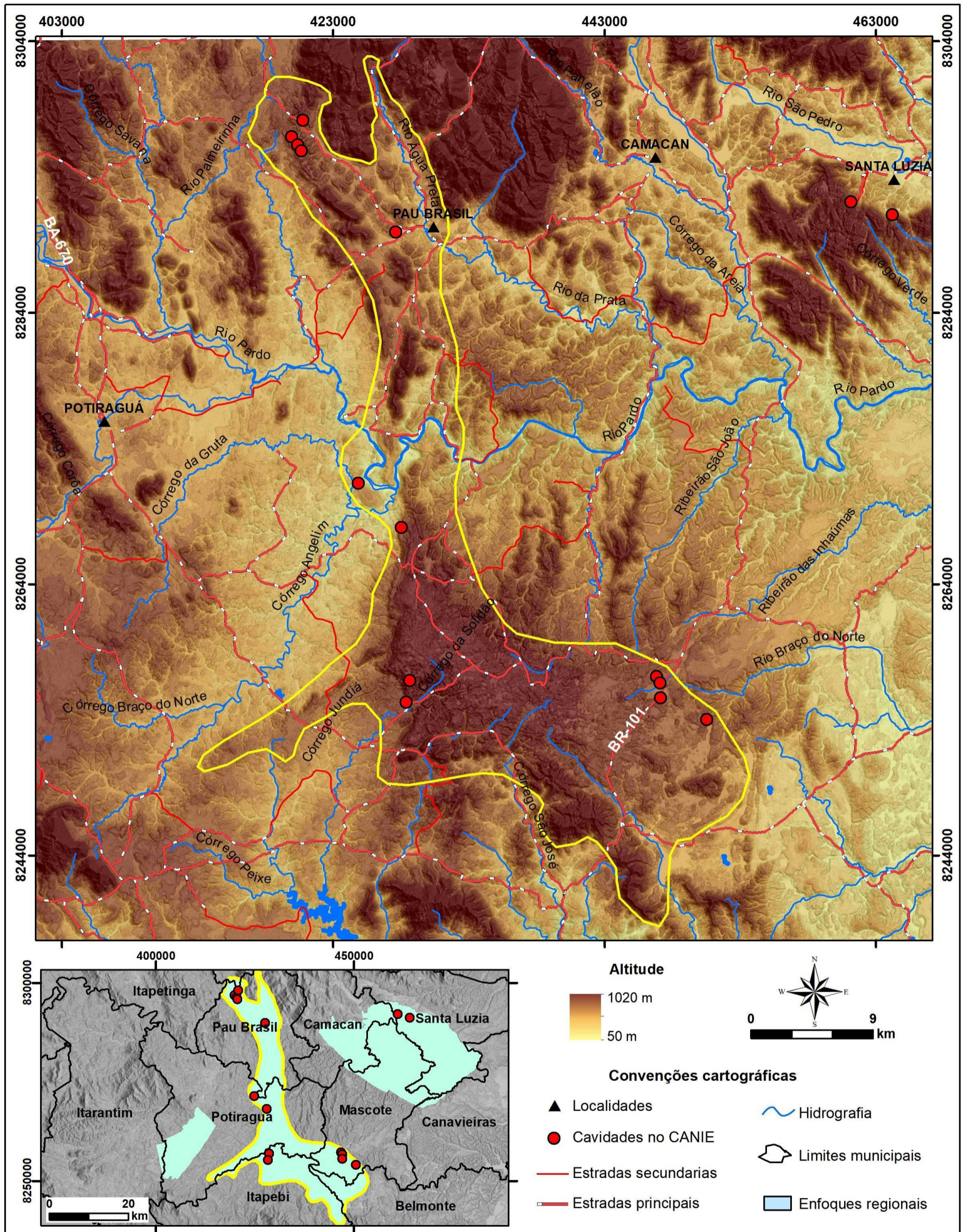
### 8. Mapa de relevo dos distritos da província grupo Rio Pardo



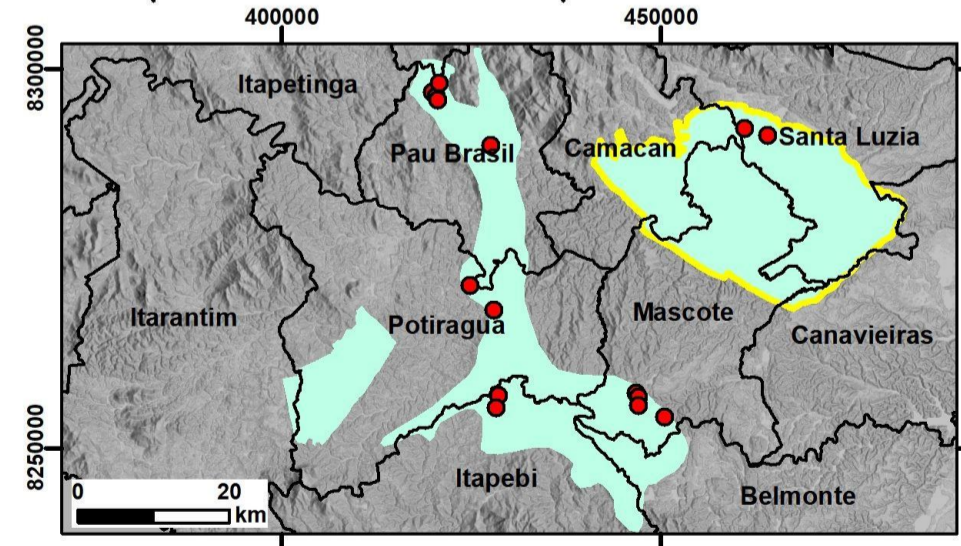
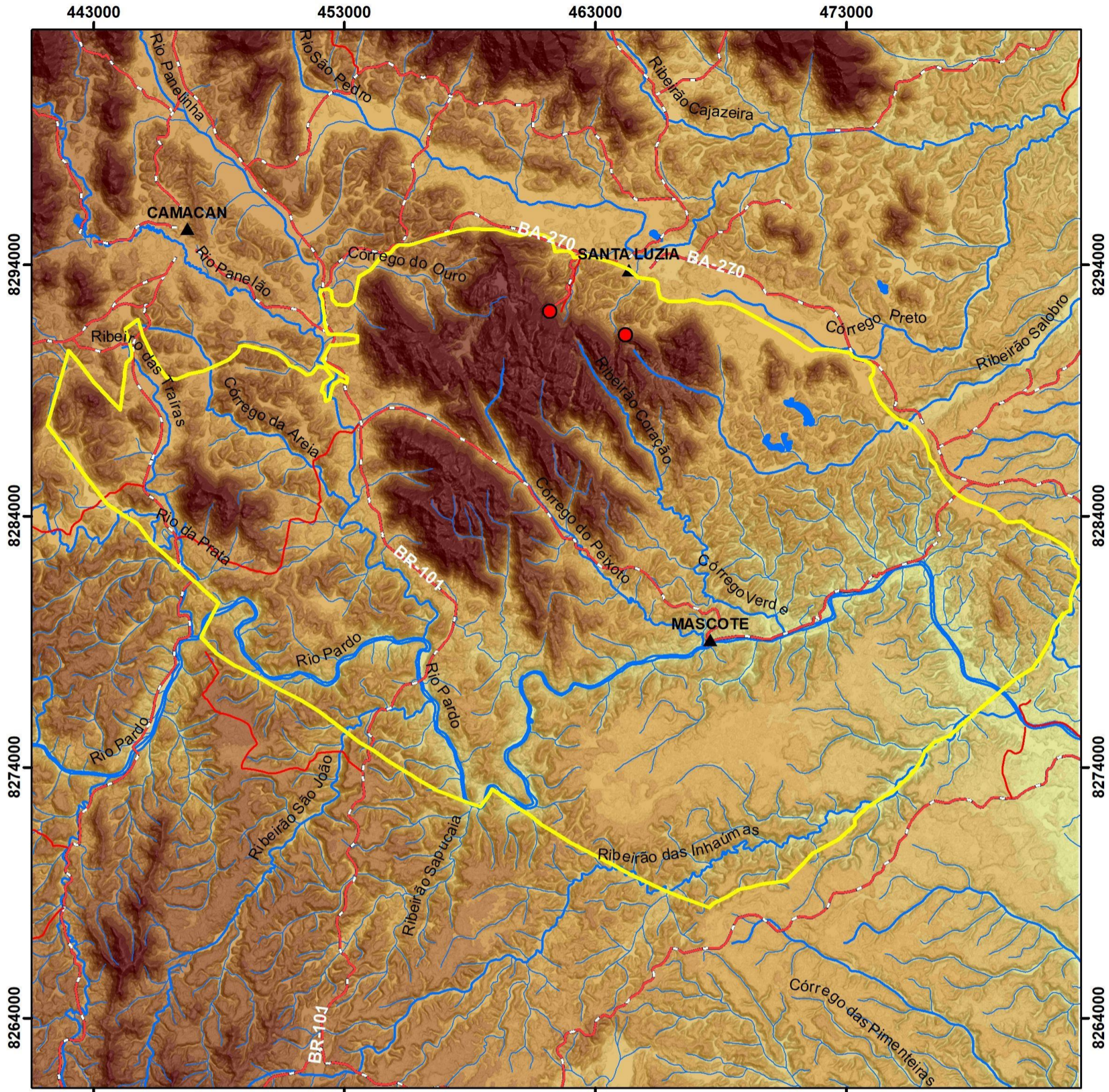
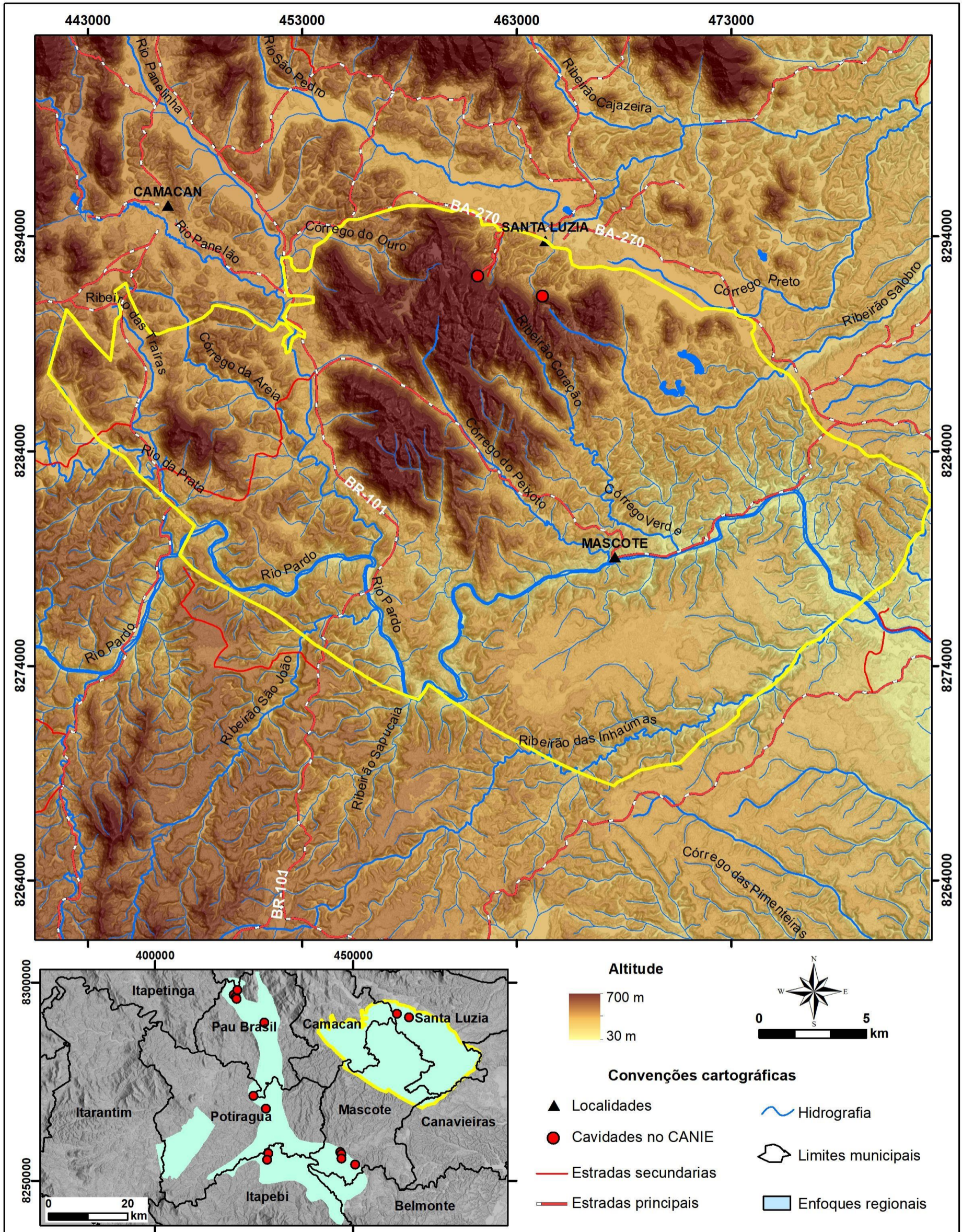
### 9. Distrito 1Rp



# 10. Distrito 2 Rp



# 11. Distrito 3 Rp



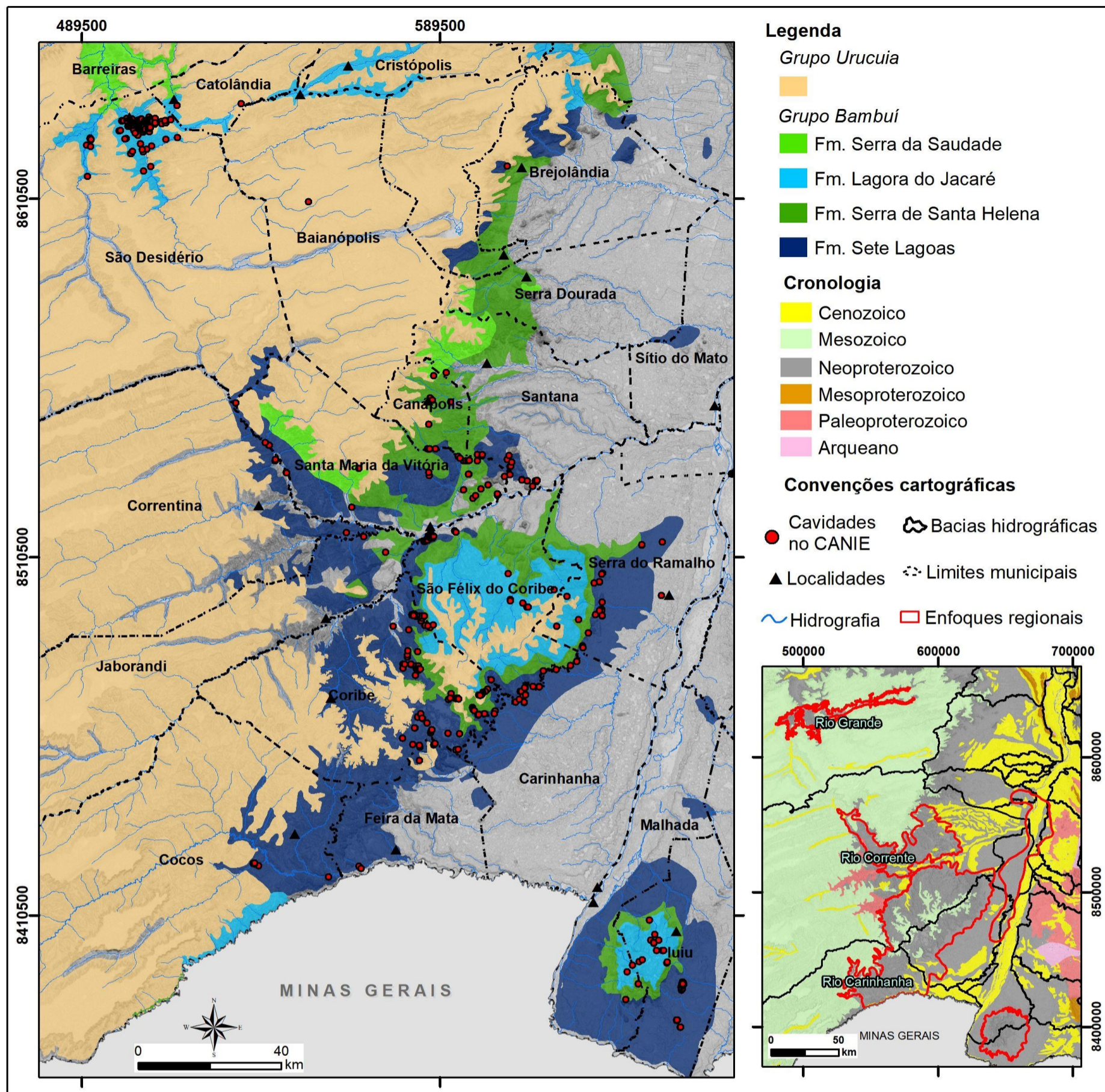
**Altitude**

700 m  
30 m

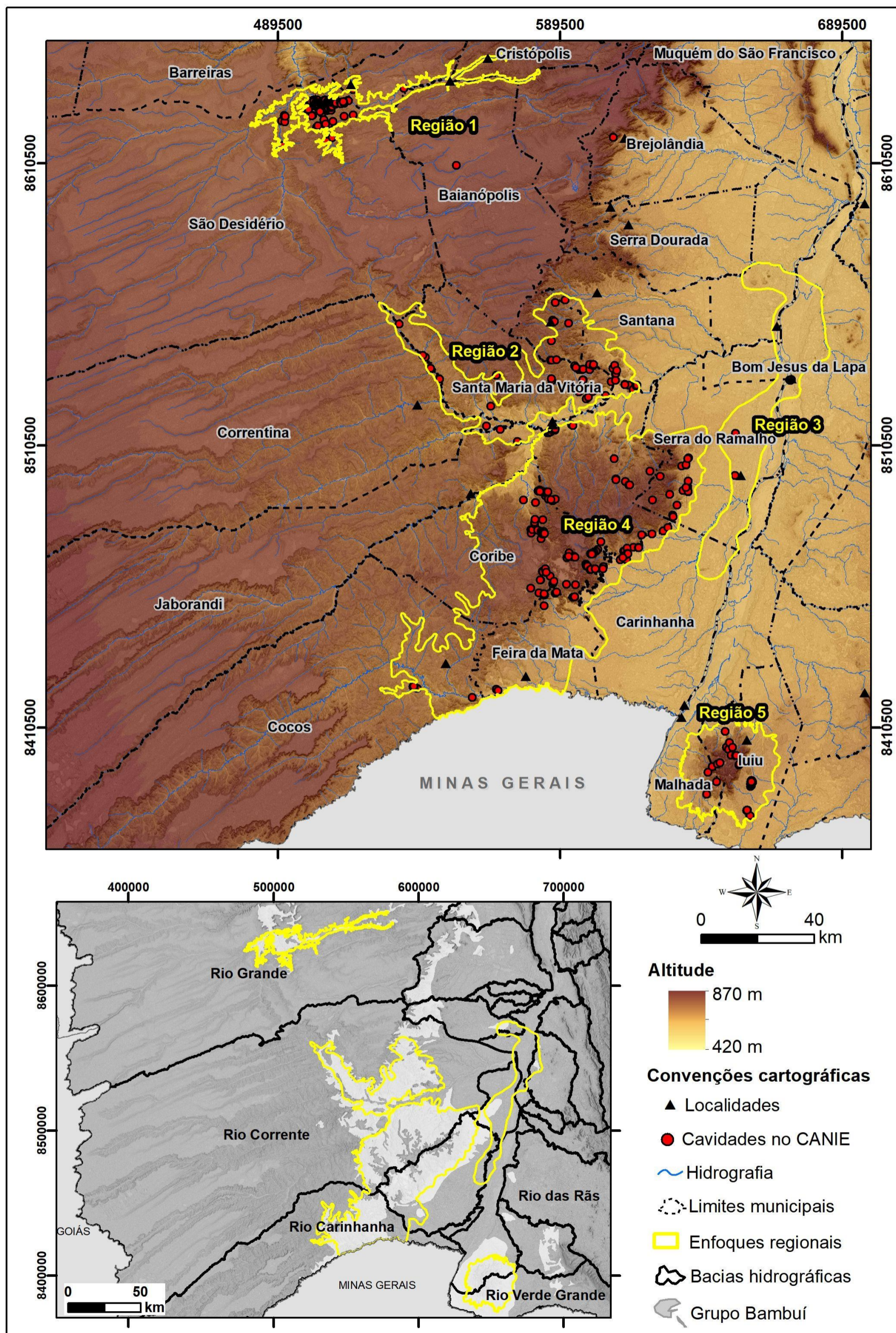
**Convenções cartográficas**

- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- Estradas secundárias
- Estradas principais
- ~ Hidrografia
- ▭ Limites municipais
- ▭ Enfoques regionais

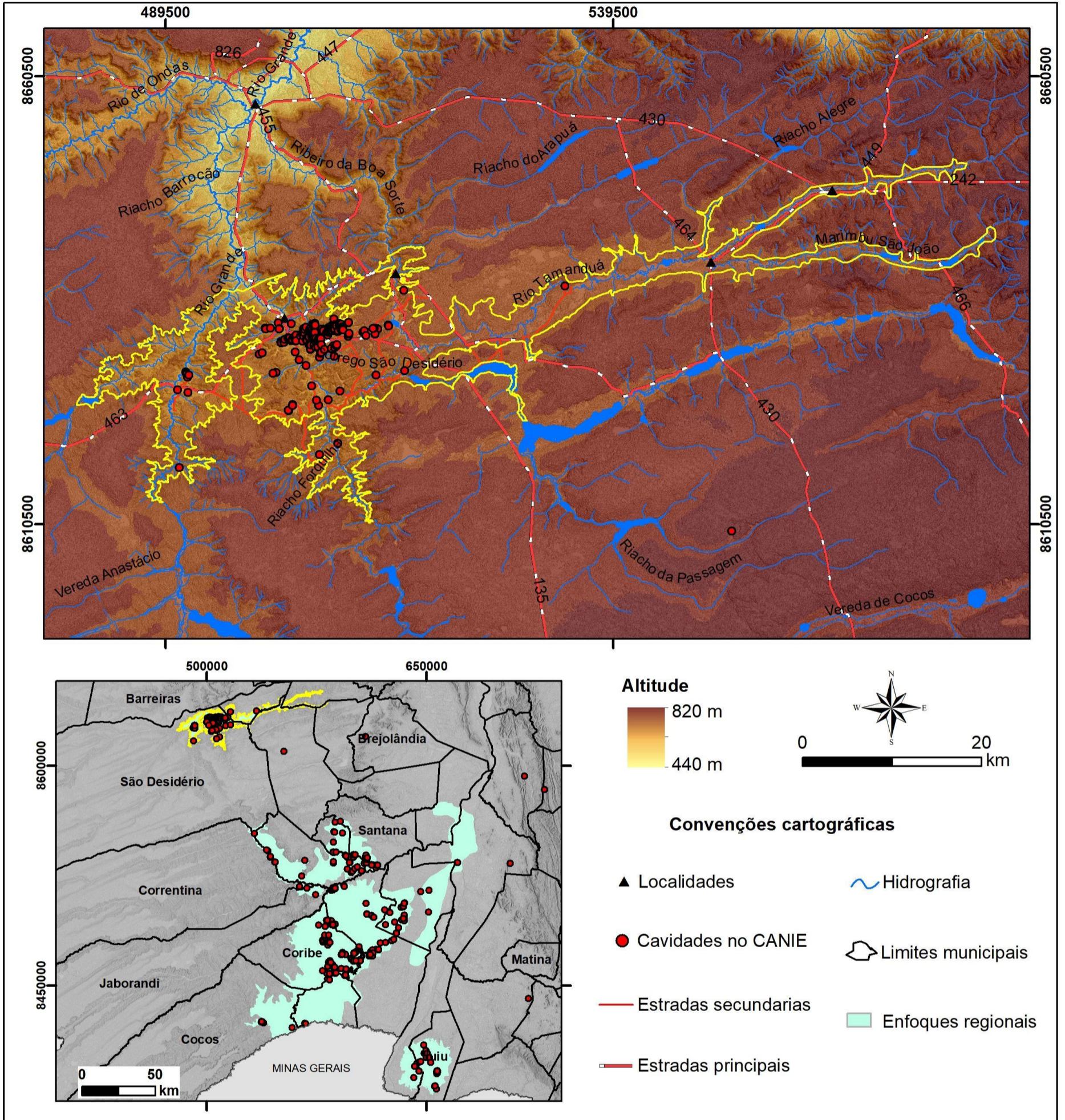
## 12. Mapa geológico da província grupo Bambuí



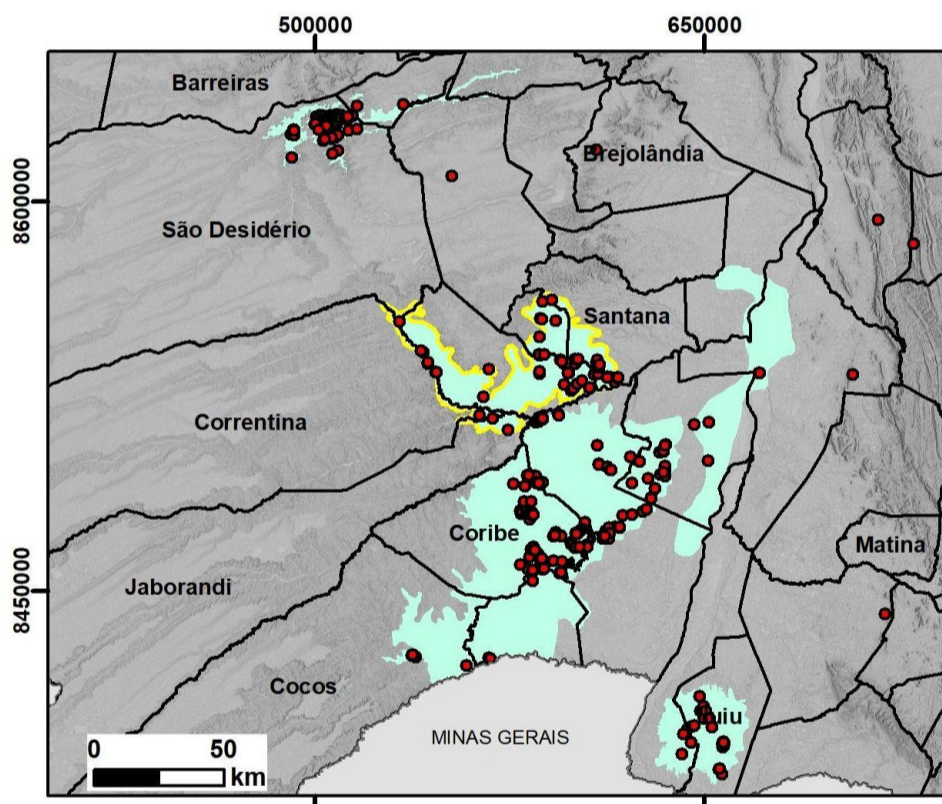
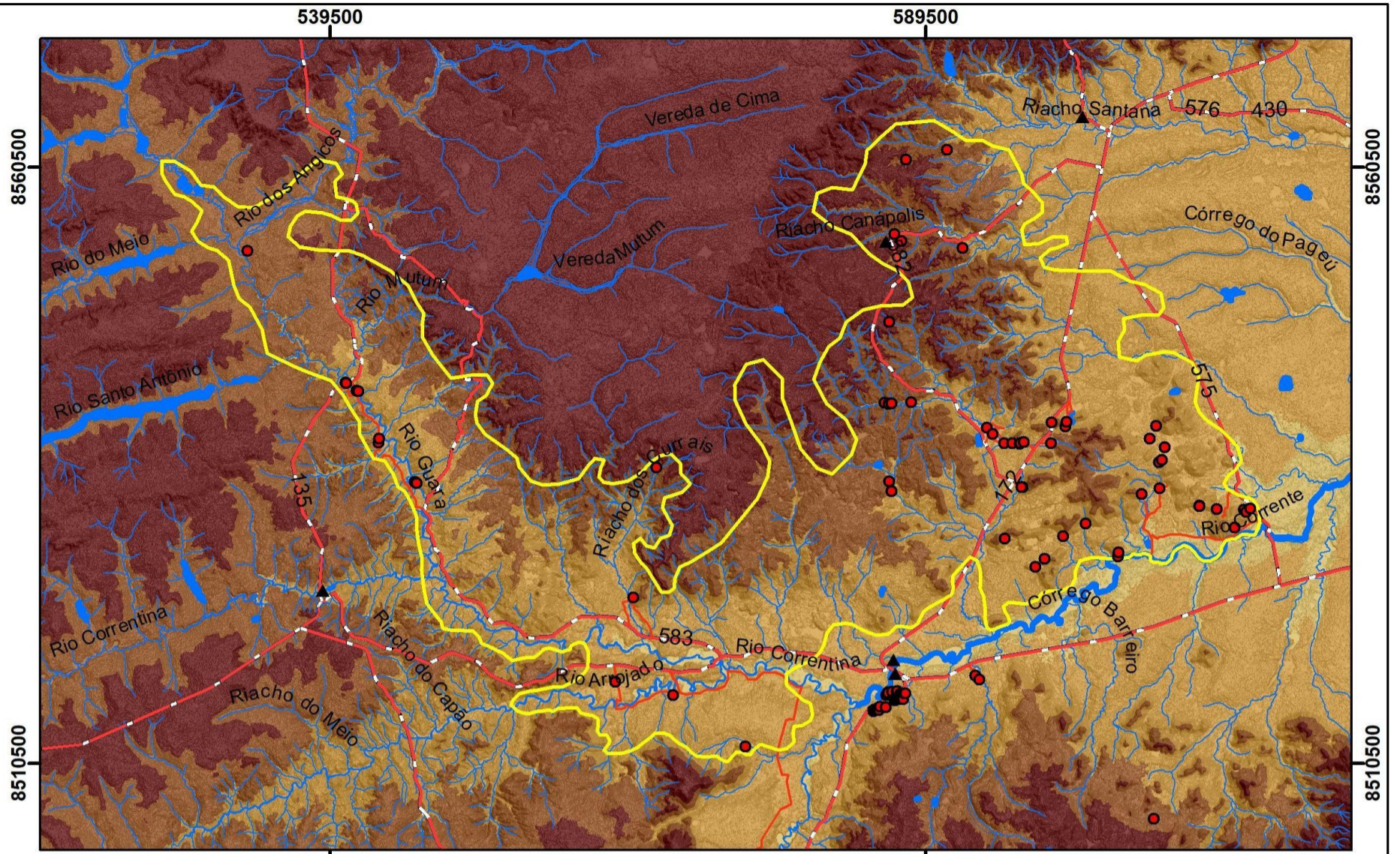
13. Mapa de relevo dos distritos da província grupo Bambuí



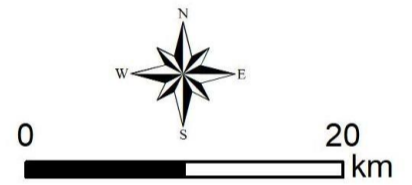
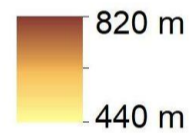
# 14. Distrito 1Bb



### 15. Distrito 2Bb



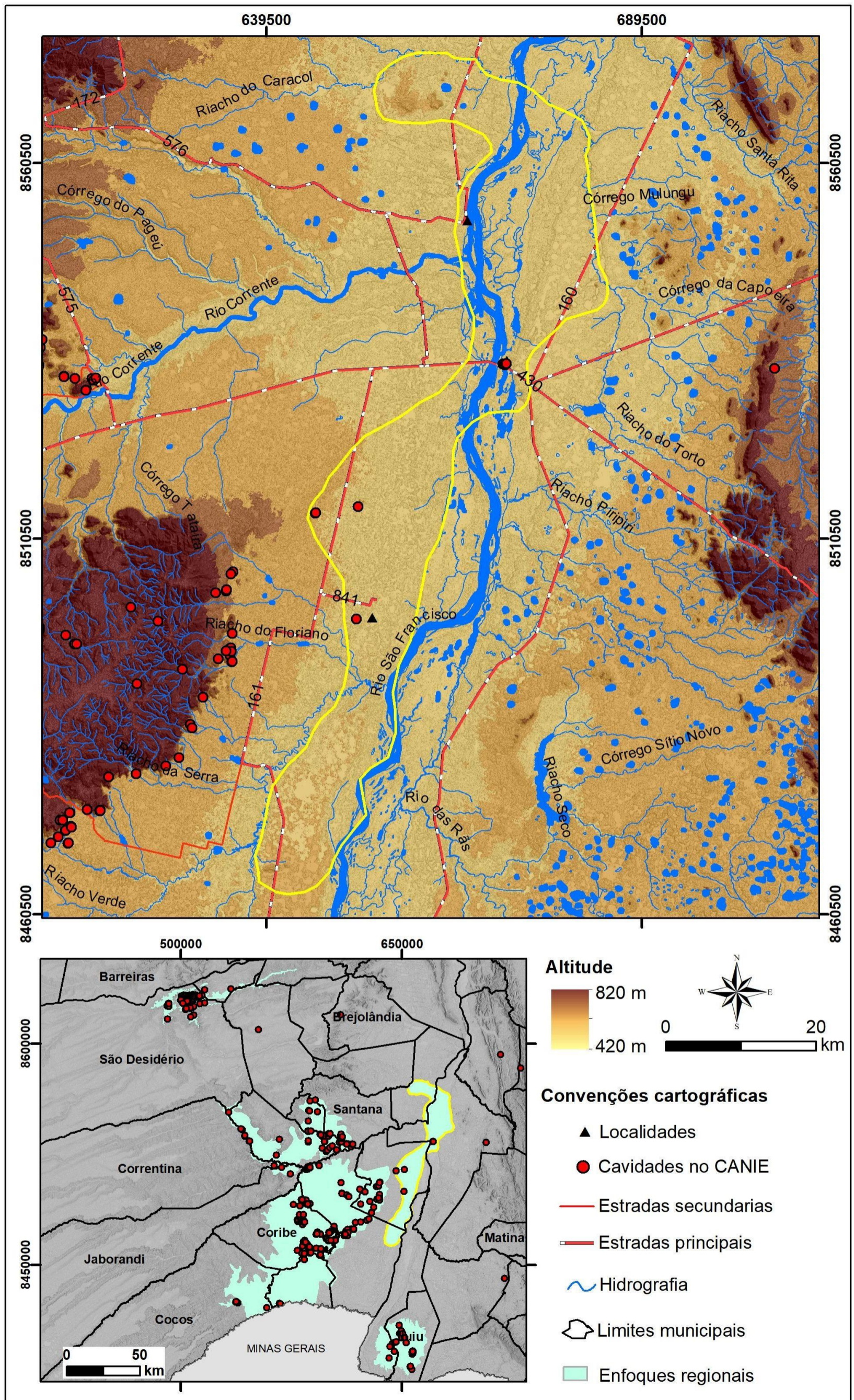
#### Altitude



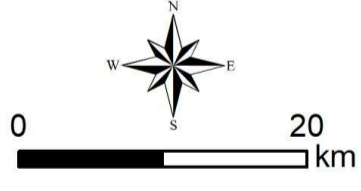
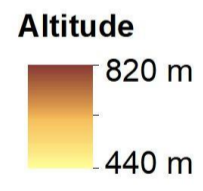
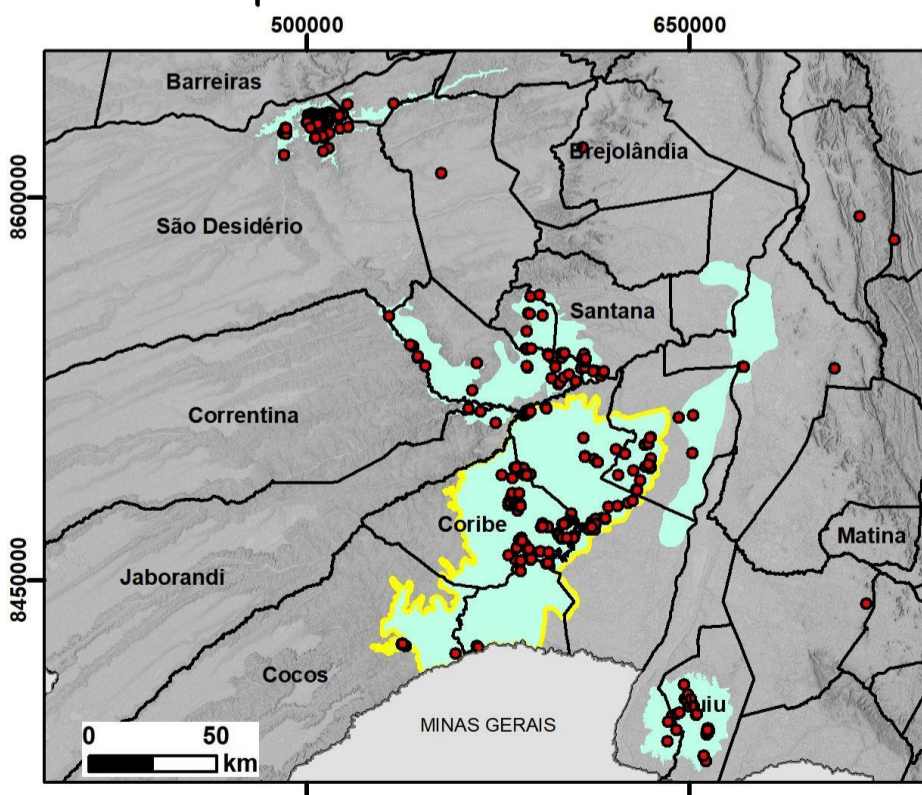
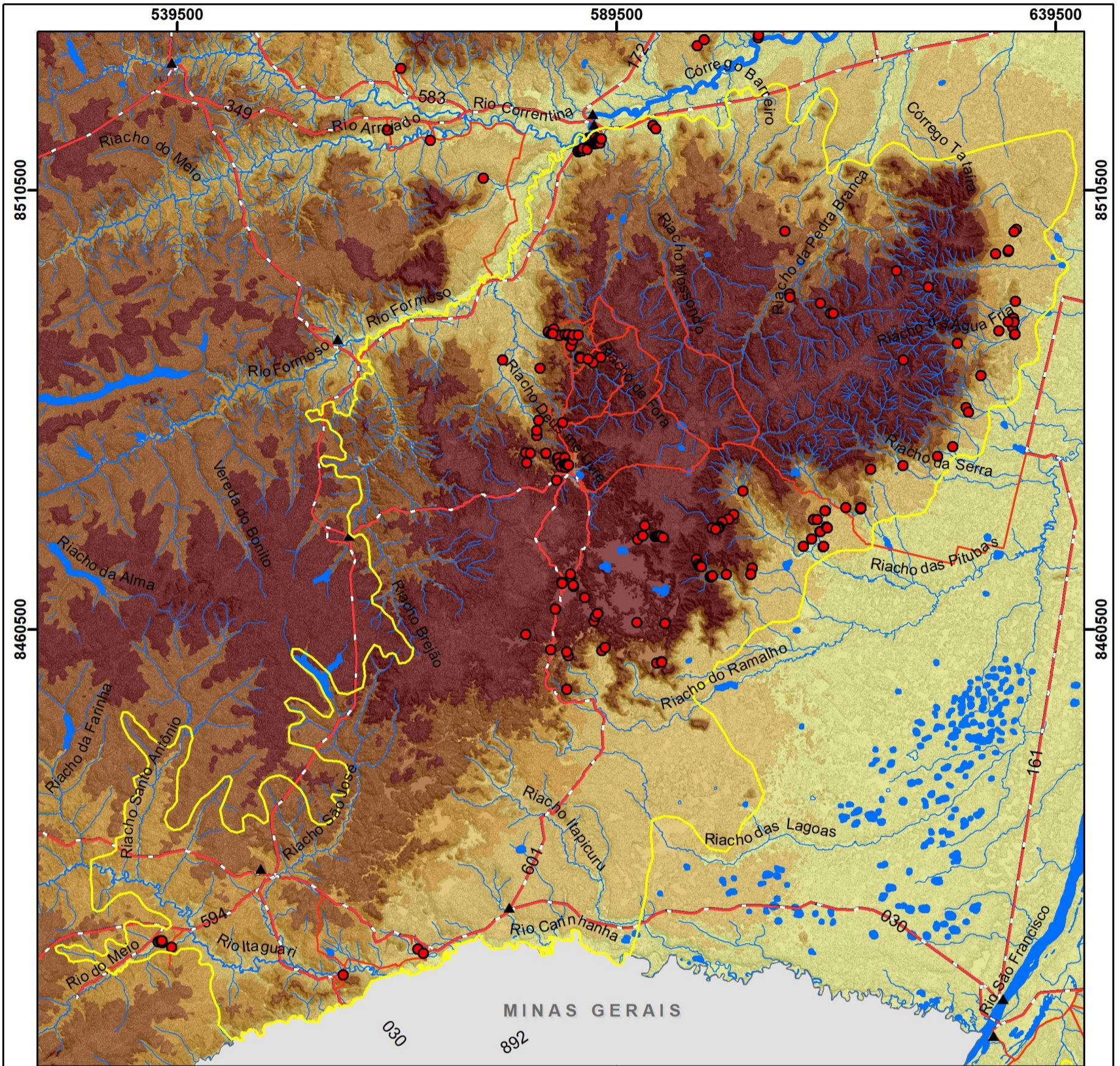
#### Convenções cartográficas

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| ▲ Localidades          | ~ Hidrografia        |
| ● Cavidades no CANIE   | ⬭ Limites municipais |
| — Estradas secundarias | ■ Enfoques regionais |
| — Estradas principais  |                      |

16. Distrito 3Bb



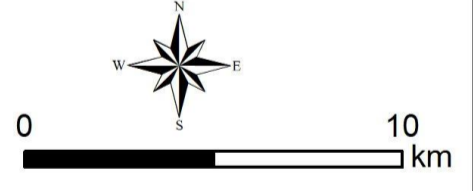
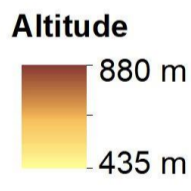
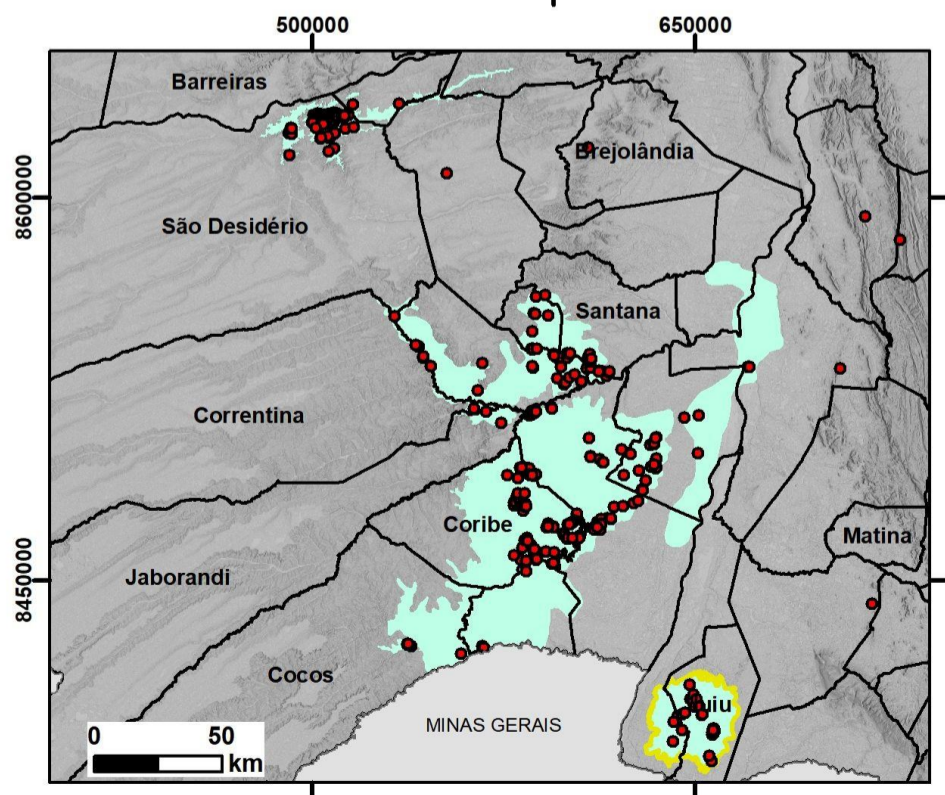
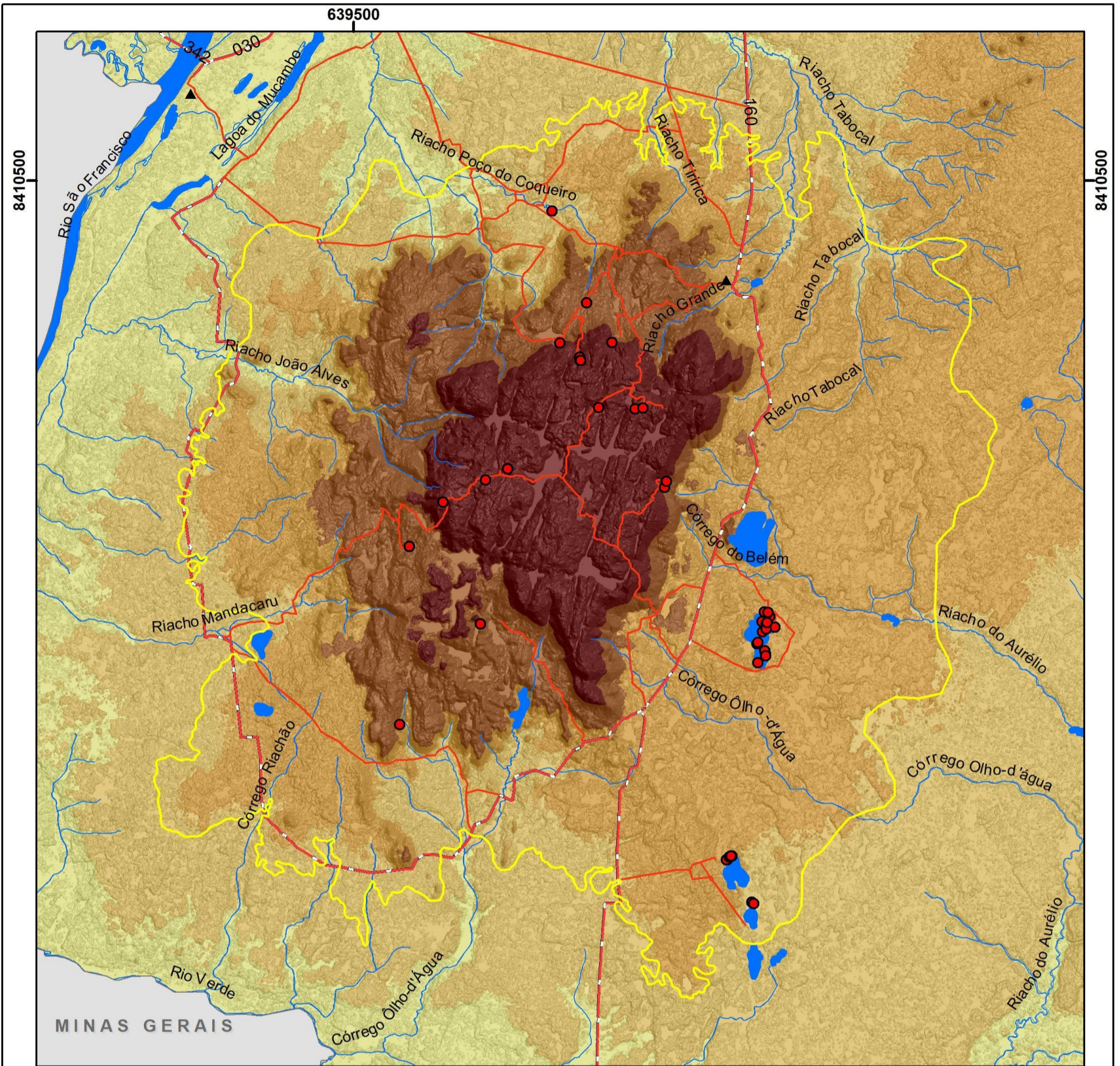
# 17. Distrito 4Bb



**Convenções cartográficas**

- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- Estradas secundarias
- Estradas principais
- ~ Hidrografia
- ⬭ Limites municipais
- Enfoques regionais

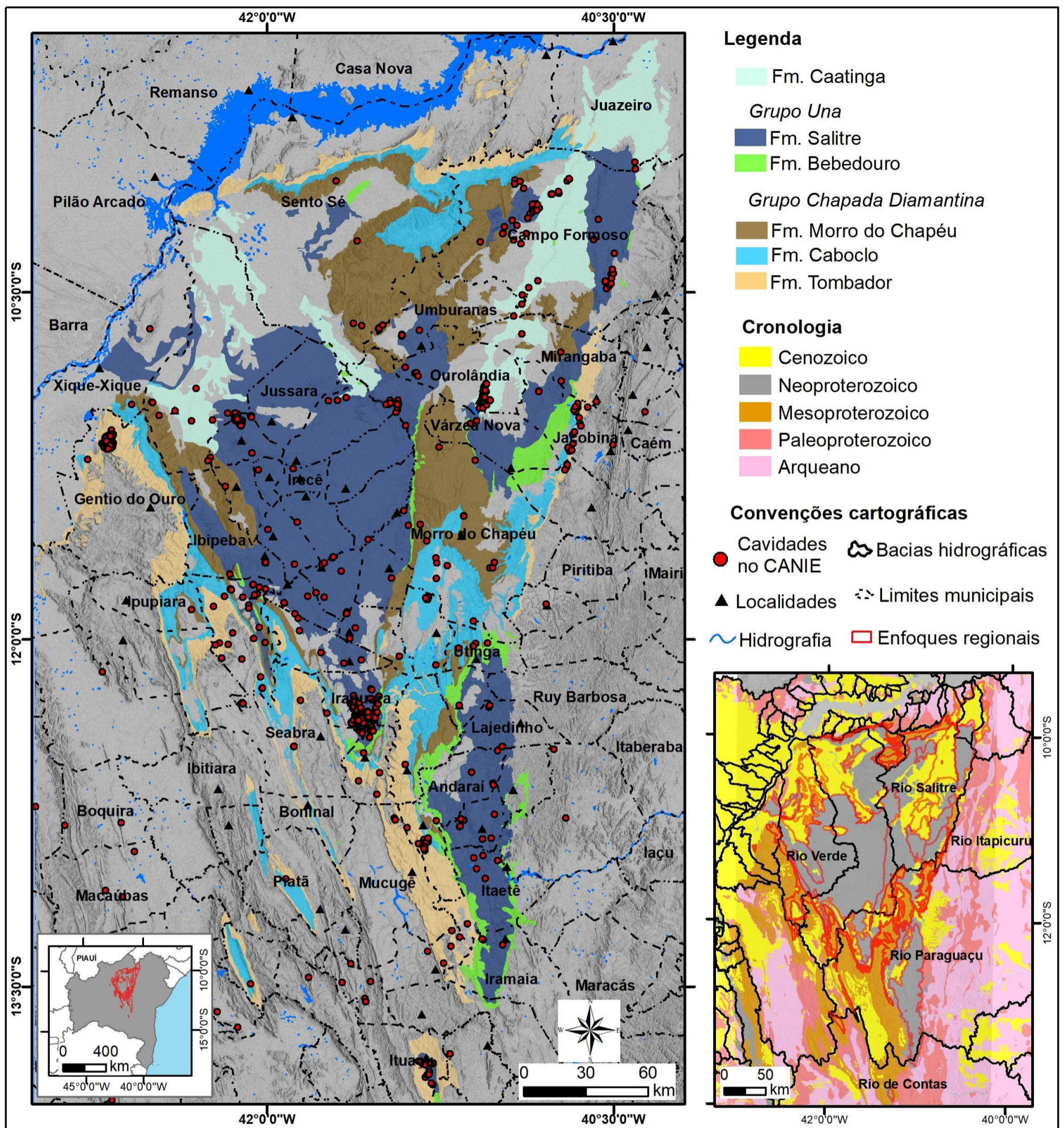
# 18. Distrito 5Bb



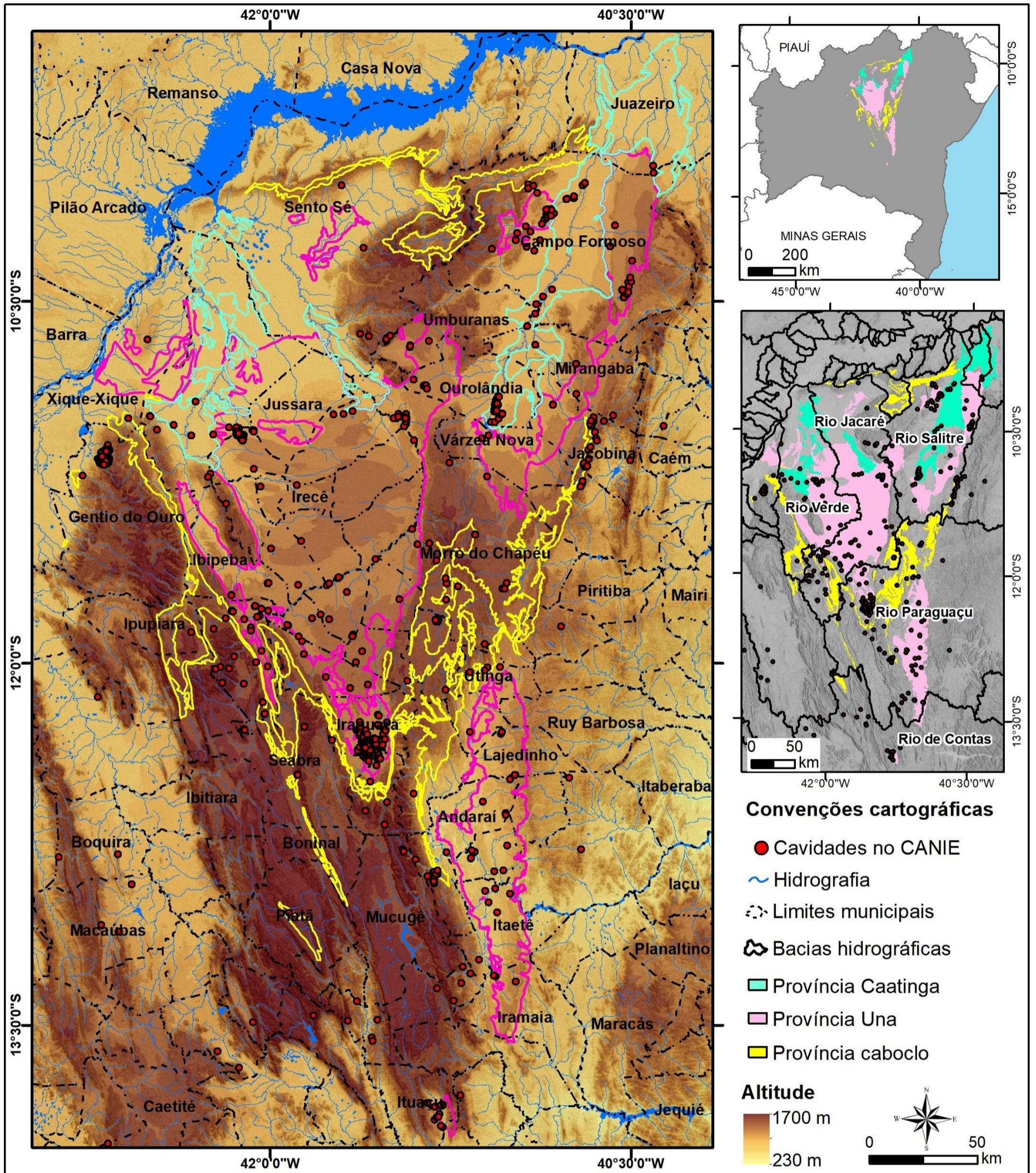
### Convenções cartográficas

- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- Estradas secundarias
- Estradas principais
- ~ Hidrografia
- ⬭ Limites municipais
- Enfoques regionais

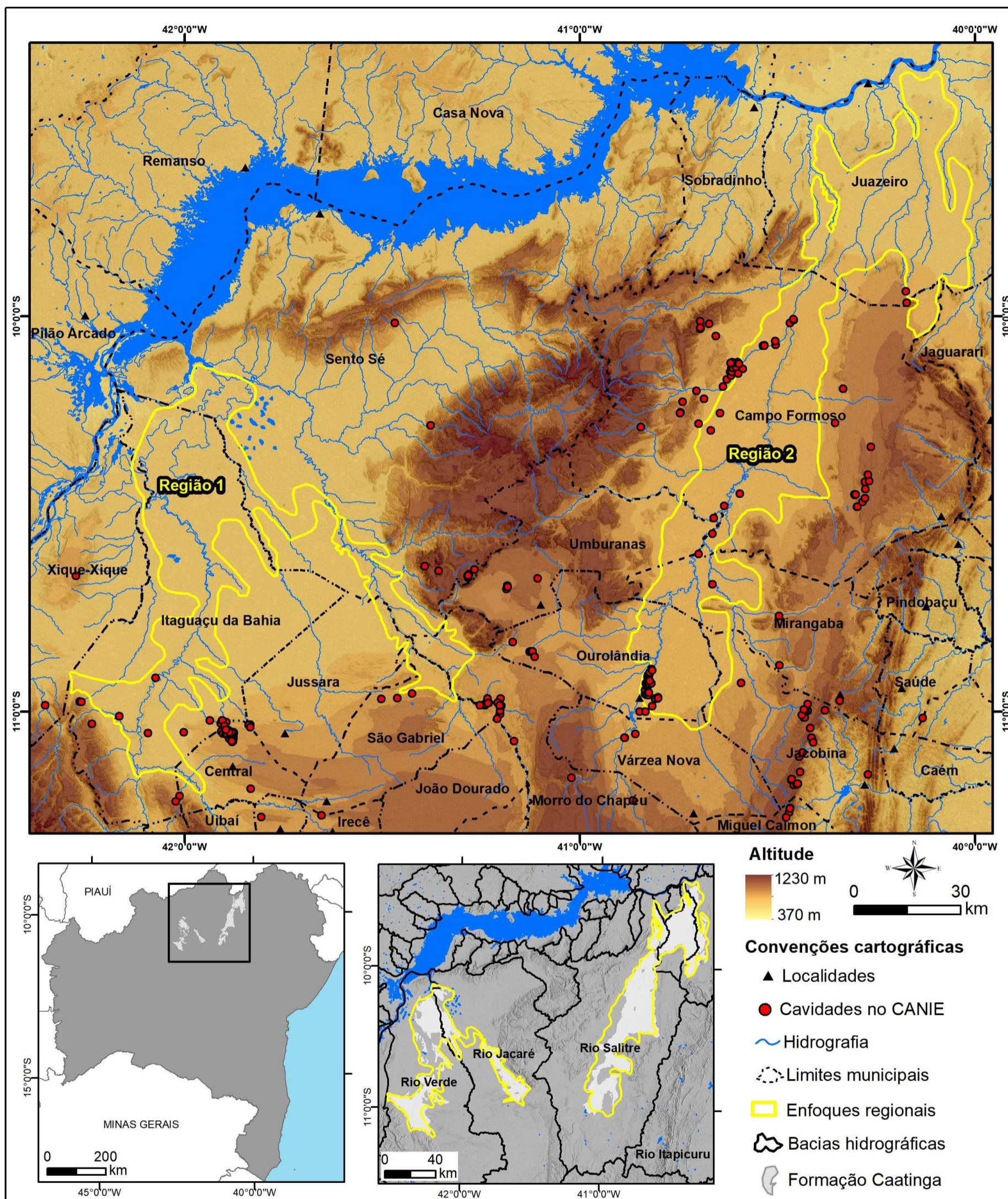
### 19. Mapa geológico das províncias grupo Una e formações Cabodo e Caatinga



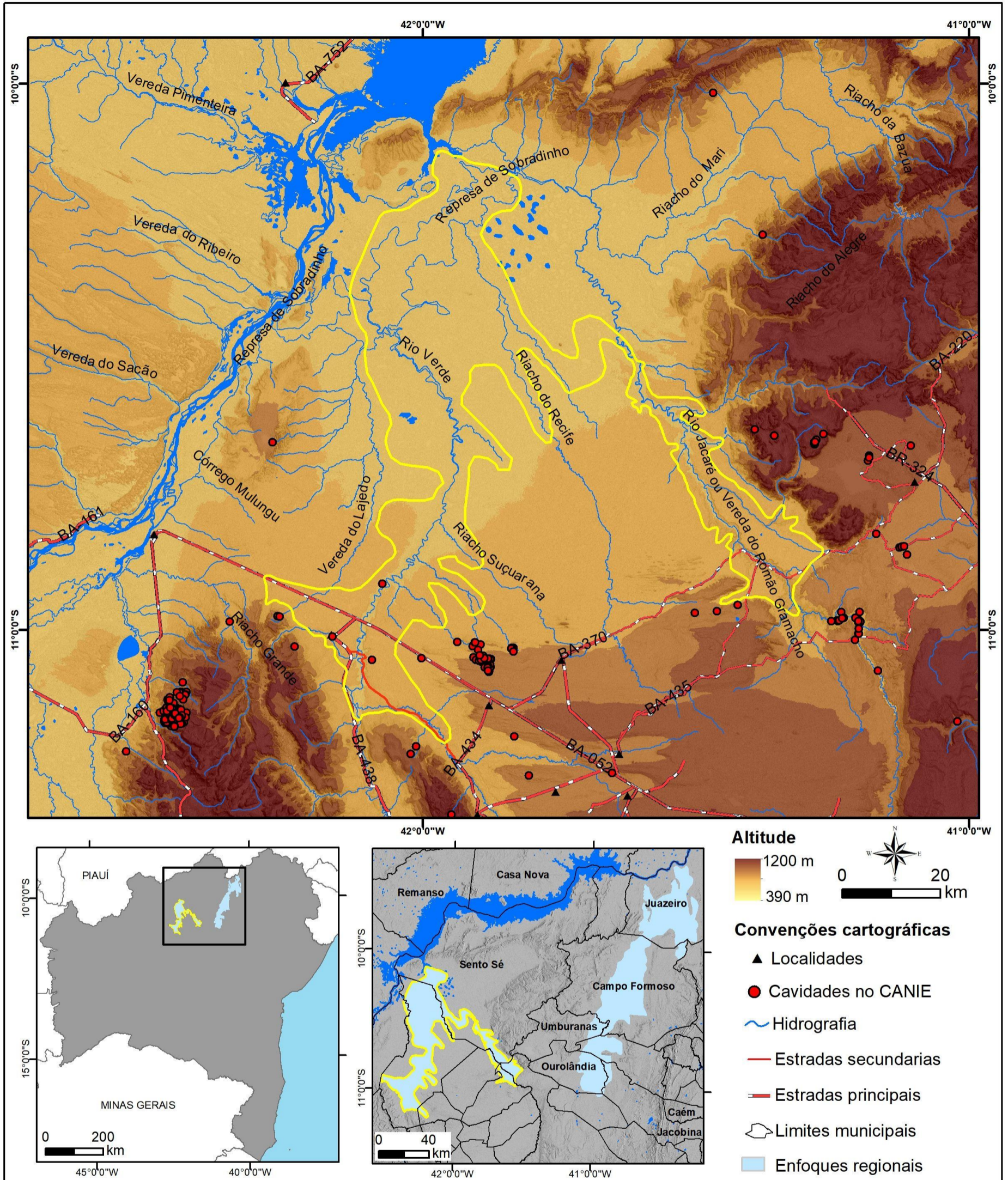
20. Mapa de relevo das províncias grupo Una e formações Cabodo e Caatinga



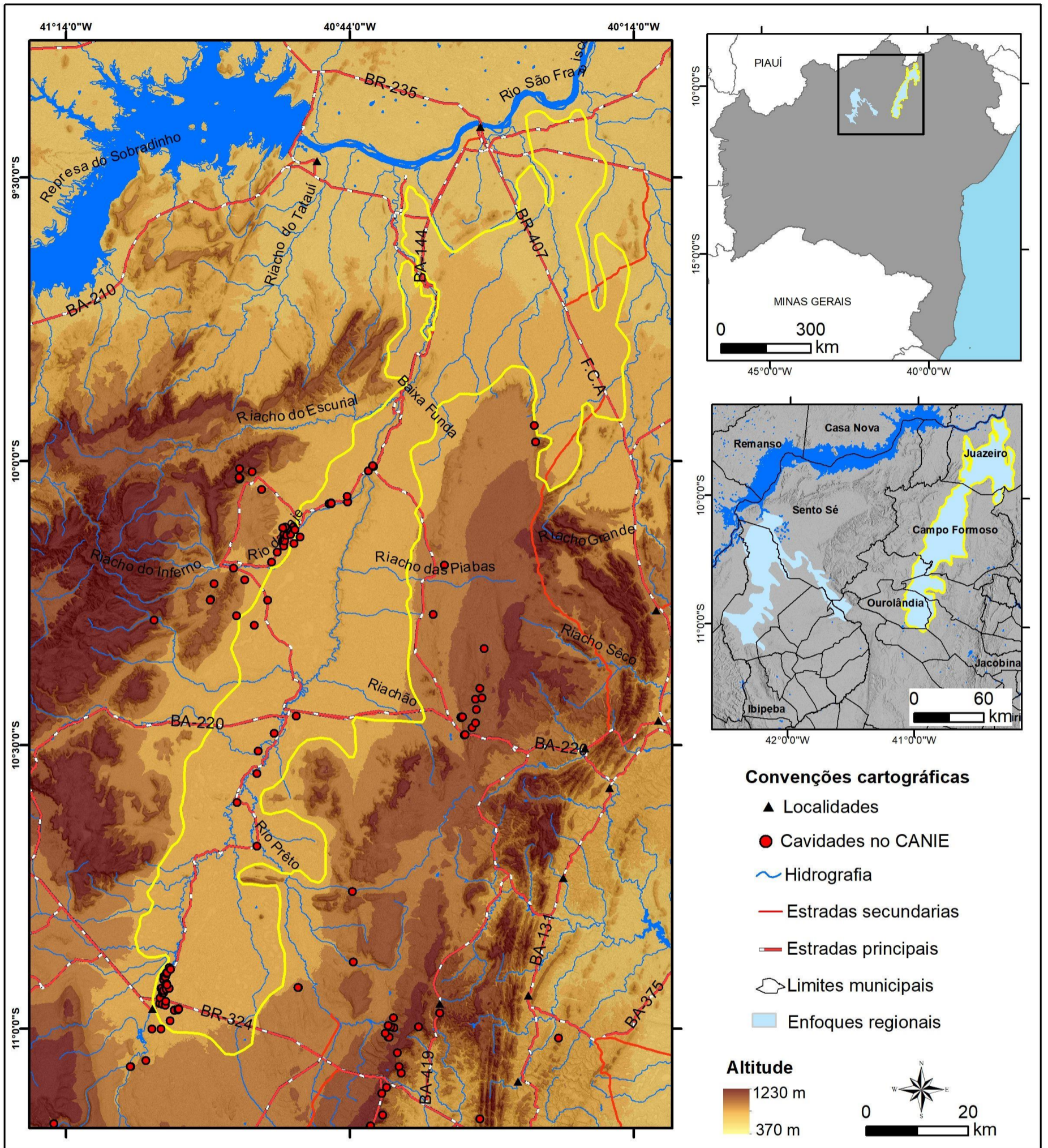
## 21. Mapa de relevo da província formação Caatinga



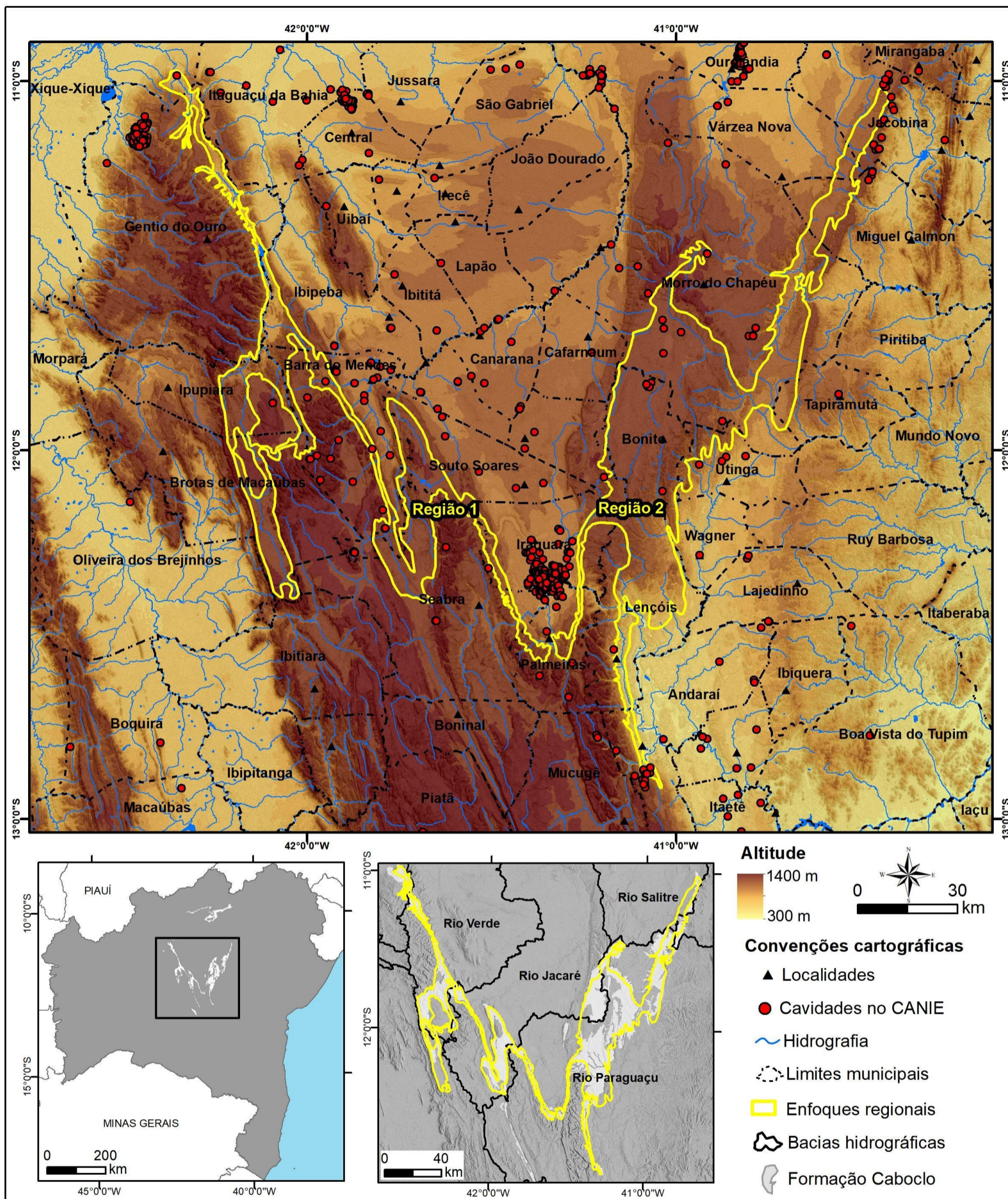
## 22. Distrito 1Ct



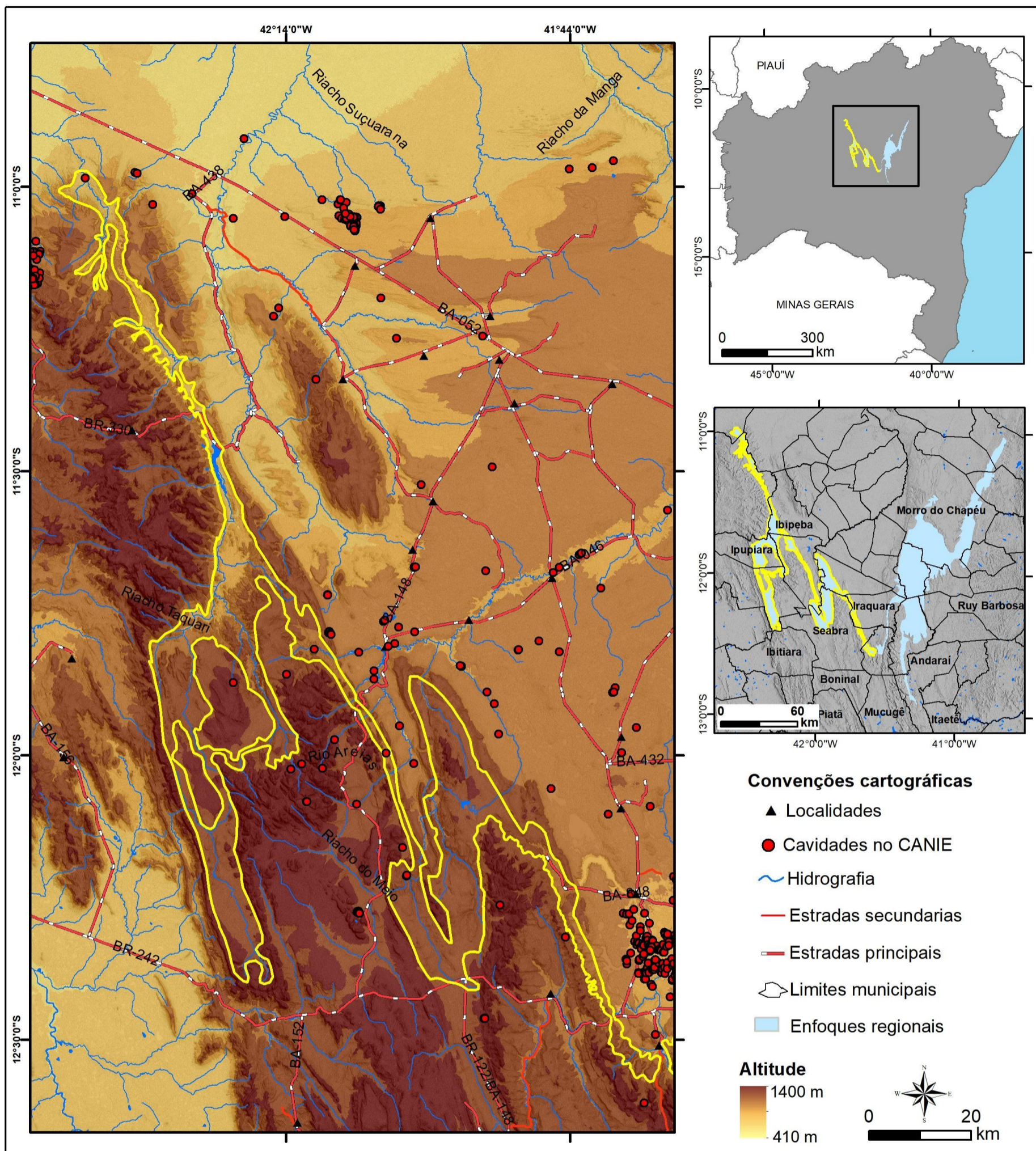
### 23. Distrito 2Ct



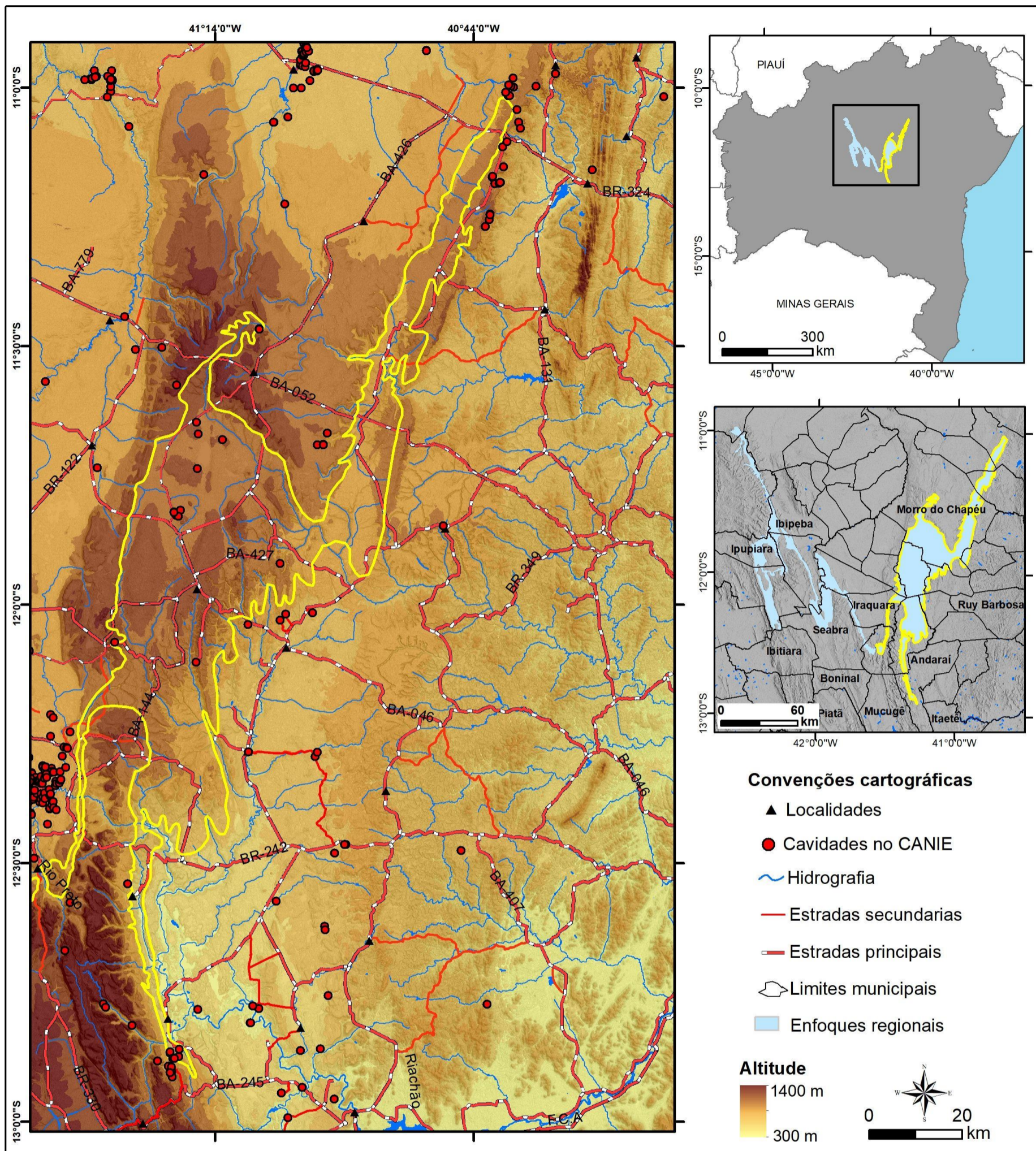
## 24. Mapa de relevo da província formação Caboclo.



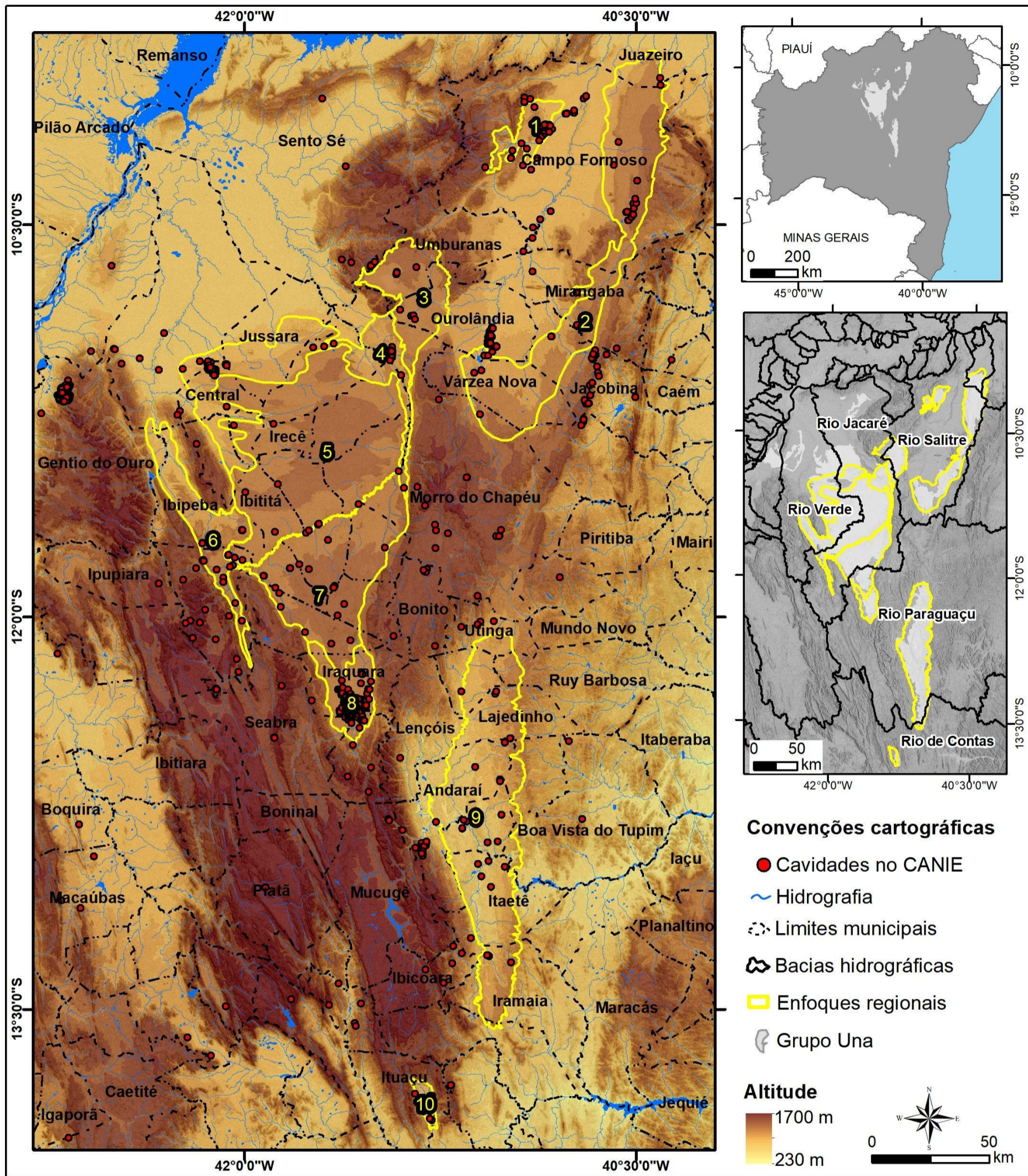
## 25. Distrito 1Cb



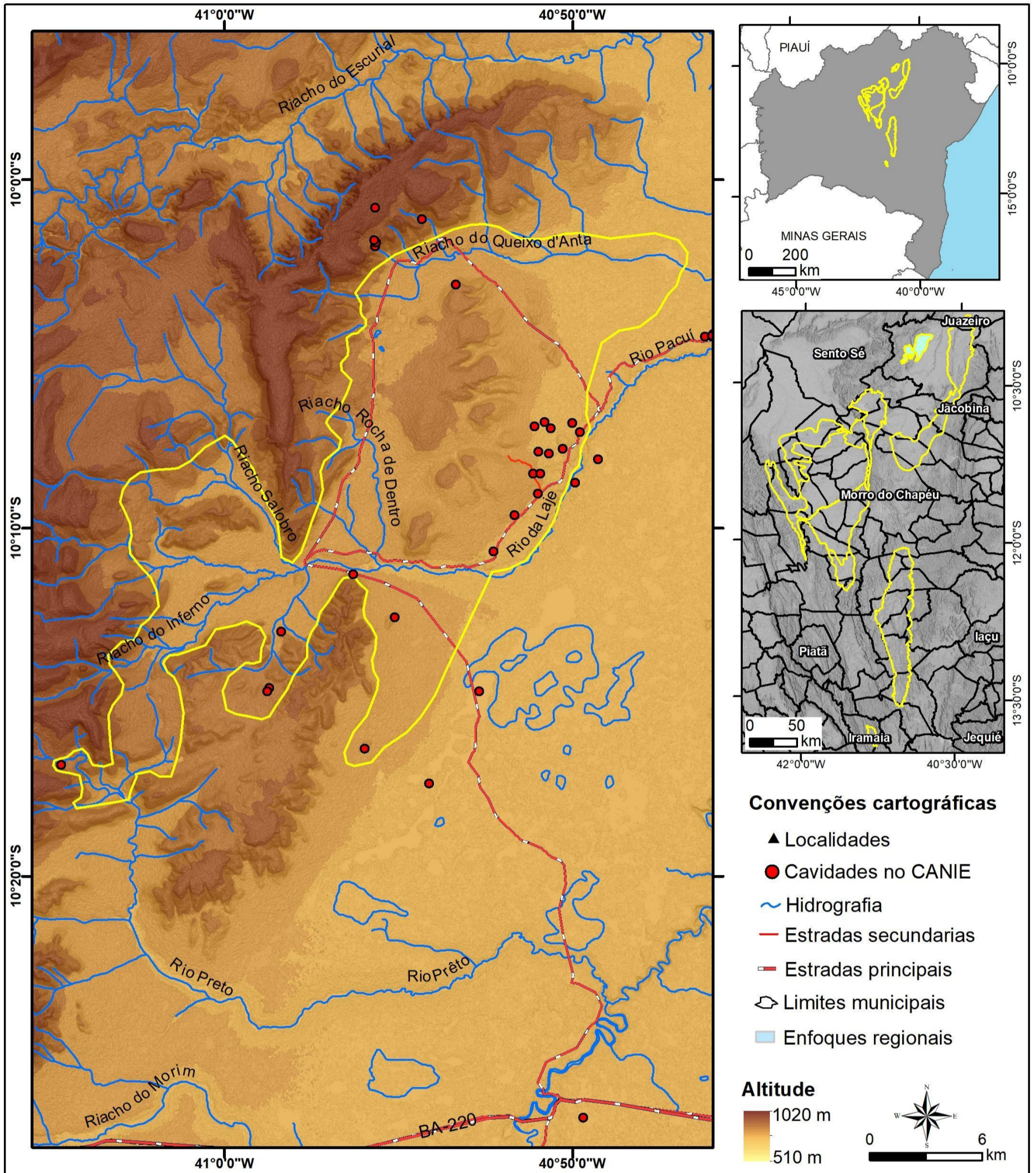
## 26. Distrito 2Cb



## 27. Mapa de relevo da província grupo Una



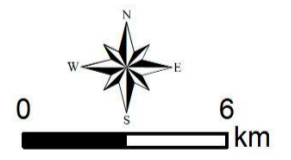
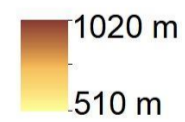
## 28. Distrito 1Un



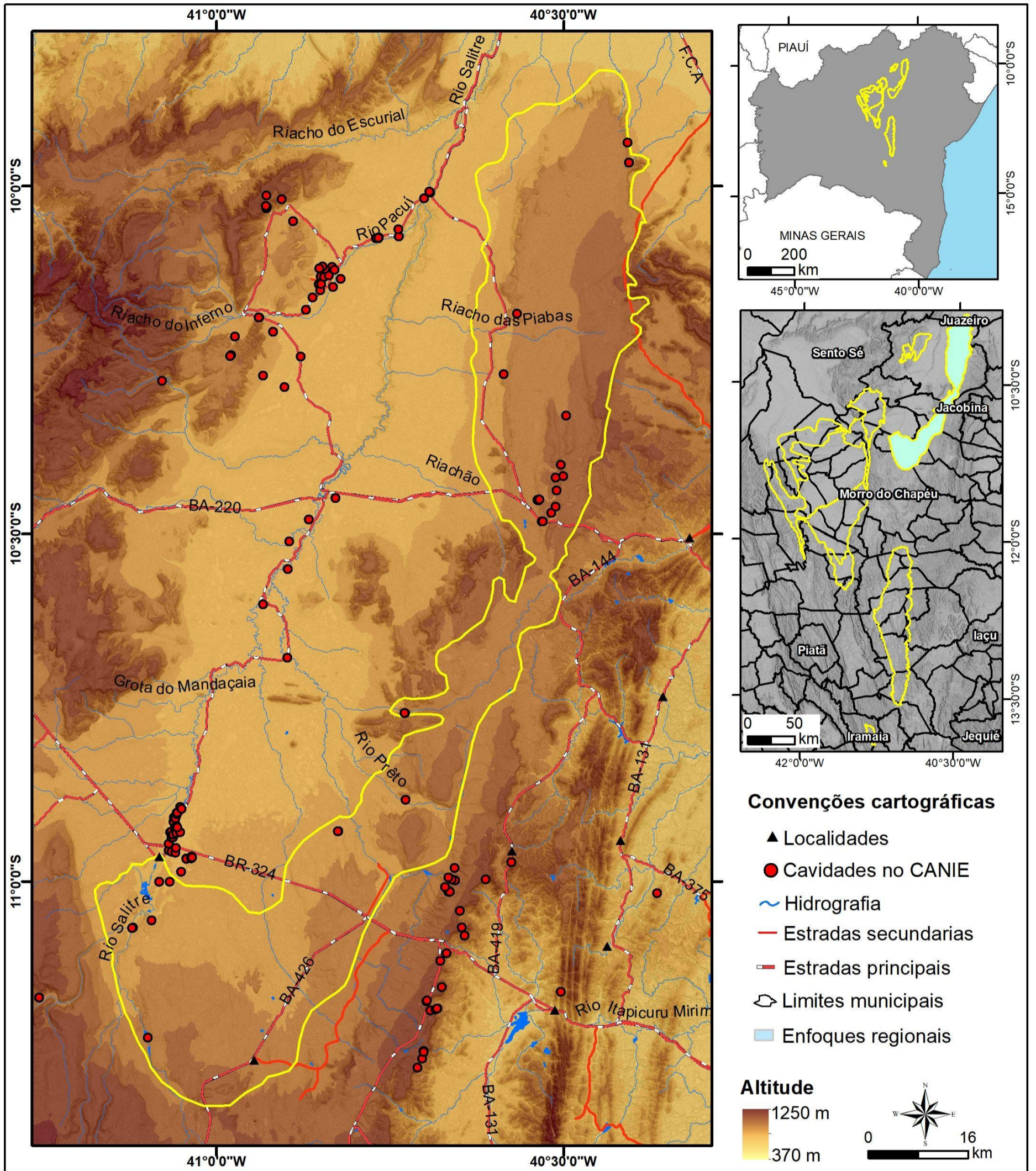
### Convenções cartográficas

- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- ~ Hidrografia
- Estradas secundarias
- Estradas principais
- ⬭ Limites municipais
- Enfoques regionais

### Altitude



## 29. Distrito 2Un

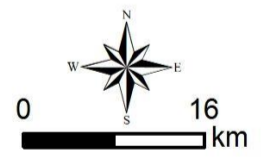


### Convenções cartográficas

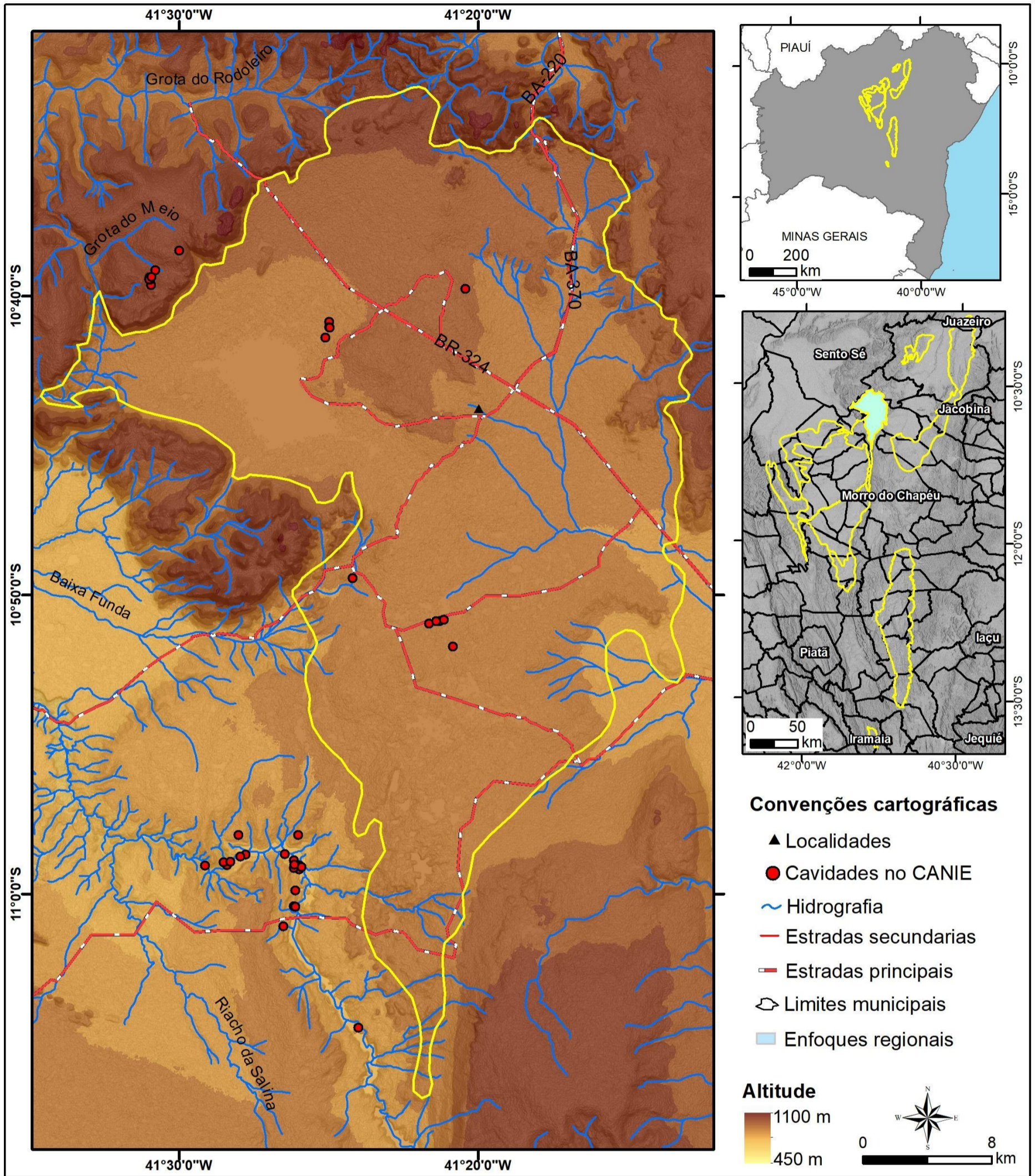
- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- ~ Hidrografia
- Estradas secundarias
- Estradas principais
- ⬭ Limites municipais
- Enfoques regionais

### Altitude

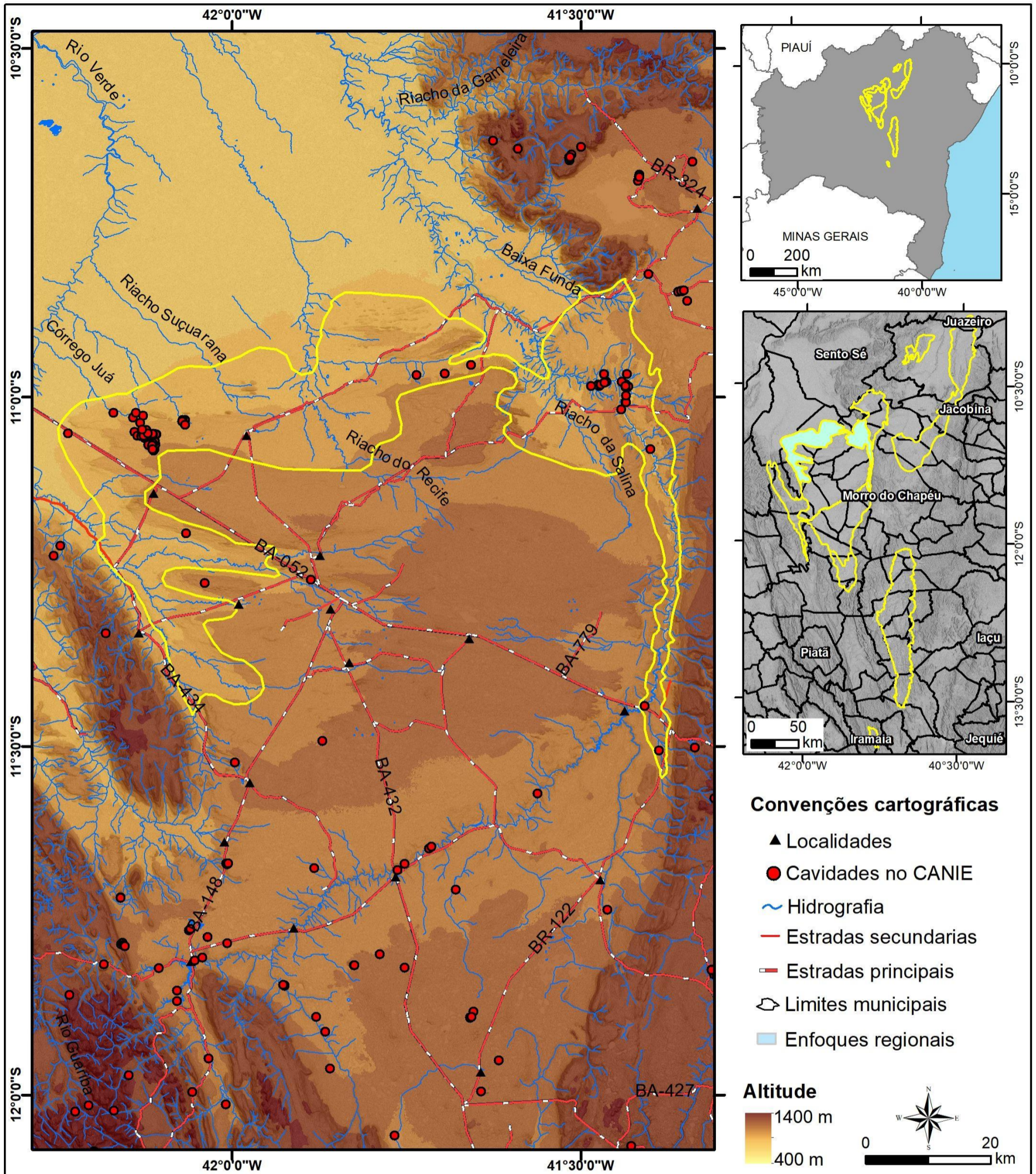
- 1250 m
- 370 m



### 30. Distrito 3Un



### 31. Distrito 4Un

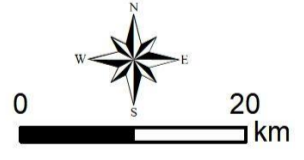


#### Convenções cartográficas

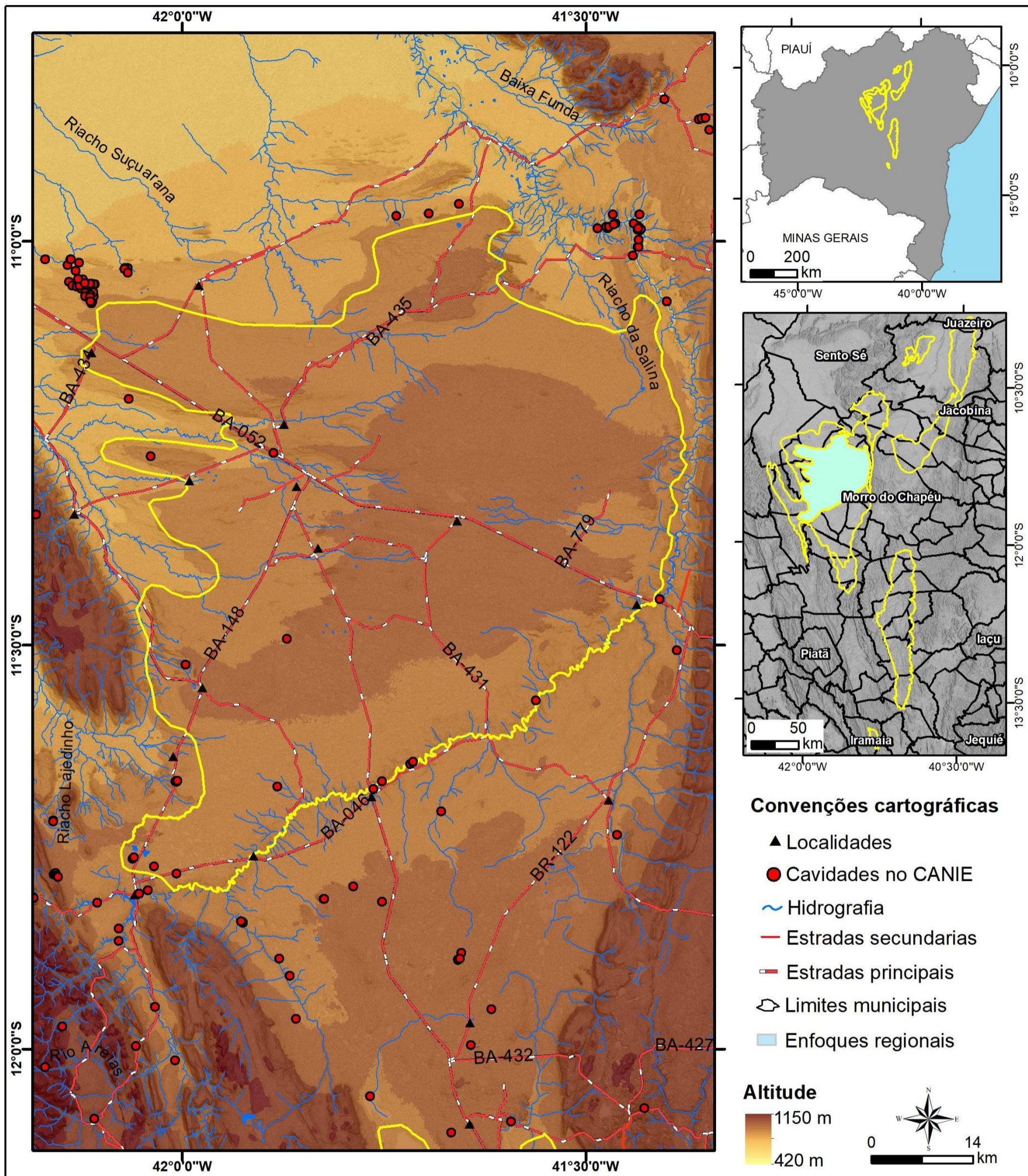
- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- ~ Hidrografia
- Estradas secundarias
- Estradas principais
- ⬭ Limites municipais
- Enfoques regionais

#### Altitude

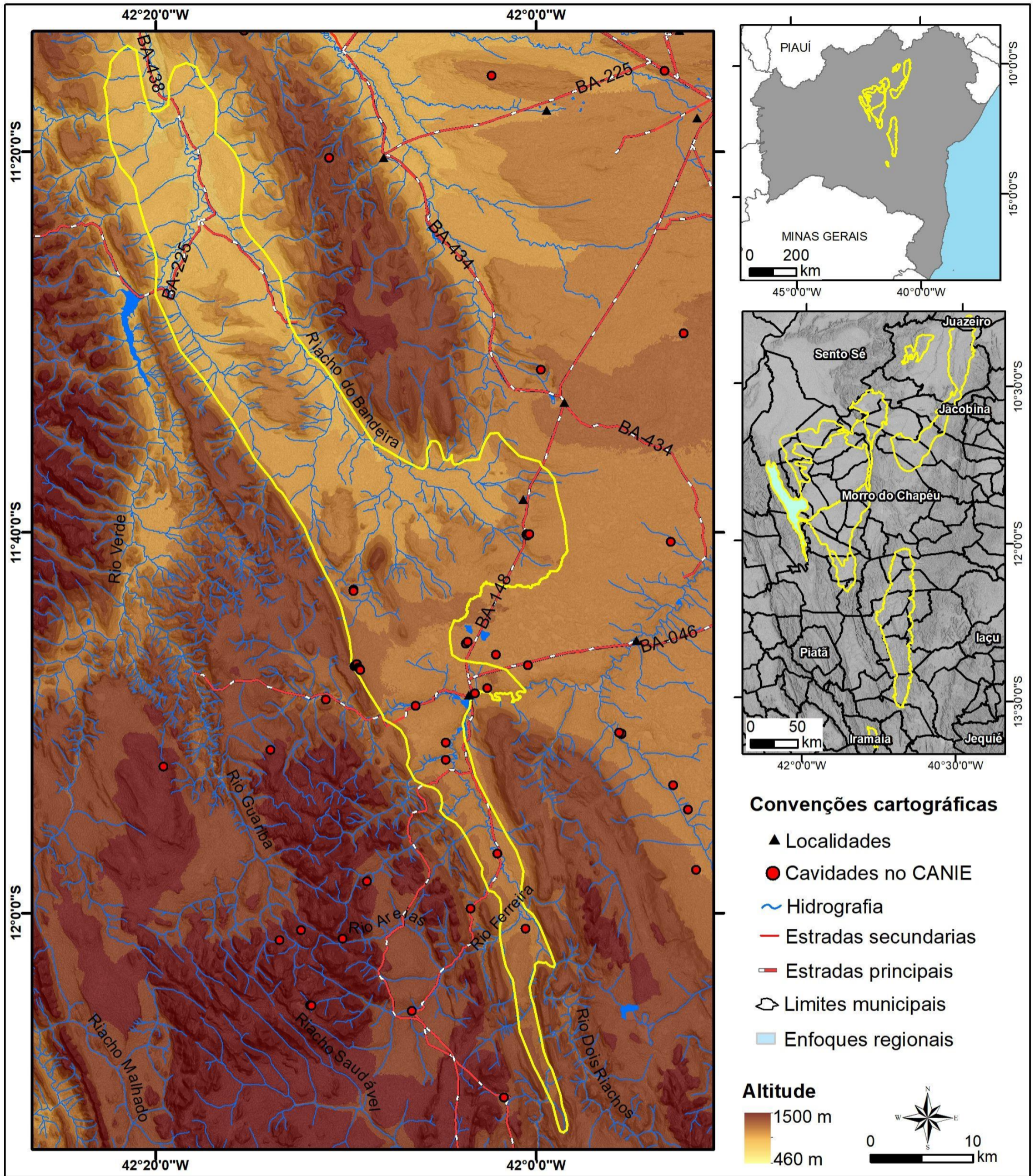
- 1400 m
- 400 m



32. Distrito 5Un



### 33. Distrito 6Un

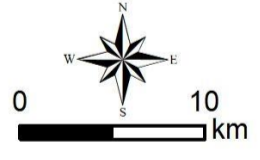


#### Convenções cartográficas

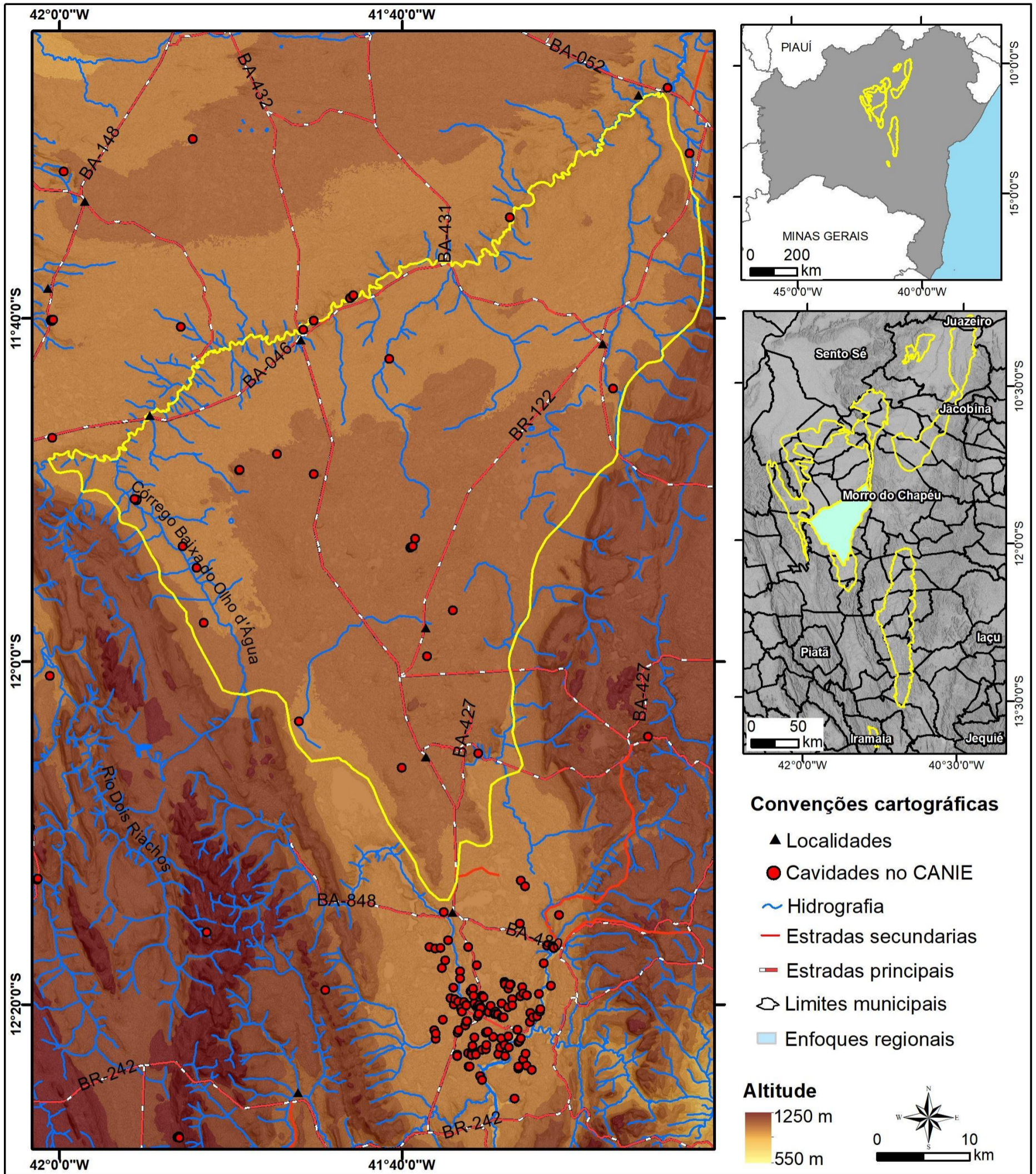
- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- ~ Hidrografia
- Estradas secundarias
- Estradas principais
- ⬭ Limites municipais
- Enfoques regionais

#### Altitude

- 1500 m
- 460 m



### 34. Distrito 7Un

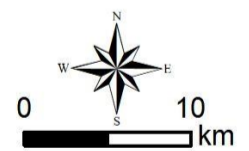


#### Convenções cartográficas

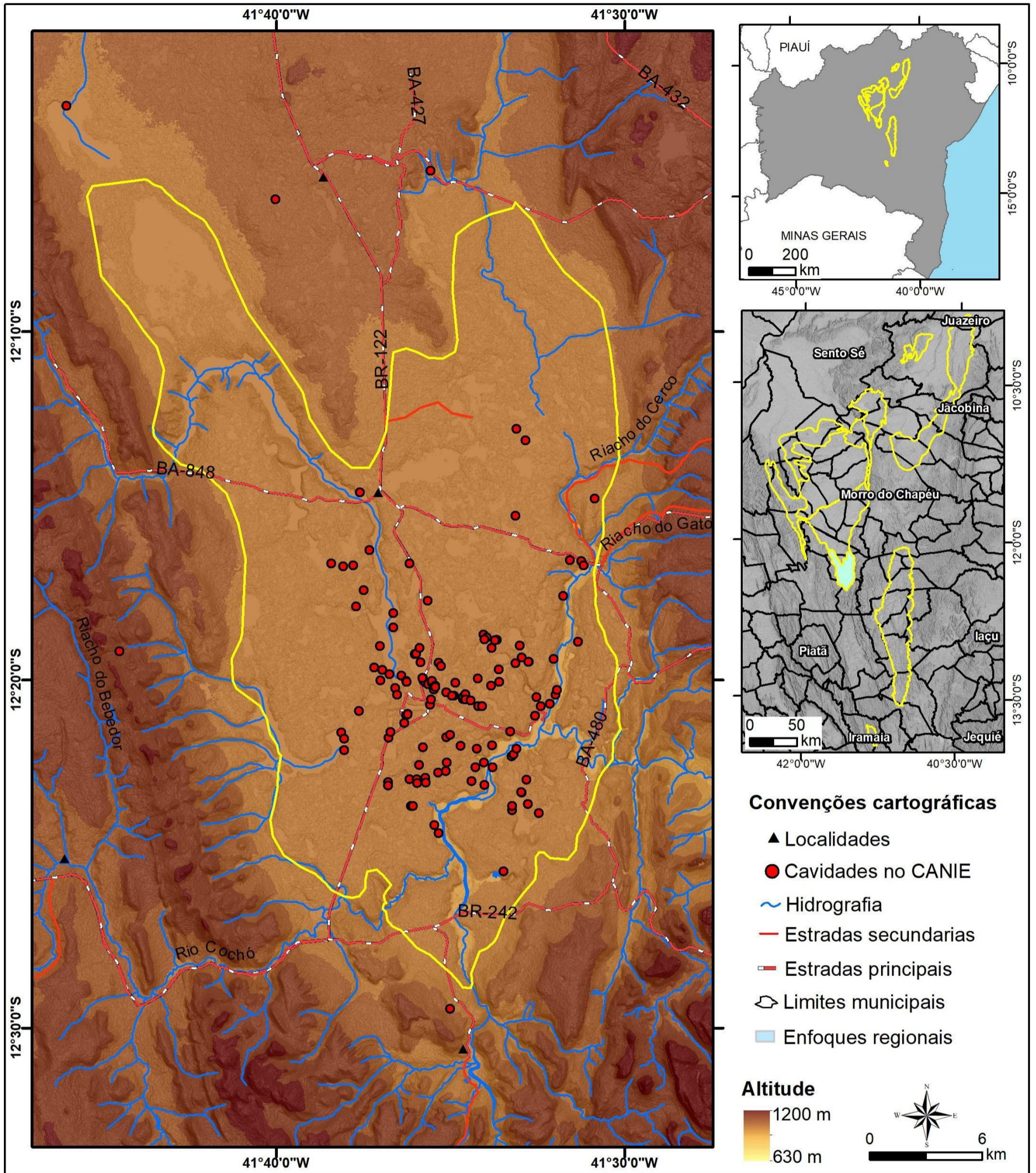
- ▲ Localidades
- Cavidades no CANIE
- ~ Hidrografia
- Estradas secundarias
- Estradas principais
- ⬭ Limites municipais
- Enfoques regionais

#### Altitude

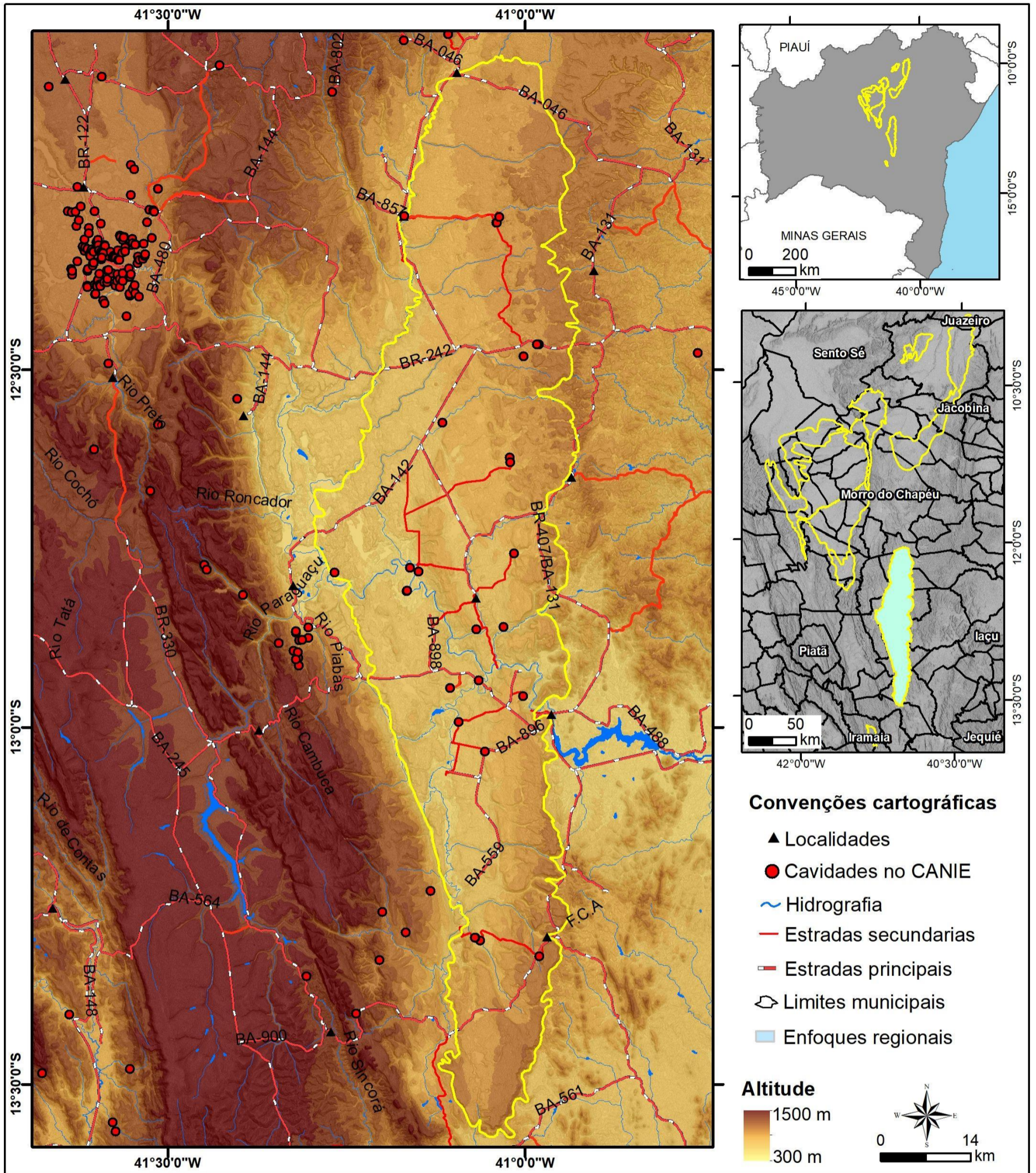
- 1250 m
- 550 m



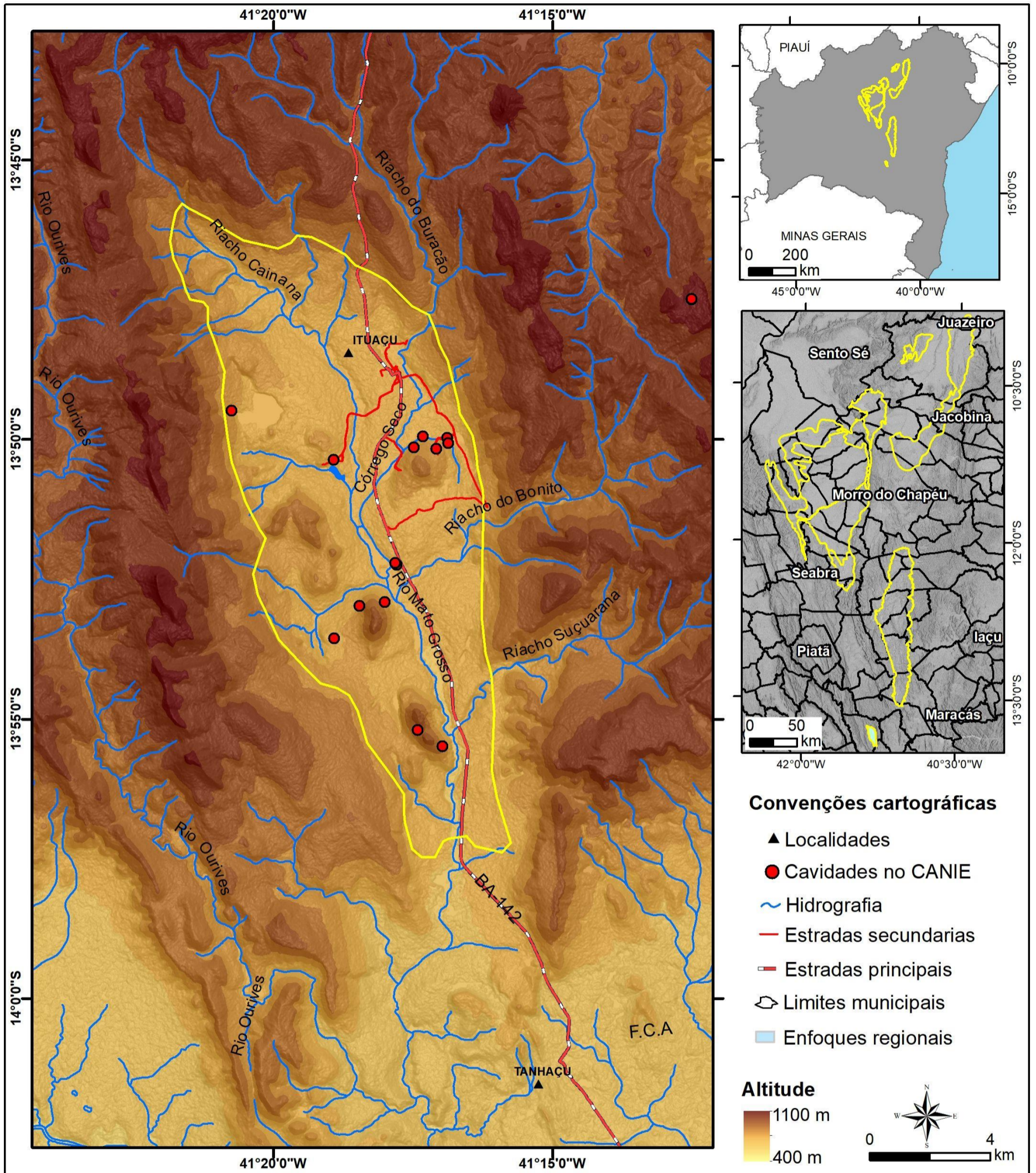
### 35. Distrito 8Un



### 36. Distrito 9Un



### 37. Distrito 10Un



**ANEXO C – LIVRO “ATLAS DO CARSTE E CAVERNAS - EM ROCHAS CARBONÁTICAS - NO ESTADO DA BAHIA”, QUE CONTÉM TAMBÉM OS MAPAS DAS REGIÕES CÁRSTICAS CONFORME O MÉTODO PROPOSTO, MAS TAMBÉM O PRÓPRIO MÉTODO COM SEUS CRITÉRIOS E DETERMINAÇÕES PARA CADA UMA DAS 26 REGIÕES OBTIDAS AO FIM DA REGIONALIZAÇÃO E, LOGICAMENTE, A DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ATUALIZADA DOS TERRENOS CÁRSTICOS EM ROCHAS CARBONÁTICAS DO ESTADO DA BAHIA;**



**Atlas do carste e cavernas - em rochas carbonáticas - no Estado da Bahia.**

*Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira*

*Carlos Gleidson Campos da Purificação*

*Tarsila Carvalho*

*Léo Linke Ferreira*

## Sumário

1. ABRINDO GALERIAS DO CONHECIMENTO SOBRE CARSTE E CAVERNAS NA BAHIA
2. A REGIONALIZAÇÃO DO CARSTE: ABORDAGENS, LEIS E MÉTODOS
3. CONTEXTO GEOLÓGICO E ENFOQUES REGIONAIS DA PROVÍNCIA DO SUPERGRUPO CANUDOS
  - 3.1 Distrito de Curaçá
  - 3.2 Distrito de Uauá e Canudos Norte
  - 3.3 Distrito de Euclides da Cunha e Canudos Sul
  - 3.4 Distrito de Paripiranga
4. CONTEXTO GEOLÓGICO E ENFOQUES REGIONAIS DA PROVÍNCIA DO GRUPO RIO PARDO
  - 4.1 Distrito de Potiraguá Oeste
  - 4.2 Distrito de Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote Sul
  - 3.3 Distrito de Euclides da Cunha e Canudos Sul
  - 4.3 Distrito de Santa Luzia, Camacã e Mascote Norte
5. CONTEXTO GEOLÓGICO E ENFOQUES REGIONAIS DA PROVÍNCIA DO GRUPO BAMBUÍ
  - 5.1 Distrito de São Desidério
  - 5.2 Distrito de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis
  - 5.3 Distrito de Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho Nordeste
  - 5.4 Distrito de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho Sudoeste
  - 5.5 Distrito de Iuiú
6. CONTEXTO GEOLÓGICO E ENFOQUES REGIONAIS DAS PROVÍNCIAS ESPELEOLÓGICAS EM ROCHAS CARBONÁTICAS NA CHAPADA DIAMANTINA
  - 6.1 Enfoques Regionais na Província da Formação Caboclo
    - 6.1.1 Distrito de Xique - Xique, Gentio do Ouro, Ibipeba, Barra do Mendes Centro, Ipupiara, Brotas de Macaúbas, Seabra Norte, Souto Soares Oeste e Palmeiras Noroeste
    - 6.1.2 Distrito de Jacobina, Miguel Calmon, Morro do Chapéu Sudeste, Tapiramutá Oeste, Bonito, Wagner, Utinga Oeste, Mulungu do Morro Leste e Lençóis
  - 6.2 Enfoques Regionais na Província do Grupo Una
    - 6.2.1 Distrito de Campo Formoso Oeste
    - 6.2.2 Distrito de Juazeiro Sul, Campo Formoso Leste, Mirangaba Centro, Jacobina Centro Oeste, Várzea Nova Centro Oeste, Morro do Chapéu Nordeste e Ourolândia Sul
    - 6.2.3 Distrito de Umburanas Sudoeste, Ourolândia Oeste e Morro do Chapéu Norte
    - 6.2.4 Distrito de Morro do Chapéu Norte/Noroeste, América Dourada Leste, João Dourado Leste, São Gabriel Nordeste, Jussara Centro, Itaguaçu da Bahia Sudeste e Central Centro Norte
    - 6.2.5 Distrito de América Dourada Oeste, João Dourado Sudoeste, São Gabriel Sul/Sudoeste, Jussara Sul, Central Sudeste, Uibaí Leste, Presidente Dutra, Ibititá, Ibipeba Sul, Barra do Mendes Leste, Irecê e Lapão
    - 6.2.6 Distrito de Barra do Mendes Centro Leste e Ibipeba
    - 6.2.7 Distrito de Barro Alto, Canarana, Cafarnaum, Morro do Chapéu Oeste, Mulungu do Morro Oeste, Souto Soares Norte e Iraquara Norte
    - 6.2.8 Distrito de Souto Soares Sul, Seabra Leste, Palmeiras Norte e Iraquara Sul
    - 6.2.9 Distrito de Utinga, Ruy Barbosa, Wagner, Lajedinho, Ibiquera, Boa Vista do Tupim, Andaraí, Nova Redenção, Itaetê e Iramaia
    - 6.2.10 Distrito de Ituaçu

### 6.3 Enfoques Regionais na Província da formação Caatinga

6.3.1 Distrito de Morro do Chapéu Noroeste, São Gabriel Norte/Nordeste, Jussara Norte, Sento Sé Sudoeste e Itaguaçu da Bahia

6.3.2 Distrito de Juazeiro Sul, Campo Formoso Centro, Mirangaba Oeste, Jacobina Oeste Umburanas Leste, e Ourolândia Leste

### 7. CENÁRIO, PAISAGEM E LUZ NO FINAL DA GALERIA

### 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS – Tabela com a listagem de pontos visitados em campo

## Lista de Figuras

- Figura 1: Localização das Províncias Cársticas em rochas carbonáticas no Estado da Bahia
- Figura 2: Geologia Regional da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos
- Figura 3: Modelo Digital do Terreno com destaque para os distritos estabelecidos para a Província Espeleológica do Supergrupo Canudos, no Estado da Bahia. Nos polígonos vermelhos são indicados os enfoques regionais nessa província.
- Figura 4: Modelo Digital do Terreno para o distrito de Curaçá, com destaque para o rio São Francisco (a oeste) e as serras encontradas no seu interior.
- Figura 5: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (SO) – A e descontinuidades rúpteis (juntas – Frt e falhas - Flh) - B na Serra do Icó.
- Figura 6: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (SO) – A e descontinuidades rúpteis (juntas – Frt) – B nas Serras da Canabrava, da Borracha e da Gruta.
- Figura 7: Modelo digital do Terreno – MDT para o distrito de Uauá e Norte de Canudos, onde se observa a serra do Jerônimo e a serra do Coiquí.
- Figura 8: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (SO) – A e descontinuidades rúpteis (juntas – Frt) – B nas Serras do Jerônimo e do Coiquí.
- Figura 9: Modelo digital do Terreno – MDT para o distrito de Euclides da Cunha e Sul de Canudos, onde se observam as serras bordejantes e o relevo suavemente ondulado na parte central do distrito.
- Figura 10: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (SO) no distrito de Euclides da Cunha e Canudos Sul.
- Figura 11: Modelo digital do Terreno – MDT para o distrito de Paripiranga, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas, ali encontradas.
- Figura 12: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (SO) – A e descontinuidades rúpteis (juntas – Frt e falhas - Flh) – B no distrito de Paripiranga.
- Figura 13: Síntese da Geologia Regional do Grupo Rio Pardo, com destaque para as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas.
- Figura 14: Modelo Digital do Terreno com destaque para os enfoques regionais estabelecidos para a Província Espeleológica do Grupo Rio Pardo, no Estado da Bahia, que aparecem demarcados pelos polígonos vermelhos.
- Figura 15: Modelo digital do Terreno – MDT para o distrito de Potiraguá Oeste, onde se observa a área de ocorrência das rochas carbonática, com aspecto poligonal e contatos retilíneos, possivelmente condicionados por falhamentos.
- Figura 16: Modelo Digital de Terreno - MDT do Distrito de Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas e as cavidades ali encontradas.
- Figura 17: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt/Flh) – B em grutas de Pau Brasil, no território indígena Caramuru-Catarina Paraguaçu
- Figura 18: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt/Flh) – B na cavidade Pedra da Gruta, situada na parte leste de Potiraguá.
- Figura 19: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt/Flh) – B na Gruta de São Gotardo, situada no município de Mascote.
- Figura 20: Compilação dos diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (SO) – A e das estruturas rúpteis (Frt/Flh) – B no distrito de de Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote Sul.
- Figura 21: Modelo Digital de Terreno – MDT para o distrito de Santa Luzia, delimitado pela linha amarela, representando a área de ocorrência das rochas carbonáticas ali encontradas.
- Figura 22: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt/Flh) - B nas cavidades encontradas no distrito de Santa Luzia, Camacã e Mascote Norte.
- Figura 23: Síntese da Geologia Regional do Grupo Bambuí, com destaque para as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas.

- Figura 24: Modelo Digital do Terreno – MDT com os enfoques regionais estabelecidos para a Província Espeleológica do Grupo Bambuí, no Estado da Bahia.
- Figura 25: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de São Desidério.
- Figura 26: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (SO) – A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de São Desidério.
- Figura 27: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis.
- Figura 28: Diagramas de rosetas, indicando a direção do strike e do mergulho, e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no Distrito de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis.
- Figura 29: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de Distrito de Bom Jesus da Lapa e Nordeste de Serra do Ramalho, localmente conhecida como Agrovila 06, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas.
- Figura 30: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades rúpteis (Frt) no distrito de Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho Nordeste.
- Figura 31: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e Sudoeste de Serra do Ramalho, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas.
- Figura 32: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) – A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e Sudoeste de Serra do Ramalho.
- Figura 33: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de Iuiú, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas.
- Figura 34: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Iuiú.
- Figura 35: Delimitação da Chapada Diamantina, com destaque para o contexto geológico da área de ocorrência das rochas carbonáticas que abrigam e definem as províncias espeleológicas existentes nessa região e encontradas na porção central do Estado da Bahia.
- Figura 36: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas vinculadas às províncias espeleológicas da formação Caboclo, Grupo Una e formação Caatinga. Nessa imagem pode-se notar a compartimentação dessas províncias, bem como as áreas onde algumas delas são contíguas.
- Figura 37: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas da formação Caboclo e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.
- Figura 38: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de de Xique - Xique, Gentio do Ouro, Ibipeba, Barra do Mendes Centro, Ipupiara, Brotas de Macaúbas, Seabra Norte, Souto Soares Oeste e Palmeiras Noroeste.
- Figura 39: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Xique - Xique, Gentio do Ouro, Ibipeba, Barra do Mendes Centro, Ipupiara, Brotas de Macaúbas, Seabra Norte, Souto Soares Oeste e Palmeiras Noroeste.
- Figura 40: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Jacobina, Miguel Calmon, Morro do Chapéu Sudeste, Tapiramutá Oeste, Bonito, Wagner, Utinga Oeste, Mulungu do Morro Leste e Lençóis
- Figura 41: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Jacobina, Miguel Calmon, Morro do Chapéu Sudeste, Tapiramutá Oeste, Bonito, Wagner, Utinga Oeste, Mulungu do Morro Leste e Lençóis.
- Figura 42: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Una e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.
- Figura 43: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Campo Formoso Oeste.
- Figura 44: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) – A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Campo Formoso Oeste.
- Figura 45: Modelo Digital do Terreno – MDT do enfoque regional de Juazeiro Sul, Campo Formoso Leste, Mirangaba Centro, Jacobina Centro Oeste, Várzea Nova Centro Oeste, Morro do Chapéu Nordeste e Ourulândia Sul.
- Figura 46: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Juazeiro Sul, Campo Formoso Leste, Mirangaba Centro, Jacobina Centro Oeste, Várzea Nova Centro Oeste, Morro do Chapéu Nordeste e Ourulândia Sul.

- Figura 47: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Umburanas Sudoeste, Ourulândia Oeste e Morro do Chapéu Norte.
- Figura 48: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Umburanas Sudoeste, Ourulândia Oeste e Morro do Chapéu Norte.
- Figura 49: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Morro do Chapéu Norte/Noroeste, América Dourada Leste, João Dourado Leste, São Gabriel Nordeste, Jussara Centro, Itaguaçu da Bahia Sudeste e Central Centro Norte.
- Figura 50: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Morro do Chapéu Norte/Noroeste, América Dourada Leste, João Dourado Leste, São Gabriel Nordeste, Jussara Centro, Itaguaçu da Bahia Sudeste e Central Centro Norte.
- Figura 51: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de América Dourada Oeste, João Dourado Sudoeste, São Gabriel Sul/Sudoeste, Jussara Sul, Central Sudeste, Uibaí Leste, Presidente Dutra, Ibititá, Ibipeba Sul, Barra do Mendes Leste, Irecê e Lapão.
- Figura 52: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de América Dourada Oeste, João Dourado Sudoeste, São Gabriel Sul/Sudoeste, Jussara Sul, Central Sudeste, Uibaí Leste, Presidente Dutra, Ibititá, Ibipeba Sul, Barra do Mendes Leste, Irecê e Lapão.
- Figura 53: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Barra do Mendes Centro Leste e Ibipeba.
- Figura 54: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Barra do Mendes Centro Leste e Ibipeba.
- Figura 55: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de de Barro Alto, Canarana, Cafarnaum, Morro do Chapéu Oeste, Mulungu do Morro Oeste, Souto Soares Norte e Iraquara Norte.
- Figura 56: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Souto Soares Sul, Seabra Leste, Palmeiras Norte e Iraquara Sul.
- Figura 57: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Souto Soares Sul, Seabra Leste, Palmeiras Norte e Iraquara Sul.
- Figura 58: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Utinga, Ruy Barbosa, Wagner, Lajedinho, Ibiquera, Boa Vista do Tupim, Andaraí, Nova Redenção, Itaetê e Iramaia.
- Figura 59: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Utinga, Ruy Barbosa, Wagner, Lajedinho, Ibiquera, Boa Vista do Tupim, Andaraí, Nova Redenção, Itaetê e Iramaia.
- Figura 60: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Ituaçu.
- Figura 61: Diagramas de rosetas indicando a direção do strike e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (SO) - A e das estruturas rúpteis (Frt) - B no distrito de Ituaçu.
- Figura 62: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Caatinga e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.
- Figura 63: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Caatinga e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.
- Figura 64: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Caatinga e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.
- Figura 65: População nas cidades instaladas nos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas no Estado da Bahia.
- Figura 66: Contexto das Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, do Estado da Bahia e o polígono do semiárido brasileiro.
- Figura 67: As Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, do Estado da Bahia e os biomas brasileiros.
- Figura 68: Contexto das Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, e os requerimentos minerais registrados na base de dados da Agência Nacional de Mineração – ANM.
- Figura 69: As Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, do Estado da Bahia e as Unidades de Conservação.

## Lista de Fotografias

- Fotos 1: Aspectos do relevo na Província Espeleológica do Supergrupo Canudos - A. Serra do Icó, Curaçá. B. Serra do Jerônimo, Uauá C. Planalto com carste encoberto, Euclides da Cunha. D. Morros, colinas e tufas no carste de Paripiranga.
- Foto 2: Aspecto dissecado do relevo na área de ocorrência das rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos na bacia do rio São Francisco, região de Curaçá
- Foto 3: Litologias encontradas na Província Espeleológica do Supergrupo Canudos - A. Mármore com alternância de níveis / bandas cinzentas e esbranquiçadas da Serra do Icó – B. Metacalcários com estratificações cruzadas na Serra da Gruta C. Dobras em metacalcários na parede lateral da Gruta de Patamuté. D. Mármore laminados nas imediações da Serra da Canabrava
- Fotos 4: A. Metacalcário laminado na Serra do Jerônimo – B. Laminações cruzadas nas rochas carbonáticas da Serra do Coiquí C. Pendants na Gruta do Jerônimo 1. D. Pendants na Toca Maior do Salitre do Caipã
- Fotos 5: A. Metacalcário cinzento, com estrutura verticalizada, em Euclides da Cunha. B. Gruta do Sino, maior cavidade encontrada em Euclides da Cunha. C. Metacalcário laminado, com intercalação argilosa na Gruta do Bom Pastor, Paripiranga. D. Gruta da Salamanta, instalada em tufas calcárias, Paripiranga
- Fotos 6: Aspecto do relevo na província do Grupo Rio Pardo. A - Relevo suavemente ondulado, com vertentes escarpadas, na Reserva Indígena Caramuru / Catarina Paraguassu. B - Na região central da Província da Bacia do Rio Pardo, nas imediações de Mascote, ocorre um conjunto de nascentes cársticas. C - Torre de rocha carbonática, na região de Potiraguá Oeste, representativa do relevo dissecado, observado nesta região. D - Na região de Santa Luzia o relevo é marcado pela presença de morros com topos aguçados
- Fotos 7: Características observadas nas cavidades encontradas na região de Potiraguá Oeste. A - Aspecto da brecha carbonática hidrotermal na Gruta do Urubu. B - Cúpulas no teto da Toca do Urubu, evidenciando os processos hipogênicos na espeleogênese.
- Fotos 8: Aspectos das rochas carbonáticas na região de Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote. A - Rocha carbonática de cor branca, com granulação fina e intercalações com níveis de arenito, na Gruta Milagrosa, situada na Reserva Indígena Caramuru / Catarina Paraguassu. B - Rocha carbonática com cor preto cinzenta, granulação fina e estrutura laminada, na Gruta da Pedra Suspensa. C - Rocha carbonática laminada, exibindo níveis com cores e espessuras variadas, com aspecto dobrado. D - Rocha carbonática com cor cinza clara, aspecto maciço e recristalizado, com presença de níveis escuros, possivelmente contendo Manganês, que se apresentam deformadas
- Foto 9: Aspecto do conglomerado polimítico da formação Salobro, encontrado no interior da gruta do Lapão de Santa Luzia.
- Fotos 10: Aspecto do relevo na província do Grupo do Grupo Bambuí. A - Paredões escarpados, em meio ao relevo suavemente ondulado e bordejando a Lagoa Azul, no sistema Cárstico do Rio João Rodrigues, em São Desidério. B - Morros residuais e superfície aplainada, com cobertura elúvio coluvionar em Santana. C - Campo de Lapiás na vertente Sul da Serra do Ramalho, próximo de Cocos. D - O rio São Francisco, a Depressão San Franciscana e morros testemunhos de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, em Bom Jesus da Lapa
- Fotos 11: Características do carste na Região de São Desidério. A - Rocha carbonática de cor cinzenta com acamamento lenticular - estruturas linsen, no Sumidouro do João Baio. B - Ampla dolina de abatimento no Buraco do Inferno da Lagoa da Sucupira. C - Vale cárstico no Canyon da Beleza, formado pelo colapso de uma trama de condutos subterrâneos. D - A gruta do Catão, localizada no Parque Municipal da Lagoa Azul e situada no Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues é uma feição reliquiar, que representa o trecho um trecho preservado do conduto onde esse rio correu no passado e que resistiu aos colapsos sucessivos de amplos salões de abatimento, tal como se deu na formação da Lagoa Azul, situada logo a montante dessa cavidade.
- Fotos 12: Características do carste na Região de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis. A - Entrada da Gruta do Padre, uma das maiores cavernas do Brasil. Em 1987, essa cavidade sediou a Operação Tatus II - um experimento de permanência subterrânea. A expedição teve como objetivo o isolamento de 13 espeleólogos por 21 dias, que representou o recorde sul-americano de permanência em cavernas e, como resultado, foi realizada a topografia da gruta que, com 15 800 m topografados, passou a ser a maior da América do Sul, naquela época. B - Aspecto geral da rocha carbonática estratificada na Gruta da Bananeira. C - Em meio ao pacote rochoso nessa região são encontrados bolsões de calcita recristalizada. D - Aspecto da depressão ampla e fechada que fica localizada nas proximidades da Gruta do Padre.
- Fotos 13: Características do carste na Região de Bom Jesus da Lapa e nordeste de Serra do Ramalho. A - Morro testemunho de rocha carbonática encontrado na margem esquerda do rio São Francisco e onde foi observada a presença de uma pedreira ativa (Britadeira São Jorge). B - Aspecto do morro testemunho de rocha carbonática na cidade de Bom Jesus da Lapa, situado na margem do rio São Francisco e onde está instalado o Santuário do Bom Jesus. C - Capela de Nossa Senhora da Soledade, construída no interior da Gruta do Bom Jesus, mediante a retirada de sedimentos que preenchiam a cavidade. D - Rocha carbonática com estrutura maciça e constituída de blocos, com bordas dissolvidas, registrada no morro testemunho da Gruta do Bom Jesus e que parece tratar-se de uma brecha carbonática intraclástica.

- Fotos 14: Características do carste na Região de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Felix do Coribe e Sudoeste de Serra do Ramalho. A - Aspecto geral do relevo na vertente oriental da Serra do Ramalho, no povoado de Descoberto, próximo do sumidouro na Gruta do Engrunado. B - A vertente poriental da Serra do Ramalho é marcada pela presença de campos de lapiás, tal como o que aparece registrado nessa imagem, que foi encontrado na Fazenda Tatu e fica situado no município de Cocos, localizado na extremidade Sul desta serra. C - No interior dos campos de lapiás, no município de Cocos, ocorre uma série de cavidades, tal como a que foi encontrada em uma pedreira abandonada no ponto GB 14, na Fazenda Tatu. D - Rocha carbonática com granulação fina a média e estrutura laminada, registrado na entrada da Gruta do Engrunado, no povoado de Descoberto – Coribe.
- Fotos 15: Características do carste na Região de Luiú. A - Aspecto da entrada da Toca Valada, instalada nas rochas carbonáticas da formação Sete Lagoas e situada no topo da Serra de Luiú. B - Vales estruturais de fundo plano e vertentes escarpadas, com lapiás, encontrados no topo da serra de Luiú. C - Vertentes de perfil suave na base da serra de Luiú, na transição para os terrenos da depressão Sanfranciscana, que aparecem ao fundo, na parte superior da imagem. D - Aspecto geral das rochas pelíticas, com cor esverdeada, clivagem ardosiana, de espessura estimada em 30 m e que separam as rochas carbonáticas da formação Sete Lagoas no topo, das rochas da formação Lagoa do Jacaré, encontradas na base da serra de Luiú.
- Fotos 16: Características dos litotipos na Chapada Diamantina. A – Laminitos algais na formação Caboclo, encontrados na Gruta do Cristal – Morro do Chapéu. B – Intercalações de pelitos e calcilitos da formação Salitre, na Gruta da Lapinha, em Ibiquera. C – Aspecto do calcrete maciço da formação Caatinga, na Toca dos Ossos, em Ouroilândia. D – Em Ituaçu as rochas carbonáticas da formação Salitre se apresentam intensamente deformadas, com estilos distintos de deformação, dos demais locais de ocorrência dessas rochas.
- Fotos 17: Aspecto e feições do relevo na Província Espeleológica da Formação Caboclo. A – Relevo serrano nas imediações de Barra do Mendes. B – Dolina de abatimento instalada nas rochas da formação Caboclo, situada em Morro do Chapéu e conhecida como Buraco do Possidônio. C – No município de Barra do Mendes ocorre um conjunto de cavidades instaladas em encostas escarpadas e de difícil acesso, conforme representado nessa imagem, à direita da torre de transmissão. D – Aspectos da seção das galerias na Gruta do Cristal, situada em Morro do Chapéu.
- Fotos 18: Cavidades naturais subterrâneas instaladas nas rochas carbonáticas da formação Salitre e situadas na Província Espeleológica do Grupo Una A - Aspecto do pórtico de uma das clarabóias existentes na Gruta dos Brejões. Atentar para o espeleólogo na parte central inferior, que permite compreender as dimensões nesse local. B – Pedants na Toca da Barriguda, a segunda maior caverna do Brasil. Essas feições são indicativas da atuação de processos hipogênicos na espeleogênese. C – A Gruta do Poço Encantado consiste em grande salão de abatimento que dá acesso ao nível freático. Trata-se de um dos principais atrativos do turismo na Chapada Diamantina e do local onde foi encontrado e descrito, pela primeira vez, uma espécie de bagre troglóbio. D – A Gruta da Mangabeira abriga um santuário religioso na sua entrada e é palco de peregrinação desde o século XVIII.
- Fotos 19: Aspecto e feições do relevo na Província Espeleológica do Grupo Una. A – Relevo aplainado na Sub-bacia Campinas, no Distrito de Campo Formoso Oeste, nas imediações da Toca da Boa Vista (CANIE: 015762.00755.29.06006, CDN 01). B – Aspecto geral do material detrítico da cobertura, em sulco erosivo situado em vale cego que drena para a Toca do Campo Alegre (CANIE: 019883.00750.29.23357, CDN 15). C – Campo de Lapiás na cidade de Lapão, indicando um adelgaçamento da cobertura detrítica nesse município. D – Lapiás arredondados em Barra do Mendes, sugestivos de um estágio inicial de denudação.
- Fotos 20: Aspecto e feições do relevo na Província Espeleológica do Grupo Una. A – Campo de lapiás encontrado na zona rural de Canarana. B – Ponte de Pedra localizada no sumidouro do rio Água de Rega e que consiste em um dos acessos para a Gruta da Lapa Doce (CANIE: 015535.00563.29.14406, CDN31). C – Aspecto do relevo com ondulações suaves na Bacia Una-Utinga, nas imediações da dolina que dá acesso à Gruta do Poço Encantado (CANIE: 015691.00701.29.15007, CDS 15). D – Relevo rebaixado e com morros residuais na Sub-bacia de Ituaçu.
- Fotos 21: Características da Província Espeleológica da formação Caatinga. A – Aspecto da geomorfologia na Sub-Bacia Campinas, onde a formação Caatinga ocorre de maneira contígua com rochas do Grupo Una. Nessa imagem, na parte baixa e aplainada do relevo ocorrem as rochas carbonáticas da formação Caatinga, que estão circundadas pelas rochas do Grupo Una, que ocorrem nas partes mais elevadas. B – A Toca dos Ossos, situada em Ouroilândia é a maior cavidade conhecida na formação Caatinga e, visando a sua proteção, está em curso a criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN. C – A lavra do calcrete da formação Caatinga, em Ouroilândia, consiste em uma ameaça ao patrimônio espeleológico e, em alguns casos, as minas são abandonadas, sem qualquer medida de recuperação das áreas degradadas. A rocha é comercializada com o nome de “Mármore Bege Bahia”. D – O relevo nessa província é marcado por uma superfície aplainada, com afloramentos rochosos que, por vezes, estão encobertos por uma camada delgada de sedimentos, ou consistem em extensos lajedos, podendo apresentar trechos com lapiás.

## 1. ABRINDO GALERIAS DO CONHECIMENTO SOBRE CARSTE E CAVERNAS NA BAHIA

Apesar de pouco conhecidos pela maioria da população brasileira, os terrenos cársticos guardam informações importantes sobre a história do nosso planeta e também sobre a história da humanidade. Muitas das informações a respeito da evolução recente do clima na Terra foram obtidas em espeleotemas, encontrados no interior das cavernas, assim como muitas das informações mais importantes, sobre os hábitos e modos de vida das primeiras sociedades, foram encontradas em sítios arqueológicos situados nas entradas de cavernas, que serviram de abrigos para os nossos antepassados. Por outro lado, nos dias de hoje, a maioria das habitações brasileiras são feitas de cimento que, por sua vez, é fabricado a partir das rochas carbonáticas que consiste em um tipo de rocha onde a grande maioria dos terrenos cársticos e cavernas estão instalados.

Cabe esclarecer que os terrenos cársticos representam um tipo especial de relevo, onde a dissolução do maciço rochoso seja pela ação da água, ou demais fluidos naturais da Terra, acaba por formar vazios subterrâneos, de maneira que em subsuperfície vai sendo formada uma trama de galerias subterrâneas, por onde a água subterrânea passa a fluir. Com o tempo e a evolução desse processo, as galerias podem secar, na medida em que as águas vão encontrando outros caminhos mais profundos, e, mais tarde, podem colapsar e abrir canais de comunicação com o meio exterior, dando origem àquilo que a lei brasileira denomina de cavernas ou grutas. Desse modo, no carste a superfície do relevo é esculpida de dentro para fora do maciço rochoso, ao contrário do que acontece com a esmagadora maioria dos demais tipos de relevo, que são esculpidos pela água em superfície e demais processos relacionados com os agentes da dinâmica externa do nosso planeta. Considerando que as rochas carbonáticas, em especial os calcários, dolomitos e mármore, representam as litologias mais solúveis, entende-se o motivo pelo qual a maioria das cavernas e terrenos cársticos estão associados com esse tipo específico de rocha.

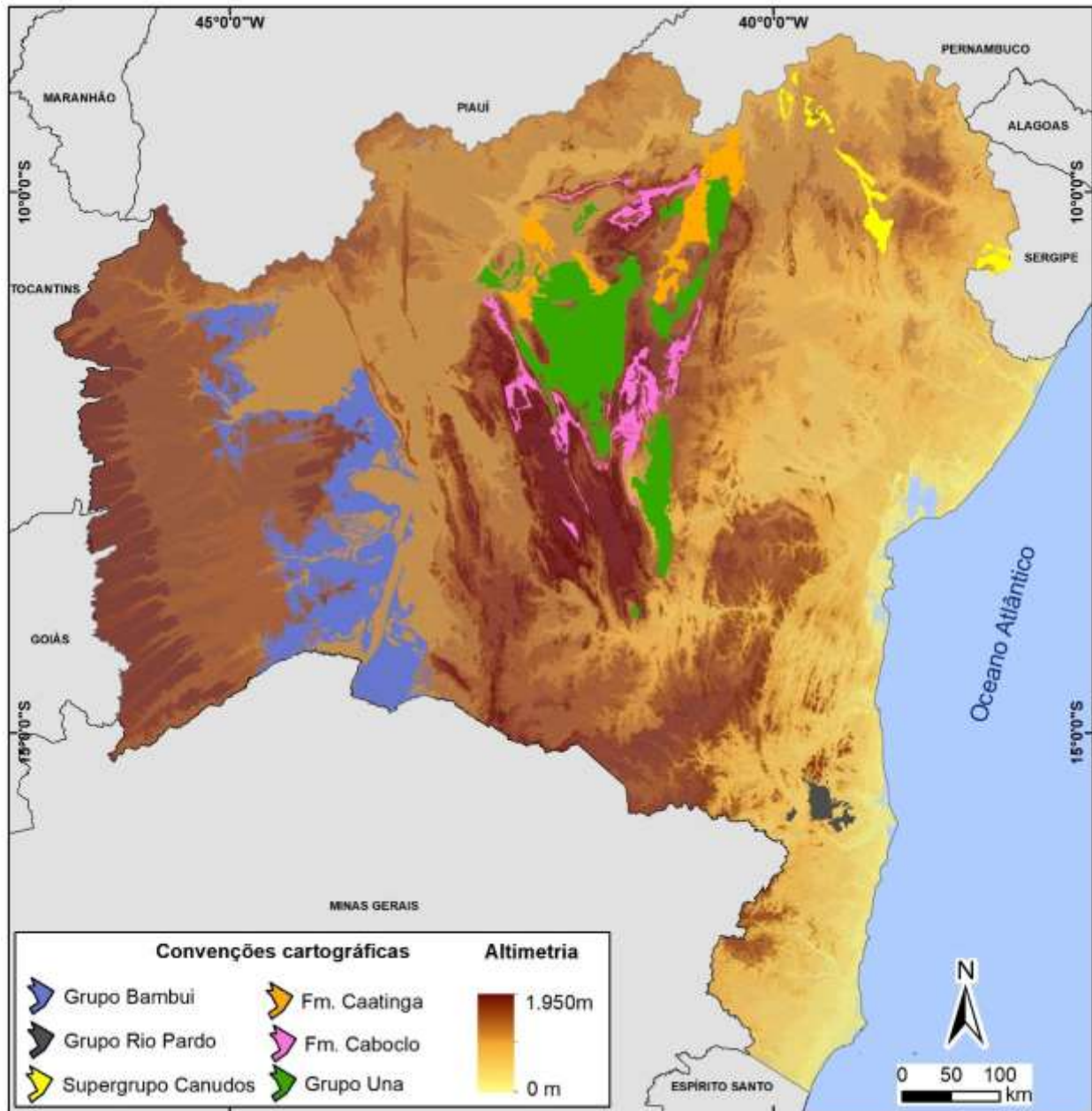
Diante do que foi exposto até aqui, percebe-se que os terrenos cársticos são um tipo peculiar de relevo e, como tal, eles demandam uma atenção diferenciada. Ademais, tratam-se de terrenos sensíveis, já que, dentre outras coisas, as águas subterrâneas transitam por amplas galerias, fato que facilita a dispersão de contaminantes e torna os aquíferos cársticos mananciais muito vulneráveis. Esse conjunto de fatores atesta a importância de se conhecer melhor esses terrenos e é ilustrativo de alguns dos desafios inerentes para a ocupação e conservação dos sistemas cársticos. É ainda importante dizer que cerca de 10% do território do estado da Bahia é ocupado por terrenos cársticos, esculpidos em rochas carbonáticas, e que eles abrigam algumas das maiores cavernas do Brasil e do mundo, bem como são reservatórios importantes das águas que abastecem o rio São Francisco, quando ele atravessa o semiárido baiano, antes de alcançar a Barragem do Sobradinho, gerando uma parcela importante da energia que é injetada no Sistema Interligado Nacional – SIN.

Perante a relevância dos terrenos cársticos e cavernas baianas e no intuito de contribuir para a conservação desses elementos importantes da geodiversidade, será aqui apresentada e discutida uma proposta para definição dos enfoques regionais nas províncias espeleológicas, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia. O “Enfoque Regional”, conforme definição estabelecida no Decreto 6.640 de 2008, consiste na *unidade espacial que engloba no mínimo um grupo ou formação geológica e suas relações com o ambiente no qual se insere*. Esse Decreto é hoje um dos principais elementos que norteiam a legislação de proteção do carste e cavidades naturais subterrâneas no Brasil. Sendo assim, o método aqui proposto deverá contribuir no aprimoramento do aparato legal existente no país, para o manejo e a gestão desses terrenos e do patrimônio espeleológico nacional.

Essa proposta de regionalização representa um dos resultados esperados do Projeto: “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia”, que foi iniciado em janeiro de 2021, foi conduzido mediante parceria entre NEHMA / IGeo - UFBA e CECAV, sendo financiado através do TCCE ICMBio/Vale No. 02/2020, um Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - IABS.

Para elaboração desse trabalho foram realizadas cinco campanhas de campo, tendo sido percorrido um total de 10.350 km, ao longo das províncias espeleológicas baianas, associadas às áreas de ocorrências das rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos, Grupo Rio Pardo, Grupo Bambuí, Grupo Una, Formação Caboclo e Formação Caatinga e que estão representadas na **Figura 1**. Espera-se que o método, aqui proposto, possa ser aplicado também em outros estados brasileiros e possa contribuir para elucidar conceitos e definições presentes nos instrumentos legais de conservação do carste e das cavernas no Brasil. A compilação e análise das informações existentes, para cada uma das províncias supramencionadas e a descrição aqui sumariada desses terrenos e seus respectivos contextos geológico-geográfico, já representa – por si só - um produto único no país, elaborado em escala estadual, tendo aplicações diversas seja na prevenção de conflitos ou de cenários de risco, bem como no planejamento e gestão territorial.

Figura 1: Localização das Províncias Cársticas em rochas carbonáticas no Estado da Bahia



Por último, reitera-se que os terrenos cársticos em rochas carbonáticas consistem em áreas ambientalmente sensíveis e protegidas pela lei brasileira, através de um conjunto de instrumentos legais, em função das suas peculiaridades, importância e vulnerabilidades. Por outro lado, sabendo-se que as rochas carbonáticas têm importâncias econômicas diversas, em função da sua utilização como corretivos de solo, rochas ornamentais, matéria prima na fabricação do cimento e, algumas vezes, como brita ou agregados na construção civil, entende-se que, algumas vezes cenários de conflito são instalados, ou ainda cenários de risco ambiental e/ou geotécnico são gerados, devido ao desconhecimento generalizado em relação às particularidades do carste. É justamente nesse sentido que o presente texto procura abrir as galerias do conhecimento para os terrenos cársticos e cavernas da Bahia e propor aqui mecanismos para uma gestão mais efetiva e eficaz, descortinando novas possibilidades para o uso da Terra nessas áreas.

## 2. A REGIONALIZAÇÃO DO CARSTE: ABORDAGENS, LEIS E MÉTODOS

Karmann & Sanchez (1979) e Rubbioli *et al.* (2019) estabeleceram, respectivamente, a delimitação das províncias e regiões espeleológicas do Brasil. Em ambos os trabalhos, a compartimentação foi estabelecida a partir das áreas de ocorrência das rochas carbonáticas e demais litologias com ocorrência de cavernas no território brasileiro. Sallun Filho & Karmann (2012) discutem também sobre as províncias cársticas e cavernas no Brasil e representa um outro trabalho relevante sobre a distribuição dos terrenos cársticos em escala nacional. Será aqui proposta a regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas no Estado da Bahia, baseado em critérios geológicos e geomorfológicos, obtidos através da revisão de literatura, compilação e análise da cartografia, elaboração de Modelos Digitais do Terreno – MDT e de levantamentos de campo.

A regionalização aqui apresentada, tem a finalidade de organizar procedimentos para a definição do Enfoque Regional que, segundo o Decreto 6.640 de 2008, consiste na unidade espacial que engloba, no mínimo, um grupo ou formação geológica e suas relações com o ambiente no qual se insere. No Brasil, os conceitos de Enfoques Local e Regional foram detalhados no Art. 13. da Instrução Normativa MMA nº 2 de 2017, cujos parágrafos mais relevantes são transcritos a seguir:

“§ 3º As análises referentes ao enfoque local são delimitadas pela unidade geomorfológica que apresente continuidade espacial, podendo abranger feições como serras, morrotes ou sistema cárstico, o que for mais restritivo em termos de área, desde que contemplada a área de influência da cavidade natural subterrânea.

“§ 4º As análises referentes ao enfoque regional são delimitadas pela unidade espeleológica.

§ 5º Entende-se por unidade espeleológica a área com **homogeneidade fisiográfica**, geralmente associada à ocorrência de rochas solúveis, que pode congrega diversas formas do relevo cárstico e pseudocárstico tais como dolinas, sumidouros, ressurgências, vale cegos, lapiás e cavernas, delimitada por um **conjunto de fatores ambientais específicos para a sua formação.**”

Analisando a definição legal dos Enfoques Regional e Local, entende-se que é possível traçar paralelos entre esses enfoques e o modelo Província-Distrito-Sistema apresentado em Karmann & Sanchez (1979) e aprofundado em Sanchez (1992). Para Karmann & Sanchez (*op cit*) a província consiste em “uma região, pertencente à uma mesma formação geológica, onde ocorrem grandes corpos de rochas carbonáticas suscetíveis à carstificação”. Segundo esses autores, os distritos espeleológicos representam os “setores de maior incidência local ou regional de cavernas”, no interior de uma província, atestando a descontinuidade e anisotropia dos processos cársticos ao longo de uma mesma unidade carbonática.

Considerando que os distritos consistem em áreas com concentrações de cavernas ao longo de uma unidade geológica, eles atestam a existência de um conjunto de fatores ambientais específicos para a sua formação e, sendo assim, representam áreas com alguma homogeneidade fisiográfica. Desse modo, pode-se estabelecer uma analogia entre o conceito de distritos espeleológicos, propostos por Karmann & Sanchez (1979), e o Enfoque Regional, estabelecido na Instrução Normativa MMA nº 2 de 2017, que serão aqui tratados ao longo do texto como conceitos equivalentes. Cabe ressaltar que a estratigrafia, as variações estruturais e faciológicas das rochas carbonáticas, associadas ao passado

paleoclimático e tectônico, são os fatores ambientais que condicionam a espeleogênese, a tipologia das cavernas e sua distribuição, assim como condicionam as características do carste e sua compartimentação topográfica, determinando as zonas com alguma homogeneidade fisiográfica. Esses fatores ambientais também influenciam nas descontinuidades, ou lacunas, dos processos cársticos no interior de uma mesma unidade geológica, determinando assim diferentes regiões dentro de uma mesma província.

Tendo em consideração o que está estabelecido no Decreto 6.640 de 2008, entende-se “por enfoque regional, a unidade espacial que engloba no mínimo um grupo ou formação geológica e suas relações com o ambiente no qual se insere”, neste trabalho assumiu-se o distrito como uma região instalada sobre uma mesma unidade estratigráfica, limitando-se às litologias solúveis e carstificáveis que, segundo Karmann & Sanchez (1979), representam as províncias espeleológicas. Entretanto, os distritos e enfoques regionais que serão aqui delimitados, apresentados e descritos representam compartimentos contidos em cada província espeleológica, de modo que estão vinculados às formações que englobam as rochas carbonáticas e foram nomeados conforme os nomes dos municípios neles contidos.

Diante disso, foram então atualizadas as províncias espeleológicas definidas por Karmann & Sanchez (1979) para as rochas carbonáticas no Estado da Bahia, à luz da literatura mais atual e dos levantamentos de campo realizados. Em seguida, elas foram compartimentadas em distritos, equivalentes aos enfoques regionais aqui propostos, com base em modelos digitais do terreno, nos dados levantados em campo, para além do inventário e análise de informações na literatura. Nessa compartimentação foram consideradas a expressão geomorfológica, os aspectos estratigráficos, estruturais, tectônicos, a distribuição e tipologia das cavidades naturais subterrâneas conhecidas, além das demais características intrínsecas da hidrografia, observadas em cada um dos terrenos cársticos visitados.

Em relação ao enfoque local, o Decreto 6.640 de 2008 postula que “entende-se por enfoque local a unidade espacial que engloba a cavidade e sua área de influência”. Dada a escala de trabalho, que engloba todo o Estado da Bahia, e que o enfoque local é um instrumento que integra o licenciamento ambiental, podendo variar conforme o porte do empreendimento e seus impactos ambientais, não foi possível estabelecer regras para a sua definição.

Inicialmente, tentou-se utilizar as bacias hidrográficas na definição de regras para o enfoque local, analisando as relações entre os terrenos cársticos e as micro ou sub bacias, porém constatou-se a inviabilidade de utilização desse critério. Observou-se que, por vezes, algumas cavidades estão instaladas em divisores de bacias e sua área de influência pode estar em diferentes sub bacias, criando-se assim cenários que não refletem a realidade e tal relação se mostrou inapropriada. Diante disso, apenas quando viável e possível, serão apontadas diretrizes gerais para a abordagem do enfoque local, em cada uma das regiões estabelecidas. Por último, destaca-se que critérios geomorfológicos e os aspectos tectono-estruturais foram aqueles que, na maioria das vezes, se mostraram os mais satisfatórios para a designação de enfoques locais.

### 3. CONTEXTO GEOLÓGICO E ENFOQUES REGIONAIS DA PROVÍNCIA DO SUPERGRUPO CANUDOS

A área de ocorrência das rochas carbonáticas carstificadas do Supergrupo Canudos localiza-se no norte e nordeste do Estado da Bahia e se estende ao longo das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Vaza Barris, envolvendo as cidades de Curaçá, Uauá, Canudos, Euclides da Cunha e Paripiranga. Toda essa área ocupa 0,31% do território do Estado da Bahia e conta, nos dados obtidos em 31 de dezembro de 2020, com 103 cavidades registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE.

Karmann & Sánchez (1979), em um trabalho pioneiro na tentativa de estabelecer a distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil, incluem essas ocorrências na “Região Carbonática Curaçá-Canudos”. Para esses autores, a região apresentava rochas carbonáticas com baixa incidência de cavernas, embora com alta favorabilidade à espeleogênese por pertencerem ao Supergrupo São Francisco. Contudo, eles alertam que no futuro, com a evolução do conhecimento espeleológico, algumas dessas regiões poderiam vir a ser classificadas como províncias.

Mediante os avanços no conhecimento relacionados com os terrenos cársticos associados a essa região carbonática, entende-se que a área de ocorrência das rochas do Supergrupo Canudos já reúne condições para ser categorizada como uma província espeleológica. Tendo em consideração aspectos relacionados com a Geologia local, relevo, cavidades cadastradas no CANIE e os critérios estabelecidos no Decreto 6.640/2008, detalhados na IN MMA-02/2017, essa área foi compartimentada em quatro distritos, que serão aqui descritos e que são equivalentes aos enfoques regionais propostos para essa província. Nas **Fotos 1A a D** são apresentados aspectos geomorfológicos característicos dessa província.

As primeiras descrições e citações na literatura científica brasileira relativas às rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos remontam às décadas de 1950 e 1960, quando a região de Curaçá e cercanias eram intensamente estudadas para fins de prospecção geológica e geoquímica em busca de jazidas de Cobre. O Supergrupo Canudos era denominado “Série Canudos”, termo empregado por Almeida (1947) e Alves & Moraes (1952) referindo-se aos filitos, quartzitos, calcários e outros metassedimentos entre Macururé e Canudos, numa época em que os autores ainda discutiam se os “calcários e mármorees Canudos e Bambuí” eram estratigraficamente equivalentes. Mais tarde, Jordan (1970), trabalhando em convênio da Missão Geológica Alemã com a SUDENE, entre 1967 e 1972, concluiu que o que antes era tido como duas unidades independentes, de ciclos deposicionais distintos – o Grupo Canudos (filitos, xistos carbonáticos, calcários) e Grupo Bambuí (calcários com baixo metamorfismo) – eram pertencentes ao mesmo ciclo deposicional.



A



C



B



D

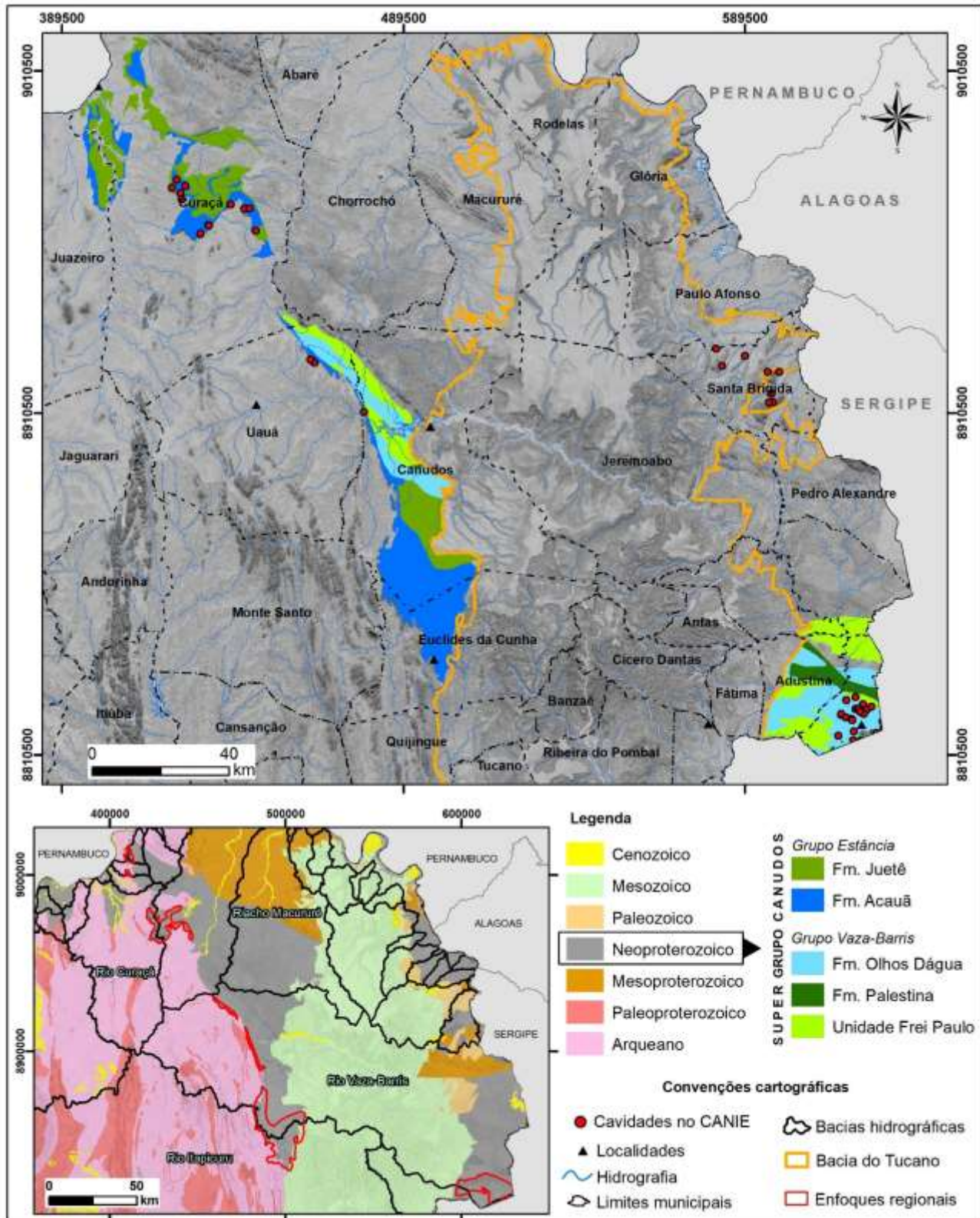
**Fotos 1:** Aspectos do relevo na Província Espeleológica do Supergrupo Canudos - **A.** Serra do Icó, Curaçá. **B.** Serra do Jerônimo, Uauá **C.** Planalto com carste encoberto, Euclides da Cunha. **D.** Morros, colinas e tufas no carste de Paripiranga.

Karmann e Sánchez (1979) chamaram a atenção para a região carbonática de Curaçá-Canudos, pois consideravam que as rochas carbonáticas ali existentes eram favoráveis à formação de cavernas, ainda que, naquela época, os autores não tivessem conhecimento da ocorrência de cavidades nesta região. Nesse mesmo trabalho, os autores também comentam sobre a região carbonática do Vaza Barris, referindo-se aos “calcários” que ocorrem na bacia hidrográfica do rio homônimo, nos Estado de Sergipe e Bahia, dizendo que apesar de ser conhecida apenas uma caverna nessa região, eles poderiam afirmar, “com razoável possibilidade de acerto, que ali existem mais muitas cavernas”.

O trabalho de Karmann e Sánchez (1979) reúne as primeiras informações encontradas para a ocorrência de carste e cavernas, na área de afloramento das rochas carbonáticas associadas ao Supergrupo Canudos. A bem da verdade, somente mais tarde, no trabalho de Auler *et al.* (2001) é que esse termo foi cunhado para a região onde aflora esse conjunto de rochas carbonáticas, situada no nordeste da Bahia e parte de Sergipe. Em Auler *et al.* (*op cit*), os autores apresentam uma descrição das principais regiões cársticas brasileiras, do seu potencial para a presença de grandes cavernas. Sobre essa região eles dizem que, muitas vezes, os carbonatos ocorrem em escarpas no alto das serras, tornando a prospecção difícil e qualquer estimativa sobre o seu potencial para a ocorrência de cavidades naturais subterrâneas prejudicada.

Em relação à Geologia do Supergrupo Canudos, cabe ressaltar que esse pacote rochoso ocorre no limite Nordeste do Cráton do São Francisco, fazendo parte da Faixa de Dobramentos Sergipana, o que explica as deformações encontradas nessas rochas. Sial *et al.* (2016) sugere que tal faixa de dobramentos está dividida em seis domínios litotectônicos, que são separados por grandes zonas de cisalhamento. Dentre esses domínios, merecem destaque os Grupos Estância e Vaza Barris, que ocorrem na porção Sul da Faixa Sergipana e abrigam as rochas carbonáticas onde está instalado um conjunto de terrenos cársticos, que ocorrem de maneira descontínua. Na **Figura 2** apresenta-se uma síntese da geologia regional desse Supergrupo, com destaque para as áreas de ocorrência dos grupos estratigráficos supramencionados e que serão detalhados em seguida. Cabe notar que a Bacia Sedimentar de Tucano separa em sua borda ocidental os terrenos cársticos instalados nas rochas carbonáticas do Grupo Estância, daqueles instalados nas rochas carbonáticas reunidas no Grupo Vaza Barris e que afloram, em sua maior parte, na borda oriental dessa bacia sedimentar.

Figura 2: Geologia Regional da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos



Mediante a compilação da literatura disponível (Humphrey & Allard, 1969; Silva Filho & Brito Neves, 1979; Saes & Vilas Boas, 1983; D'el-Rey Silva, 1995, 1999; D'el-Rey Silva & McClay, 1995; Oliveira *et al.*, 2005, 2010; Sial *et al.*, 2010) percebe-se que a estratigrafia do Supergrupo Canudos é de natureza complexa e foi objeto de diferentes interpretações ao longo do tempo, especialmente em relação às idades deposicionais e distribuição das formações nos respectivos grupos. Tendo em consideração as diferenças litológicas, estruturais e tectônicas e considerando trabalhos mais recentes (Sial *et al.*, 2016, Uhlein *et al.* 2011 e Oliveira *et al.* (2010, 2017) a estratigrafia dos grupos que abrigam as rochas carbonáticas pode ser resumida conforme descrito abaixo:

**Grupo Estância** – cobertura sedimentar do Cráton do São Francisco, constituída por um pacote de sedimentos plataformais, não-deformados à fracamente deformados em regime predominantemente dúctil, com 1 a 3,5 km de espessura e que pode ser dividido nas seguintes unidades:

- Formação Juetê – conglomerados, argilitos, arenitos e diamictitos, entre 20 e 30 m de espessura.
- Formação Acauã – calcários e dolomitos, com ocorrências de estromatólitos, entre 40 e 200 m de espessura e consiste na unidade que abriga os terrenos cársticos desse grupo.
- Formação Lagarto – arenitos feldspáticos, siltitos e argilitos.
- Formação Palmares – pacote de 3 km de espessura de conglomerados clásticos, arenitos, siltitos e argilitos.

**Grupo Vaza-Barris** - metassedimentos de leques submarinos, de plataforma carbonática ou de ambientes marinhos rasos, com deformações rúpteis em estágios variados, apresenta 2 a 4 km de espessura e pode ser dividido nas seguintes unidades:

- Formação Palestina – metadiamictitos, filitos, metagrauvacas e metarritmitos. Também referida como formação Capitão-Palestina.
- Formação Olhos d'Água – intercalações de metacalcarenito maciço, com granulação fina a média e metacalcilutito com laminação plano-paralela. O pacote apresenta veios de calcita branca, de duas gerações, comumente preenchendo fraturas, tem espessuras variando entre 200 e 1.300 m e representa a unidade que abriga os terrenos cársticos desse grupo.
- Formação Frei Paulo – anteriormente chamada Grupo Simão Dias, é composta por metassiltitos, metarritmitos, quartzitos e filitos.

Ainda que a bibliografia utilizada informe da ocorrência das formações Olhos D'Água e Frei Paulo na face ocidental da bacia do Recôncavo, conforme representado na **Figura 2**, tal situação não foi confirmada nos levantamentos de campo. No que concerne às rochas carbonáticas, conforme discutido na literatura pesquisada (Sial *et. al.*, 2016 e Uhlein *et al.*, 2012), cabe ainda destacar que ambos os Grupos apresentam sedimentação carbonática em ambiente de margem passiva, na borda do Cráton São Francisco e contam com idades do Neoproterozóico. As características que levaram à separação dessas unidades são descritas a seguir, com base no que está estabelecido nessa literatura consultada:

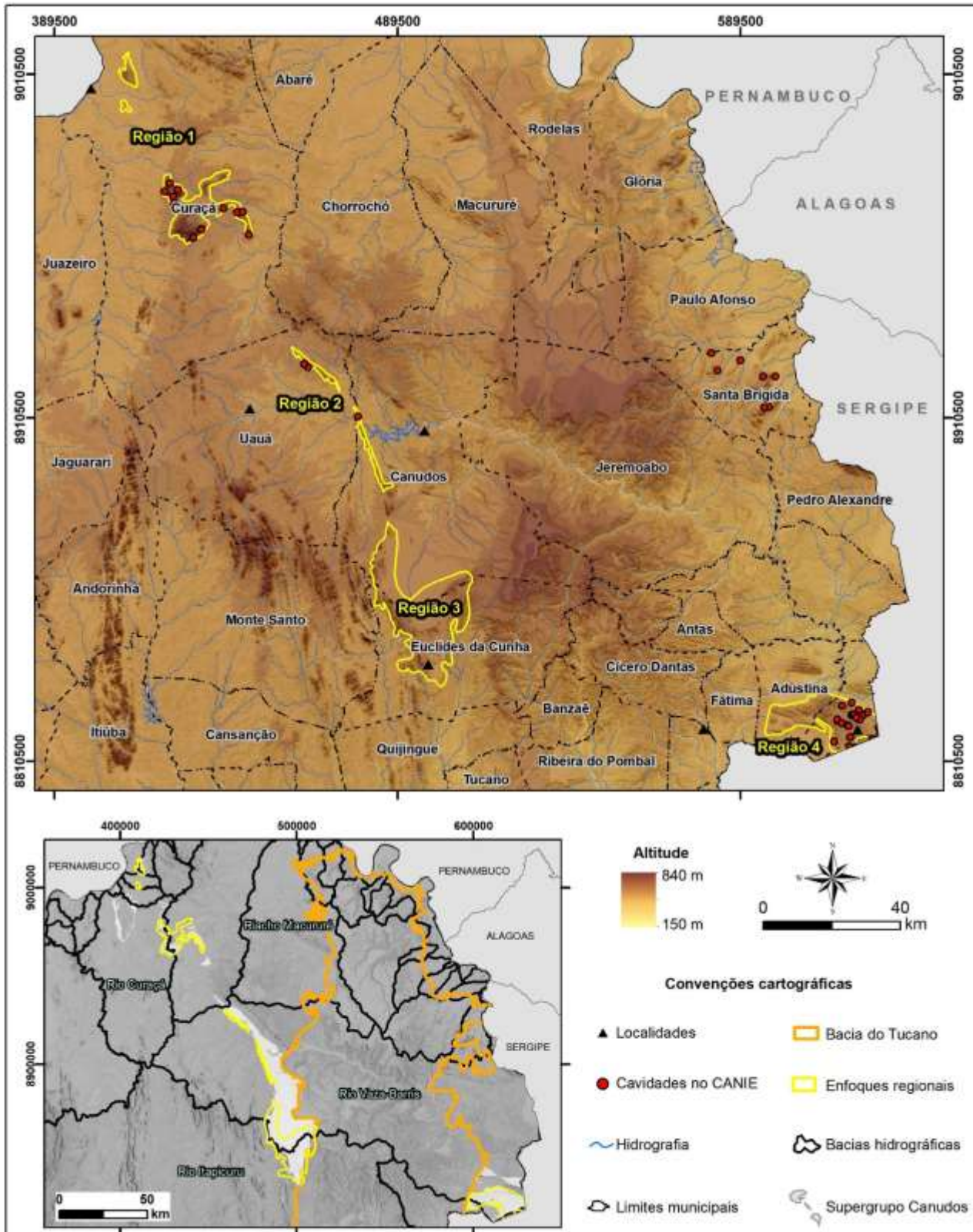
- ✓ No Grupo Estância, a **formação Acauã** aflora na parte norte, entre as cidades de Curaçá e Euclides da Cunha e reúne as rochas carbonáticas carstificadas. É constituída essencialmente de mármore, com granulação grossa e com cores mais claras, apresentando dobras e deformações de natureza dúctil e/ou rúptil-dúctil. Esses pacotes foram depositados em ambientes mais rasos, apresentam lentes areníticas, podendo exibir laminações plano paralelas ou estratificações cruzadas. Essas rochas foram afetadas pelos eventos da orogênese Brasileira – há cerca de 540 milhões de anos, em um domínio tectônico de antepaís, o que significa que estavam situadas na parte posterior de uma zona de colisão entre continentes pretéritos. Cabe frisar que alguns autores apontam que a parte mais ao Norte desse grupo, situada nas imediações de Curaçá e que se apresentam mais deformadas, representam uma porção que sofreu um maior deslocamento, decorrente da ação de falhas rasas e superficiais na crosta, formando uma zona de cavalgamento.
- ✓ O Grupo Vaza Barris aflora na parte Sul, nas imediações do município de Paripiranga, e tem as rochas carstificadas incluídas na **formação Olhos D'água**. Esta é constituída, essencialmente, de calcários metamorfizados em menor grau, com granulação mais fina, cores escuras, de aspecto mais maciço e exibindo, em sua maioria, deformações de natureza rúptil a rúptil-dúctil. Esse pacote rochoso fica situado na parte mais externa dos cinturões de dobramentos da orogênese Brasileira, tendo sido afetado por falhas mais profundas – que provocaram um encurtamento da crosta e estão relacionadas com a Faixa Sergipana, que, por sua vez, consiste em um dos limites do cráton do São Francisco. Cabe dizer que as rochas carbonáticas da formação Olhos D'água contam com um maior número de cavidades registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, em comparação com os mármore da formação Acauã.

Desde os eventos associados com a orogênese Brasileira, esse conjunto de rochas passou por um longo momento de aparente estabilidade tectônica, voltando a ser afetado, mais tarde, com a abertura do Oceano Atlântico e separação continental entre África e América do Sul; que acabou gerando as bacias sedimentares do Recôncavo-Tucano-Jatobá, de idade Cretácea (~0,1 Ga). Esse evento formou a falha de Adustina, que corta as rochas do Grupo Vaza-Barris, na face Leste, e consiste em um dos limites das bacias do Recôncavo-Tucano-Jatobá. Na face Oeste dessas bacias, os pacotes rochosos foram alvo de subsidência, sendo soterrados e cobertos por sedimentos que foram parcialmente erodidos durante o Cenozoico.

Na prática, as rochas carbonáticas carstificadas da formação Acauã afloram no topo de serras, muitas vezes sustentando divisores de bacias e sub bacias hidrográficas. Nas imediações do município de Curaçá, às margens do rio São Francisco, elas apresentam relevos bem dissecados, com morros residuais e serras mais baixas, de perfis suaves (**Foto 1A**). Já em Uauá, na bacia do rio Vaza Barris, essas rochas se destacam no relevo e afloram no topo da serra do Jerônimo, sustentando uma cuesta (**Foto 1B**), passando para um perfil mais suave na serra do Coiquí, situada no município de Canudos. Mais ao Sul, no município de Euclides da Cunha, parte dos terrenos cársticos dessa região estão encobertos por uma camada sedimentar argilosa (**Foto 1C**) que, por vezes, é transportada para o interior de cavidades subterrâneas oclusas, formando dolinas de subsidência em superfície. Do outro lado da bacia de Tucano e separada por relevo serrano, sustentado por arenitos depositados nessa bacia, as rochas carbonáticas voltam a aflorar, no município de Paripiranga, sendo então denominadas de formação Olhos D'água e apresentando um relevo bem acidentado (**Foto 1D**), com morros, colinas e platôs.

Na definição do enfoque regional, constatou-se que os aspectos geomorfológicos, litológicos e estruturais representam os parâmetros mais marcantes para a compartimentação dos terrenos cársticos associados ao Supergrupo Canudos. As características geológicas, presentes nas rochas carbonáticas que ocorrem de maneira descontínua, são marcadas pela deformação e metamorfismo associados à orogenia brasileira, na borda do craton do São Francisco e foram aspectos relevantes que condicionam a carstificação dessas rochas em suas áreas de ocorrência, conferindo particularidades para cada um dos enfoques aqui descritos, representados na **Figura 3** e assim denominados: 1. Curaçá, 2. Uauá e Canudos Norte, 3. Euclides da Cunha e Canudos Sul e 4. Paripiranga.

Figura 3: Modelo Digital do Terreno com destaque para os distritos estabelecidos para a Província Espeleológica do Supergrupo Canudos, no Estado da Bahia. Nos polígonos vermelhos são indicados os enfoques regionais nessa província.



### 3.1 Distrito de Curaçá

Nessa região, que está circunscrita ao município de Curaçá, as rochas carbonáticas carstificadas afloram na bacia hidrográfica do rio São Francisco, se apresentam bem dissecadas (**Foto 2**), sustentam relevos residuais e se caracterizam pela granulação grossa, aspecto dobrado e, dado que essa deformação é indicativa do metamorfismo que foram submetidas, serão aqui descritas como mármores. Esse grau elevado de dissecação pode ter obliterado geoformas cársticas pretéritas, o que explica, em parte, o número inferior de cavidades nessa área.

Esses mármores ocorrem nos topos de serras, representadas na **Figura 4**, e repousam sobre xistos, que afloram na meia encosta das vertentes. Foram também encontradas variações litológicas, nas características dessas rochas, para os diferentes contextos que serão detalhados abaixo. Desse modo, na região de Curaçá foram individualizados três setores, que estão relacionados com as serras ali encontradas e serão descritos a seguir. Cada um desses setores pode, nesse caso particular, ser considerado como enfoques locais no âmbito desse distrito.



**Foto 2:** Aspecto dissecado do relevo na área de ocorrência das rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos na bacia do rio São Francisco, região de Curaçá.

**Serra do Icó** – sustentada por rocha carbonática de cor cinzenta, laminada, com alternância de níveis brancos e cinzentos (**Foto 3A**), que apresentam variações em suas espessuras e predominâncias. As espessuras variam de maneira que ora são níveis milimétricos e ora são bandas centimétricas. Do mesmo modo, ora predominam os níveis/bandas esbranquiçados e ora predominam os níveis/bandas cinzentos. Em meio ao pacote são encontrados veios de quartzo leitoso, com estruturas sigmoidais e indicação cinemática de movimento sinistral. Essas estruturas, associadas ao aspecto recristalizado, reiteram que se tratam de mármores, com granulação na fração média, constituídos de calcita/dolomita. De maneira subordinada, ocorrem grãos de pirita, euédricas, com cor amarela e brilho metálico característico. De maneira geral, a rocha apresenta deformação dúctil, com dobras recumbentes, intrafoliais e em bainha, com dimensões decimétricas a métricas. Consiste na porção mais próxima do rio São Francisco e, por conseguinte, representam os terrenos cársticos mais dissecados nessa província. Nessa serra foram encontradas duas cavidades não cadastradas no CANIE (CN 004 e 005) e ambas estão situadas em uma área que foi minerada outrora para extração de rocha ornamental, mas que, em meados de 2020, a atividade se encontrava paralisada.

**Serra da Gruta** – na parte superior afloram mármore, por vezes recristalizado, constituído ora de calcita e ora dolomita, na fração média a grossa, com cores variando entre bege, rosa e cinza esbranquiçado. Outras vezes o pacote apresenta estruturas primárias (**Foto 3B**) que, em sua maioria, consistem em estratificações cruzadas acanaladas. Nas porções recristalizadas são também observadas bandas com dimensões métricas e constituídas de calcita euédrica, exibindo planos de clivagem pronunciados. De maneira geral, o conjunto apresenta deformações dúctil-rúptil, por vezes representadas por dobras de grande porte, podendo apresentar deslocamento ao longo de planos de ruptura, como observado no interior da Gruta de Patamuté (CANIE: 015863.00804.29.09901, **Foto 3C**). Dada a grande influência local dessa gruta, que conta com um templo religioso no seu interior, onde é realizada a Festa do Vaqueiro, a serra acabou assumindo essa nomenclatura, muito embora o seu prolongamento Nordeste/Sudeste, denominado de Serra da Borracha, seja uma feição de relevo mais pronunciada.

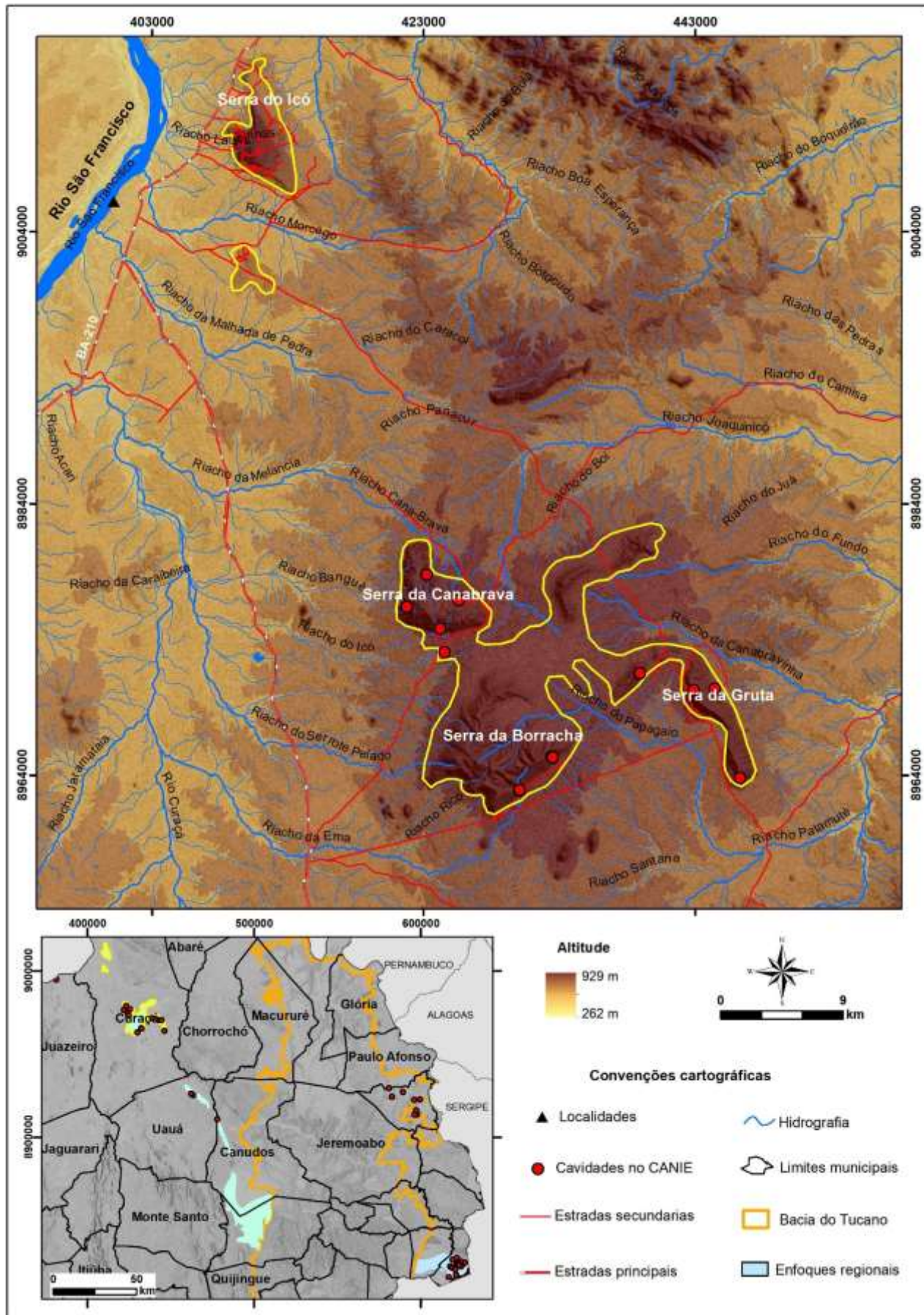
**Serra da Canabrava** – sustentada por mármore bandados, com cor branco cinzenta, aspecto recristalizado, caracterizados pela intercalação de bandas brancas e cinzentas (**Foto 3D**), onduladas e com dimensões centimétricas. São constituídos de calcita na fração média a grossa e pirita euédrica, subordinadas e com dimensões milimétricas. O topo dessa serra está coberto por tufas calcárias que, em alguns locais, se apresentam muito intemperizadas, podendo ainda apresentar cavidades em meio a esses pacotes de tufas.

A partir da classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), os terrenos cársticos desse distrito se caracterizam como carste denudado (*denuded*) e aberto (*open*), reiterando a intensa dissecação que pode ter obliterado outros elementos e geoformas pretéritas típicas da carstificação. Cabe reiterar que as rochas carbonáticas, que ocorrem nesse enfoque regional de Curaçá, correspondem à porção alóctone da formação Acauã, que estão reunidas no Grupo Estância e que foram transportadas de Norte para Sul, através da tectônica compressiva que ali atuou a cerca de 540 milhões de anos atrás, durante o evento Brasileiro.

Geograficamente, em função da descontinuidade da ocorrência das rochas carbonáticas, esse distrito está subcompartimentada, o que permite a definição de enfoques locais, apontados acima. Na parte Norte, situada próxima da sede do município de Curaçá, tem-se a Serra do Icó – de aspecto mais dissecado, e ao Sul, entre os povoados de Patamuté e Canabrava, ocorrem as serras da Canabrava, da Borracha e da Gruta. Enquanto a primeira é marcada pela presença de tufas carbonáticas nos topos e parte das vertentes do relevo, as outras duas foram reunidas em um mesmo enfoque local, já que estão unidas, de maneira tênue, por um topo de aspecto sinuoso.

Na Serra do Icó, vinculada à bacia hidrográfica do rio São Francisco, não haviam registros de cavernas para essa região no CANIE. Entretanto, em campanhas de campo foram identificadas duas cavidades, sendo uma com cerca de 8 metros de desenvolvimento (CN 004) e a segunda com aproximadamente 45 m de desenvolvimento (CN 005). Há relatos da população local sobre outras ocorrências de cavidades na área, o que é indicativo que a região ainda carece de mais prospecção espeleológica.

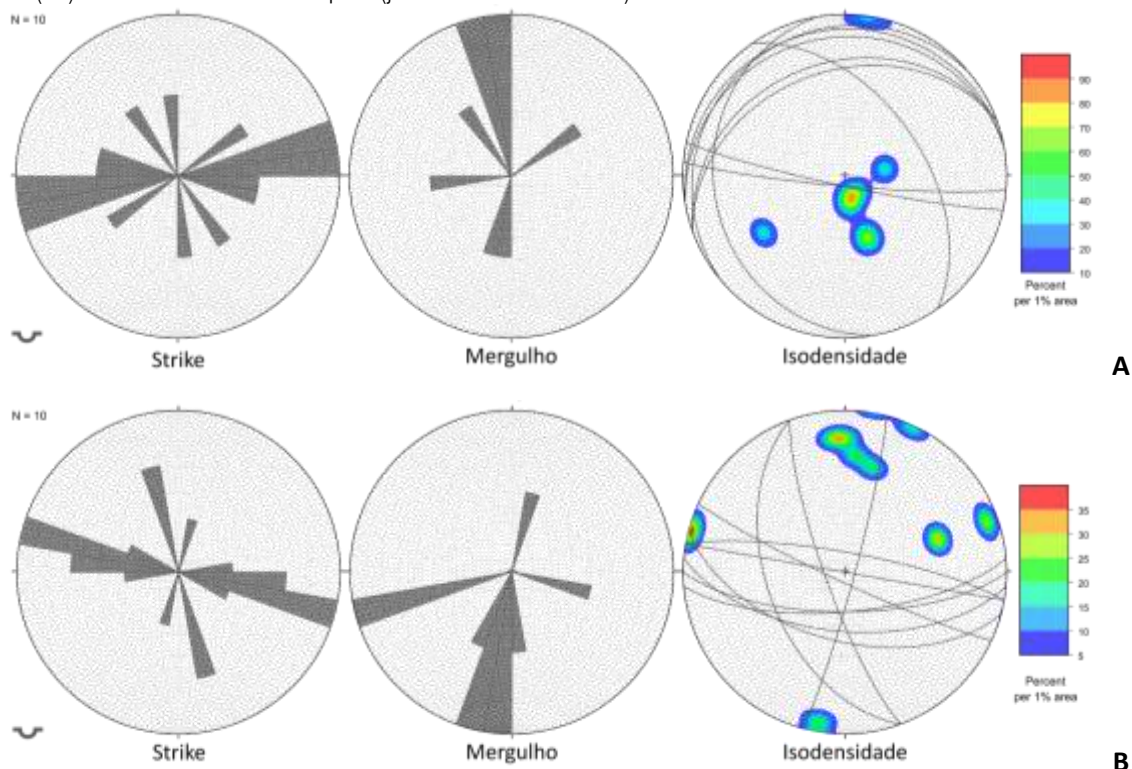
Figura 4: Modelo Digital do Terreno para o distrito de Curaçá, com destaque para o rio São Francisco (a oeste) e as serras encontradas no seu interior.



Em campo, na Serra do Icó, situada na extremidade Norte da província espeleológica do Supergrupo Canudos, as rochas carbonáticas afloram com camadas majoritariamente sub-horizontais, mergulhando de 5 a 25° para NNE (**Figura 5**). Porém, em pontos levantados em um morro testemunho situado na parte sudoeste dessa serra (CN001 e CN002), há intensa variação no mergulho das camadas, que podem ser sub-verticais a sub-horizontais, sempre separadas por zonas de cisalhamento. As discontinuidades rúpteis consistem, em sua maior parte, de fraturas que mergulham de 80° a 60° para SSW. As falhas encontradas apresentam movimento reverso e sinistral, condizente com um movimento SE das *nappes* sobre o cráton São Francisco.

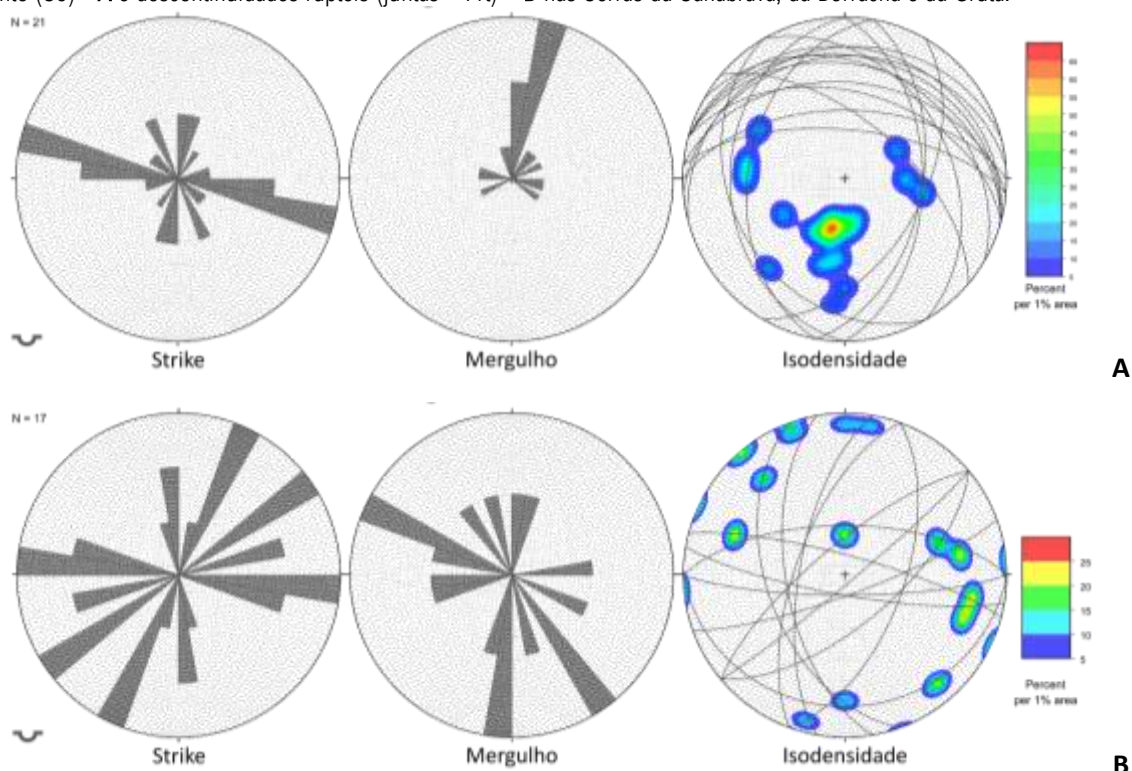
Já no compartimento Sul, situado no divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios São Francisco, Vaza Barris e Itapicuru e representado pelas serras da Canabrava, Borracha e da Gruta, registra-se a porção do Grupo Estância com a maior densidade de cavidades registradas e instaladas na formação Acauã. Além da carstificação observada nessa formação, com a presença de cavidades como a Toca Grande (CANIE: 015843.00793.29.09901, CN 007), de cerca de 250 metros de desenvolvimento, foram também encontradas, nos levantamentos de campo, cavidades formadas nas tufas calcárias, em particular na Serra da Canabrava (CN 011) e que não contam com registros no CANIE.

**Figura 5:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (SO) – **A** e discontinuidades rúpteis (juntas – Frt e falhas - Fih) - **B** na Serra do Icó.



Constatou-se que o pacote rochoso nas Serras da Canabrava, da Borracha e da Gruta (CN 011 e 008) mergulham para N, conforme representado na **Figura 6**. Porém, no lajedo onde se localiza a Toca Grande, situado na parte baixa do relevo, próximo da Serra da Canabrava, há uma dobra cônica com caimento para Sul e plano axial mergulhando para Oeste que controla, em conjunto com fraturas, o desenvolvimento da cavidade. Na campanha de campo, foi possível perceber que a Serra da Canabrava representa a capa de uma falha reversa sinistral, onde os xistos evidenciam esse deslocamento para Sul, sobre o lajedo da Toca Grande (CN 007). Esse falhamento está associado à série de deslocamentos dessas porções alóctones durante o Brasiliano. Na **Figura 6** é possível também observar que as estruturas rúpteis apresentam uma ampla diversidade de orientações.

**Figura 6:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (SO) - **A** e descontinuidades rúpteis (juntas – Frt) – **B** nas Serras da Canabrava, da Borracha e da Gruta.





A



C



B



D

**Foto 3:** Litologias encontradas na Província Espeleológica do Supergrupo Canudos - **A.** Mármore com alternância de níveis / bandas cinzentas e esbranquiçadas da Serra do Icó – **B.** Metacalcários com estratificações cruzadas na Serra da Gruta **C.** Dobras em metacalcários na parede lateral da Gruta de Patamuté. **D.** Mármore laminados nas imediações da Serra da Canabrava.

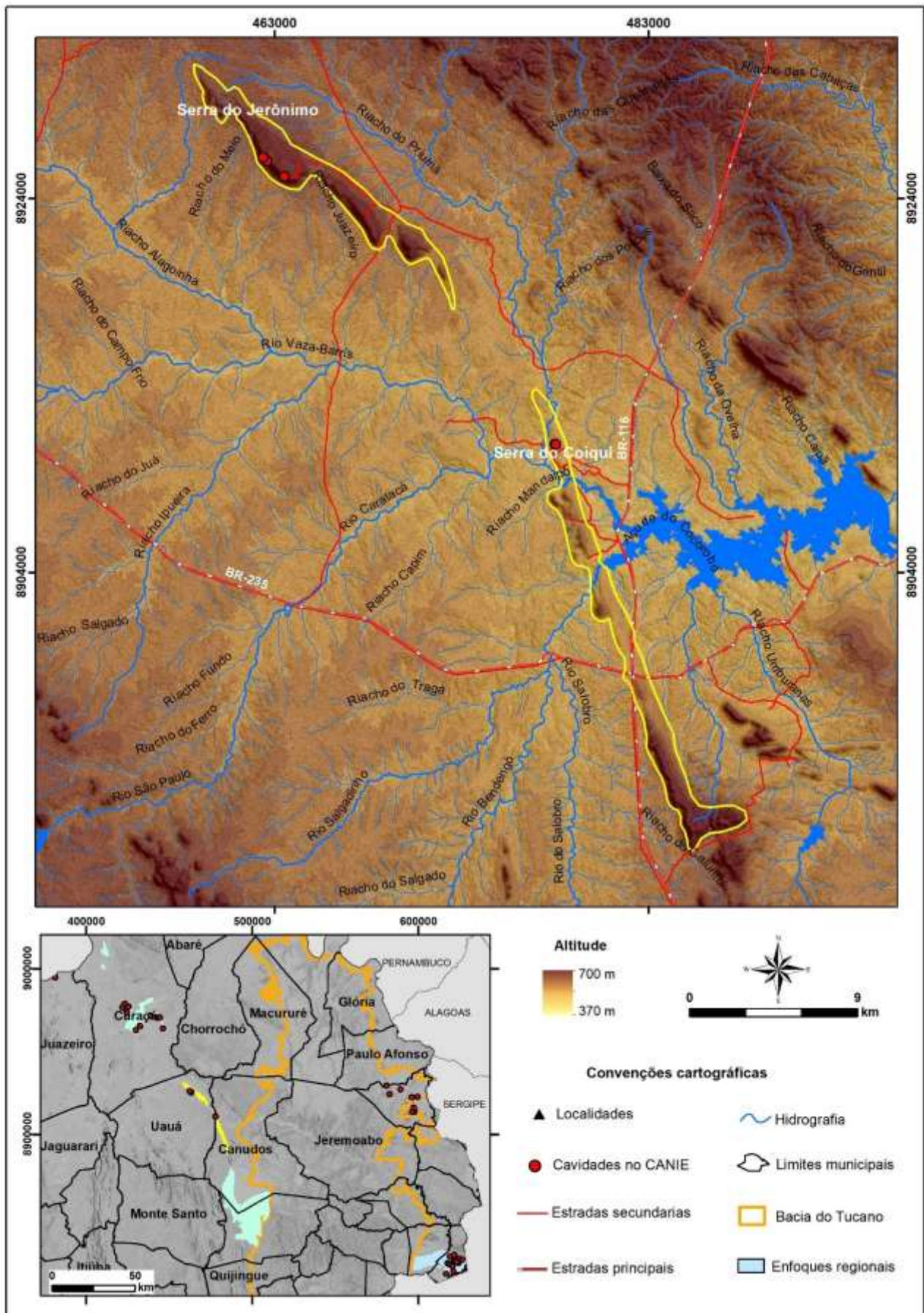
### 3.2 Distrito de Uauá e Canudos Norte

As áreas de ocorrência das rochas do Supergrupo Canudos nas localidades de Uauá e Norte de Canudos configuram um único enfoque regional, que pode ser compartimentado em outros dois enfoques locais, relacionados com as Serras do Jerônimo e do Coiquí (**Figura 7**). Em ambas as serras, as rochas encontradas representam porções do Grupo Estância, que foram objeto de deformação mais superficial, com menor grau metamórfico do que as rochas da região de Curaçá e que não sofreram deslocamento significativo. Em relação ao relevo, a região é marcada pela ocorrência de serras com *hogbacks* bem delineados, em especial na Serra do Jerônimo (**Foto 1B**). Os demais aspectos geológicos e/ou geomorfológicos que caracterizam esse distrito, em cada um dos enfoques locais, são descritos a seguir, conforme as variações constatadas em levantamento de campo e que subsidiaram a compartimentação aqui proposta:

**Serra do Jerônimo** - as rochas carbonáticas nessa serra apresentam grande variedade de características macroscópicas, sendo marcadas pela presença de cores variando entre cinza, bege, tons avermelhados ou esbranquiçados, constituídas essencialmente de calcita e/ou dolomita, com granulação média a fina. O pacote se apresenta laminado (**Foto 4A**), com presença de níveis milimétricos e subordinados, constituído de minerais escuros e opacos. Localmente, foi também registrada a presença de rochas friáveis, de granulação média a grossa que, na sua maioria, apresenta cor bege e assemelham-se a calcarenitos – que apresentam características que denotam grau metamórfico baixo, ou mesmo ausente. Para além desses litotipos, são também observadas margas avermelhadas – encontradas na base do pacote, repousando sobre diamictitos pardo-cinzentos ou avermelhados. Todo o pacote apresenta-se laminado e com deformação rúptil, marcada pela presença de fraturas e falhas.

**Serra do Coiquí** – é sustentada por rocha carbonática de cor branca a cinza, que reage com ácido apenas quando riscada, sugerindo que é constituída de dolomita, com granulação média a muito grossa, exibindo matriz pulverulenta. De maneira subordinada, foi observada a presença de pirita, com brilho metálico, e um mineral opaco e escuro. Localmente, são encontradas laminações cruzadas (**Foto 4B**), indicativas da presença de estruturas primárias. De maneira geral, a rocha apresenta deformação rúptil, marcada pela presença abundante de fraturas e, de maneira mais localizada, ocorrem também falhas.

Figura 7: Modelo digital do Terreno – MDT para o distrito de Uauá e Norte de Canudos, onde se observa a serra do Jerônimo e a serra do Coiqui.





A



C



B

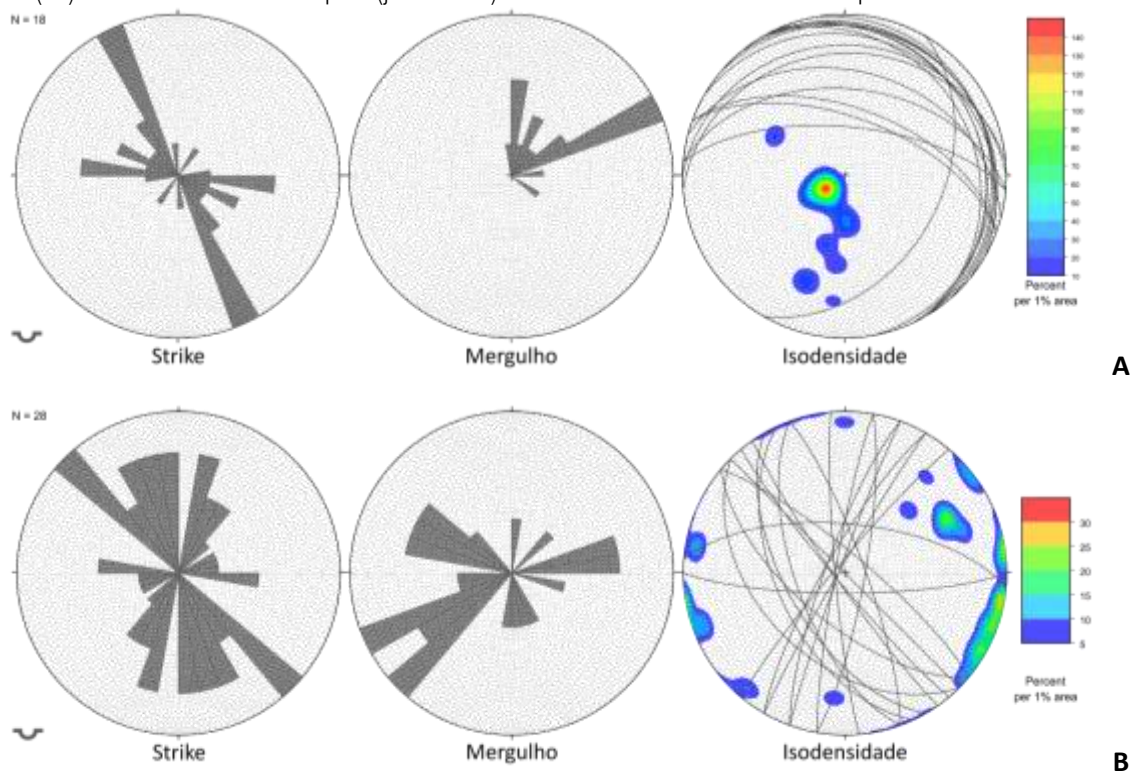


D

Fotos 4: A. Metacalcário laminado na Serra do Jerônimo – B. Laminações cruzadas nas rochas carbonáticas da Serra do Coiquí C. *Pendants* na Gruta do Jerônimo 1. D. *Pendants* na Toca Maior do Salitre do Caiçá.

Apesar das diferenças nas características litológicas, nas serras do Jerônimo e Coiquí, em ambas as camadas possuem mergulhos sub-horizontais, de 5 a 20° para ENE (**Figura 8**), o que denota similaridades para o pacote carbonático e para a geologia estrutural nesta região. O comportamento dútil das rochas ali encontradas gerou fraturas, majoritariamente, sub verticais e algumas falhas normais destrais, com *strike* N140 e N220, que ocorrem associadas a dobras de arrasto abertas. A segmentação e as características distintas para as cavidades encontradas nessas serras, permite a sugestão de dois enfoques locais, onde a Serra do Jerônimo – com cotas mais elevadas, cavidades mais amplas e *hogbacks* mais bem marcados, representa um enfoque local, enquanto a Serra do Coiquí – com cotas inferiores, *hogbacks* mais discretos, cavidades de menores dimensões e aspecto mais dissecado, representam o segundo enfoque local.

**Figura 8:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (SO) - **A** e descontinuidades rúpteis (juntas – Frt) - **B** nas Serras do Jerônimo e do Coiquí.



No que se refere à carstificação, apesar da sugestão das diferenças encontradas e da compartimentação do distrito em dois enfoques locais, registra-se que a espeleogênese nas Serras do Jerônimo e do Coiquí apresentam similaridades, já que são marcados por características que evidenciam a participação de processos hipogênicos. Tais características são muito evidentes na Gruta do Jerônimo 1 (CANIE: 019810.00002.29.32002, CN 010 – **Foto 4C**) e Toca Maior do Salitre do Caipã (CANIE: 019836.00001.29.06824, CN 014 – **Foto 4D**). Nessas cavidades observou-se a presença de *scallops* simétricos, cúpulas, *pendants* e *stockwork*, que são feições e formas

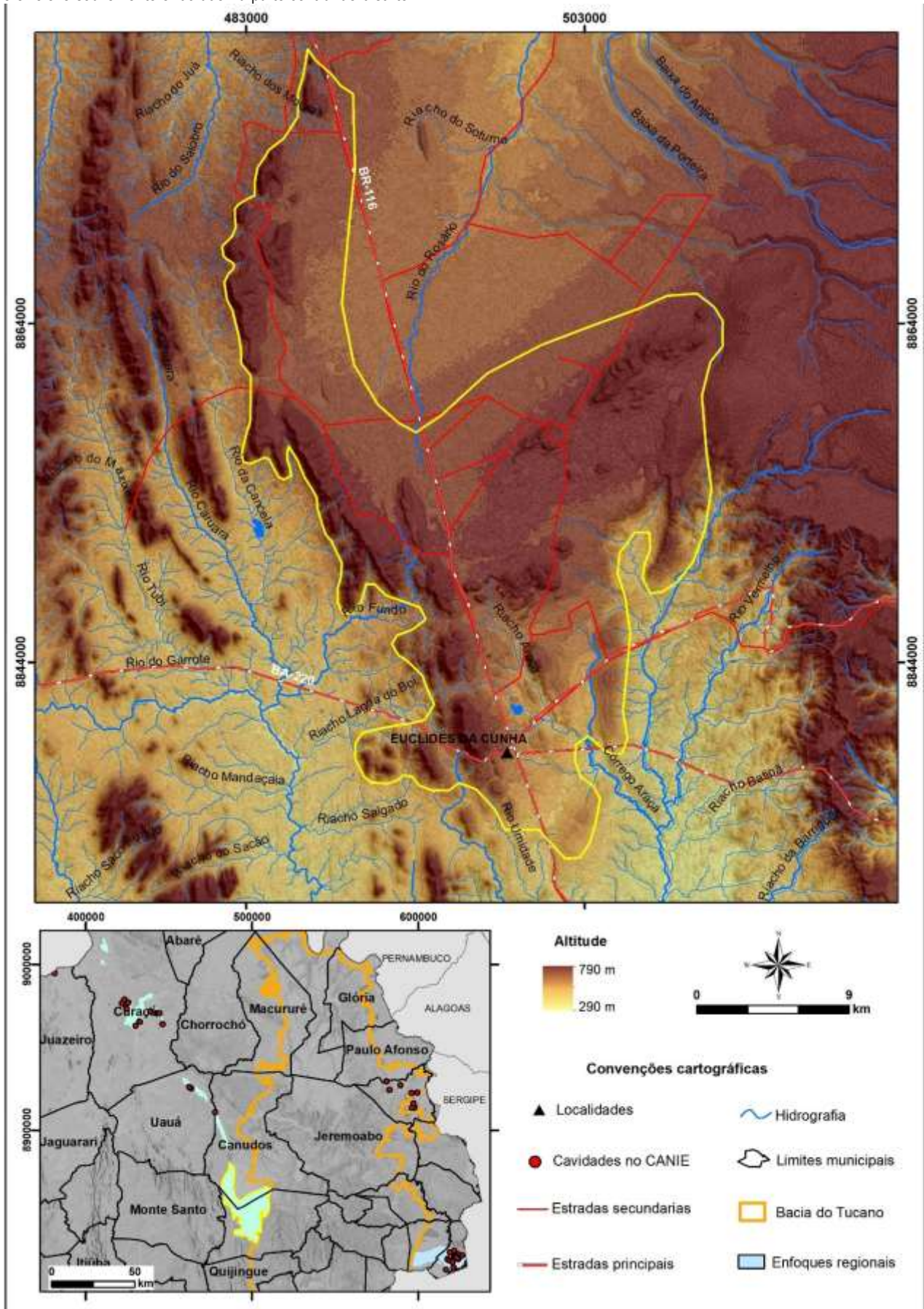
características de espeleogênese hipogênica, marcada pela ascensão de fluidos de circulação profunda. De todo modo, verifica-se sobreposição de feições epigênicas que, por vezes, obliteram as feições hipogênicas. A partir da classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), o carste da região foi classificado como carste aberto. Porém, as características hipogênicas evidenciam uma fase de evolução em um ambiente mais profundo da crosta terrestre.

### 3.3 Distrito de Euclides da Cunha e Canudos Sul

Corresponde aos terrenos cársticos encontrados nos arredores do município de Euclides da Cunha e à porção Sul da área do município de Canudos. Esses terrenos são representados - na sua porção centro Leste - por um planalto cárstico encoberto, com relevos dotados de ondulações suaves, presença de dolinas de subsidência e ocorrências subordinadas de pequenas cavidades, com até 100 m de desenvolvimento. Já na sua extremidade Oeste, os terrenos são marcados por sequência de *hogbacks* alinhados na direção NNW/SSE e sem ocorrências de cavidades ou processos cársticos conhecidos até o presente (**Figura 9**). Esse conjunto de atributos caracteriza esse distrito e permite sua individualização como um enfoque regional. Na campanha de campo, foi registrada nesse distrito a presença de pedreiras de extração de rocha carbonática e, em alguns desses locais, constatou-se que não foram adotadas as ações necessárias para a devida recuperação das áreas afetadas por essa atividade.

Nos locais visitados registrou-se a presença de metacalcários cinzentos, bem estratificados, com camadas que variam de laminadas a bandadas, em estrutura homoclinal ou, por vezes, verticalizada (**Foto 5A**). Na gruta do Sino (**Foto 5B**), situada em Euclides da Cunha e que não conta com cadastro no CANIE, registrou-se a presença de rocha carbonática de cor cinza a esbranquiçada, pulverulenta, com grãos de calcita (reagem com ácido) na fração fina média, podendo apresentar níveis com minerais escuros e opacos. De maneira geral, essas rochas são cortadas por estruturas rúpteis com mergulhos verticalizados e representam uma porção do Grupo Estância que foi alvo de deformação no seu local de deposição, sem apresentar deslocamento significativo.

Figura 9: Modelo digital do Terreno – MDT para o distrito de Euclides da Cunha e Sul de Canudos, onde se observam as serras bordejantes e o relevo suavemente ondulado na parte central do distrito.





A



C



B

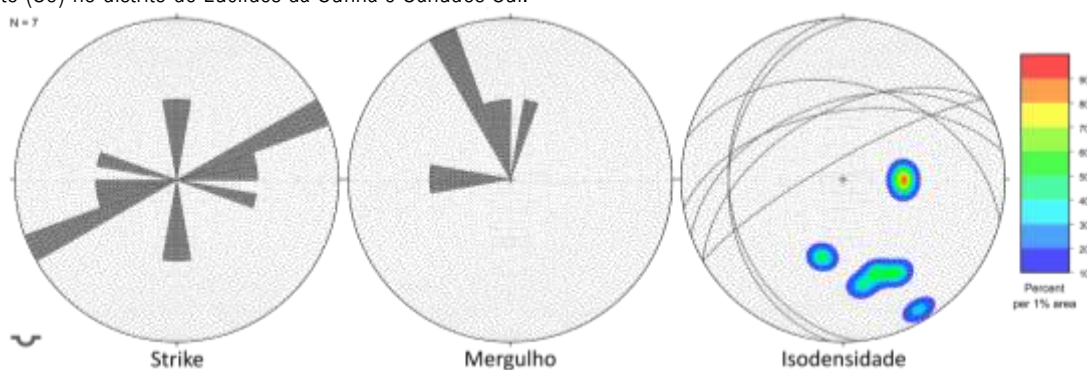


D

**Fotos 5:** **A.** Metacalcário cinzento, com estrutura verticalizada, em Euclides da Cunha. **B.** Gruta do Sino, maior cavidade encontrada em Euclides da Cunha. **C.** Metacalcário laminado, com intercalação argilosa na Gruta do Bom Pastor, Paripiranga. **D.** Gruta da Salamanta, instalada em tufas calcárias, Paripiranga

Nas porções próximas ao povoado de Mutambinha e as fazendas Santo Antônio e Cajazeiras, as camadas apresentam caimento de cerca de 45° para NW. Na **Figura 10** se apresenta o comportamento estrutural das rochas carbonáticas nesse distrito. O controle do desenvolvimento nas cavidades encontradas nas campanhas de campo (CN 017, 018, 019) se dá pela interseção do acamamento com fraturas que mergulham 45° a 80° para WSW. Reitera-se que as cavidades encontradas nesse levantamento representam novas ocorrências para essa província e que, mediante avanços na prospecção espeleológica, novas cavidades podem ainda ser encontradas. É comum o relato de moradores relativos aos processos de subsidência do terreno nesse distrito e que, por vezes, dão acesso às cavidades subterrâneas. A partir da classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), foi considerado que os terrenos cársticos nessas localidades são do tipo encoberto (*buried*), em processo de exumação (*exhumation*). Desse modo, infere-se que o carste foi sotoposto pelos sedimentos do rifte Tucano, principalmente os da fase pré-rifte, e essa cobertura vem sendo removida pela incisão recente da sub-bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

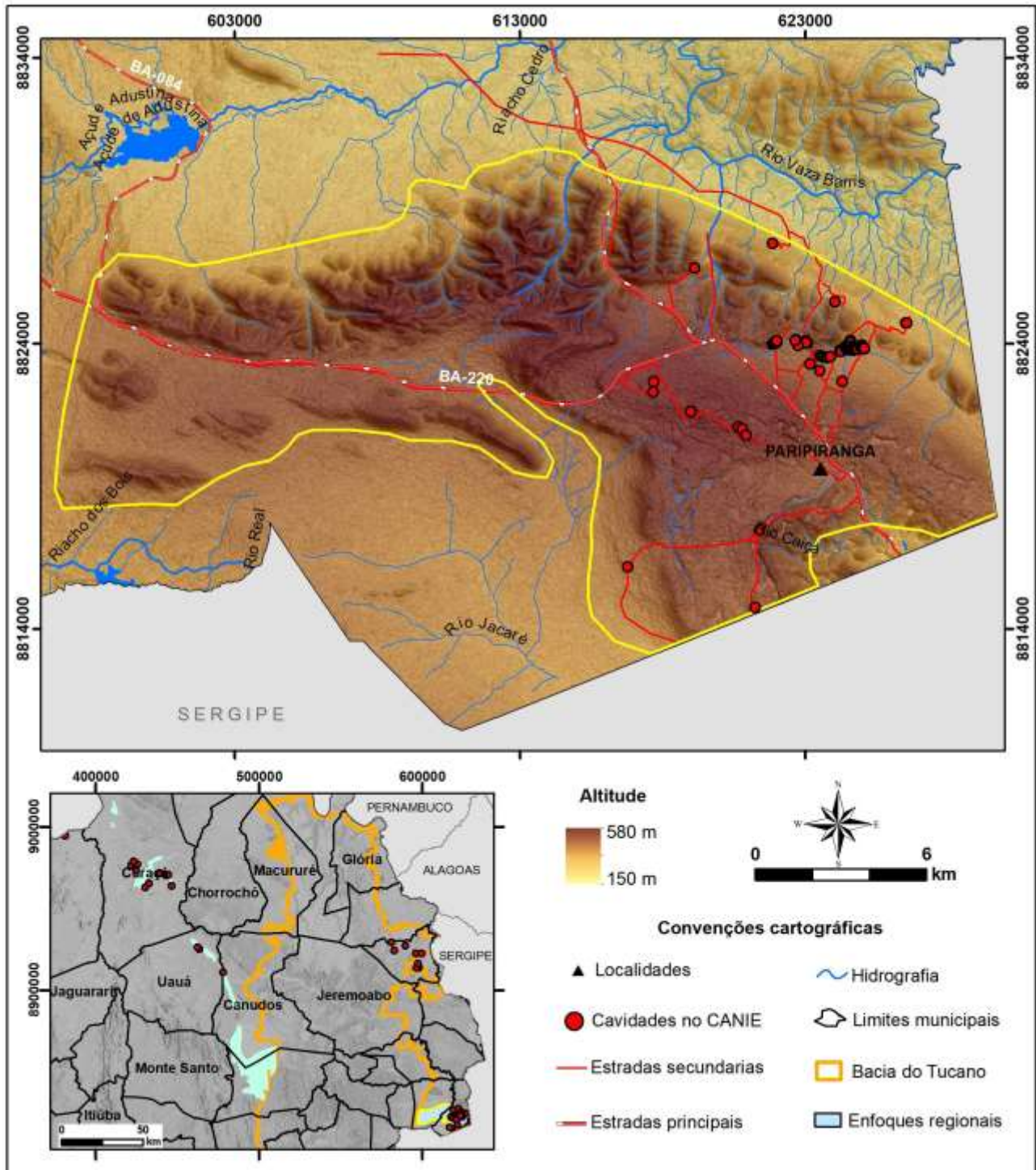
**Figura 10:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (S0) no distrito de Euclides da Cunha e Canudos Sul.



### 3.4 Distrito de Paripiranga

Corresponde aos terrenos cársticos que ocorrem no município de Paripiranga e que abrigam o maior número de cavidades registradas no CANIE para a área de ocorrência do Supergrupo Canudos. Cabe destacar que as cavidades ali encontradas apresentam desenvolvimento preferencialmente vertical, com mais de 70° de inclinação, diferentemente do desenvolvimento horizontal observado nos demais distritos descritos para essa província espeleológica (**Figura 11**). As rochas carbonáticas encontradas nesse enfoque regional ocorrem na borda oriental da Bacia Sedimentar de Tucano e estão incluídas na formação Olhos D'água, do Grupo Vaza Barris. Na campanha de campo foram observadas rochas com cor cinza e escuras, laminados ou maciços, de granulação fina - o que impediu a identificação da mineralogia. Todavia, em sua quase totalidade, reage prontamente com o ácido, sugerindo que é constituída de calcita.

**Figura 11:** Modelo digital do Terreno – MDT para o distrito de Paripiranga, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas, ali encontradas.



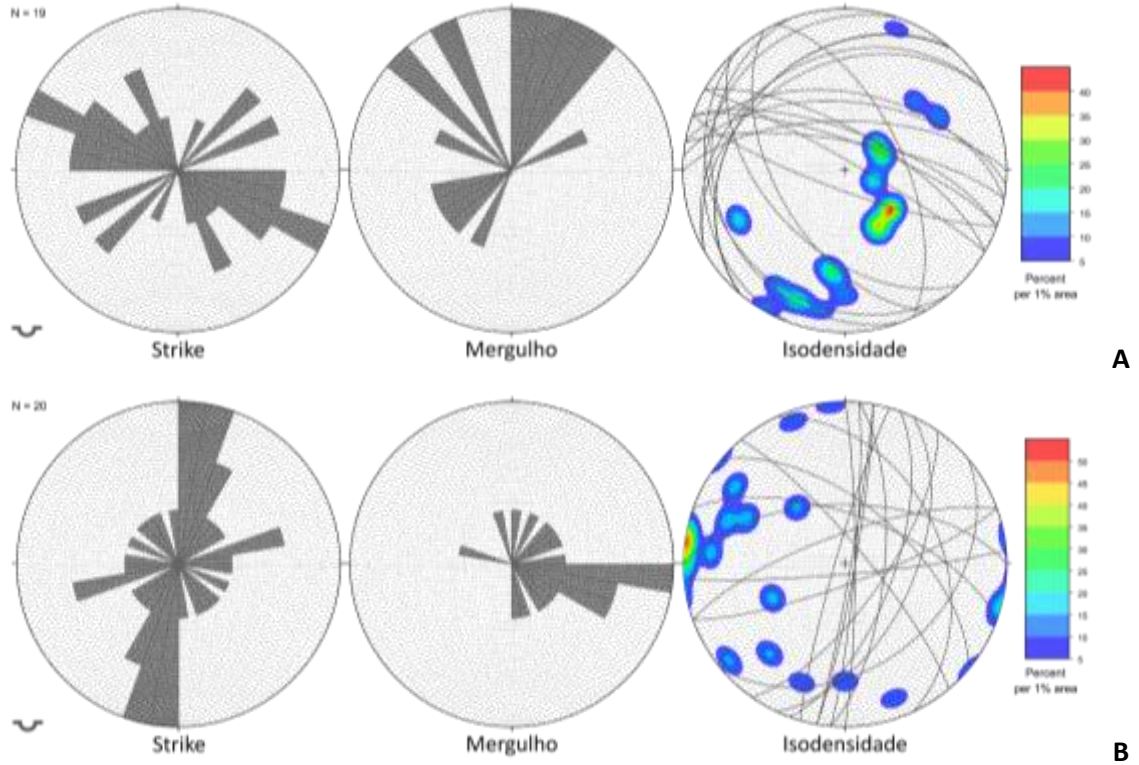
Em respeito ao número de cavidades registradas no CANIE para esse enfoque regional, é importante mencionar que foi ali licenciado um empreendimento para extração da rocha carbonática e instalação de uma fábrica de cimento que representaria uma das maiores do nordeste brasileiro. Em função disso, trabalhos extensivos e sistemáticos de prospecção, mapeamento e cadastro de cavidades foram ali realizados. Contudo, até o momento o empreendimento está paralisado – por questões sócio econômicas – e predomina no local a agricultura de milho.

No interior da Gruta do Bom Pastor (CANIE: 015895.00822.29.23803, CN 022), uma das maiores cavidades nesse enfoque regional, a rocha aflora em estrutura homoclinal, cortada por falhas e fraturas - essas últimas se apresentam preenchidas por sílica. A rocha carbonática repousa sobre uma camada argilosa, laminada, com cerca de 20 centímetros de espessura e cor alaranjada (**Foto 5C**). Também se registra a presença de depósitos de tufas calcárias, encontradas na porção Norte, já próximo do vale do rio Vaza Barris, inclusive com a ocorrência de cavidades nesses depósitos - como é o caso da caverna da Salamanta (CANIE: 015918.00831.29.23803, CN 020 – **Foto 5D**). O distrito está situado em um contexto tectônico de margem passiva da Faixa Sergipana, que afeta tanto as bacias neoproterozóicas quanto o embasamento. O Grupo Vaza-Barris cavalga uma bacia molássica da faixa, com a Lasca de Simão Dias, que aflora a sudeste. A presença de uma lasca do embasamento afeta a estruturação da faixa pela discrepância em competência reológica. A Oeste, destaca-se a Falha de Adustina. Ao Norte, registra-se a presença de cavidades em depósitos de tufas calcárias e, ao Sul, as cavidades se concentram nos flancos de dobras inclinadas.

Conforme representado na **Figura 12**, percebe-se que as dobras apresentam caimento para WNW e plano axial mergulhando para SSW. As falhas reversas com mergulho de 65° para N20, encontradas na Gruta do Bom Pastor (CN 022) e o padrão de dobramento e indica uma mudança de nível crustal e direção dos esforços com, no mínimo, três momentos distintos de evolução, com níveis crustais e esforços principais diferentes. Esses momentos podem ser sumarizados da seguinte maneira: 1. esforços compressivos, em regime dúctil, formando os dobramentos, que evolui para 2. esforços compressivos, em regime crustal superior - rúptil, formando as falhas reversas e, por último, 3. uma fase de alívio de tensão, gerando as falhas normais, como as que são encontradas na Gruta do Fim do Morro do Parafuso (CANIE: 015951.00848.29.23803, CN 023).

O maciço carbonático da formação Olhos D'água, reunido no Grupo Vaza Barris, apresenta um conjunto de estruturas rúpteis, com mergulhos verticalizados, o que pode ter condicionado o desenvolvimento preferencialmente vertical das cavidades ali encontradas. Esse maciço ocupa cotas mais elevadas em relação ao entorno, sendo notória a presença de três compartimentos geomorfológicos, quais sejam: planalto, morros e colinas, e rampas de colúvio. A partir da classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), esses terrenos apresentam um modelo evolutivo e ambiente espeleogenético do tipo denudado (*denuded*) e aberto (*open*), no compartimento do planalto, passando para exumado no compartimento dos morros e colinas. No compartimento das rampas de colúvio, registra-se a presença das tufas calcárias, com grutas instaladas em tufas, tal como a Gruta da Salamanta (CN 020), que apresenta um padrão esponjiforme, segundo o modelo proposto por Palmer (2003), provavelmente resultante de uma associação de infiltração uniforme e aproveitamento da porosidade alta da matriz das tufas.

**Figura 12:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de acamamento (S0) – **A** e descontinuidades rúpteis (juntas – Frt e falhas - Flh) – **B** no distrito de Paripiranga.



#### 4. CONTEXTO GEOLÓGICO E ENFOQUES REGIONAIS DA PROVÍNCIA DO GRUPO RIO PARDO

A área de ocorrência das rochas carbonáticas carstificadas da Bacia Sedimentar do Rio Pardo, fica localizada na parte Sul do Estado da Bahia, se estende ao longo das bacias hidrográficas dos rios Pardo e Jequitinhonha, envolvendo as cidades de Camacã, Pau Brasil, Mascote, Portiraguá e Santa Luzia. Toda essa área ocupa 0,22% do território do Estado e conta, atualmente, com 17 cavidades registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE. Karmann & Sánchez (1979) incluíram a área de ocorrências dessas rochas na Região Carbonática do Baixo Jequitinhonha, tendo em consideração os escassos conhecimentos sobre a ocorrência de carste e/ou cavernas nessa região naquela época. Já Auler (2002) se refere a essa área como sendo a Região do Grupo Rio Pardo.

À luz dos conhecimentos presentes, entende-se que a área em questão corresponde a uma Província Espeleológica, uma vez que conta com um conjunto de cavernas conhecidas e mapeadas, para além de outros fenômenos e geoformas características dos terrenos cársticos, tais como dolinas e ressurgências. De todo modo, as rochas carbonáticas do Grupo Rio Pardo ocorrem de maneira descontínua e se apresentam intercaladas com rochas siliciclásticas, o que confere um aspecto peculiar para os terrenos cársticos ali encontrados e permite a subdivisão dessa província em distritos, marcadas por condicionantes geológicos e relevos distintos. Nas **Fotos 6 A a D** são apresentados aspectos geomorfológicos representativos dessa província. Nessa província, cabe notar que os terrenos cársticos ora estão vinculados às serras existentes, como é o caso observado no município de Santa Luzia, e ora esses terrenos não estão, necessariamente, vinculados às serras.

No que se refere à geologia do Grupo Rio Pardo, Almeida (1977) estabeleceu que essas rochas ocorrem na Bacia Metassedimentar homônima, que fica situada na margem Sudeste do Cráton do São Francisco. Karmann *et al.* (1989) registrou que essa bacia está subdividida em duas partes, separadas por uma falha reversa, denominada de falha Rio Pardo - Água Preta, de modo que a sub-bacia sudoeste foi englobada no dobramento da Faixa Araçuaí, em conjunto com o embasamento, enquanto na sub-bacia Nordeste, as porções depositadas na bacia de antepaís da Faixa Araçuaí (Formação Salobro), apresentam deformações superficiais, sem que seja identificada qualquer deformação no substrato do Cráton do São Francisco. Uma síntese da Geologia dessa bacia é apresentada na **Figura 13**, destacando as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas, onde estão instalados os terrenos cársticos ali encontrados e os enfoques regionais que serão aqui descritos.



A



C



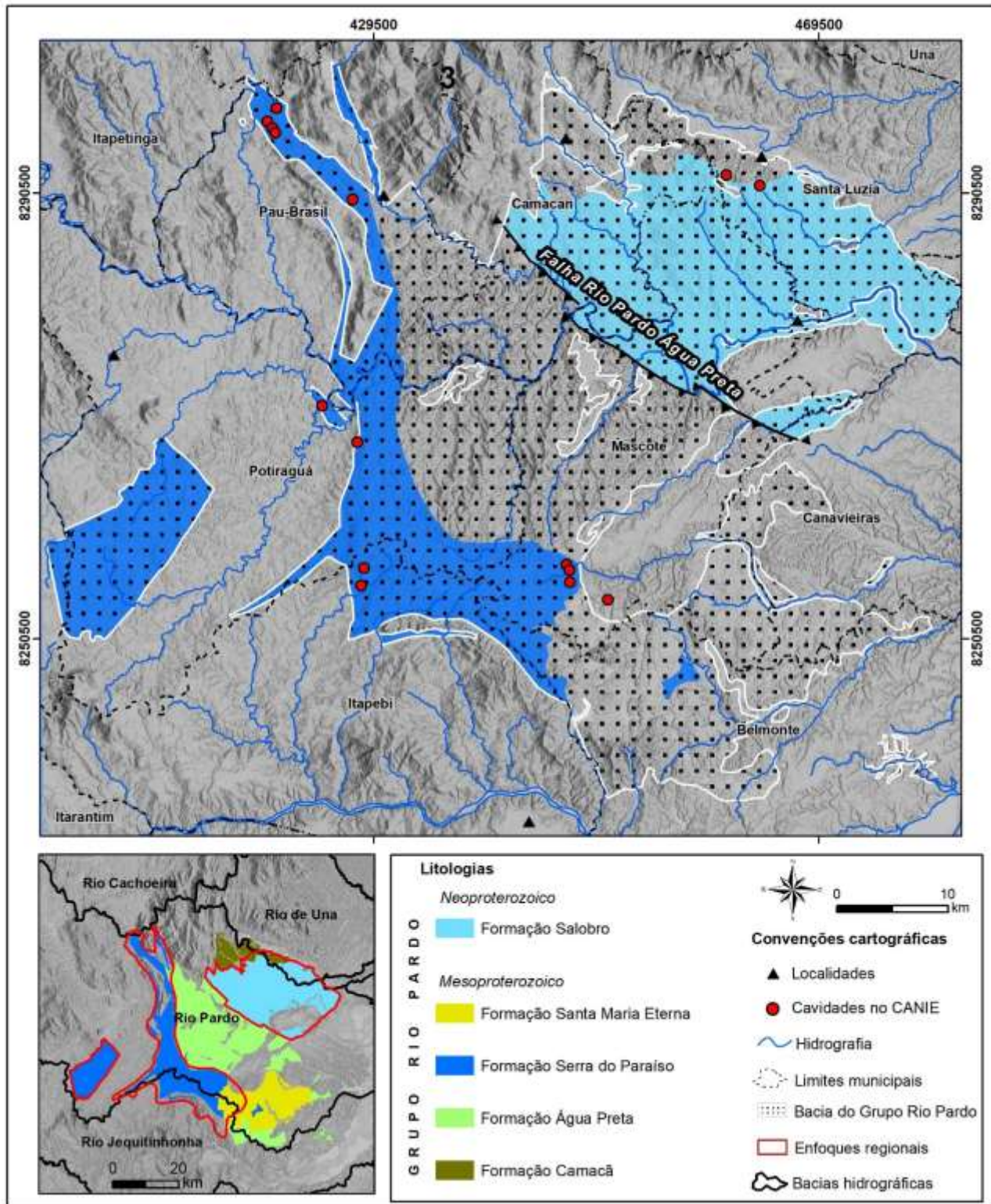
B



D

**Fotos 6:** Aspecto do relevo na província do Grupo Rio Pardo. **A** - Relevo suavemente ondulado, com vertentes escarpadas, na Reserva Indígena Caramuru / Catarina Paraguassu. **B** - Na região central da Província da Bacia do Rio Pardo, nas imediações de Mascote, ocorre um conjunto de nascentes cársticas. **C** - Torre de rocha carbonática, na região de Potiraguá Oeste, representativa do relevo dissecado, observado nesta região. **D** - Na região de Santa Luzia o relevo é marcado pela presença de morros com topos aguçados.

Figura 13: Síntese da Geologia Regional do Grupo Rio Pardo, com destaque para as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas.



Muito embora, ao longo dos anos várias colunas estratigráficas tenham sido desenhadas para a Bacia do Rio Pardo a configuração estratigráfica mais aceita, atualmente, foi aquela proposta por Pedreira (1999), de modo que, da base para o topo, são encontradas as seguintes formações:

Formação Panelinha – composta de conglomerados, brechas, grauvaça e arcósio. Diamictitos com clastos granulíticos e vulcânicos, de origem provavelmente glacial;

Sub-grupo Itaimbé – unidades intermediárias do Grupo, de Norte para Sul:

Fm. Camacã – pelito, siltito e rochas carbonáticas;

Fm. Água Preta – filito, arenito, siltito, folhelho e rochas carbonáticas;

Fm. Serra do Paraíso – rochas carbonáticas (estromatólitos localmente) e quartzito;

Fm. Santa Maria Eterna – quartzito, conglomerado e rochas carbonáticas intercaladas com estruturas do tipo *tepee*;

Turbiditos – grauvaça, siltito, arenito e conglomerado da Fm. Salobro sobrepõem a Fm. Camacã em discordância, e possuem contato ectônico com a Fm. Água Preta;

Formação Salobro – conglomerado polimiticos, grauvaça e arenito.

Sial *et al.* (2016) descreve que essas rochas são metassedimentares de baixo grau, da fácies xisto verde e com idades do Neoproterozoico. Segundo esses autores, os carbonatos da Fm. Serra do Paraíso apresentam contato abrupto com os diamictitos e arcósios da Fm. Panelinha, sendo possíveis capas carbonáticas Neoproterozoicas, o que corresponde à carbonatos sobrepostos aos depósitos glaciais. Mediante os levantamentos de campo realizados, constatou-se que os processos cársticos e a ocorrência de cavernas se concentram nas formações Serra do Paraíso e Salobro, que são descritas com maior detalhe abaixo, a partir da compilação de informações obtidas na literatura pesquisada:

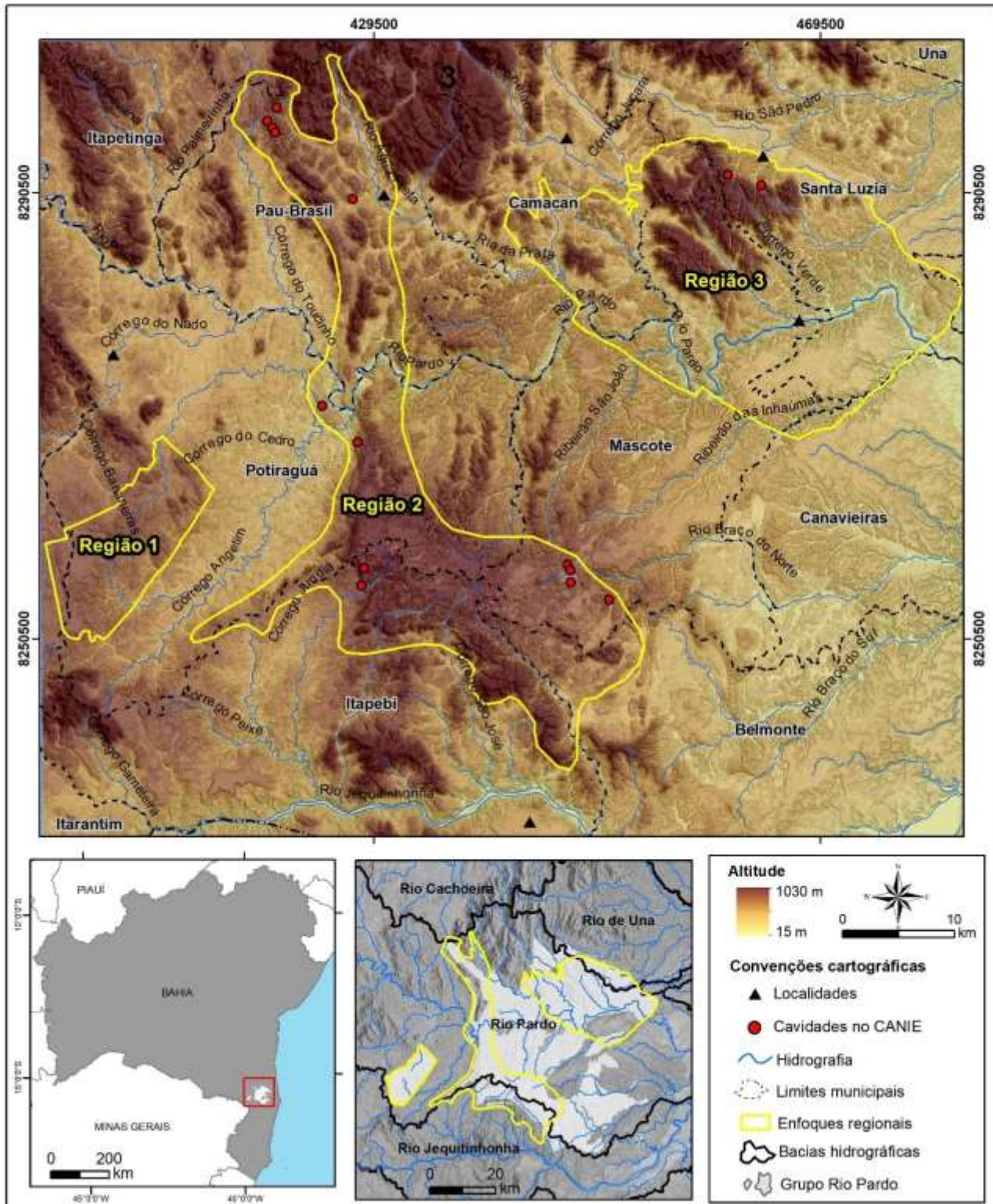
- ✓ Fm. Serra do Paraíso – de acordo com Pedreira *et al.* (1999) ocorre nas partes Oeste e Sul da bacia, em contato discordante por falhas reversas com o embasamento e gradacional, interdigitado com a Fm. Água Preta. A sul da cidade de Itaimbé possui 1.575 m de espessura. Segundo Sial *et al.* (2009), a estratigrafia apresenta variações ao longo de sua extensão, de modo que, ao Norte de Pau Brasil, consiste em metadolomitos e metadolomitos calcários, com estruturas do tipo *tepee* próximas à base, indicando exposição subaérea. Já entre Pau Brasil e o rio Pardo, é composta por metacalcários micáceos, metassiltitos e filitos. Na região entre a Serra do Paraíso e Gurupá Mirim, essa formação é constituída, predominantemente, por metarritmitos de areia-carbonato, metacalcário e metarenitos. Por último, na BR-101 o pacote possui calco-xistos na base, alternando para metacalcários, metadolomitos e quartzitos.

- ✓ Fm. Salobro – segundo Karmann *et al.* (1989) conta com uma espessura aproximada de 5.000 m, ocorre na parte nordeste da bacia, em área de alto relevo, onde ocorrem as serras de Chororão, Rochedo, Pacuípe e Lapão. À sudeste, faz contato com a Fm. Água Preta por falha reversa com transporte tectônico para nordeste. À norte, o contato com a Fm. Camacã é uma desconformidade significativa. Já à nordeste, a Fm. Salobro é coberta pelos sedimentos da Fm. Barreiras. De acordo com Sial *et al.* (2009) essa formação é composta por metarenitos imaturos, grauvacas, metarcóseos, metassiltitos, folhelhos e metaconglomerados ritmicamente interestratificados.

Os terrenos cársticos da Bacia Sedimentar do Rio Pardo são drenados, em sua maioria, pelos rios da bacia hidrográfica do rio Pardo. Ao Norte, partes desses terrenos estão inseridos nas bacias hidrográficas dos rios Cachoeira e Una. Já ao Sul, outra parte desses terrenos são drenados pela bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Conforme descrito pelo Serviço Geológico do Brasil – SGB /CPRM (2004), nesse conjunto de drenagens predomina o padrão dendrítico e, localmente, retangular, nas áreas onde os aspectos estruturais condicionam de maneira mais marcante. É importante salientar que, apesar dessas bacias hidrográficas estarem inseridas no bioma de Mata Atlântica, nas áreas percorridas em campo e situadas na Província Espeleológica do Rio Pardo, é notória a substituição desse bioma por pastagens extensivas, sejam elas ativas ou abandonadas, fato que representa um cenário crítico para o patrimônio espeleológico ali existente. Salvo no município de Santa Luzia, onde ainda são encontradas parcelas consideráveis desse bioma, em todos os demais municípios não foram encontrados resquícios da Mata Atlântica que outrora ocupavam esses terrenos.

Na definição dos enfoques regionais para a área ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Rio Pardo, reiterou-se que os aspectos litológicos, estruturais e geomorfológicos representam os parâmetros mais marcantes para a compartimentação dos terrenos cársticos nessa província. Foi observado que, na porção Oeste, englobando parte do município de Potiraguá, o relevo se apresenta mais dissecado e com altitudes inferiores. Já na parte central, englobando os municípios de Pau Brasil, Potiraguá Leste, Mascote e Itapebi, são registradas as maiores altitudes, demarcando um relevo serrano mais proeminente. Por último, na extremidade Nordeste – no município de Santa Luzia - encontra-se um relevo movimentado, com morros de topos aguçados e cristas simétricas. Na **Figura 14** apresenta-se um Modelo Digital do Terreno com a delimitação dos enfoques regionais aqui propostos para essa província, que serão abaixo descritos e foram assim denominados: 1. Potiraguá Oeste, 2. Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote Sul e 3. Santa Luzia, Camacã e Mascote Norte.

Figura 14: Modelo Digital do Terreno com destaque para os enfoques regionais estabelecidos para a Província Espeleológica do Grupo Rio Pardo, no Estado da Bahia, que aparecem demarcados pelos polígonos vermelhos.



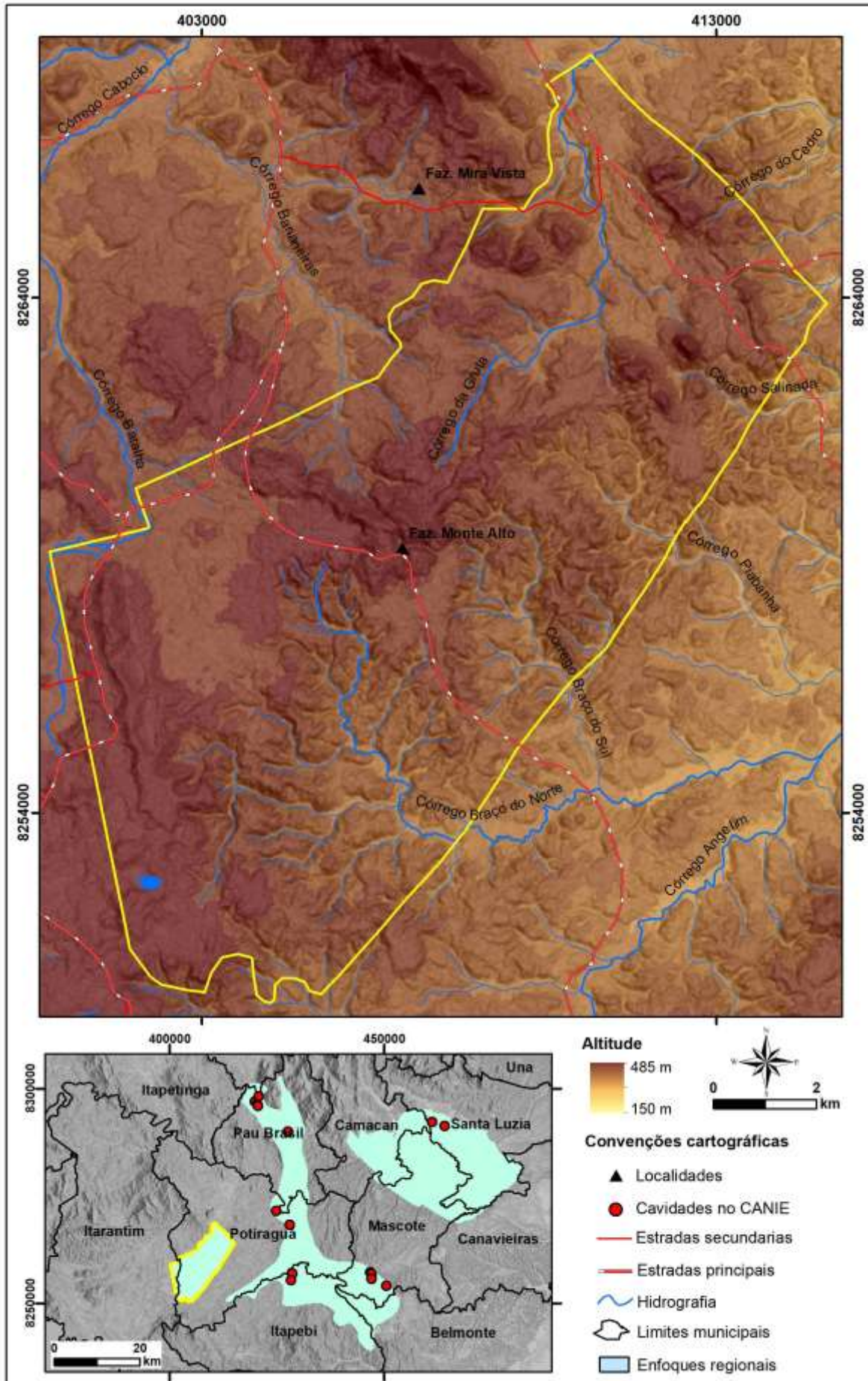
#### 4.1 Distrito de Potiraguá Oeste

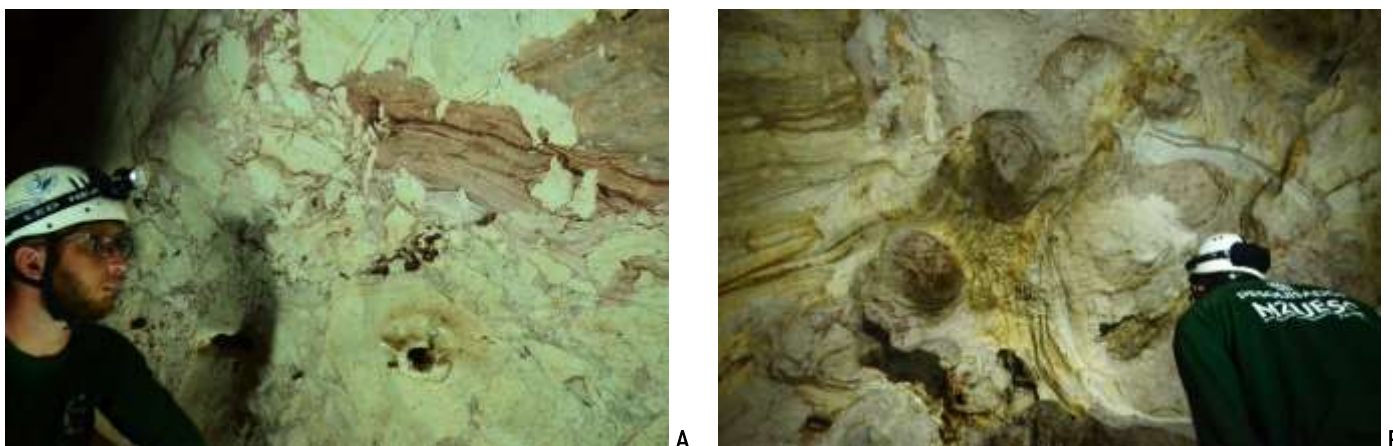
O maciço calcário da região Potiraguá Oeste se diferencia marcadamente do restante da área de ocorrência da Formação Serra do Paraíso. Conforme observado na cartografia compilada e analisada (**Figura 15**), trata-se de um corpo rochoso com cerca de 40 km<sup>2</sup> de área, que ocorre isolado do restante das rochas do Grupo Rio Pardo, situado a uma distância de 12 km desse pacote metassedimentar e com contatos retos, demarcados por falhas reversas com as rochas do embasamento. Tal situação denota uma intensa atividade tectônica pretérita, possivelmente associada aos eventos geodinâmicos da borda do craton do São Francisco, há cerca de 540 milhões de anos atrás. Ainda que não existam registros no CANIE de cavidades para esse distrito, em campo foram encontradas duas cavidades naturais subterrâneas, conhecidas localmente como grutas do Abelhão e do Urubu (ambas registradas no ponto RP-06).

Conforme verificado em campo, os aspectos litológicos encontrados nesse distrito, especialmente observados nas grutas do Abelhão e do Urubu, apresentam um aspecto único e peculiar, já que se trata de uma brecha carbonática hidrotermal (**Foto 7A**), clasto suportada, com fragmentos angulosos de rocha carbonática de tamanhos e formas muito variadas, o que lhe confere uma feição caótica. De maneira subordinada, ocorre uma matriz arenosa e de cor rosada. Todo esse pacote reage com ácido apenas quando riscado. A brecha apresenta um aspecto maciço, sendo observada a ausência de juntas/fraturas. Mediante análise da literatura consultada e observação de campo, entende-se que o brechamento se deu pela passagem de fluidos hidrotermais ascendentes, que podem estar associados à fase de alívio do evento orogênico Araçuaí, característico da borda do cráton do São Francisco e condizente com o contexto geológico dessa região.

Nessas grutas, observa-se a presença de cúpulas no teto (**Foto 7B**), *pendants* no teto e, de maneira mais localizada, *scallops* decimétricos e simétricos, evidenciando que as cavidades foram formadas por processos hipogênicos e, possivelmente, relacionadas com o evento hidrotermal que formou a brecha carbonática. Tais características acabam por conferir máxima relevância para ambas as grutas, pois não tem paralelo com nenhuma outra localidade visitada nessa província e indicando uma gênese única ou rara para as mesmas.

Figura 15: Modelo digital do Terreno – MDT para o distrito de Potiraguá Oeste, onde se observa a área de ocorrência das rochas carbonáticas, com aspecto poligonal e contatos retilíneos, possivelmente condicionados por falhamentos.





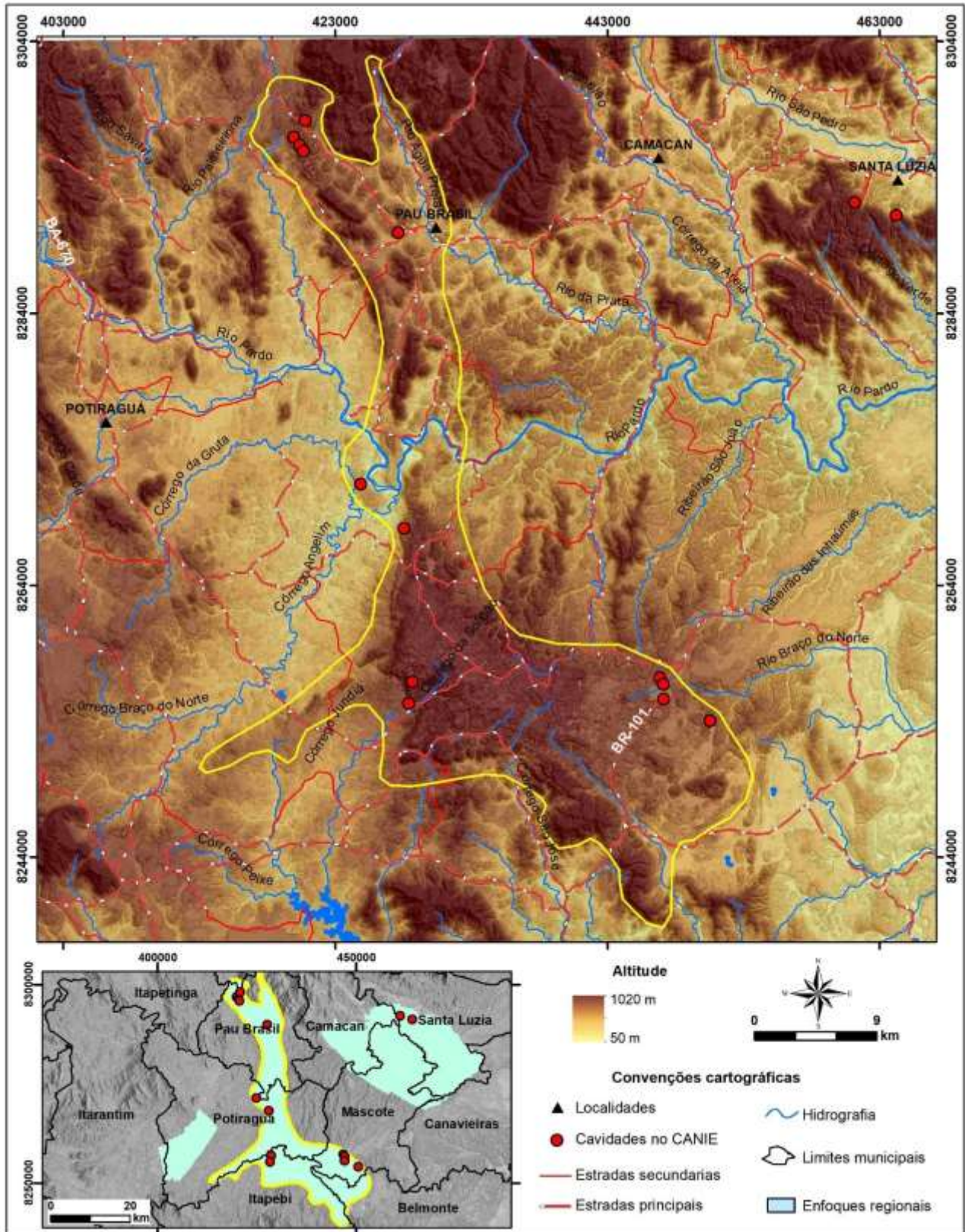
**Fotos 7:** Características observadas nas cavidades encontradas na região de Potiraguá Oeste. **A** - Aspecto da brecha carbonática hidrotermal na Gruta do Urubu. **B** - Cúpulas no teto da Toca do Urubu, evidenciando os processos hipogênicos na espeleogênese.

Entende-se que a Gruta do Abelhão apresenta um padrão em planta do tipo horizontal, ramiforme e se desenvolve com condutos exibindo uma ampla variedade de ângulos de caimento o que, segundo a classificação de Palmer (2003), consiste em uma outra característica que reforça a gênese hipogênica. Já a Toca do Urubu consiste em uma cavidade de menores dimensões que a anterior, mas é também dotada de um padrão ramiforme e característico de gênese hipogênica, marcada por diversas cúpulas no teto da cavidade. Essas cavidades estão situadas na borda de uma ampla depressão, no topo de uma vertente de inclinação suave. De maneira geral, o relevo nessa região se apresenta bem dissecado, sendo marcado por uma superfície aplainada, com morros de pequena amplitude, declividades baixas e vertentes côncavas e suaves. Localmente, foi observada a presença de torres calcárias no topo dessas vertentes. A partir da classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), o ambiente espeleogenético atual nessa região é de carste aberto, porém as características hipogênicas evidenciam uma fase de evolução em um ambiente *deep-seated*.

#### 4.2 Distrito de Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote Sul

O enfoque regional envolve porções dos municípios de Potiraguá, Pau-brasil, Itapebi e Mascote e possui 15 cavidades registradas no CANIE (**Figura 16**). Representa a porção central da província espeleológica, com maior expressão em área nessa província, dotada de relevo serrano e ondulado e que engloba o maior número de cavidades registradas no Grupo Rio Pardo. No seu interior está também localizada a Reserva Indígena Caramuru / Catarina Paraguassu, que abriga um conjunto de cavidades. Em campo, foram observadas variações em aspectos relativos à litologia, geologia estrutural e no relevo, porém não foi possível estabelecer uma compartimentação mais detalhada para essa região, já que essas variações se davam em áreas próximas e, por vezes, contíguas. Trata de um distrito complexo, heterogêneo e que, futuramente, poderá ser ainda subdividido. Diante disso, em análises de detalhe, é requerida uma atenção especial para os enfoques locais a serem ali estabelecidos, já que no âmbito desse trabalho não foi possível estabelecer qualquer abordagem dessa natureza.

Figura 16: Modelo Digital de Terreno - MDT do Distrito de Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas e as cavidades ali encontradas.

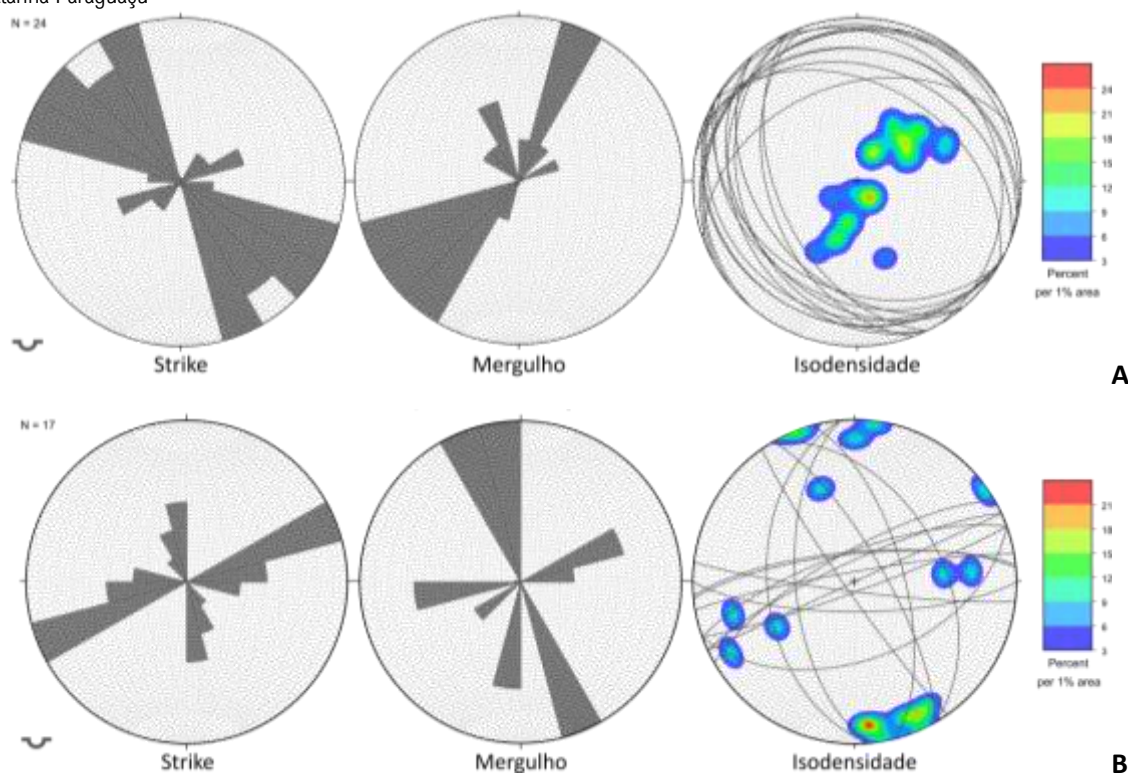


No município de Pau Brasil foi observada a ocorrência de uma rocha carbonática de cor branca, granulação fina, que reage com o ácido clorídrico (10%), com dobras amplas e abertas e que, em alguns locais, apresenta intercalações com camadas arenosas, de cor branca a creme (**Foto 8A**), com espessuras de até 30 cm, constituída por grãos angulosos a subangulosos de quartzo, com granulação que varia de fino a grossa. Esses pacotes arenosos apresentam estratificações cruzadas com até 50 cm de altura e que ora são tabulares, ou ora são acanaladas. Essas litologias foram encontradas na Gruta Milagrosa (CANIE: 015835.00786.29.23902, RP 001), na Toca dos Morcegos (CANIE: 015837.00788.29.23902, RP 003) e na Gruta da Califórnia (CANIE: 015836.00787.29.23902, RP 004), todas situadas no território indígena. Já na Gruta da Pedra Suspensa (CANIE: 015838.00789.29.23902, RP 005), também situada neste município, os níveis arenosos estão ausentes e a gruta está instalada em uma rocha carbonática cisalhada de cor preta (**Foto 8B**), com granulação fina, estrutura laminada, com níveis de chert, cortada por veios de quartzo.

No território indígena Caramuru-Catarina Paraguaçu a formação Serra do Paraíso possui camadas com *Strike* NW-SE e na Gruta da Milagrosa é possível observar um dobramento aberto com vergência para SE, que é corroborado com os dados de planos S0 levantados em campo e apresentados na **Figura 17**. O aspecto rúptil se manifesta de forma incipiente por meio de fraturas. Contudo a Gruta da Pedra Suspensa (CANIE: 015838.00789.29.23902, RP 05), que se localiza próximo à falha Rio Pardo Água-Preta, possui uma maior intensidade de feições rúpteis inclusive com um conjunto de falhas que mergulham 85° para N180. Ressalta-se que, nesse distrito, as cavidades inseridas no território indígena, também apresentam feições características de espeleogênese hipogênica, tais como cúpulas e *pedants*.

Na parte Leste e central do município de Potiraguá foi visitada uma cavidade denominada de Pedra da Gruta (CANIE: 015841.00791.29.25402, RP 11), que conta com um altar religioso na sua entrada e que, segundo relatos de moradores locais, no passado era muito utilizada para cerimônias religiosas. No interior dessa cavidade foi registrada a presença de uma rocha carbonática laminada, exibindo níveis com cores e espessuras variadas. De maneira geral, ocorrem níveis com até 15 cm de espessura, com cor branco avermelhada, granulometria média e que reagem com ácido clorídrico (10%), que se intercalam com níveis com espessuras que variam de 2 a 20 cm de espessura, com cor cinzento escura, granulometria fina e que não reage com o ácido clorídrico (10%). Esses últimos acabam ficando mais pronunciados nas paredes da cavidade. Todo esse pacote se apresenta muito dobrado, atestando que foi submetido a deformação dúctil/rúptil (**Foto 8C**).

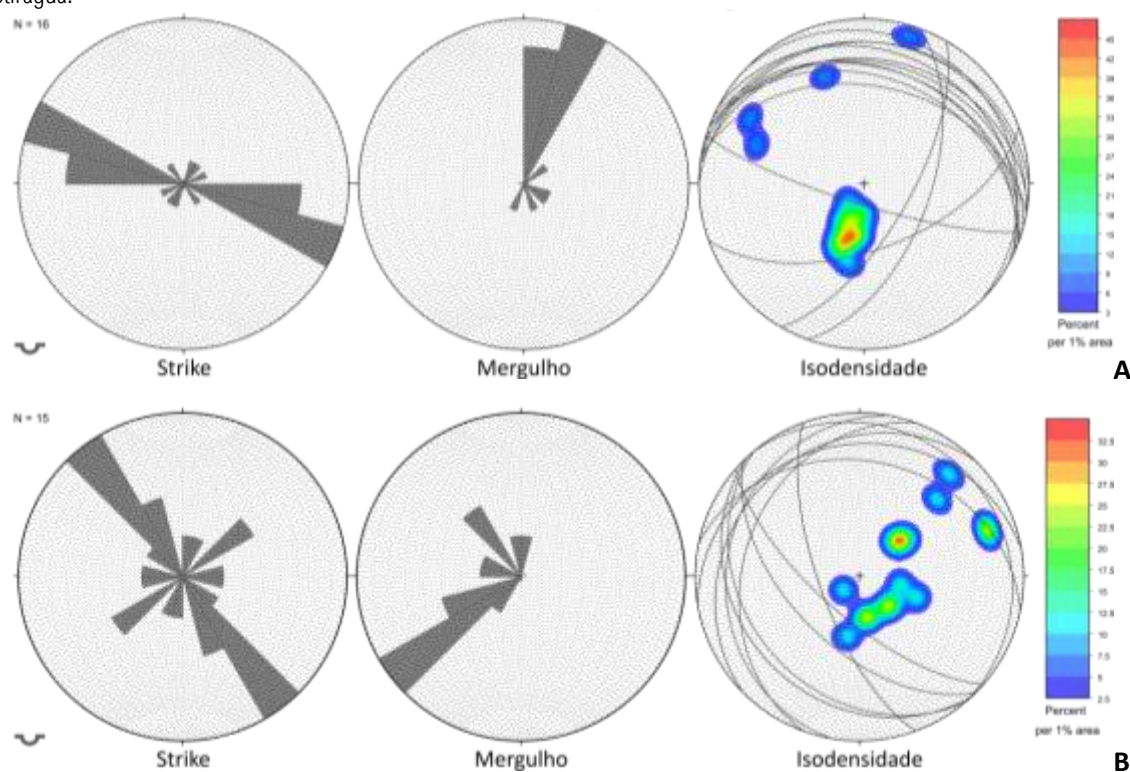
**Figura 17:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt/Fth) – **B** em grutas de Pau Brasil, no território indígena Caramuru-Catarina Paraguaçu



A cavidade se localiza próximo ao contato do Grupo Rio Pardo com o embasamento e as camadas ali presentes mergulham de 20° a 40°, principalmente para N-NE (**Figura 18**), com dobras interestratais e também algumas dobras de arrasto associadas a falhas de comportamento normal-destral que mergulham de 10° a 30° para N050 a N350. O segundo salão é cortado por um veio com aproximadamente 15 cm de espessura, preenchido por quartzo e minerais metálicos, que mergulha 30° para N230.

Já na parte sul do município de Mascote, as litologias encontradas também apresentam características variadas e distintas das que foram descritas anteriormente para essa região. Nesse município foram visitadas as grutas de São Gotardo (CANIE: 015868.00807.29.20908, RP 07), Igrejinha – também conhecida como do Deusdete (CANIE: 015869.00808.29.20908, RP 08) e a Gruna da Gruta (CANIE: 015871.00810.29.20908, RP 09). A primeira fica situada no topo de um morro e está instalada em rocha carbonática com cor cinza clara, aspecto maciço e recristalizado. A rocha reage com o ácido clorídrico (10%) somente quando raspada e, ainda assim, parece reagir pouco. Localmente, nas paredes de um salão, existente no interior dessa gruta, foi registrada a presença de níveis e/ou concreções escuras, possivelmente contendo Manganês, que se apresentam deformadas e são representativas do padrão de dobramento do maciço rochoso, apresentando dobras fechadas, em bainha e *kinks* (**Foto 8D**).

**Figura 18:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Fr/Fh) – **B** na cavidade Pedra da Gruta, situada na parte leste de Potiraguá.



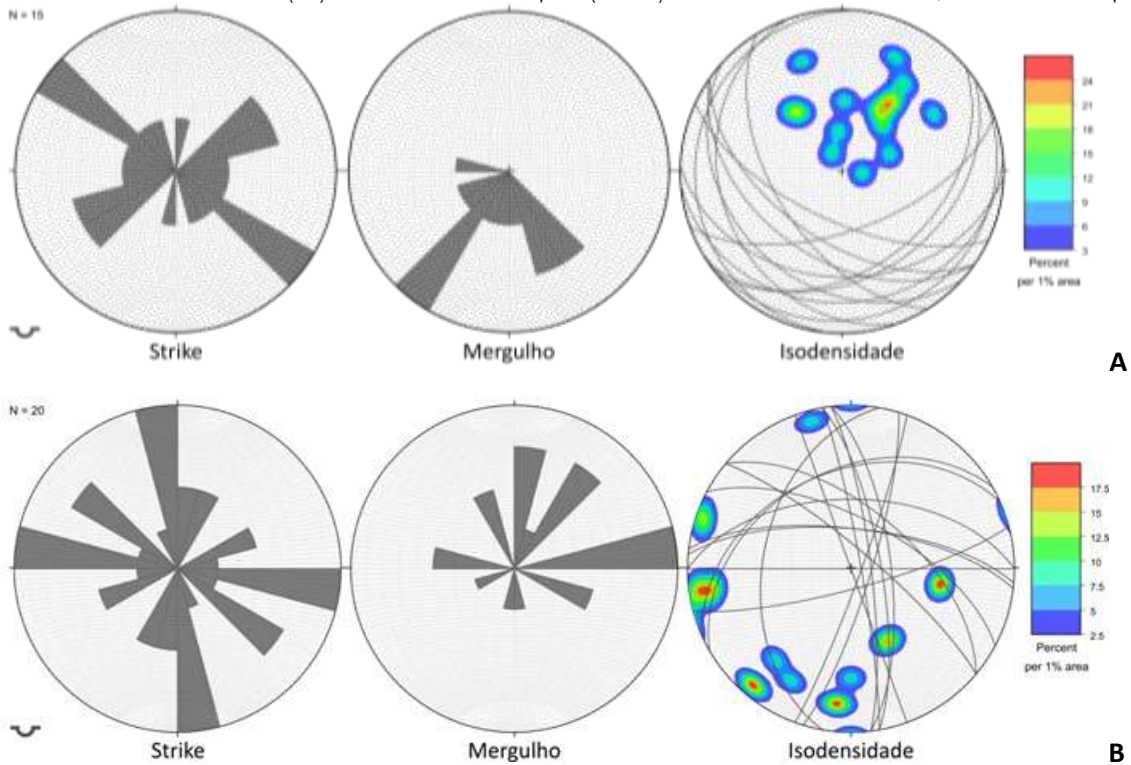
Na gruta da Igrejinha, foi encontrada uma rocha carbonática cinza clara, maciça e similar à mesma que foi observada na gruta do São Gotardo, porém nessa cavidade não foram encontradas as concreções escuras. Já na Gruta da Gruta, foi observada uma rocha carbonática com cor cinza médio a escuro, laminada, com níveis milimétricos e marcados pela alternância de níveis esbranquiçados e cinzentos, com estrutura plano paralela. Localmente, verificou-se a presença de bandas mais espessas, brechadas e que representam brechas intraclásticas. Cabe destacar que essa cavidade fica situada na base de um morro e que nos seus arredores registra-se a presença de diversas ressurgências cársticas.

Nessa porção sudeste do distrito, as camadas de rochas carbonáticas são, majoritariamente, plano paralelas ou mergulham para SW e SE, como na Gruta do São Gotardo, que se desenvolve ao longo da família de fraturas N160, que estão representadas na **Figura 19**. O comportamento das camadas de rochas carbonáticas nessa cavidade sugere a presença de dobras em bainha que, segundo Egydio-Silva *et.al.* (2011), nessas estruturas os domos se formam a partir de um padrão de interferência entre as 2ª e 3ª fase de dobramento.

Apesar das heterogeneidades encontradas para as rochas nessa região, pode-se dizer que, de maneira geral, as cavidades visitadas em campo nesse distrito possuem padrões horizontais, que variam e se misturam entre os tipos curvilíneo, retilíneo e anastomosado. Esse padrão é resultante do controle exercido pelos planos de acamamento e pelas descontinuidades rúpteis, que se alternam em cada uma das cavidades. Também em relação

à Geologia Estrutural, as propriedades da área compõem um regime semelhante, tendo porções de dobras fechadas localizadas próximas a zonas de falhas e descolamentos interestratais, intercaladas com porções de dobramento mais suave. Egydio-Silva *et.al* (2011) classifica essa porção do Grupo Rio Pardo como unidade litoestrutural II que seria o bloco sub-autóctone que, para além da deformação da 1ª fase de dobramentos, foi submetida à 2ª e, nas bordas, à 3ª fase de dobramento.

**Figura 19:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt/FIh) - **B** na Gruta de São Gotardo, situada no município de Mascote.



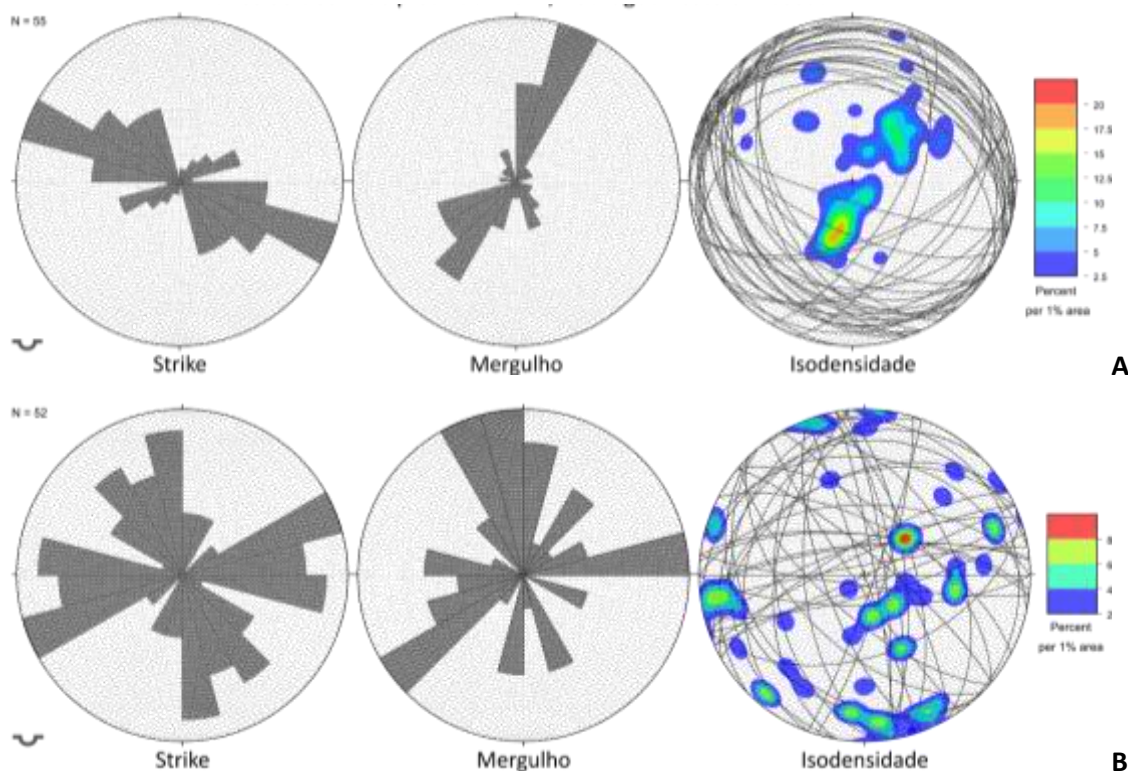


**Fotos 8:** Aspectos das rochas carbonáticas na região de Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote. **A** - Rocha carbonática de cor branca, com granulação fina e intercalações com níveis de arenito, na Gruta Milagrosa, situada na Reserva Indígena Caramuru / Catarina Paraguassu. **B** - Rocha carbonática com cor preto cinzenta, granulação fina e estrutura laminada, na Gruta da Pedra Suspensa. **C** - Rocha carbonática laminada, exibindo níveis com cores e espessuras variadas, com aspecto dobrado. **D** - Rocha carbonática com cor cinza clara, aspecto maciço e recristalizado, com presença de níveis escuros, possivelmente contendo Manganês, que se apresentam deformadas.

A compilação do levantamento estrutural de cada localidade descrita para esse enfoque regional configura um dobramento com caimento de eixo para WNW e vergência NNE (**Figura 20**). Egydio-Silva *et al.* (2011) analisando os dados estruturais dessa região sugere que essa configuração é resultado da interação com o Cráton São Francisco com as faixas de dobramento situadas em suas bordas, que se dá de forma gradual, e que esforço principal, que condicionou a origem dessas estruturas, é de S para N, envolvendo rochas do Complexo Jequitinhonha e parte do embasamento presente ao sul do Grupo Rio Pardo.

Outro aspecto que confere alguma identidade à região é o relevo de morros e serras com topos convexos e apresenta uma borda de patamar cárstico, próximo ao entalhe do Rio Pardo, onde também se concentram dolinas alinhadas, com frequência maior do que o que é observado em outros locais desse distrito. Por último, merecem destaque as ressurgências cársticas encontradas próximas à Nascente da Gruna, que ocorrem em um nível mais elevado do que as próprias bacias circundantes, sugerindo a existência de uma unidade funcional de recarga autóctone, se estendendo pelo conjunto das serras próximas a Gurupá Mirim.

**Figura 20:** Compilação dos diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (SO) – **A** e das estruturas rúpteis (Frt/FIh) – **B** no distrito de de Pau-brasil, Potiraguá Leste, Itapebi e Mascote Sul.



### 4.3 Distrito de Santa Luzia, Camacã e Mascote Norte

Esse enfoque regional engloba partes dos municípios de Santa Luzia, Camacã, e uma porção norte do município de Mascote (**Figura 21**). Apresenta um relevo movimentado e marcado pela presença de morros com topos aguçados, cristas simétricas e vertentes íngremes e retílineas, que se destacam em meio ao mar de morros e são indicativos do controle estrutural

na evolução do relevo. Por vezes, esses morros recebem denominações locais, sendo identificados como serras, como é o caso da Serra do Lapão, onde fica situada a gruta do Lapão de Santa Luzia (CANIE: 015875.00811.29.28059, RP 014), a maior e mais volumosa cavidade conhecida na província do Grupo Rio Pardo.

Os terrenos cársticos nesse distrito estão instalados sobre os conglomerados polimíticos e dolomíticos da formação Salobro (Pedreira, 1996), que são constituídos por clastos e matriz carbonáticos, com idade do Neoproterozóico (+/- 600 milhões de anos atrás) e que foram formados em um ambiente de leque aluvial, pela erosão e desmonte das formações carbonáticas mais antigas e também pertencentes ao Grupo Rio Pardo, durante e após a orogenia relacionada com a faixa de dobramentos Araçuai. Desse modo, essas rochas foram formadas em uma bacia de antepaís, o que representa uma acumulação de sedimentos provenientes de uma zona mais elevada, formada pela deformação e soerguimento de parte da crosta, de modo que os sedimentos são depositados sobre uma região adjacente relativamente pouco deformada pela tectônica.

Nessa região estão registradas duas cavidades no CANIE, quais sejam: Gruta do Lapão de Santa Luzia (CANIE: 015875.00811.29.28059, RP 14) e Gruta da Pedra do Sino (CANIE: 015876.00812.29.28059, RP 13). Ambas estão situadas no topo de morros e estão instaladas em conglomerados polimíticos, com clastos angulosos a sub arredondados, com matriz arenosa e que reage com ácido. O pacote rochoso apresenta uma estratificação incipiente e, no interior de ambas as cavidades, se apresenta clasto suportado (**Foto 9**). Todavia, próximo da saída da Gruta do Lapão de Santa Luiza, constatou-se a presença de um arenito cinzento e que não reage com ácido.

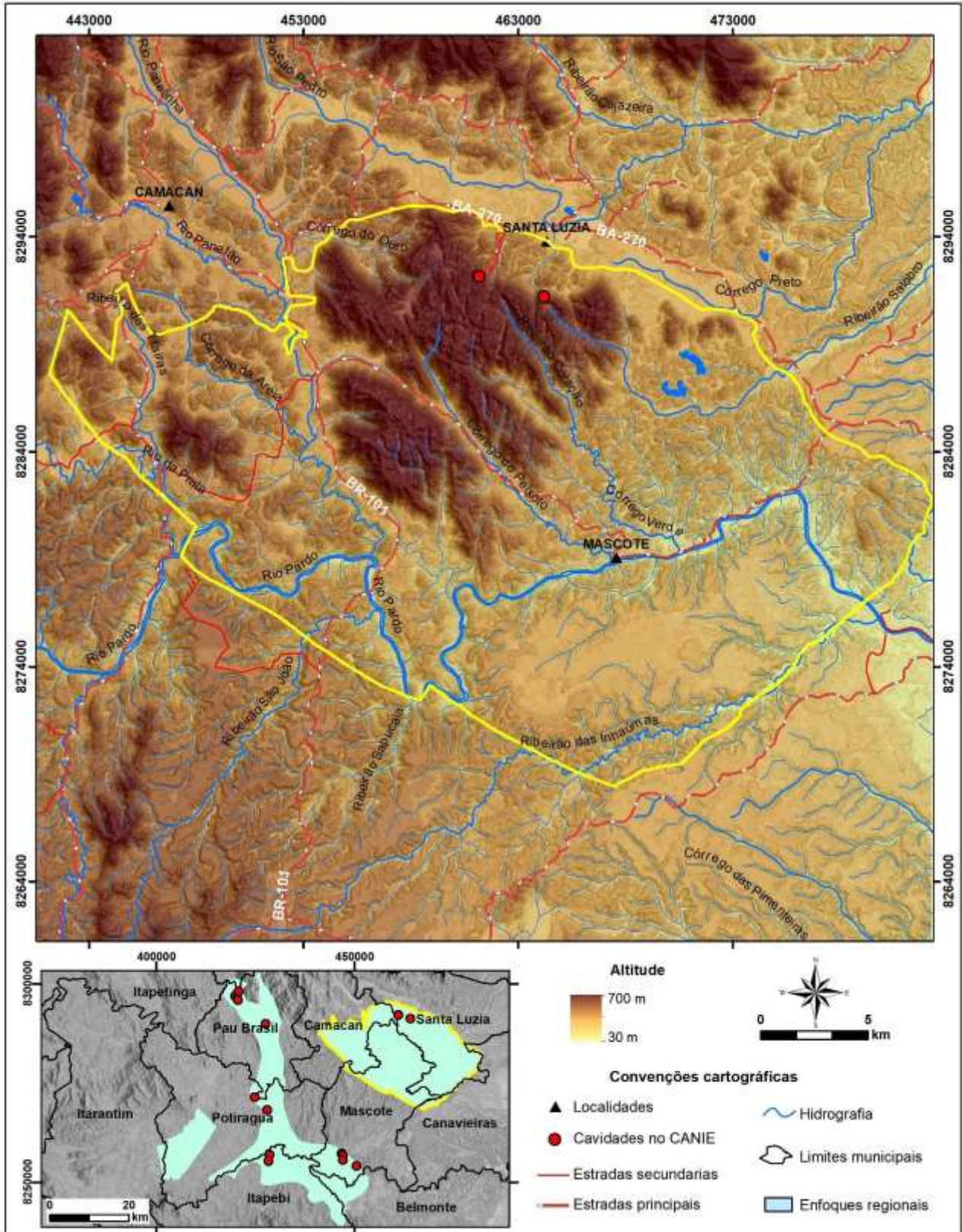


**Foto 9:** Aspecto do conglomerado polimítico da formação Salobro, encontrado no interior da gruta do Lapão de Santa Luzia.

De acordo com relatos de membros do Grupo Sul Baiano de Espeleologia - GSBE, um grupo atuante nessa província, a gruta da Pedra do Sino tinha um piso elevado de sedimentos, que permitia o acesso fácil ao seu interior. Entretanto, atualmente encontra-se um abismo na entrada desta gruta, de maneira que o seu acesso somente é possível mediante a utilização de

técnicas verticais. Tal situação é sugestiva da atuação de processos erosivos, que removeu o material sedimentar que preenchia o conduto inicial da cavidade.

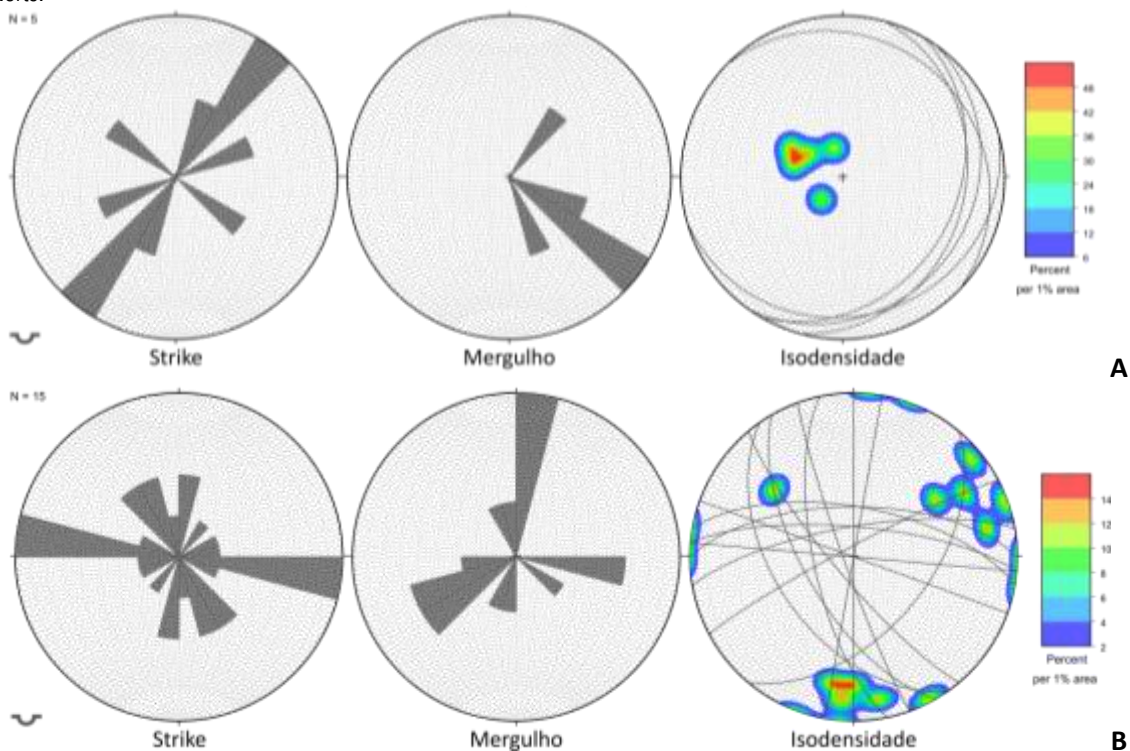
**Figura 21:** Modelo Digital de Terreno – MDT para o distrito de Santa Luzia, delimitado pela linha amarela, representando a área de ocorrência das rochas carbonáticas ali encontradas.



A gruta do Lapão de Santa Luzia tem um padrão horizontal predominantemente do tipo *network* e apresenta teto muito elevado (> 25 m) no seu trecho inicial, passando para um trecho marcado pela presença de um amplo salão repleto de blocos abatidos. Esse padrão horizontal, segundo Palmer (2003) é indicativo de um desenvolvimento controlado predominantemente por fraturas e uma percolação uniforme de água no sistema. Cabe destacar que, nessa gruta o conduto principal está, notoriamente, condicionado por um plano de fratura subvertical com direção N90. De maneira perpendicular ocorrem outros planos de fratura que condicionam a instalação de condutos transversais e de desenvolvimento incipiente.

Conforme estruturas representadas na **Figura 22** as cavidades visitadas nesse enfoque regional estão instaladas entre os planos axiais e o flanco nordeste de dobras, com vergência para NE e caimento SW, da formação Salobro. O desenvolvimento das cavernas é vertical, controlado pelos fraturamentos principal N270 e secundário N170. Egydio-Silva *et.al* (2011) classifica a formação como bloco autóctone na unidade litoestrutural I, a geologia estrutural seria decorrente apenas da 1ª fase de deformação, enquanto as fases 2 e 3 se limitam ao interior da faixa arauaí, a SW da Falha Rio Pardo Água Preta.

**Figura 22:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho; e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Fr/Flh) - **B** nas cavidades encontradas no distrito de Santa Luzia, Camacã e Mascote Norte.



## 5. CONTEXTO GEOLÓGICO E ENFOQUES REGIONAIS DA PROVÍNCIA DO GRUPO BAMBUÍ

No setor Oeste do Estado da Bahia, na margem esquerda do rio São Francisco, aflora um conjunto de rochas carbonáticas com idades do neoproterozóico e pertencentes ao Grupo Bambuí. Essas rochas são subjacentes a um pacote de rochas siliciclásticas do Grupo Urucuia, que apresenta idades mesozóicas e sustentam extensas zonas planálticas, denominadas – genericamente - como Chapadão. Tais pacotes rochosos são de elevada importância hidrogeológica, pois neles estão instalados sistemas aquíferos que armazenam e distribuem as águas que abastecem o médio curso do rio São Francisco, ao longo do trecho percorrido no semiárido baiano.

Nesse cenário, a área de ocorrência das rochas carbonáticas carstificadas do Grupo Bambuí no Estado da Bahia ocupa 4,56% da área territorial e, com 529 cavidades naturais subterrâneas registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE, representa a província espeleológica baiana de maior extensão e com maior número de registros nesse cadastro. As rochas carbonáticas desse Grupo afloram também nos territórios de Minas Gerais, Goiás e Tocantins.

Karmann & Sánchez (1979) definiram cinco distritos para essa província, em nível nacional, dentre os quais, três deles no território baiano: Distrito do Alto e Médio São Francisco, Distrito de Irecê e Distrito do Alto Paraguaçu. Cabe ressaltar que nesse trabalho, os autores não separavam as rochas carbonáticas dos Grupos Bambuí e Una. Todavia, à luz dos conhecimentos mais atuais e, a partir dos levantamentos realizados nos municípios de São Desidério, Correntina, Santa Maria da Vitória, Coribe, Cocos, Carinhanha, Iuiú, Serra do Ramalho, Bom Jesus da Lapa e Santana, foi possível revisar e atualizar os distritos propostos para essa província, conforme será aqui apresentado e discutido mais adiante.

Ressalta-se que a divisão que será aqui proposta para os enfoques regionais na área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí no Estado da Bahia foi estabelecida para as regiões de ocorrência das cavidades naturais subterrâneas instaladas nessa litologia, mediante a ação de condicionantes e processos distintos ao longo do tempo geológico. Nas **Fotos 10 A a D** são apresentadas particularidades do relevo observadas nessa Província Espeleológica que foram marcantes na definição desses enfoques.

No que se refere à Geologia, Almeida (1977) descreve que o Grupo Bambuí faz parte da Bacia (ou Supergrupo) do São Francisco, do Neoproterozoico, e que ocorre na porção Oeste do Cráton do São Francisco. Esse autor destaca ainda que o Grupo é composto de sucessões sedimentares pelítico-carbonáticas, acumuladas em bacias marinhas epicontinentais, que geograficamente abrangem parte do Oeste baiano, Norte e Oeste de Minas Gerais e Leste de Goiás. A estratigrafia utilizada para descrever o Grupo Bambuí, no Oeste da Bahia, se baseia na coluna amplamente estabelecida para esse grupo em Minas Gerais e proposta por Iglesias & Uhlein (2009). Esses autores apontam ainda que, inicialmente, as expedições geológicas faziam livre associações entre as formações nas diferentes localidades, que foram confirmadas posteriormente.



A



C



B



D

**Fotos 10:** Aspecto do relevo na província do Grupo do Grupo Bambuí. **A** - Paredões escarpados, em meio ao relevo suavemente ondulado e bordejando a Lagoa Azul, no sistema Cárstico do Rio João Rodrigues, em São Desidério. **B** - Morros residuais e superfície aplainada, com cobertura elúvio coluvionar em Santana. **C** - Campo de Lapiás na vertente Sul da Serra do Ramalho, próximo de Cocos. **D** - O rio São Francisco, a Depressão San Franciscana e morros testemunhos de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, em Bom Jesus da Lapa.

De acordo com Godinho (2020), que trabalhou no carste da região do município de São Desidério, a estratigrafia do Grupo Bambuí é bem definida e correlacionada entre diversas áreas do Brasil. Segundo esse autor, ocorrem algumas variações regionais da nomenclatura das unidades internas e uma das propostas de estratigrafia mais utilizada na literatura é, da base para o topo, a seguinte:

Formação Jequitáí – consiste em conglomerados e/ou diamictitos basais, interpretados como tilitos glaciais de ambiente continental. Possui contato inferior com rochas diversas do embasamento;

Formação Sete Lagoas – unidade com predominância de carbonatos, representados por calcários, dolomitos, margas e pelitos, interpretados como de ambiente marinho raso;

Formação Serra de Santa Helena – unidade de alternância pelítico-carbonática, com folhelhos, siltitos e, localmente, carbonatos intercalados, interpretados como sendo de ambiente marinho plataformais;

Formação Lagoa do Jacaré – unidade com calcários oolíticos cinza escuros e odorozos, intercalados com margas e siltitos, interpretados como sendo de ambiente marinho raso de alta energia;

Formação Serra da Saudade – unidade com predominância de pelitos como folhelhos e argilitos, interpretados como sendo de ambiente marinho profundo, que gradam para siltitos arcoseanos em direção ao topo;

Formação Três Marias – predominantemente psamítica, siltitos e arcóseos que sobrepõem, de maneira concordante, aos pelitos da Fm. Serra da Saudade, interpretados como sendo de ambiente marinho plataformais, que evolui, gradativamente, para um ambiente flúvio deltáico.

Dentre as unidades listadas acima, destacam-se as formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré, como as mais relevantes para a carstificação, posto que reúnem as maiores extensões de ocorrência de rochas carbonáticas. Pedrosa (2010) comenta que, no Grupo Bambuí, as sequências marinhas refletem o comportamento cíclico das transgressões e regressões do nível do mar durante o Neoproterozoico. Por outro lado, Misi et al. (2007) propõe que dois ciclos tectono-sedimentares são atribuídos à origem dessas unidades, conforme transcrito a seguir:

Ciclo 1, descrito como uma sucessão marinha do tipo *shallowing-upward*, cuja base possui camadas finas e descontínuas de dolomitos róseos e argilosos da Fm. Sete Lagoas. Logo após, ritmitos de calcários laminados intercalados com argila e silte, sugerindo transgressão marinha e águas relativamente profundas. O topo da Fm. Sete Lagoas, ao fim do ciclo, é formado por fácies de sedimentação rasa como dolomitos com estruturas oolíticas, brechas intraformacionais e estruturas de ressecamento, que revelam uma superfície erosiva regional.

O Ciclo 2 teve deposição de folhelhos e margas da Fm. Serra de Santa Helena, marcando o início de nova transgressão marinha. Novamente, a sedimentação se torna característica de ambiente raso em direção ao topo, quando aparecem também os calcários oolíticos e pisolíticos da Fm. Lagoa do Jacaré.

É necessário dizer que, na porção mais setentrional da área de ocorrência de rochas do Bambuí na Bahia, especificamente de São Desidério para Norte, Egydio-Silva (1987) descreveu três unidades litoestruturais, designadas como Formações São

Desidério, Serra da Mamona e Riachão das Neves, correlacionando-as com as três últimas da estratigrafia tradicional – Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias, respectivamente. Dantas *et al.* (2013) sugerem que essa associação é indicativa de que a plataforma carbonática nessa área se desenvolveu de forma tardia em relação à porção mais a Sul da bacia, que corresponde ao Grupo Bambuí no Estado de Minas Gerais.

Ainda a respeito das subdivisões propostas para o Grupo Bambuí, no Oeste baiano, Silva *et al.* (1989), em um estudo litoestratigráfico das sequências metassedimentares do Grupo Bambuí no Noroeste do Estado da Bahia, descrevem cinco domínios geotectônicos, com base nas diferenças do grau metamórfico e na deformação das suas unidades constituintes. Estes autores definem também quatro formações neste grupo, nomeadamente, da base para o topo: Canabrinha, São Desidério, Serra da Mamona e Riachão das Neves, todas elas englobadas no Neoproterozóico. Uma síntese do contexto geológico do Grupo Bambuí é apresentada na **Figura 23**. Tendo em consideração as diversas subdivisões propostas para essa unidade estratigráfica, por diferentes autores ao longo do tempo, nessa figura apresenta-se uma síntese elaborada mediante as diversas propostas encontradas na literatura.

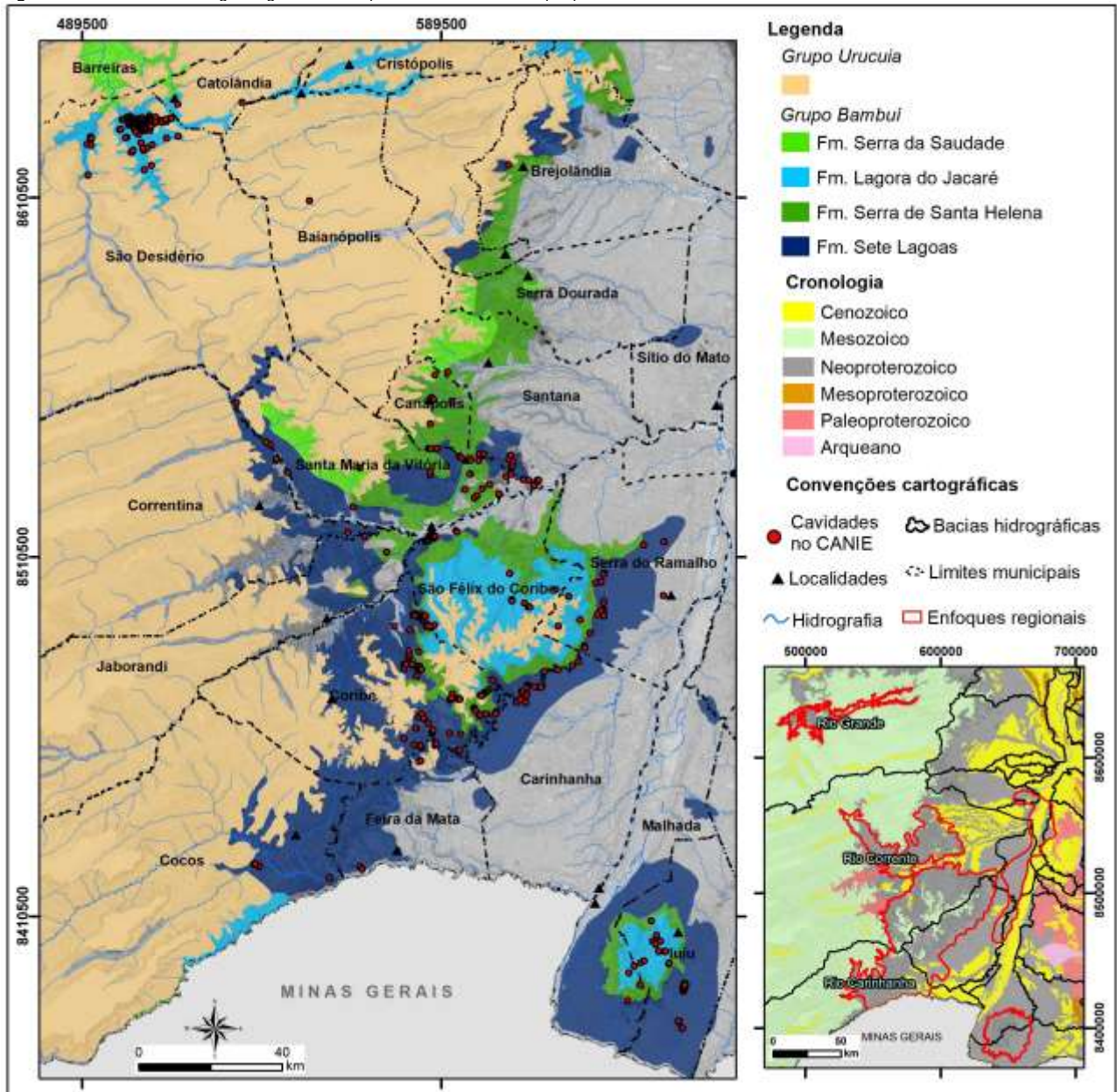
Em relação ao relevo na Província do Grupo Bambuí, observa-se que sua evolução está fortemente associada à formação da depressão do médio São Francisco, a partir da dissecação da face oriental do Planalto Central do Brasil, uma feição de relevo de escala nacional, que é sustentada no topo pelas rochas Urucuia, sobrejacentes ao Grupo Bambuí. Esse planalto, também denominado de Chapadão Central, vem sendo dissecado pelos agentes da dinâmica superficial, gerando incisões marcantes no relevo, que se manifestam como vales orientados ora NW/SE e ora NE/SW, que acabam por expor as rochas carbonáticas subjacentes, ao longo das encostas e vertentes. Por último, na Depressão do São Francisco, as rochas do Grupo Bambuí estão encobertas por sedimentos mais recentes e afloram de maneira subordinada e localizada, seja como morros testemunhos isolados, que se destacam nessa depressão, como observado em Bom Jesus da Lapa, ou, em maior escala, na forma de uma serra isolada - a Serra de Iuiu. Em ambos os casos, essas feições são sustentadas pelas rochas carbonáticas reunidas no Grupo Bambuí.

A superfície mais elevada no Oeste baiano corresponde aos chapadões com topos planos e sustentados pelos arenitos do Grupo Urucuia e com cotas variando entre 900 m e 1.000 m. De maneira geral, nas vertentes desses chapadões, com cotas entre 650 m e 700 m, ocorre uma segunda superfície, demarcada pelos topos das vertentes declivosas, onde afloram as rochas carbonáticas do Grupo Bambuí. Essa segunda unidade de relevo é denominada de Patamares do Chapadão, sendo marcada pela presença de um expressivo conjunto de terrenos cársticos. Como um exemplo importante dessa segunda unidade, destaca-se a Serra do Ramalho, que representa um extenso maciço sustentado por rochas carbonáticas carstificadas, na frente de dissecação do Chapadão, com elevações de topo aplainado e bordas suaves - muitas vezes dotadas de lapiás, que se estende por cerca de 120 Km na direção NE/SW, desde Cocos até São Félix do Coribe e que fica situada na margem esquerda do rio São Francisco.

Na parte mais ao Norte dos patamares do Chapadão, representando uma frente ainda incipiente da dissecação, merece destaque a região do município de São Desidério, que é marcada por sistemas fluviocársticos complexos e que são bem característicos do relevo cárstico local. O patrimônio espeleológico dessa região foi descrito por Galvão *et al.* (2012). Esse patrimônio subsidiou uma proposta de Pereira *et al.* (2018) para a criação de um geoparque neste município. Godinho (2020)

datou o mais antigo registro sedimentar em cavernas brasileiras na Garganta do Bacupari, obtendo a idade de 3,2 milhões de anos para conglomerados encontrados no interior dessa gruta do município. Esse autor também estabeleceu uma taxa média de entalhamento sobre o leito sedimentar inconsolidado das cavernas, obtendo valores de 653 m/Ma, o que expressa a velocidade da evolução do relevo naquela região. Na parte centro Leste dos Patamares do Chapadão, cabe também destacar a ocorrência da Gruta do Padre (CANIE: 013522.00363.29.28109), que fica situada nos terrenos cársticos encontrados na região dos municípios de Santana e Santa Maria da Vitória e que representa a terceira maior caverna do Brasil em extensão, e a primeira no país com o maior desnível, para as cavidades em rochas carbonáticas (CAVALCANTI *ET AL.*, 2012; RUBBIOLI *ET AL.*, 2019).

Figura 23: Síntese da Geologia Regional do Grupo Bambuí, com destaque para as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas.



Bordejando os terrenos elevados e acima descritos, ocorre a Depressão Sanfranciscana, que representa o nível de base regional atual, consiste em uma superfície aplainada, coberta por sedimentos detríticos, de idades recentes e natureza elúvio - colúvio - aluvionar. Em meio a esses terrenos aplainados, como feições proeminentes, destacam-se os morros

testemunhos, sustentados por rochas carbonáticas cinzentas, com lapiás, tal como encontrado em Bom Jesus da Lapa, ou a Serra de Iuiu, essa última com dimensões maiores e altitudes que alcançam a marca de 850 metros, quebrando a monotonia do relevo e sendo representativas da evolução do relevo, pelo avanço da frente de dissecção da depressão Sanfranciscana. Dantas *et al.* (2013) descrevem o carste de Iuiu como um relevo cárstico típico, onde as cristas da serra de Iuiu são platôs, paralelos ao acamamento das rochas constituintes. Outras feições do rico exocarste local são paredões abruptos, *canyons*, sumidouros, surgências, vales cegos, dolinas, torres, e cavidades de dimensões consideráveis.

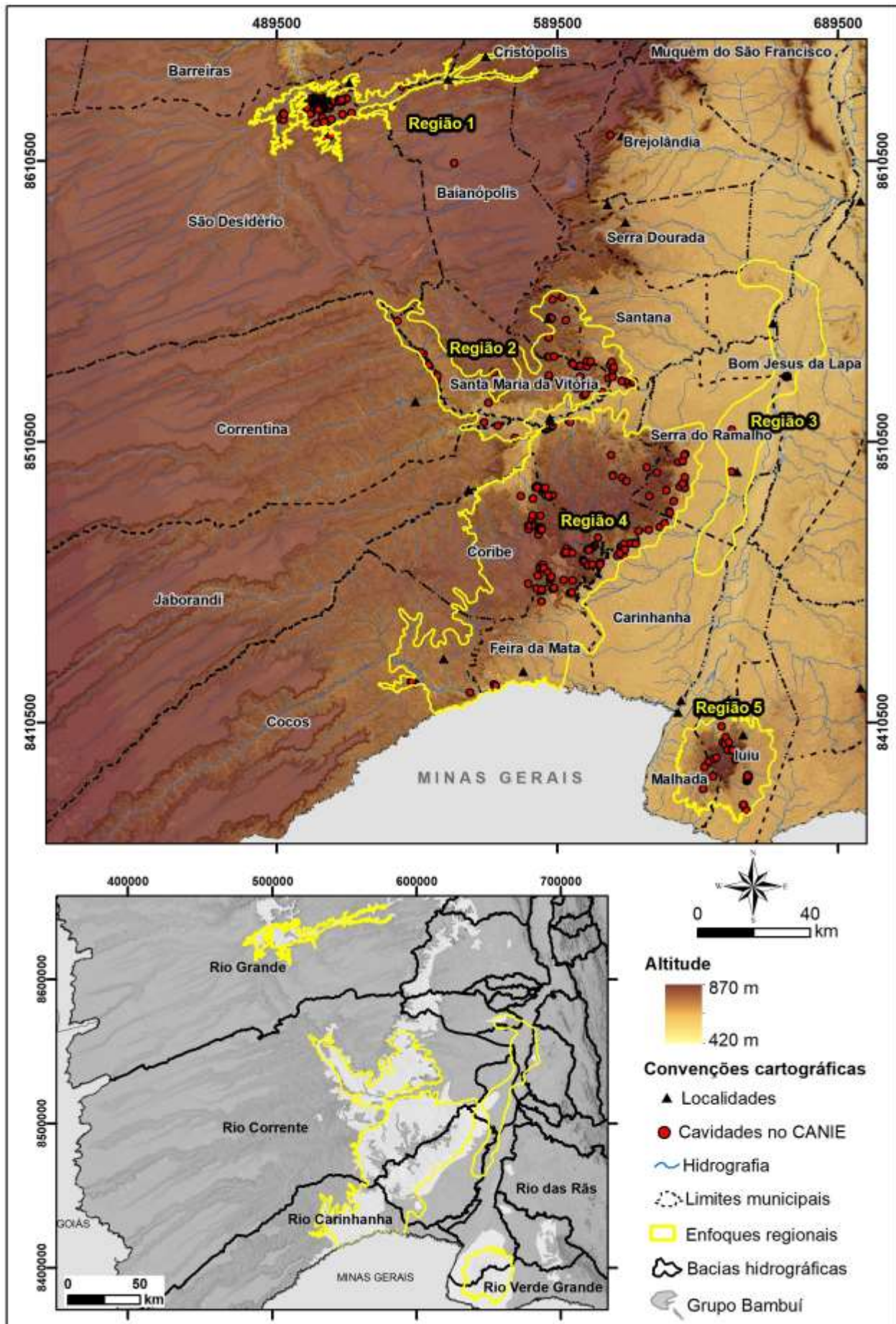
A análise das drenagens e bacias hidrográficas na região do Oeste baiano predomina um padrão dendrítico e, localmente, retangular, nas áreas onde a influência estrutural é mais marcante. Nos rios tributários, instalados no Chapadão Central, sobre as rochas do Grupo Urucuia, ocorre uma paralelização acentuada dos cursos fluviais, demonstrando também alguma herança estrutural ou eventos neotectônicos (CAMPOS & DARDENNE, 1997). As bacias hidrográficas principais, de Norte a Sul, correspondem aos rios Grande, Corrente e Carinhanha, todos eles localizados na margem esquerda do rio São Francisco, entre os municípios de São Desidério e Cocos. Percebe-se que a incisão do fluvial é mais incipiente em São Desidério, aumentando progressivamente para Sul, até o rio Carinhanha, onde os vales se apresentam mais abertos.

O aquífero Bambuí, como grande maioria dos aquíferos cársticos, é anisotrópico e heterogêneo. É de caráter livre, sendo, em parte, recoberto pelos arenitos do Urucuia ou outros sedimentos mais recentes - que correspondem às coberturas neógenas, e tem espessura variável (ANDRADE e CASCAES, 1990). Esse aquífero é dotado de extrema relevância hídrica e ambiental, pois armazena importante manancial hídrico e responsável pela manutenção da vazão do rio São Francisco ao longo do semiárido nordestino.

Na área ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, no Oeste da Bahia, a partir dos levantamentos de campo constatou-se que aliada aos aspectos litológicos e estruturais representam parâmetros marcantes e efetivos no condicionamento da evolução geomorfológica, já que controlam o avanço da dissecção, influenciando a carstificação e são assim orientadores para a compartimentação e estabelecimento dos enfoques regionais que serão aqui propostos. A partir da homogeneidade nos aspectos fisiográficos, litológicos e hidrológicos foram então estabelecidos cinco distritos, que estão representados na **Figura 24**, serão descritos em seguida e foram assim designados: 1. São Desidério; 2. Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis; 3. Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho Nordeste; 4. Região de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho Sudoeste e 5. Iuiu.

Conforme foi aqui discutido e está representado na **Figura 24**, os relevos mais dissecados estão localizados na margem direita do rio São Francisco, o que pode ser evidenciado nos morros testemunhos de Bom Jesus da Lapa (Região 3) e na Serra de Iuiu (Região 5). Já na margem esquerda, em São Desidério (Região 1) - situado na extremidade Norte - são observados os estágios mais iniciais da dissecção do Chapadão Central, além de estágios intermediários, observados nas regiões de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis (Região 2), bem como na Região de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e Sudoeste de Serra do Ramalho (Região 4). Esses dois últimos ocorrem no contexto dos Patamares do Chapadão e bordejando a Depressão Sanfranciscana.

Figura 24: Modelo Digital do Terreno – MDT com os enfoques regionais estabelecidos para a Província Espeleológica do Grupo Bambuí, no Estado da Bahia.



## 5.1 Distrito de São Desidério

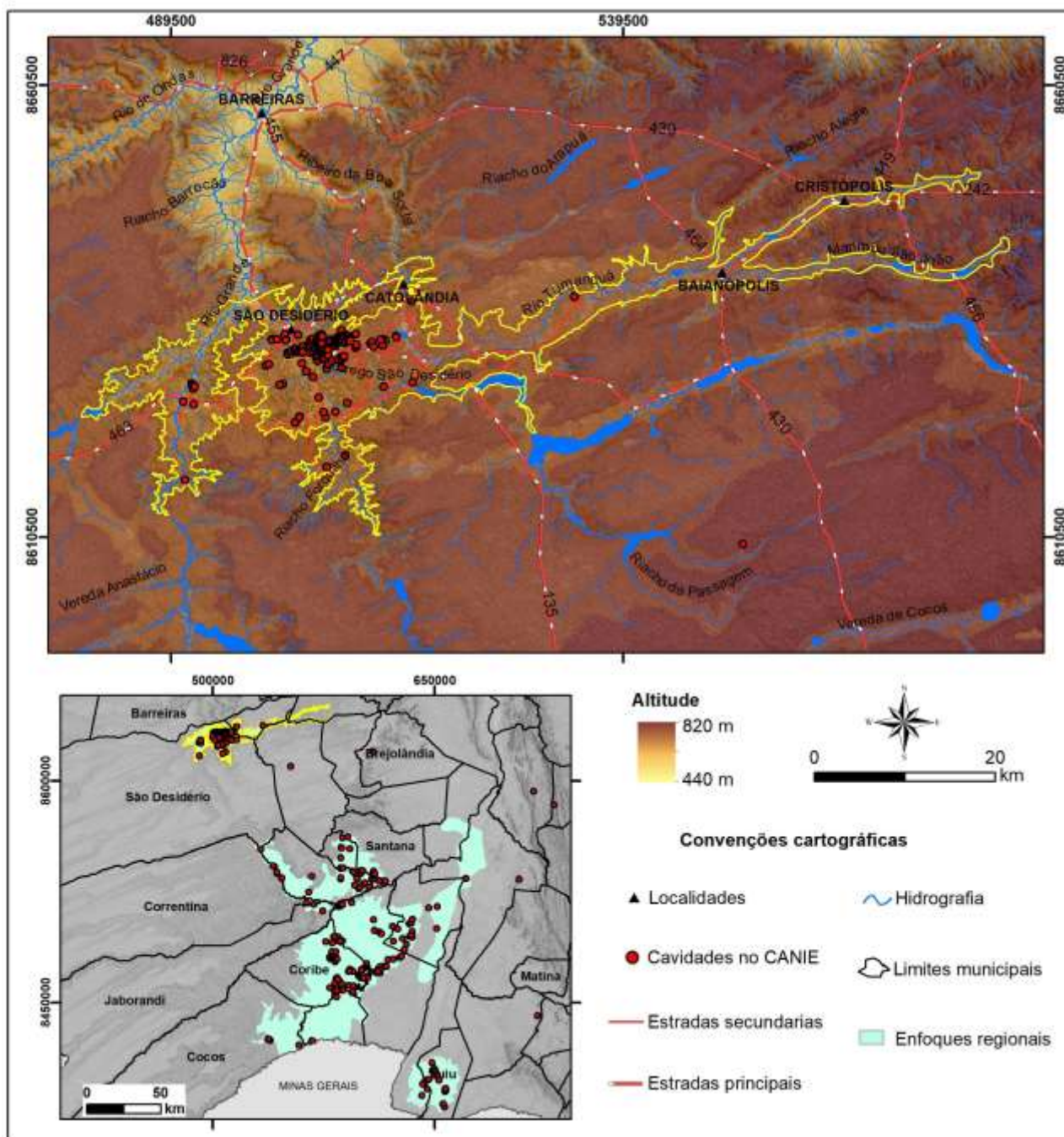
Esse enfoque regional está inteiramente inserido na área do município de São Desidério (**Figura 25**), que representa um dos maiores municípios do Estado baiano, com uma área de 15.157 km<sup>2</sup>. Em maio de 2022 constavam 201 cavidades registradas no CANIE nesse distrito, que fica situado na porção mais ao Norte da província do Grupo Bambuí, onde a incisão da frente de dissecação do relevo do Chapadão Central se encontra mais incipiente, de maneira que parte dos sistemas cársticos estão sotopostos aos arenitos do Grupo Urucuia e ora afloram em superfície. Em termos de litologia, predomina nesses terrenos cársticos uma rocha carbonática de cor cinzenta, estratificada, com granulação fina e que exhibe, por vezes, um acamamento lenticular com granulação na fração areia fina a média e estratificações cruzadas (**Foto 11A**). Em todos os locais analisados a rocha reagiu prontamente com HCl (10%), indicando ser constituída, essencialmente, de calcita.

Aqui merece destaque o Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues, cujo patrimônio geológico foi inventariado por Pereira (2018) e representa uma captura fluvial do rio Tamanduá para o rio São Desidério, sendo representativo da evolução do relevo nos Patamares do Chapadão. Ao longo desse sistema o rio ora corre em superfície e ora é subterrâneo e, ao longo do seu trajeto, interconecta um conjunto de cavidades com grandes salões de abatimento. Por vezes, ocorre o colapso do teto desses salões, tal como se pode observar no Parque Municipal da Lagoa Azul (GB 02) ou no Buraco do Inferno da Gruta da Sucupira (CANIE: 021777.01007.29.28901, **Foto 11B**) e, desse modo, o rio passa a correr em superfície. Essa dinâmica, acaba por formar vales cársticos, tal como o que é observado no *canyon* da Beleza (GB 03, **Foto 11C**).

Um outro aspecto relevante, em relação ao contexto geomorfológico dessa região e que, de certa forma, a distingue dentre as demais regiões dessa província é que, em muitas partes, os sistemas cársticos estão ainda cobertos por arenitos do Grupo Urucuia. Tal fato se dá, pois, a mesma se enquadra nos limites entre o topo do Chapadão Central e os Patamares do Chapadão, sendo bem representativa da dinâmica de dissecação desse planalto e exposição dos sistemas cársticos. Diante disso e a partir da classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), o ambiente espeleogenético ali encontrado é do tipo carste subjacente.

Em um trabalho recente, Godinho (2020) estimou taxas de erosão de cerca de 10 metros por milhão de anos para o Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues, situado na margem direita do rio São Desidério. Já para as cavidades associadas ao Sistema Manoel Lopes (GB 04), situado na margem esquerda desse mesmo rio, as taxas de erosão obtidas por esse autor variam entre cerca de 40 a 50 metros por milhão de anos, demonstrando assim velocidades distintas para a dissecação do Chapadão Central nessa região. Cabe ainda dizer que, enquanto no Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues o padrão em planta das cavidades é do tipo ramiforme retilíneo, no Sistema do Manoel Lopes ele é ramiforme curvilíneo, reiterando as diferenças na dinâmica dos sistemas subterrâneos na frente de dissecação dos Patamares do Chapadão.

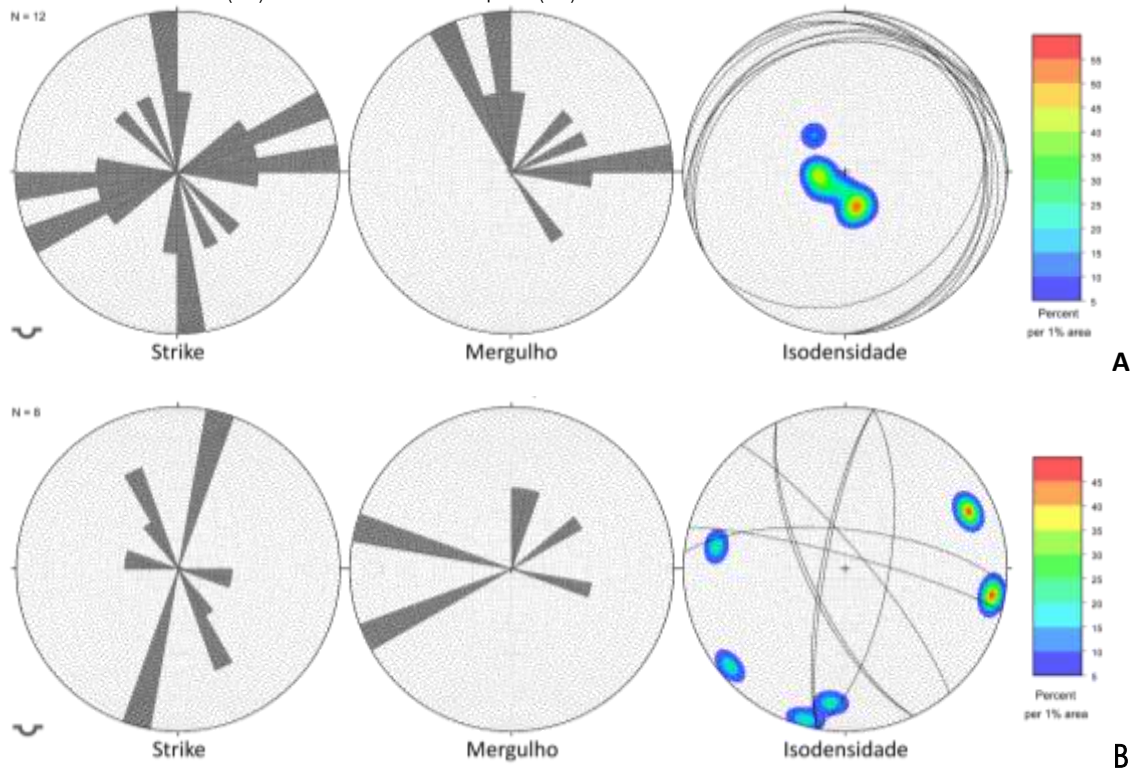
Figura 25: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de São Desidério.



No que diz respeito à geologia estrutural, as rochas carbonáticas dessa região foram submetidas a uma deformação dúctil incipiente que, segundo alguns autores, está relacionada com a orogênese brasileira da faixa Rio Preto (Ulhein *et al.*, 2012). Conforme representado na **Figura 26**, essas rochas ora se apresentam com estratificação plano-paralela, ora com caimentos suaves - sugerindo dobras amplas, suaves e abertas, podendo ainda ocorrer dobras apertadas, o que denota uma deformação incipiente e heterogênea. Foi também observado que a dissecação estrutural e a instalação do carste aproveita, majoritariamente, a interseção entre a direção dos planos de acamamento com as direções de mergulho das estruturas rúpteis subverticais. Depois de abertos, os condutos são alargados pela incisão, onde a queda de blocos é também condicionada pela interseção das camadas com as estruturas rúpteis – juntas/fraturas, essas últimas com mergulhos

subverticais e orientadas preferencialmente para NNE/SSW ou, de maneira mais subordinada, para NW/SE. Esse processo, acaba dando origem à amplos salões de abatimento, tais como os que são encontrados ao longo do Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues (Foto 11D).

**Figura 26:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (S0) – **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de São Desidério.





A



C



B



D

**Fotos 11:** Características do carste na Região de São Desidério. **A** - Rocha carbonática de cor cinzenta com acamamento lenticular - estruturas linsen, no Sumidouro do João Baio. **B** - Ampla dolina de abatimento no Buraco do Inferno da Lagoa da Sucupira. **C** - Vale cárstico no Canyon da Beleza, formado pelo colapso de uma trama de condutos subterrâneos. **D** - A gruta do Catão, localizada no Parque Municipal da Lagoa Azul e situada no Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues é uma feição reliquiar, que representa o trecho um trecho preservado do conduto onde esse rio correu no passado e que resistiu aos colapsos sucessivos de amplos salões de abatimento, tal como se deu na formação da Lagoa Azul, situada logo a montante dessa cavidade.

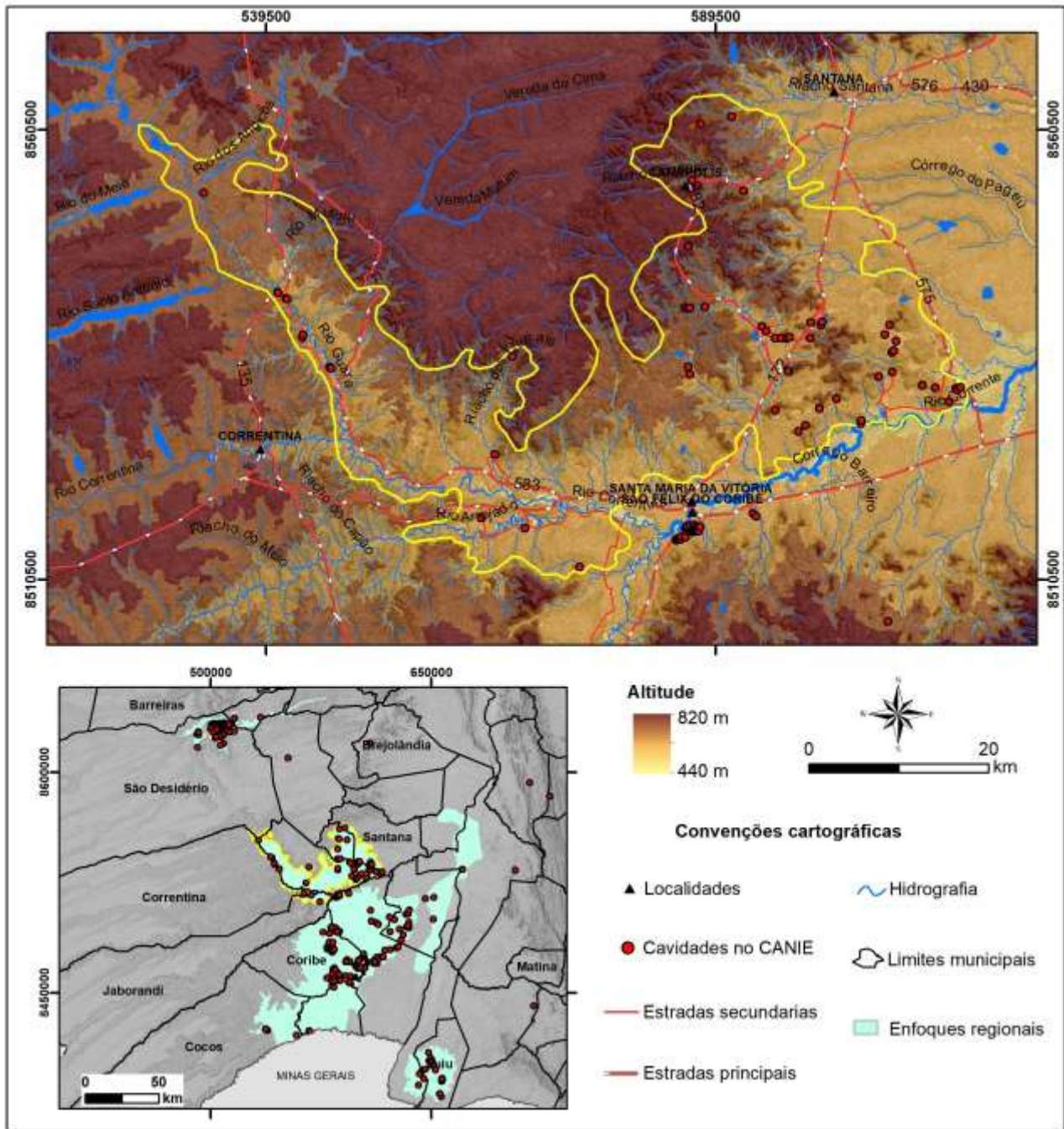
## 5.2 Distrito de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis

Esse enfoque regional é representado na **Figura 27**, engloba os municípios de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis e, em maio de 2022, contava com 51 cavidades naturais subterrâneas registradas no CANIE. Nele está localizada e se destaca a Gruta do Padre (GB 30, **Foto 12A**) que conta com cerca de 15 Km mapeados, durante as duas fases da Operação Tatus, e representa a terceira maior caverna do Brasil (RUBBIOLI *et al.*, 2019). Nessa região, as rochas carbonáticas apresentam cor cinzenta, com granulometria fina a média, por vezes laminadas e outras vezes estratificadas em camadas com até 20 cm de espessura, com presença subordinada de pirita. Na Gruta da Bananeira (CANIE: 013842.00372.29.28109, GB 33 - **Foto 12B**) foi observada uma intercalação entre esses níveis laminados e estratificados.

Localmente, em seção levantada no Morro das Antenas (GB 32) foi observado que as rochas carbonáticas apresentam um conjunto de variações na cor, textura e estruturas. Na base desse morro, essas rochas apresentam cor cinzenta, granulação média a fina e estrutura maciça. Na porção intermediária, foi registrada a presença uma rocha carbonática cinzenta de granulação média a fina, porém com estrutura laminada e, em meio a esse pacote, foi observada a presença de brechas intraclásticas, além de bolsões irregulares, com dimensões métricas de calcita recristalizada, que ocorrem nas cores branca ou preta (**Foto 12C**). No topo do morro a rocha carbonática apresenta cor cinzenta mais escura, granulação fina e estrutura laminada. Em todos os locais analisados a rocha reagiu com o ácido clorídrico (10%), apontando que é constituída de calcita.

Em relação ao relevo, essa região se localiza na transição entre os Patamares do Chapadão e a Depressão do São Francisco, estando situada na margem esquerda do rio Corrente. Na área de entorno da Gruta do Padre (GB 30) verificou-se que o relevo local se assemelha a um carste poligonal, marcado por uma ampla depressão fechada (**Foto 12D**) e com diversas dolinas de subsidência, de pequenas dimensões (< 15 metros de diâmetro), na sua parte central, que se comportam como pontos de absorção da drenagem centrípeta. Na principal área de recarga do sistema cárstico vinculado à essa gruta, que fica localizada a cerca de 6 km à montante, entre os povoados de Lagoa do Tabuleiro, Piengo e Sumidouro (GB31), foram também registradas dolinas de subsidência ativas, porém com dimensões maiores (> 50 m de diâmetro) e algumas depressões fechadas, amplas, com sumidouros que captam alguns riachos - sendo o mais marcante o Riacho Cafundó.

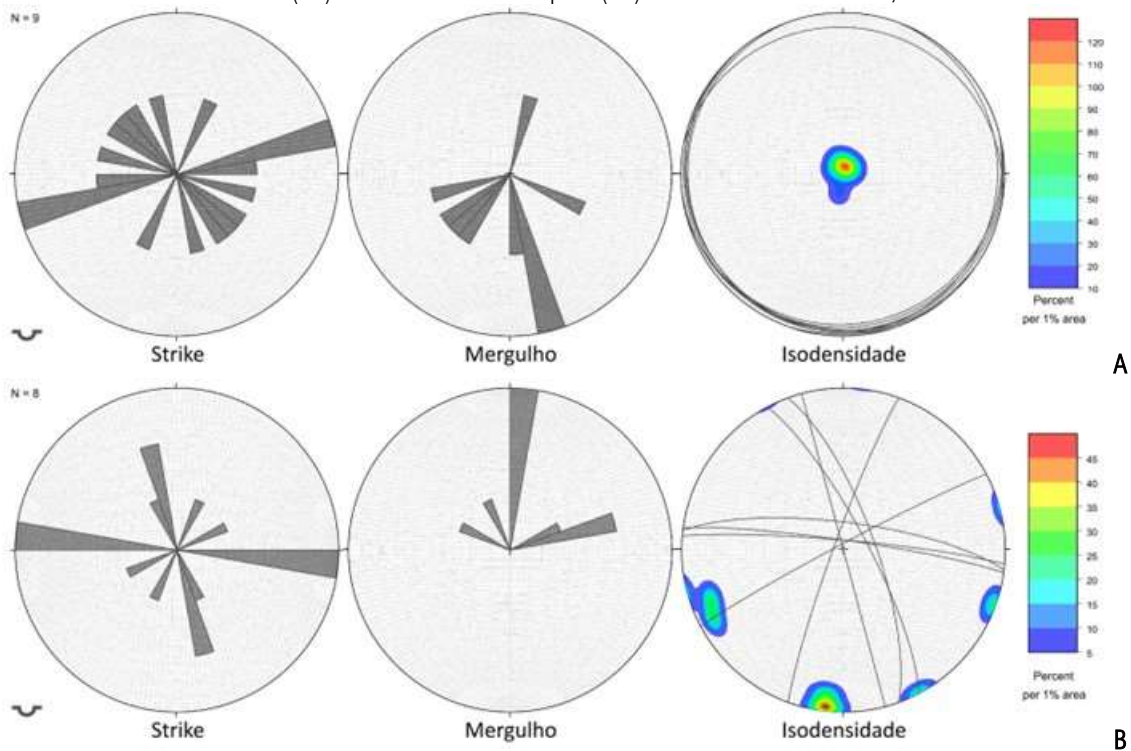
Figura 27: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis.



Analisando a projeção em planta da Gruta do padre e Gruna da Bananeira - que representa a atual ressurgência para o sistema cárstico da Gruta do Padre, percebe-se um padrão ramiforme curvilíneo, que é típico de uma carste epigenético, com controle de desenvolvimento predominantemente pelo acamamento. A partir da classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), o ambiente espeleogenético atual é de carste em exumação - nas porções mais próximas aos Patamares do Chapadão e, localmente, denudado - nas porções mais dissecadas e próximas da Depressão do São Francisco. Um conjunto de morros testemunhos (**Foto 10B**) se destacam na superfície aplainada, com coberturas elúvio - coluvionares, que é característica desse distrito.

Em relação à Geologia Estrutural e os condicionantes para instalação e desenvolvimento dos sistemas cársticos nesse distrito, conforme representado na **Figura 28**, as rochas carbonáticas apresentam planos de acamamento (S0) sub-horizontais, com orientação predominante ENE/WSW e caimento preferencial para SE, o que denota uma estrutura homoclinal. No que concerne às estruturas rúpteis, predominam os planos de fraturas/juntas, que têm direção predominante ESE/WNW, e, de maneira mais subordinada, NNW/SSE, com mergulhos subverticais e caimento preferencial para o quadrante NE.

**Figura 28:** Diagramas de rosetas, indicando a direção do *strike* e do mergulho, e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no Distrito de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis.





A



C



B



D

**Fotos 12:** Características do carste na Região de Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis. **A** - Entrada da Gruta do Padre, uma das maiores cavernas do Brasil. Em 1987, essa cavidade sediou a Operação Tatus II - um experimento de permanência subterrânea. A expedição teve como objetivo o isolamento de 13 espeleólogos por 21 dias, que representou o recorde sul-americano de permanência em cavernas e, como resultado, foi realizada a topografia da gruta que, com 15 800 m topografados, passou a ser a maior da América do Sul, naquela época. **B** - Aspecto geral da rocha carbonática estratificada na Gruta da Bananeira. **C** - Em meio ao pacote rochoso nessa região são encontrados bolsões de calcita recristalizada. **D** - Aspecto da depressão ampla e fechada que fica localizada nas proximidades da Gruta do Padre.

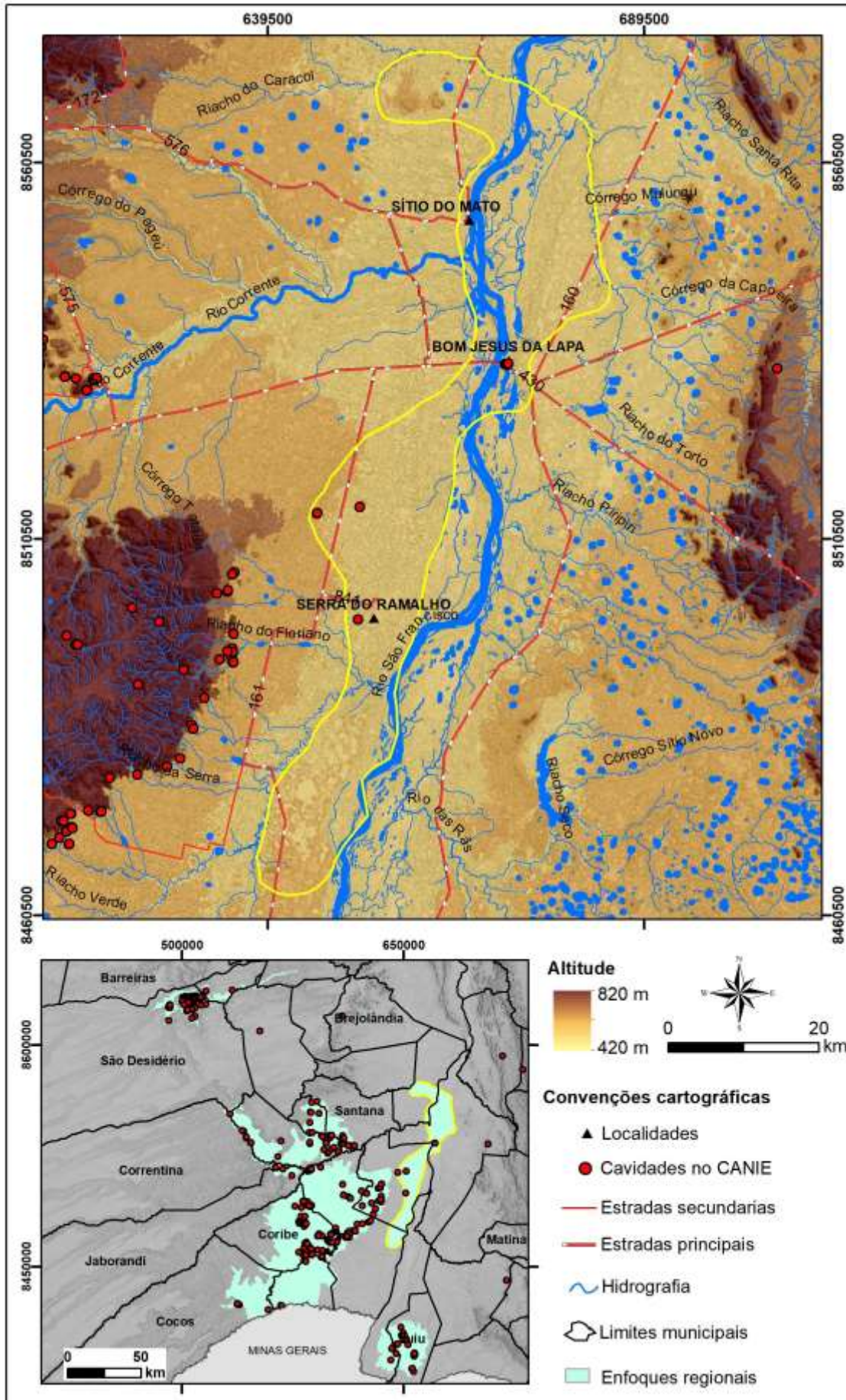
### 5.3 Distrito de Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho Nordeste

Englobando os municípios de Bom Jesus da Lapa e a porção nordeste do município de Serra do Ramalho (**Figura 29**), esse enfoque regional fica situada em meio à Depressão do rio São Francisco. Em maio de 2022, contava com oito cavidades registradas no CANIE e é marcado pela presença de um relevo muito dissecado, aplainado e com a superfície coberta por sedimentos elúvio-aluvionares. A monotonia da paisagem é quebrada pela ocorrência de morros testemunhos isolados e rochosos, que se destacam em meio à essa superfície e que, por vezes, abrigam cavidades naturais subterrâneas. Nos levantamentos de campo foram visitados dois desses morros testemunhos, sendo um deles na cidade de Bom Jesus da Lapa, localizada na margem direita do rio São Francisco e onde está situado o santuário homônimo (CANIE: 015240.00429.29.03904, GB 21), já o outro fica localizado na margem esquerda desse rio, e nesse morro testemunho onde estava instalada uma pedreira ativa, denominada de “Britadeira São Jorge” (GB 29, **Foto 13A**). Nesses morros a superfície rochosa está intensamente sulcada pela presença de lapiás e na base ocorrem as cavidades encontradas nesse distrito.

Cabe reiterar que nesse distrito todas as feições cársticas observadas estão vinculadas aos morros testemunhos, já que toda a depressão Sanfranciscana tem a superfície encoberta por sedimentos e não apresenta qualquer evidência de carstificação. No caso específico do morro testemunho de Bom Jesus da Lapa (**Foto 13B**), em sua base registra-se a presença de um conjunto de cavidades, muitas delas transformadas em santuários. Conforme informações levantadas em campo, o primeiro santuário foi instalado no final do século XVII e, desde então, uma série deles vem sendo construída ao longo do tempo, alguns mediante a remoção de sedimentos do interior das grutas (**Foto 13C**). De acordo com Travassos *et al.* (2009) a romaria que acontece no interior dessas cavidades representa uma das principais romarias do nordeste brasileiro e uma das mais antigas do Brasil.

A respeito da litologia nesses morros testemunhos que abrigam as feições cársticas, observa-se que eles são sustentados por rochas carbonáticas cinzentas, com granulometria muito variável, desde granulação muito fina até porções constituídas de blocos. Do mesmo modo, a estrutura é também variável, podendo ser maciça ou, de maneira mais localizada, laminada. Nas porções com presença de blocos, observa-se que os clastos são angulosos e subangulosos, porém apresentam as bordas dissolvidas e o pacote apresenta uma estrutura maciça, sugerindo tratar-se de uma brecha carbonática (**Foto 13D**). Todo o pacote é cortado, indistintamente, por veios de calcita.

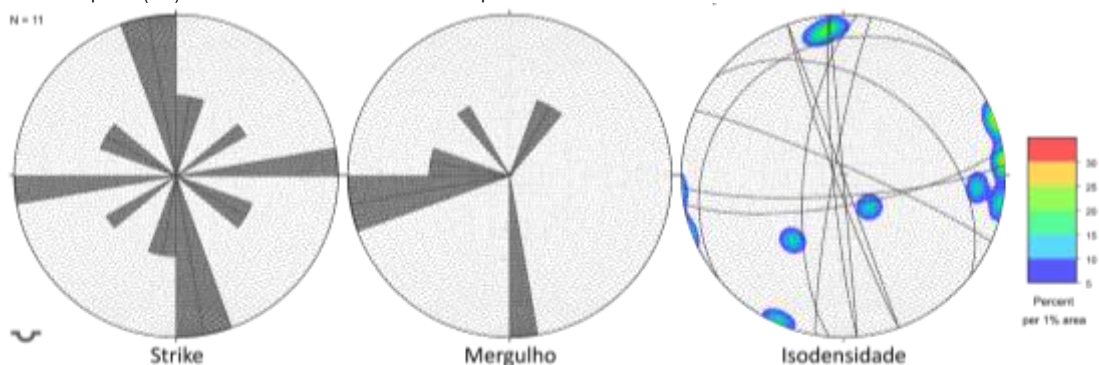
Figura 29: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de Distrito de Bom Jesus da Lapa e Nordeste de Serra do Ramalho, localmente conhecida como Agrovila 06, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas.



Em relação às cavidades visitadas no santuário de Bom Jesus da Lapa, foi observada a presença de cúpulas em alguns trechos das cavidades e que, apesar das diversas alterações antrópicas, sugere que sua projeção em planta apresenta um padrão do tipo *spongework*. Segundo Palmer (2015), esse padrão está associado a uma infiltração uniforme, com predominância da mistura de fluidos oriundos de fontes distintas e com características químicas distintas, associada a uma infiltração, predominantemente, controlada pela porosidade da matriz e associada aos planos de acamamento. A partir da classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), o ambiente espeleogenético atual é de carste exumado, que está vinculado à intensa dissecação do relevo, posto que se encontra ao lado do rio São Francisco, que representa o nível de base regional.

Tendo em consideração que predomina a estrutura maciça nas rochas carbonáticas nesse distrito, em campo não foram levantadas, em um número suficiente, atitudes dos planos de acamamento (SO), mas percebeu-se que, de maneira geral, se mostravam sub-horizontais. Já as estruturas rúpteis – fraturas, conforme representado na **Figura 30**, em sua maioria, apontam dois conjuntos principais, ambos subverticais, orientados para NNW/SSE, com mergulho predominante para ENE, além de outro conjunto, mais subordinado e com orientação ENE/SSW e mergulhos para SSE.

**Figura 30:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de discontinuidades rúpteis (Frt) no distrito de Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho Nordeste.





A



C



B



D

**Fotos 13:** Características do carste na Região de Bom Jesus da Lapa e nordeste de Serra do Ramalho. **A** - Morro testemunho de rocha carbonática encontrado na margem esquerda do rio São Francisco e onde foi observada a presença de uma pedreira ativa (Britadeira São Jorge). **B** - Aspecto do morro testemunho de rocha carbonática na cidade de Bom Jesus da Lapa, situado na margem do rio São Francisco e onde está instalado o Santuário do Bom Jesus. **C** - Capela de Nossa Senhora da Soledade, construída no interior da Gruta do Bom Jesus, mediante a retirada de sedimentos que preenchiam a cavidade. **D** - Rocha carbonática com estrutura maciça e constituída de blocos, com bordas dissolvidas, registrada no morro testemunho da Gruta do Bom Jesus e que parece tratar-se de uma brecha carbonática intraclástica.

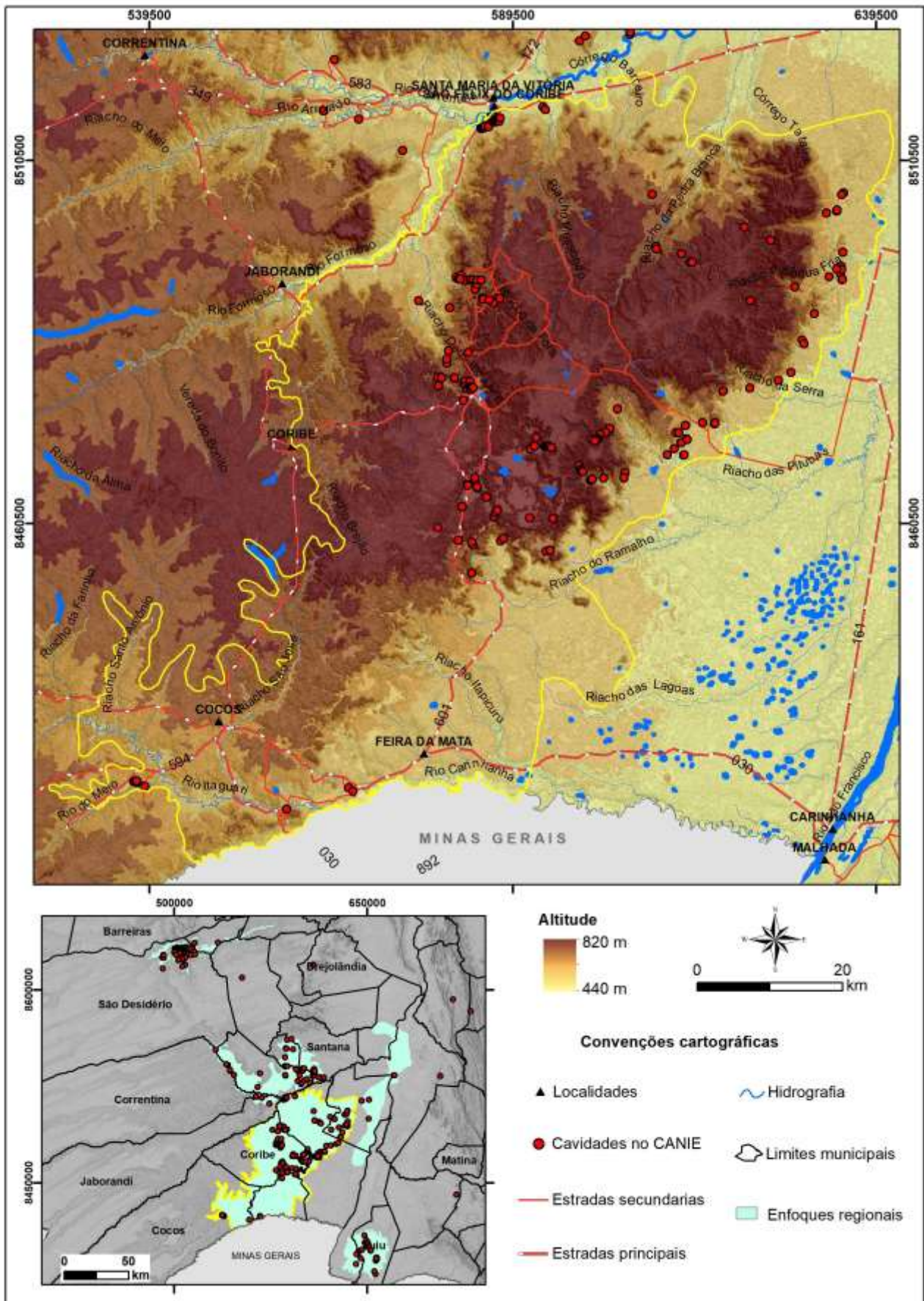
#### 5.4 Distrito de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho Sudoeste

Trata-se de uma vasta região do oeste baiano e que engloba uma feição de destaque do relevo, situada na margem esquerda do rio São Francisco que fica compreendida, ao Norte, entre a margem esquerda do rio Corrente, e, ao Sul a margem direita do rio Carinhanha, se estendendo por cerca de 100 km na direção NE/SW e que é conhecida como Serra do Ramalho (**Figura 31**). Ao longo de todo esse enfoque regional, em maio de 2022, são registradas 226 cavidades no CANIE, o que representa o maior número de registros na província do Grupo Bambuí. É fato que a denominação dessa serra e a presença de um município homônimo, mas que não engloba toda a serra, causa algum transtorno na denominação e compreensão desse enfoque regional, posto que o mesmo engloba a serra e não fica restrito à área do município homônimo.

Dada a sua extensão e as suas características geomorfológicas e hidrológicas, o distrito pode ser compartimentado em dois subdistritos distintos que, por sua vez, mediante detalhamentos futuros, podem vir a representar enfoques locais nessa região:

- a) Compartimento Noroeste: nesse compartimento, na parte ocidental da serra, observa-se um conjunto de capturas da drenagem superficial em sumidouros, tal como observado na Gruta do Descoberto (CANIE: 019850.00383.29.09109, GB 06), localizada no povoado de mesmo nome e também conhecida como Gruta do Engrunado, que está inserido na área do município de Coribe, e que representa uma área de recarga, eminentemente autóctone, dos sistemas cársticos associados à Serra do Ramalho. Em relação à geomorfologia, observa-se um relevo de vertentes convexas e suavizadas (**Foto 14A**). Segundo a classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), os sistemas cársticos encontrados nesse trecho se caracterizam pela presença de um carste do tipo subjacente, nos locais onde ainda restam porções das rochas sedimentares do grupo Uruçuia, ou de um carste do tipo encoberto, em vias de exumação, onde restam apenas sedimentos detríticos recentes, encobrendo as rochas carbonáticas.
- b) Compartimento Sudeste: já esse compartimento, localizado na parte oriental da Serra do Ramalho, é marcado pela presença de um conjunto de ressurgências cársticas, situadas no sopé dessa serra, representando uma zona de descarga dos sistemas cársticos desse distrito, e pela presença extensiva de campos de lapiás, que se estendem desde Cocos até os municípios de São Félix do Coribe e a parte SW do município de Serra do Ramalho. Destaca-se a área do município de Cocos, onde ocorrem notáveis campo de lapiás (**Foto 14B**), que somam cerca de 90 km<sup>2</sup> de área, em meio aos quais ocorrem uma infinidade de cavidades naturais subterrâneas ainda não registradas, tal como foi observado no ponto GB 14 (**Foto 14C**), onde foi encontrada uma cavidade nas cercanias de uma lavra de calcário, cuja operação estava interrompida. Também em Cocos, nas vertentes do Riacho do Meio, ocorrem quatro registros de cavidades nas vertentes desse corpo hídrico, com dolinas associadas a montante e que, por vezes, evoluem para abismos, ainda não explorados. Nesse compartimento da Serra do Ramalho, observam-se encostas mais escarpadas e o carste, segundo a classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015), pode ser classificado como desnudado, em alguns locais, ou ainda de exumado em outros.

Figura 31: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e Sudoeste de Serra do Ramalho, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas.



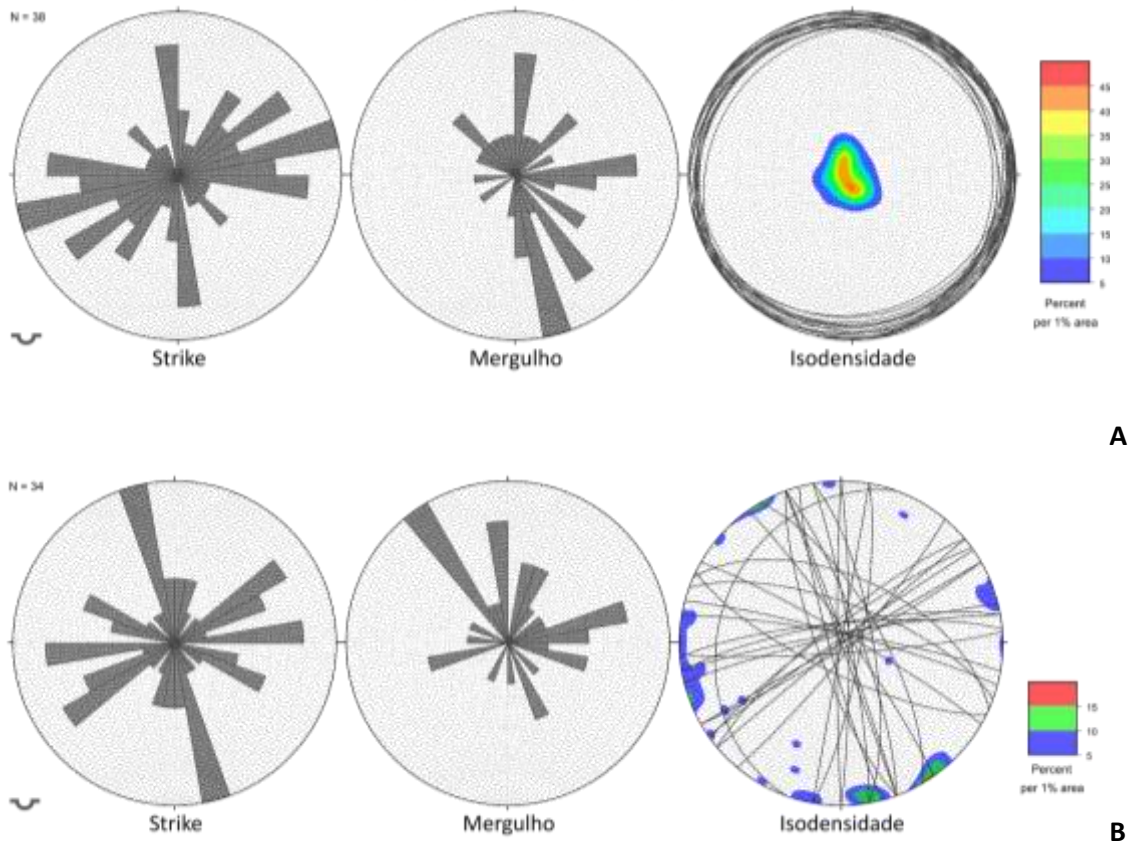
Ao longo da Serra do Ramalho, foi observado que, na extremidade Norte, os sistemas cársticos estão instalados na formação Sete Lagoas. Já na extremidade Sul, os terrenos cársticos estão associados à formação Lagoa do Jacaré. Nessa última porção, segundo a classificação de Klimchouk (2015), o carste é do tipo entrincheirado – ou interestratal, já que se localiza entre os pelitos da formação Serra de Santa Helena – na base, e o Grupo Urucuia – no topo. A análise da projeção em planta das cavidades existentes nesta serra aponta que, em sua maioria, as cavernas apresentam um padrão de desenvolvimento retilíneo. Tal padrão, segundo Palmer (2003), está associado a uma recarga de fluídos concentrada através de sumidouros e o desenvolvimento da espeleogênese condicionado, predominantemente, por fraturas. Se, por um lado, os levantamentos de campo confirmam o condicionamento das fraturas, por outro lado, a recarga nesses terrenos cársticos parece ser difusa, através dos arenitos sobrejacentes do Grupo Urucuia.

Em relação à litologia, conforme já mencionado, constatou-se que os terrenos cársticos nesse distrito estão instaladas em duas unidades carbonáticas distintas. Todavia, ambas as unidades apresentam, em sua quase totalidade, granulação fina, são laminadas (**Foto 14D**) ou estratificadas e reagem bem com o ácido clorídrico (10%), indicando que é constituída de calcita. De maneira subordinada, na porção Sul, nas imediações de Cocos, foram encontrados algumas porções de rochas carbonáticas maciças.

A principal distinção observada entre essas unidades é que, na parte Sul, nos locais de ocorrência da formação Lagoa do Jacaré, a rocha tem uma cor cinzenta mais clara, podendo exibir intercalações com argilitos e sempre são encontrados afloramentos de argilitos ou ardósias na base. Já na parte Norte, nos locais de ocorrência da formação Sete Lagoas, a rocha tem cor mais escura e não são encontradas ardósias ou argilitos associados ao pacote. De acordo com Conceição Filho (2003), ocorrências de fluorita e metais-base, principalmente chumbo e zinco, são conhecidas há mais de quarenta anos na serra do Ramalho e adjacências. A maioria destas ocorrências é relacionada ao intervalo entre o topo do membro médio e a base do membro superior da Formação Sete Lagoas.

Na **Figura 32** são apresentadas as medidas dos planos de acamamento (S0) e estruturas rúpteis, essencialmente fraturas e juntas, levantadas em campo nesse distrito espeleológico. Conforme representado a figura, as rochas carbonáticas apresentam acamamentos sub-horizontais, com direções predominantes para ENE/WSW ou NNW/SSE e mergulhos suaves, com caimentos preferenciais para SSE, ENE ou NNE. Já as juntas e fraturas apresentam direção predominante NW/SE, com outras famílias orientadas, de maneira geral, para NE/SW ou E/W. Essas estruturas são subverticais e caimentos preferenciais para NE ou NW. Considerando o modelo conceitual delineado para a evolução do relevo na Província do Grupo Bambuí, nota-se que as direções de avanço da frente de dissecação, com orientação geral NW/SE e ENE/WSW, estão alinhadas com as direções predominantes dos planos de acamamento e/ou fraturas, evidenciado o controle estrutural na gênese do relevo, com desmonte e recuo do Chapadão Central.

**Figura 32:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) – **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e Sudoeste de Serra do Ramalho.





A



C



B



D

**Fotos 14:** Características do carste na Região de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Felix do Coribe e Sudoeste de Serra do Ramalho. **A** - Aspecto geral do relevo na vertente oriental da Serra do Ramalho, no povoado de Descoberto, próximo do sumidouro na Gruta do Engrunado. **B** - A vertente pooriental da Serra do Ramalho é marcada pela presença de campos de lapiás, tal como o que aparece registrado nessa imagem, que foi encontrado na Fazenda Tatu e fica situado no município de Cocos, localizado na extremidade Sul desta serra. **C** - No interior dos campos de lapiás, no município de Cocos, ocorre uma série de cavidades, tal como a que foi encontrada em uma pedreira abandonada no ponto GB 14, na Fazenda Tatu. **D** - Rocha carbonática com granulação fina a média e estrutura laminada, registrado na entrada da Gruta do Engrunado, no povoado de Descoberto - Coribe.

## 5.5 Distrito de Iuiú

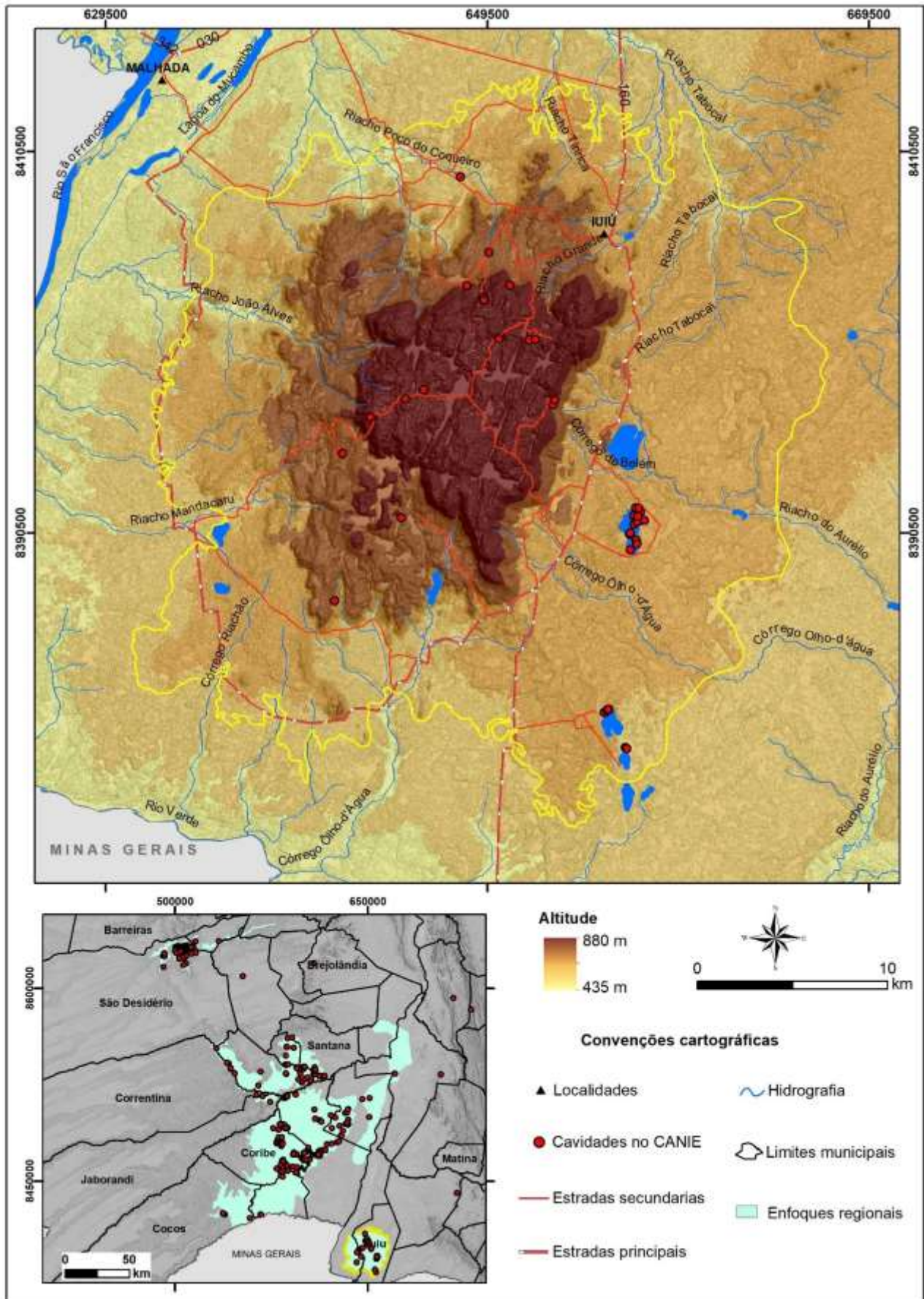
Compreende a Serra de Iuiú, que fica localizada no município homônimo, está situada na margem direita do rio São Francisco e, como tal, se encontra isolada dos patamares do Chapadão. Esse enfoque regional está representado na **Figura 33** e o aspecto isolado dessa serra reitera que o avanço da dissecação do Chapadão Central e ampliação da Depressão Sanfranciscana, tende a formar serras isoladas e que, mediante o progresso dessa dissecação, serão formados os morros testemunhos encontrados mais ao Norte, nas imediações de Bom Jesus da Lapa e nordeste de Serra do Ramalho.

Em maio de 2022, o CANIE contava com 42 cavidades registradas nesse distrito. Nos levantamentos de campo constatou-se que, parte desses registros ocorrem na parte superior da serra, e as cavidades estão instaladas em rochas carbonáticas da formação Lagoa do Jacaré, enquanto os demais registros ocorrem na base da serra, na transição para os terrenos da depressão do rio São Francisco, e as cavidades estão instaladas nas rochas carbonáticas da formação Sete Lagoas. Cabe registrar que no sopé da serra de Iuiú, ocorrem rochas pelíticas, finamente laminadas e selantes, que pertencem à formação Santa Helena e separam as duas formações carbonáticas, de maneira que ocorrem dois sistemas cársticos em níveis distintos. Com base nas observações de campo entende-se que essa camada pelítica tem uma espessura de cerca de 30 m.

No topo da serra de Iuiú, nas rochas da formação Lagoa do Jacaré foi formado um planalto com vales cegos, entalhados por uma dissecação estrutural de topo tabular, gerando um conjunto de vales alinhados e condicionado por fraturas subverticais. Sobre esse planalto, foi visitada a Toca Valada (CANIE: 014699.00411.29.17334, GB 19 - **Foto 15A**), que apresenta um padrão em planta estrutural anastomosado e foi observado um carste em mesa, conforme a classificação de Lladó (1970 *apud* Renó *et.al.*, 2009) ou um carste do tipo denudado, segundo a classificação evolutiva proposta por Klimchouk (2015). Na base, a formação Sete Lagoas se configura como carste subjacente, com tendência a desenvolver cavidades com padrões distintos ao que é observado na parte superior da serra.

As bordas da serra apresentam vertentes íngremes e escarpadas, com campos de lapiás, que também são encontrados nas bordas dos vales estruturais, de fundo plano, observados no topo (**Foto 15 B**). Já na base, as vertentes apresentam seções transversais com perfil côncavo ou reto, migrando de maneira suave em direção à depressão do rio São Francisco (**Foto 15 C**). Enquanto no topo da serra é registrada a presença de uma cobertura de cor avermelhada e textura argilosa, na base a cobertura sedimentar detrítica e recente, tem cor laranja avermelhada e textura silto argilosa.

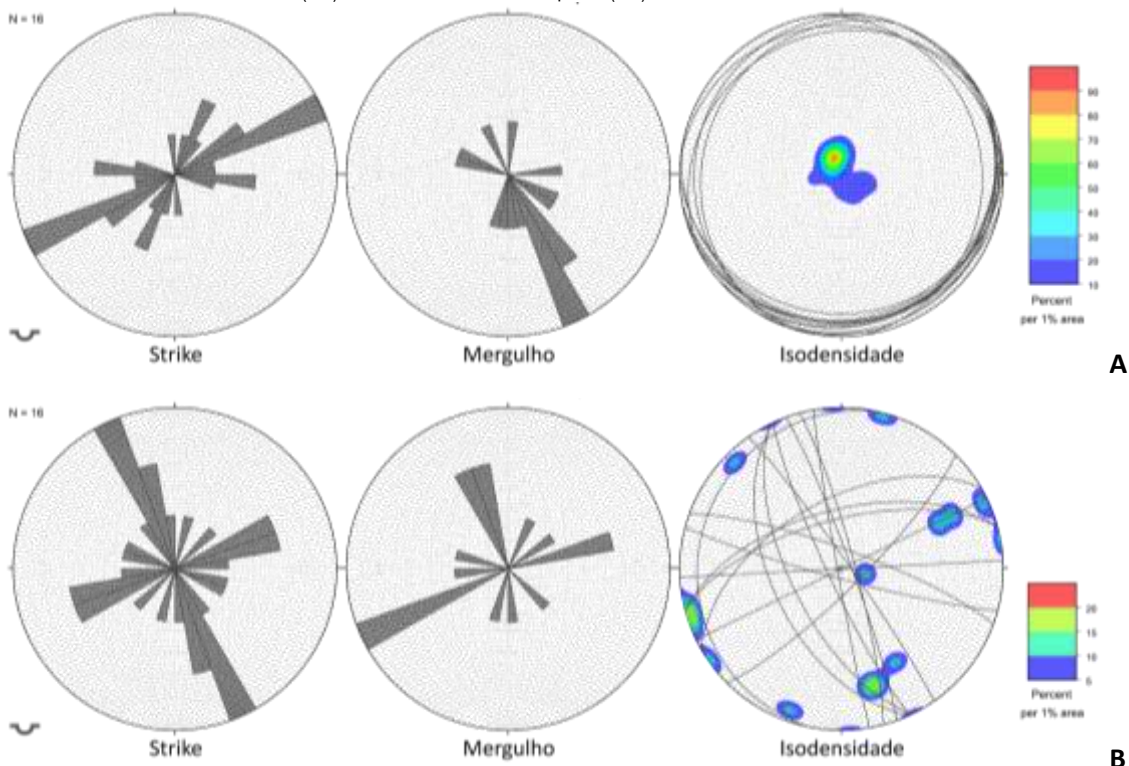
Figura 33: Modelo Digital do Terreno – MDT para o distrito de Iuiú, com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas.



Em relação à litologia, constatou-se que, no topo da serra de Luiú, as rochas carbonáticas se apresentam com cor cinzenta escura, granulação grossa, que reagem bem com ácido clorídrico (10%), com estratificação plano paralela subhorizontal, podendo apresentar estratificações cruzadas e, localmente, foram observadas intercalações com níveis de granulação fina e laminados. O pacote é cotado por fraturas subverticais, com espaçamento métrico. Já na base da serra foi encontrada uma rocha carbonática de cor cinzenta clara, com granulação fina, laminado e com intercalações de camadas argilosas esverdeadas (**Foto 15 D**), que sugerem que o seu contato com as rochas pelíticas sobrejacentes possa ser do tipo interdigitado.

No que se refere às estruturas encontradas nas rochas carbonáticas nesse enfoque regional, conforme representado na **Figura 34**, pode perceber que os planos de acamamento são sub-horizontais, com direção preferencial NE/SW e mergulhos suaves, predominantemente para SE. Já as estruturas rúpteis, em sua grande maioria, são fraturas ou juntas subverticais, com orientação principal NW/SE, para além de um conjunto, com ocorrência subordinada, com direções ENE/WSW. Os mergulhos dessas estruturas têm caimentos mais concentrados no quadrante SW, mas também com caimentos para NW ou NE, que ocorrem de maneira mais subordinada. Essas direções principais das fraturas coincidem com as direções dos vales encaixados, encontrados no topo da serra de Luiú, indicando que essas estruturas condicionaram a instalação e evolução dessas feições de relevo.

**Figura 34:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Luiú.





A



C



B



D

**Fotos 15:** Características do carste na Região de Iuiú. **A** - Aspecto da entrada da Toca Valada, instalada nas rochas carbonáticas da formação Sete Lagoas e situada no topo da Serra de Iuiú. **B** - Vales estruturais de fundo plano e vertentes escarpadas, com lapiás, encontrados no topo da serra de Iuiú. **C** - Vertentes de perfil suave na base da serra de Iuiú, na transição para os terrenos da depressão Sanfranciscana, que aparecem ao fundo, na parte superior da imagem. **D** - Aspecto geral das rochas pelíticas, com cor esverdeada, clivagem ardosiana, de espessura estimada em 30 m e que separam as rochas carbonáticas da formação Sete Lagoas no topo, das rochas da formação Lagoa do Jacaré, encontradas na base da serra de Iuiú.

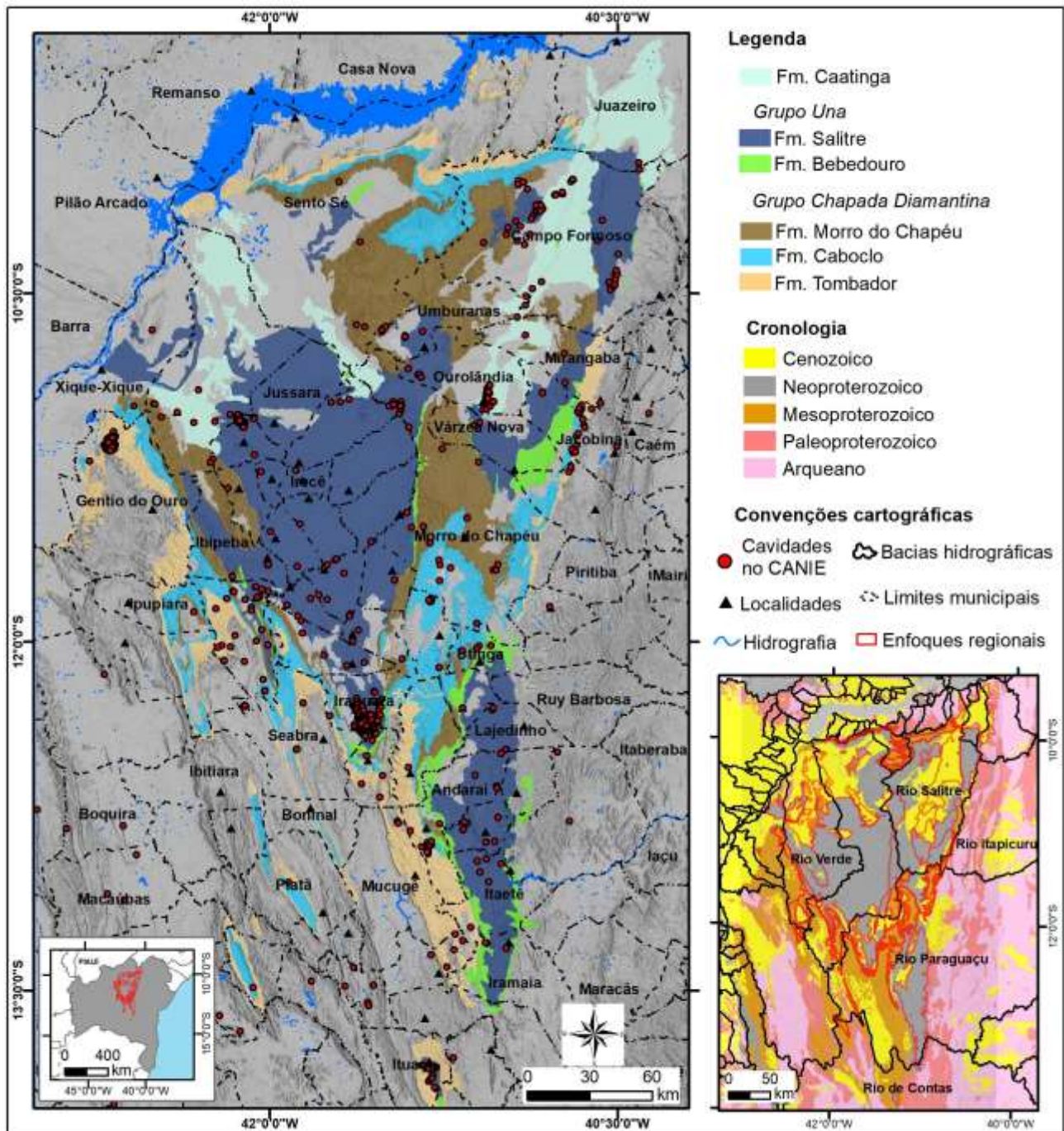
## 6. CONTEXTO GEOLÓGICO E ENFOQUES REGIONAIS DAS PROVÍNCIAS ESPELEOLÓGICAS EM ROCHAS CARBONÁTICAS NA CHAPADA DIAMANTINA

A Chapada Diamantina consiste em uma região situada na parte central do Estado da Bahia, que ocupa uma área de cerca de 65.000 Km<sup>2</sup>, onde ocorre, essencialmente, um conjunto de rochas sedimentares, por vezes metamorfisadas em baixo grau, com idades proterozóicas – o que significa que foram formadas entre 540 milhões e 2,5 bilhões de anos atrás. Sobre esse pacote rochoso estão instalados relevos serranos, planaltos e terrenos cársticos, que se desenvolveram sobre diferentes tipos de rochas. Desse modo, serão aqui apresentados e descritos os terrenos cársticos dessa região, que foram formados em rochas carbonáticas e que, algumas vezes, são contíguos, apesar de estarem inseridos em diferentes contextos, com aspectos e condicionantes distintos para a espeleogênese. Tal situação, acaba por conferir alguma complexidade para esse conjunto de sistemas cársticos e, sendo assim, cada província espeleológica será aqui apresentada e discutida separadamente.

Contudo, o contexto geológico desses terrenos cársticos será aqui abordado de maneira conjunta, com ênfase nas seguintes unidades estratigráficas: formação Caboclo, Grupo Una e formação Caatinga, que estão relacionadas com as Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, encontradas na Chapada Diamantina. Na **Figura 35** apresenta-se uma síntese do contexto geológico dessa região, com destaque para a área de ocorrências dessas unidades. Cabe dizer que a formação Caboclo, depositada no Éon Mesoproterozóico – que corresponde ao intervalo do Tempo Geológico compreendido entre 1.600 e 1.000 bilhões de anos atrás, consiste na unidade estratigráfica de idade mais antiga, abrigando terrenos cársticos, no Estado da Bahia. Já o Grupo Una, engloba a formação Salitre, uma unidade carbonática depositada no Éon Neoproterozóico – intervalo do Tempo Geológico compreendido entre 1.000 e 540 milhões de anos atrás, que tem idades similares com as demais rochas carbonáticas das províncias espeleológicas do Supergrupo Canudos e dos Grupos Rio Pardo e Bambuí, que foram descritas anteriormente. Por último, a formação Caatinga engloba rochas carbonáticas formadas na Era Cenozóica – correspondente aos últimos 66 milhões de anos do Tempo Geológico, e que consistem nos terrenos cársticos de idades mais recentes no Estado da Bahia.

Segundo Inda & Barbosa (1978), o grau metamórfico das rochas do Grupo Chapada Diamantina é muito baixo ou até ausente, de maneira que a deformação observada nos litotipos da região é pouco intensa, com dobras amplas, que não desenvolveram foliações axiais. Estas rochas foram depositadas em uma bacia sedimentar intracratônica, onde a sedimentação é marcada por três estágios, os quais acabam por definir três grandes unidades estratigráficas, quais sejam: Grupo Rio dos Remédios, Grupo Paraguaçu e Grupo Chapada Diamantina, que são reunidas no Supergrupo Espinhaço. Esses autores subdividem o Grupo Chapada Diamantina, da base para o topo, nas formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu. Inda & Barbosa (*op cit*) salientam ainda que sobre esse pacote rochoso foram depositadas as rochas do Grupo Una, que, por sua vez, é subdividido nas formações Bebedouro e Salitre, sendo essa última a unidade estratigráfica que engloba litologias carbonáticas e que foram objeto de alteração, erosão e intemperismo, dando origem à sistemas cársticos e também aos carbonatos da formação Caatinga, que corresponde à coberturas neógeno-quadernárias.

**Figura 35:** Delimitação da Chapada Diamantina, com destaque para o contexto geológico da área de ocorrência das rochas carbonáticas que abrigam e definem as províncias espeleológicas existentes nessa região e encontradas na porção central do Estado da Bahia.



A história geológica da formação Caboclo é intimamente ligada à história do Cráton do São Francisco - CSF, uma massa continental estável e que representa o embasamento de grande parte das rochas que afloram no Estado da Bahia. Esse cráton, que antes se juntava à sua contraparte do Cráton do Congo, formou-se durante o Paleoproterozoico e dividiu-se durante a transição Jurássico-Cretáceo (Trompette *et al.*, 1992 *apud* SOUZA *et al.*, 2021). Sobre esse terreno cratônico, alguns autores (Alkmim e Martins-Neto, 2012; Chemale Jr. *et al.*, 1993 *apud* SOUZA *et al.*, 2021) destacam a instalação de uma bacia intracontinental, do tipo *rift-sag*, entre 1,8 – 0,9 bilhões de anos e onde se depositaram os sedimentos que foram reunidos no Supergrupo Espinhaço, incluindo as rochas da formação Caboclo, depositadas no último estágio dessa bacia.

De maneira mais específica, salienta-se que apesar de ser formada, majoritariamente por rochas siliciclásticas, a sucessão sedimentar Caboclo, que tem um máximo de 400 m de espessura, possui camadas de unidades carbonáticas intercaladas (ROCHA, 1998 *apud* SOUZA *et al.*, 2021). As unidades carbonáticas são interpretadas, dentre outras fácies carbonáticas, como laminitos algais (**Foto 16A**), calcarenitos, calcilitos e por estromatólitos datados, pelo método Pb-Pb, com idade mínima de deposição de  $1.140 \pm 140$  milhões anos (BABINSKI *ET AL.*, 1993). Souza *et al.* (2021) destacam ainda que a melhor exposição da porção carbonática da formação Caboclo é a sequência localizada na Gruta do Cristal (CANIE: 015662.00681.29.21708, CDN 36), onde aflora uma sucessão de 50 m de espessura e onde esses mesmos autores documentaram um processo de silicificação hidrotermal intenso e invasivo, associado a migração de geofluido hipogênico e desenvolvimento cárstico no local.

Cabe ainda dizer que a formação Caboclo consiste na unidade intermediária do Grupo Chapada Diamantina, é formada por arenitos finos, argilitos e carbonatos de depósitos de maré (PEDREIRA e ROCHA, 2002; SOUZA *ET AL.*, 2019), e repousa sobre a formação Tombador, que representa a unidade basal desse grupo. De acordo com Sampaio *et al.* (2001), a formação Tombador é composta de conglomerados, arenitos eólicos, fluviais e deltaicos, depositados em ambientes fluvio-eólicos. Já no topo do Grupo Chapada Diamantina, recobrimo as rochas da formação Caboclo, ocorre a Formação Morro do Chapéu, descrita por Silveira (1991) como sendo composta por sedimentos de sistemas fluviais na base, seguidos por arenitos médios, de ambiente estuarino, com influência de correntes de maré e ondas.

Sobre o Supergrupo Espinhaço ocorrem as rochas do Supergrupo São Francisco que abriga o Grupo Una, no qual estão englobadas as rochas carbonáticas da formação Salitre. Esse pacote sedimentar está depositado na porção norte do Cráton do São Francisco (ALMEIDA, 1977), de modo que a sequência pelítico-carbonática é do tipo *cap carbonates*, onde rochas sedimentares glaciais estão sotopostas aos carbonatos, que foram formados em uma extensa plataforma carbonática Neoproterozoica (HOFFMAN *ET AL.*, 1998; PEDREIRA *ET AL.*, 1975). Sendo assim, a unidade basal do Grupo Una é representada por diamictitos e tilitos, característicos de ambiente glacial, e no topo dessa unidade ocorre a formação Salitre, que consiste em carbonatos de planície de maré, típicos de ambiente marinho raso, intercalados com pelitos (**Foto 16B**).

De acordo com Borges *et al.* (2016) os carbonatos da formação Salitre são constituídos por calcilitos, margas, silixitos, calcarenitos, calcissilitos, argilitos, dolomitos e laminitos algais. Misi (1993) aponta que essa sucessão de carbonatos tem espessuras variando entre 550 e 1.000 metros e alguns autores (DOMINGUEZ, 1993; MISI e VEIZER, 1998) sugerem que ela foi formada em, pelo menos, dois ciclos de transgressão e regressão marinha. Essa formação compreende cinco unidades, informalmente divididas por Misi e Silva (1996) como sendo, da base para o topo: C – dolomitos argilosos vermelhos; B – calcários laminados; B1 – dolomitos silicosos, dolarenitos e dololutos; A – siltitos, argilas calcíticas e marga; e A1 – calcilitos e calcários oolíticos e psolíticos.

Por último, dentre os pacotes de rochas carbonáticas que abrigam terrenos cársticos na Chapada Diamantina, destaca-se a formação Caatinga (**Foto 16C**), que representa um pacote sedimentar recente, formado pelo retrabalhamento dos carbonatos da Fm. Salitre e que, de acordo com Dantas (2015), tem idades que se estendem desde o Pleistoceno ao Holoceno – o que corresponde a um máximo de até 1,8 milhões de anos atrás para a origem dessas rochas. Auler *et al.* (2003) descreve que esse pacote apresenta espessuras variáveis, raramente ultrapassando os 20 metros, e ocorre de três formas: i) calcários laminados a maciços, pulverulentos, denominados de calcretes Caatinga; ii) tufos calcários fossilíferos; e iii) areia carbonática. Esses autores apontam ainda que, sob a forma de calcrete, essa formação aflora à norte da Chapada Diamantina, nos vales dos rios Verde, Jacaré e Salitre, bem como na margem direita do rio São Francisco. Pedreira *et al.* (1985) destacam que, de maneira geral, apresentam aspecto pulverulento e cor variando de esbranquiçado à bege escuro. Cabe ressaltar que, apesar de litologicamente não serem mármore, esses calcretes também são intensamente explorados e comercializados com o nome de “Mármore Bege Bahia”.

É importante salientar que as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Salitre, que pertence ao Grupo Una, se estendem ao longo das Bacia de Irecê e Una – Utinga, para além de uma área de menor extensão, situada na parte sudeste da Chapada Diamantina e denominada por alguns autores como Sub-bacia de Ituaçu, já que se apresentam dobradas (**Foto 16D**) e ocorrem na área do município homônimo. Muitos autores separam a extremidade nordeste da Bacia de Irecê, denominando essa área como Sub-bacia Campinas, em função de um estreitamento dessa bacia nesse setor. Nessa sub-bacia, o intemperismo e erosão das rochas da formação Salitre deu origem aos calcretes da formação Caatinga, acima descritos. Todos esses locais são também dotados de interesses minerais diversos, conforme será sumariado a seguir.

Souza, Brito & Silva (1993) indicam que na bacia de Irecê, são conhecidas as mineralizações de barita, sulfetos, fosfato, manganês, zinco e chumbo. Ocorrências de barita são registradas em América Dourada, Cafarnaum e Campo Formoso, e a exploração ocorre em garimpos, alguns já abandonados. Segundo esses mesmos autores, os sulfetos foram registrados em América Dourada, Cafarnaum, Ibititá, Iraquara, Ibipeba, Irecê, Lapão, Morro do Chapéu, Sento Sé e Canarana. Já as mineralizações de fosfato ocorrem entre as cidades de Irecê e Lapão. Para além dessas ocorrências minerais, as rochas carbonáticas da formação Salitre são também exploradas, especialmente na Bacia de Irecê e na Sub-bacia de Ituaçu, para o fornecimento de insumos industriais derivados de calcário calcítico e dolomítico, bem como do dolomito, com aplicação na agricultura, na construção civil ou, em menor proporção, na indústria cimenteira.

O Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM (CPRM, 2011) ressalta o uso intensivo das rochas carbonáticas por habitantes, em quase todas as áreas de ocorrência da formação Salitre, fazendo referência ao uso dos calcários dolomíticos e dolomitos do Grupo Una, para fabricação de corretivos de solos, nos municípios de Morro do Chapéu e Palmeiras, na Bacia de Irecê. CPRM (*op cit*) ressalta também a existência de minas ativas e jazidas do “mármore” Bege Bahia, que consistem na exploração de calcrete, que é usado, majoritariamente, como rocha ornamental. Destaca-se que

essa atividade é praticada, de maneira extensiva, no município de Ourolândia, situado na Sub-bacia Campinas e onde se concentra um número expressivo de pedreiras ativas até os dias atuais. Ribeiro *et al.* (2002) apresenta um cálculo das reservas do calcrete nesse município, apontando um valor de 1.600.000 m<sup>3</sup> para a reserva inferida.

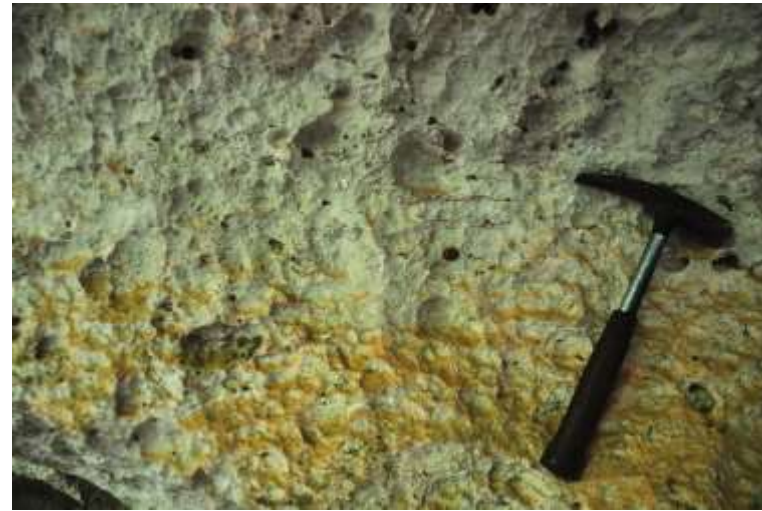
Em relação ao relevo, a porção norte da Chapada Diamantina, onde ocorrem partes da formação Caboclo, do Grupo Una e, integralmente, a Formação Caatinga, é marcada pelas diferenças litológicas das rochas que ali existem e por diferentes eventos tectono-estruturais. Desse modo, os terrenos cársticos nessa região são variados podendo ocorrer como serras – no caso daqueles associados à formação Caboclo, baixadas e/ou chapadões – naqueles associados ao Grupo Una e, por último, quando associados à formação Caatinga, estão vinculados com uma grande planície, onde se desenvolveram e depositaram os calcretes. Em todos eles podem ser encontradas feições como dolinas, sumidouros, lapiais, cavernas, vales cegos e zonas de surgências.

Segundo Brito-Neves, Santos e Campanha (2012), a parte norte da Chapada Diamantina apresenta duas superfícies de aplainamento, quais sejam: Sulamericana e Velhas, ambas sendo dissecadas pelo ciclo Paraguaçu, o ciclo erosivo vigente atualmente. A superfície Sulamericana, mais antiga e mais elevada (cotas aprox. 1.100-900 m), é sustentada pelas rochas do Grupo Chapada Diamantina (entre elas a Formação Caboclo) e ocorre sob a forma das diversas serras da região. Já a superfície Velhas, mais recente e de cotas mais baixas (cotas aprox. 550-650 m), é sustentada pelas unidades do Grupo Una. Nas partes mais baixas dessa segunda superfície ocorre um platô carbonático, com alguns morros testemunhos carbonáticos, com até 200 m de altura, onde estão os depósitos de calcretes da Formação Caatinga e outras unidades sedimentares recentes, como depósitos detríticos, colunvionares e de tálus.

No que concerne aos recursos hídricos, é importante ressaltar que a Chapada Diamantina é considerada o principal divisor hidrográfico da Bahia. Os terrenos cársticos existentes nessa região são drenados pelas águas das bacias hidrográficas dos rios Verde, Jacaré, Salitre, Paraguaçu e de Contas, onde os três primeiros estão situados na parte Norte, são tributários da margem direita do rio São Francisco e correm de Sul para Norte. Já os rios Paraguaçu e de Contas, ficam na parte centro e Sul, correm de Oeste para Leste, sendo que o primeiro deságua na Baía de Todos os Santos, enquanto o rio de Contas corre diretamente para o Oceano Atlântico, desaguando na porção sul do Estado baiano. Dentre essas bacias, o rio Salitre vem apresentando uma situação crítica, uma vez que todos os seus afluentes são de caráter intermitente e os modelos adversos de uso da Terra nessa bacia acabou por tornar esse rio também um rio intermitente. Auler e Smart (2003) afirmam que o único rio perene dessa bacia é o que tem suas nascentes a alguns quilômetros a leste da Toca da Boa Vista, o rio Pacuí, que representa o ponto de descarga do aquífero carbonático Salitre.



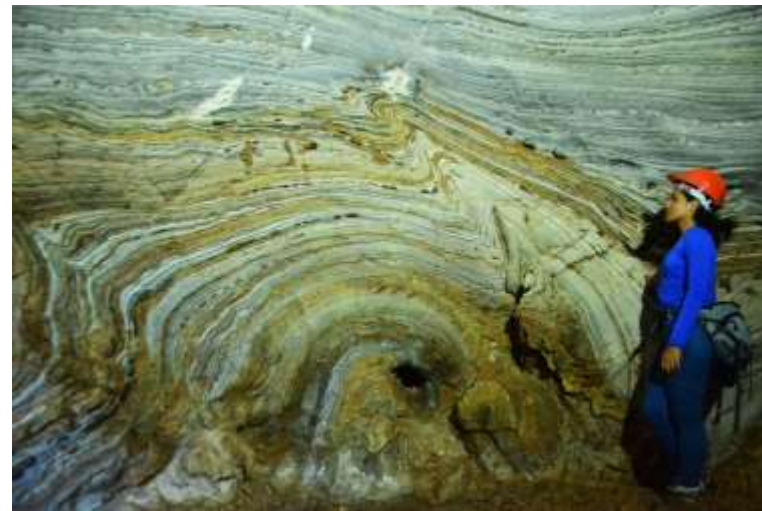
A



C



B



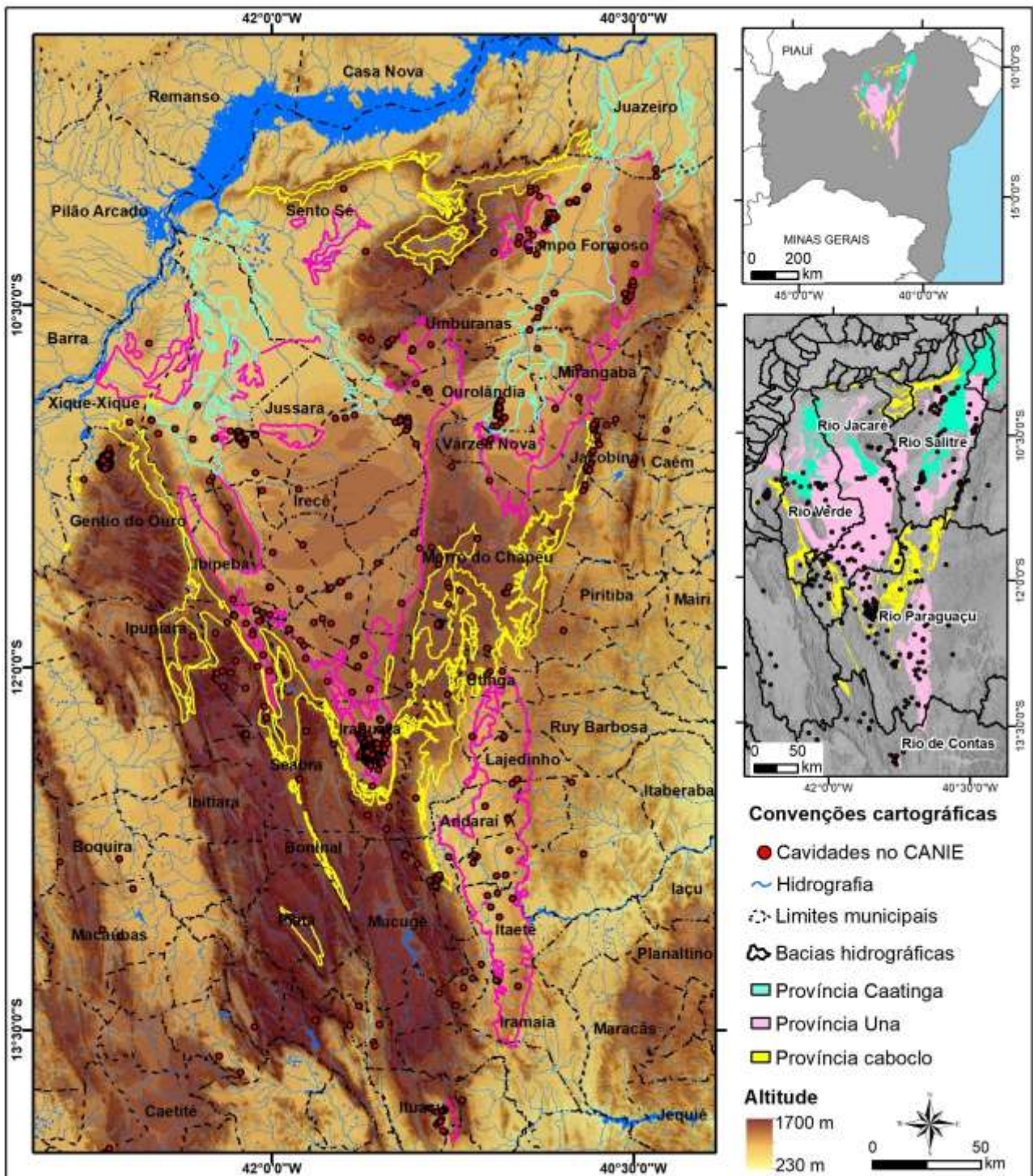
D

**Fotos 16:** Características dos litotipos na Chapada Diamantina. **A** – Laminitos algais na formação Caboclo, encontrados na Gruta do Cristal – Morro do Chapéu. **B** – Intercalações de pelitos e calcilitos da formação Salitre, na Gruta da Lapinha, em Ibiquera. **C** – Aspecto do calcrete maciço da formação Caatinga, na Toca dos Ossos, em Ourolândia. **D** – Em Ituaçu as rochas carbonáticas da formação Salitre se apresentam intensamente deformadas, com estilos distintos de deformação, dos demais locais de ocorrência dessas rochas.

Cabe destacar que a bacia do rio Paraguaçu é responsável por 60% do abastecimento hídrico da Região Metropolitana de Salvador. Contudo, nas imediações de Mucugê, ainda no alto curso dessa bacia, registra-se a presença de um polo agrícola que consome percentuais expressivos de água. Desde o início dos anos 2000 foram construídas uma série de barragens nesse rio, com o intuito de perenizá-lo, dada a situação crítica que o mesmo também se encontra, tanto em função da exploração excessiva de água, como também, dentre outras coisas, em decorrência dos desmatamentos extensivos para instalação de pastagens. Por último, vale dizer que o rio de Contas nasce sobre as serras da face ocidental da Chapada Diamantina, próximo da cidade de Piatã, em terrenos sustentados por rochas da formação Caboclo, e vem também apresentando cenários críticos em relação à perdas de vazão, decorrentes de usos adversos da Terra ao longo de sua bacia.

A seguir, serão apresentadas e descritas as províncias espeleológicas situadas na Chapada Diamantina (**Figura 36**) e os distritos propostos para cada uma delas. Reitera-se aqui que cada uma dessas províncias conta com idades e condicionantes distintos na evolução dos sistemas cársticos, de maneira que apresentam características peculiares e que as diferem umas das outras. Outro aspecto peculiar e importante é que essas províncias ocorrem em áreas descontínuas, contudo - muitas vezes - províncias distintas ocorrem de maneira contígua. Tal cenário resulta em um quadro complexo para esse conjunto de terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, localizados nessa região. Por último, é importante salientar que, em algumas situações, essas províncias estão separadas por rochas siliciclásticas também dotadas de sistemas cársticos, o que acaba tornando o contexto ainda mais particular, diferenciado e complexo.

**Figura 36:** Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas vinculadas às províncias espeleológicas da formação Caboclo, Grupo Una e formação Caatinga. Nessa imagem pode-se notar a compartimentação dessas províncias, bem como as áreas onde algumas delas são contíguas.



## 6.1 Enfoques Regionais na Província da Formação Caboclo

A formação Caboclo tem sua maior expressão em área na porção norte da Chapada Diamantina e ocorre, em sua maior parte, bordejando as bacias carbonáticas de Irecê e Una-Utinga, bem como parte da Sub-bacia Campinas. Outro aspecto relevante da forma de ocorrência dessas rochas é que estão associadas a relevos serranos e acidentados (**Foto 17A**), de maneira que consistem nos terrenos cársticos que ocorrem com as cotas mais elevadas e com as maiores declividades no estado baiano. Em meio a esses relevos ocorrem dolinas (**Foto 17B**), fenômenos de colapso do terreno e cavidades naturais subterrâneas que, por vezes, como no caso de Barra do Mendes, estão instaladas em paredões escarpados e difícil acesso (**Foto 17C**).

Em maio de 2022 constavam no CANIE 24 cavidades naturais registradas nessa Província Espeleológica, sendo a Gruta do Cristal (CANIE: 015662.00681.29.21708, CDN 36 – **Foto 17D**), situada entre os municípios de Morro do Chapéu e Bonito, e com 3.925 metros de projeção horizontal (RUBBIOLI *ET AL.*, 2019), a maior caverna conhecida nessa formação e com padrão em planta do tipo rede (*network*). Na **Figura 37** apresenta-se um Modelo Digital do Terreno – MDT com a indicação das áreas de ocorrência dessa formação.

Por último, um aspecto muito peculiar nessa formação é que apesar da rocha apresentar todas as propriedades e feições características de rochas carbonáticas, elas estão silicificadas e não reagem com ácido, uma vez que toda a calcita foi substituída por sílica. Esse aspecto está muito bem descrito em Souza *et al.* (2021) e também em La Bruna *et al.* (2021), tendo sido também observado em campo, tanto nas áreas visitadas na região do município de Barra do Mendes, como também nas imediações da Gruta do Cristal, em Morro do Chapéu. Souza *et al.* (*op cit*) apresentam uma descrição pormenorizada das características originais da rocha carbonática e o processo de silicificação na Gruta do Cristal e La Bruna *et al.* (*op cit*) descrevem a espeleogênese hipogênica nessa gruta e a sua relação com os processos hidrotermais que culminaram com a abertura dessa cavidade.

Ainda que, atualmente, os terrenos cársticos vinculados à formação Caboclo apresentem rochas silicificadas, o pacote era originalmente de natureza carbonática, tendo estruturas típicas desse último tipo de litologia e as cavidades ali existentes foram geradas através de processos cársticos típicos de rochas carbonáticas. Diante disso, essa província foi aqui incluída, ainda que ela não tenha sido indicada ou descrita anteriormente como uma área cárstica, apesar das dezenas de registros de cavidades nela conhecidas. Mediante os levantamentos de campo, foram definidos dois enfoques regionais para essa unidade, quais sejam: 1. Xique - Xique, Gentio do Ouro, Ibipeba, Barra do Mendes Centro, Ipupiara, Brotas de Macaúbas, Seabra Norte, Souto Soares Oeste e Palmeiras e 2. Jacobina, Miguel Calmon, Morro do Chapéu Sudeste, Tapiramutá Oeste, Bonito, Wagner, Utinga Oeste, Mulungu do Morro Leste e Lençóis. Esses distritos serão apresentados e descritos em seguida.



A



C



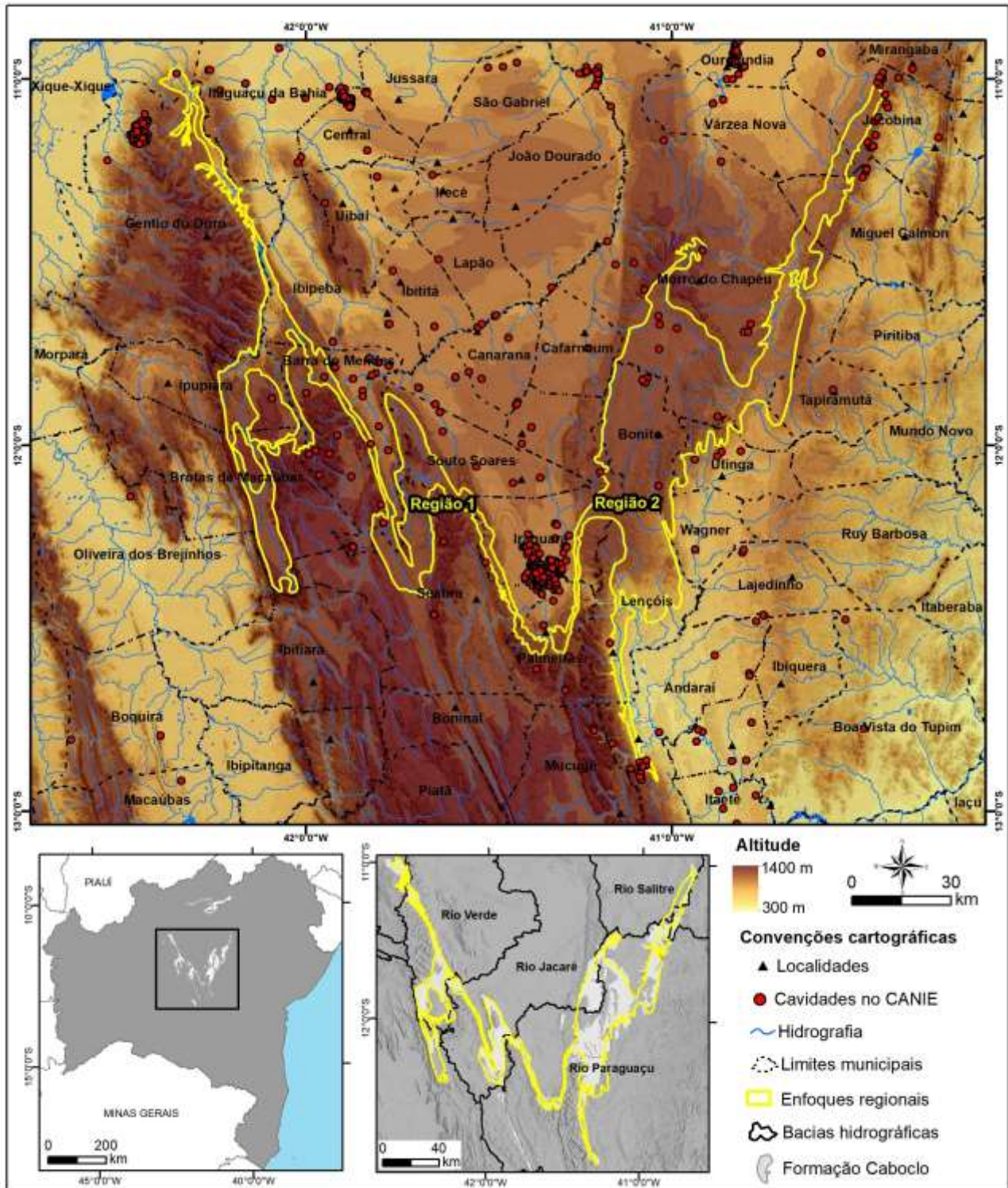
B



D

**Fotos 17:** Aspecto e feições do relevo na Província Espeleológica da Formação Caboclo. **A** – Relevo serrano nas imediações de Barra do Mendes. **B** – Dolina de abatimento instalada nas rochas da formação Caboclo, situada em Morro do Chapéu e conhecida como Buraco do Possidônio. **C** – No município de Barra do Mendes ocorre um conjunto de cavidades instaladas em encostas escarpadas e de difícil acesso, conforme representado nessa imagem, à direita da torre de transmissão. **D** – Aspectos da seção das galerias na Gruta do Cristal, situada em Morro do Chapéu.

Figura 37: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas da formação Caboclo e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.



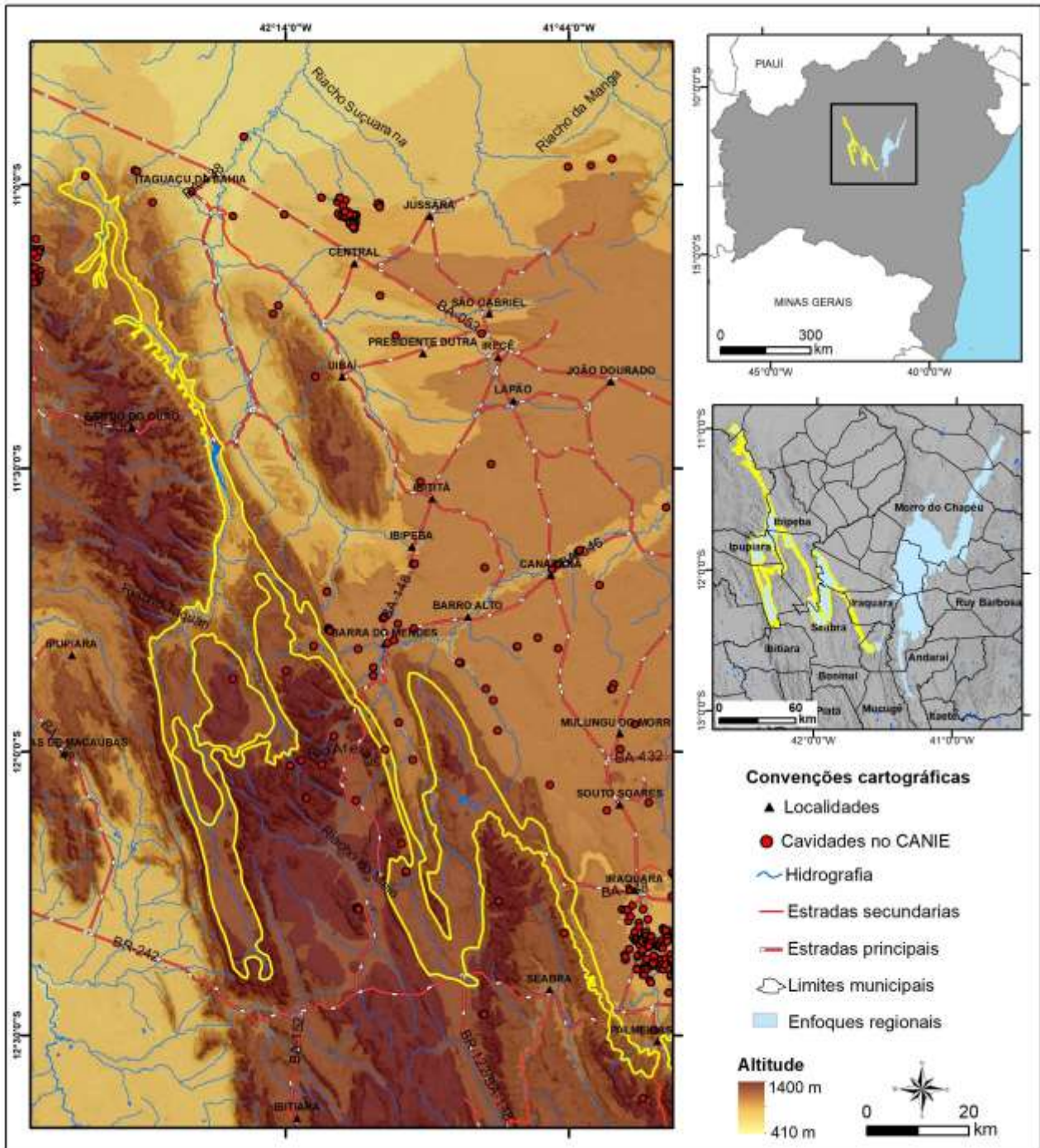
### 6.1.1 Distrito de Xique - Xique, Gentio do Ouro, Ibipeba, Barra do Mendes Centro, Ipupiara, Brotas de Macaúbas, Seabra Norte, Souto Soares Oeste e Palmeiras Noroeste

Esse distrito ocorre na parte ocidental da Chapada Diamantina, na região também conhecida como Chapada Velha, uma região serrana, onde as rochas da formação Caboclo ocorrem em associação com as rochas siliciclásticas das formações Tombador e Morro do Chapéu. Essas três formações estão reunidas no Grupo Chapada Diamantina, sendo a formação Tombador a unidade basal, a formação Caboclo a unidade intermediária e a formação Morro do Chapéu a unidade de topo na estratigrafia. Conforme representado na **Figura 38**, ainda são poucos os registros de cavidades naturais subterrâneas no CANIE nesse distrito. Em campo, constatou-se que as cavidades encontradas ocorrem em vertentes escarpadas das serras (**Foto 17C**), onde a rocha apresenta um comportamento friável, apresentam difícil acesso e não aparentam ter dimensões expressivas.

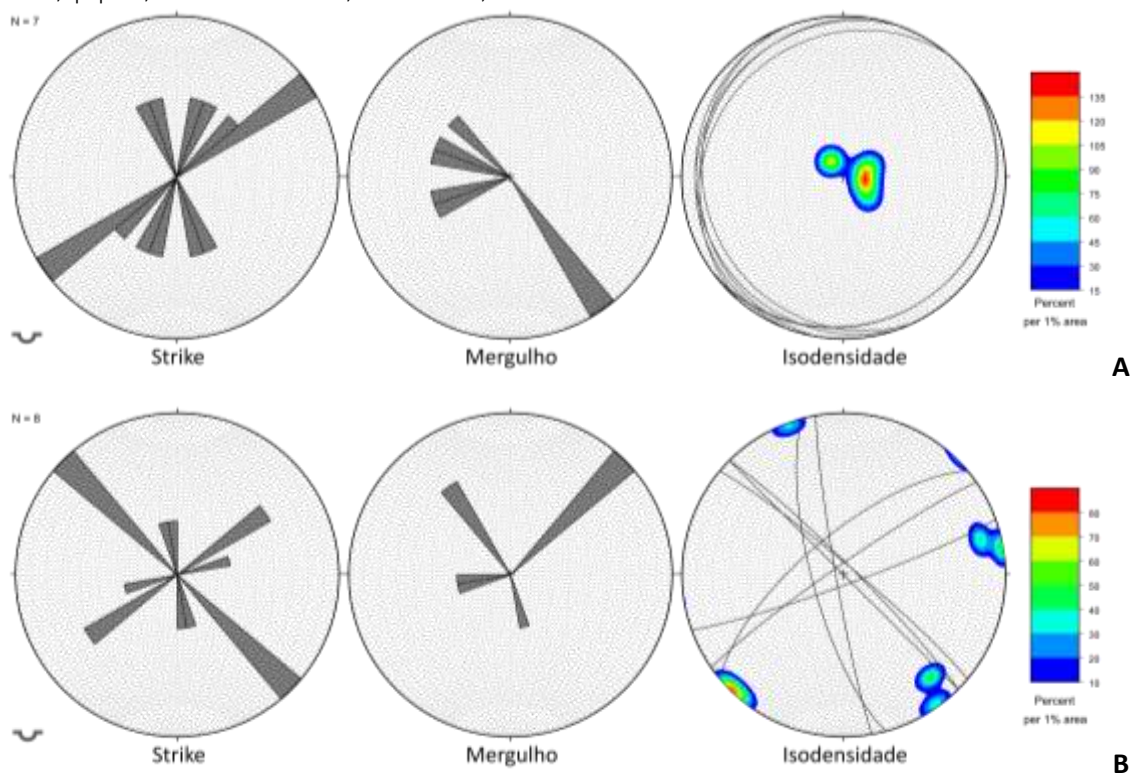
Dentre os registros de cavidades no CANIE na área desse distrito, na campanha de campo foram empenhados esforços para encontrar a Gruta do Fabriciano (CANIE 016923.00921.29.03003), situada próximo do topo de uma vertente, à margem do rio Marrão. Entretanto, nenhum vestígio da existência de cavidade foi encontrado no local indicado pelas coordenadas que constam no registro, apesar dos caminhamentos realizados e dos esforços envidados pela equipe. Ainda que na literatura consultada seja indicada a ocorrência de rochas carbonáticas na área delimitada para esse enfoque regional, em campo tais litologias não foram encontradas. Em função disso, entende-se que esse aspecto somado à espessura delgada e à friabilidade do pacote, acarreta um baixo potencial espeleológico para esse enfoque regional. Para além de dificultar a espeleogênese, o comportamento friável do pacote rochosa provoca o desmoronamento das cavidades porventura existentes, fato que parece acontecer em cavidades observadas, à distância, nas vertentes escarpadas das serras.

Tendo em consideração as características das rochas observadas em campo, constatou-se que nesse distrito o pacote apresenta comportamento friável, não reage com ácido, tem estrutura laminada e textura areno-argilosa, onde a fração arenosa é constituída de quartzo e a fração argilosa tem cores ocre-alaranjadas ou variegadas. Conforme representado na **Figura 39**, nesse distrito as rochas da formação Caboclo apresentam acamamento sub-horizontal, com ondulações suaves e mergulhos baixos ( $< 10^\circ$ ), com caimento predominante para NW e que parecem configurar dobras suaves, abertas e assimétricas. Já as estruturas rúpteis, em geral são juntas / fraturas, com mergulhos subverticais e podem ser agrupadas em três conjuntos, quais sejam: um conjunto principal com direção NW/SE, além de dois conjuntos subordinados e com orientações NE/SW e N/S. As cavidades observadas a distância, nos taludes escarpados das vertentes, parecem ter se desenvolvido condicionados pelos planos sub-horizontais do acamamento.

**Figura 38:** Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de de Xique - Xique, Gentio do Ouro, Ibipecta, Barra do Mendes Centro, Ipupiara, Brotas de Macaúbas, Seabra Norte, Souto Soares Oeste e Palmeiras Noroeste.



**Figura 39:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Xique - Xique, Gentio do Ouro, Ibipeba, Barra do Mendes Centro, Ipujiara, Brotas de Macaúbas, Seabra Norte, Souto Soares Oeste e Palmeiras Noroeste.

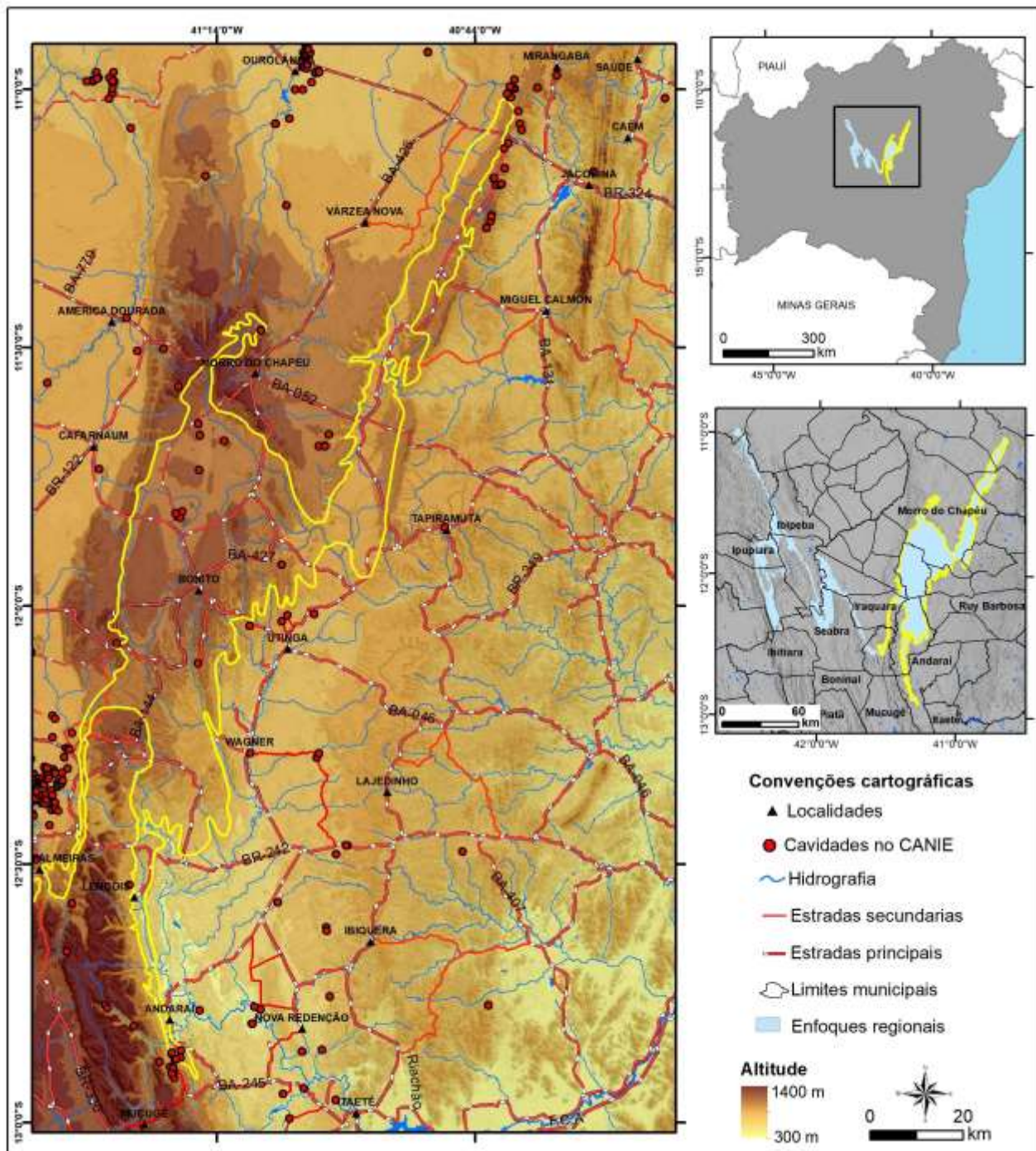


### 6.1.2 Distrito de Jacobina, Miguel Calmon, Morro do Chapéu Sudeste, Tapiramutá Oeste, Bonito, Wagner, Utिंगa Oeste, Mulungu do Morro Leste e Lençóis

Ao contrário do que foi observado no outro enfoque regional dessa província espeleológica, nesse distrito as rochas da formação Cabloco apresentam espessuras maiores, afloram em áreas mais extensas, conta com um número maior de registros no CANIE e, apesar da rocha não reagir com ácido, apresentam diversas estruturas características das rochas carbonáticas, dentre as quais, destacam-se as esteiras estromatolíticas. Alguns trabalhos (SOUZA ET AL., 2021 e LA BRUNA ET AL., 2021) descrevem os processos hidrotermais que acabaram silicificando esse pacote e que foram também responsáveis pela abertura de cavidades.

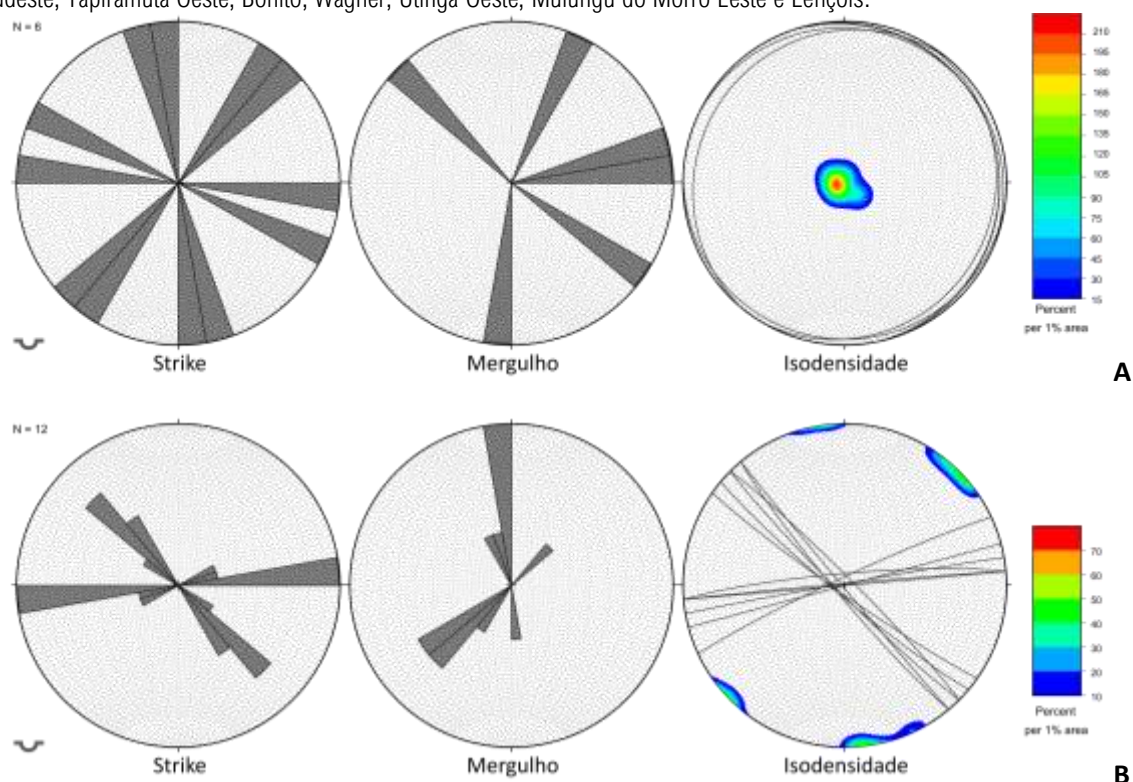
Em relação ao relevo, conforme representado na **Figura 40**, apesar de também contar com um relevo serrano e acidentado, ocorrem também áreas mais aplainadas, bordejando conjuntos morros, tal como o que é observado nas imediações da Gruta do Cristal (CANIE: 015662.00681.29.21708, CDN 36 – **Foto 17D**), a maior caverna conhecida nessa formação. Outra feição cárstica característica e que observada em diferentes locais nesse distrito é a presença de dolinas (**Foto 17B**). Destaca-se aqui o Abismo do Zequinha (CANIE: 020014.00960.29.22052, CDN 36), que está instalada em um local de relevo muito acidentado, na cota de 1.027 metros e que parece ter sido exposto mediante colapso recente, de material da cobertura detrítica superficial, para o interior de uma cavidade natural subterrânea.

**Figura 40:** Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Jacobina, Miguel Calmon, Morro do Chapéu Sudeste, Tapiramutá Oeste, Bonito, Wagner, Utinga Oeste, Mulungu do Morro Leste e Leãois



Em relação à Geologia Estrutural, conforme representado na **Figura 41**, as rochas da formação Caboclo nesse distrito têm planos de acamamento sub-horizontais e, considerando que apresenta direções de mergulhos variados, entende-se que esses planos estão suavemente ondulados. Em relação às descontinuidades rúpteis, foram observadas duas famílias principais de juntas/fraturas, sendo ambas verticais e com orientação WSW/ENE e NW/SE, esta segunda se apresenta, por vezes, com veios de Quartzo. Considerando o padrão em rede (*network*) observado na Gruta do Cristal (CANIE: 015662.00681.29.21708, CDN36 - **Foto 17D**), percebe-se que as galerias se desenvolveram condicionadas por essas direções de fraturas, sendo ainda registrada uma terceira direção de galerias, para além dessas duas e com orientação NE/SW.

**Figura 41:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidade do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Jacobina, Miguel Calmon, Morro do Chapéu Sudeste, Tapiramutá Oeste, Bonito, Wagner, Utinga Oeste, Mulungu do Morro Leste e Lençóis.



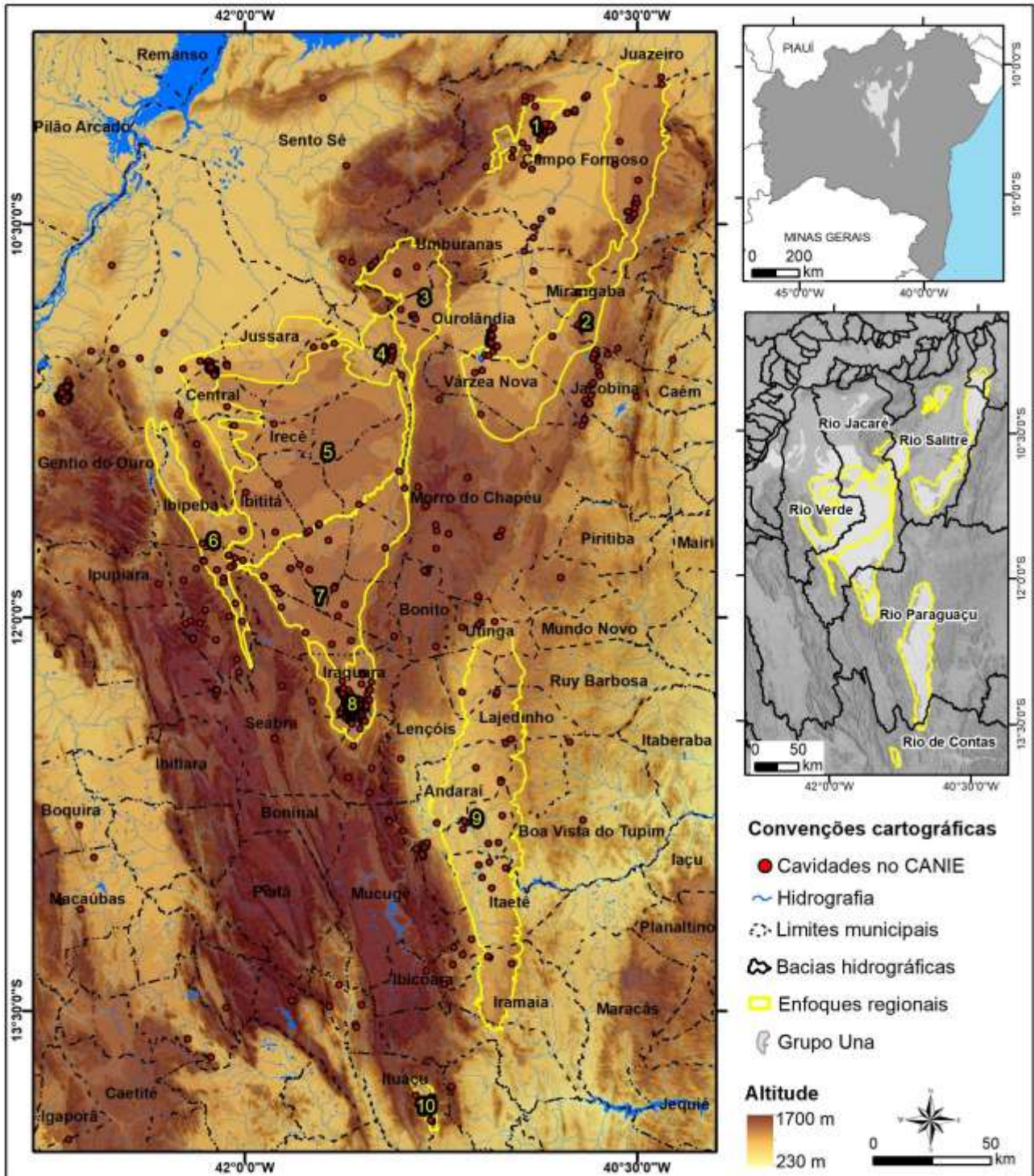
Também vale salientar nesse distrito as diversas dolinas observadas em campo, sendo encontradas tanto dolinas de subsidência, com perfis suaves, como também dolinas de abatimento, com vertentes escarpadas e de evolução recente, sendo esse um fenômeno relativamente comum nas imediações de Morro do Chapéu. Nesse município, destacam-se o Buraco do Possidônio (CANIE: 017671.00961.29.21708, CDN38 – Foto 17B) e o Buraco da Velha Duda (CANIE: 016960.00958.29.21708, CDN37) duas dolinas com perfil de abatimento, com eixo maior com mais de 100 metros de comprimento e alongados na direção WSW/ENE, o que sugere que a principal família de fraturas medidas em campo, também condiciona o desenvolvimento dessas geoformas. Ambas as dolinas dão acesso à cavidades naturais subterrâneas.

## 6.2 Enfoques Regionais na Província do Grupo Una

O Grupo Una ocorre de maneira descontínua nas Bacias de Irecê e Una – Utinga, além das Sub-bacias Campinas e de Ituaçu (Figura 42). No caso das bacias, a primeira fica situada na parte central da Chapada Diamantina, enquanto a segunda fica na borda oriental dessa região. Já a Sub-bacia de Ituaçu fica situada na parte sul/sudeste da Chapada Diamantina e a Sub-bacia Campinas representa um prolongamento, na extremidade norte/nordeste, da Bacia de Irecê, que está separada dessa última, em superfície, seja por morros isolados de rochas siliciclásticas, ou por coberturas detriticas de idades recentes. Em cada uma dessas áreas de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Salitre – a unidade de interesse para a espeleogênese e a carstificação nesse grupo – observa-se um comportamento distinto para a Geologia Estrutural, para as profundidades do nível freático e para a natureza da recarga hídrica, o que parece se refletir no condicionamento e nos distintos

padrões das cavidades naturais subterrâneas, encontradas em cada um desses terrenos cársticos. Em maio de 2022, constavam no CANIE, 420 registros para toda essa província.

**Figura 42:** Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Una e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.



Tendo em consideração que, na Província Espeleológica do Grupo Una, a única formação de natureza carbonática é a formação Salitre, entende-se que seria mais adequado denominá-la como “Província Espeleológica da Formação Salitre”. Ademais, Barbosa (2012) registra a lacuna temporal, as diferenças climáticas e a discordância erosiva entre as formações Salitre e Bebedouro, que eram reunidas nesse grupo, e sugere que elas fiquem agrupadas no Supergrupo São Francisco e

o Grupo Una seja abandonado. Contudo, como trata-se uma região consagrada com o nome de “Grupo Una” na literatura relativa ao carste brasileiro, cujo nomenclatura foi proposta inicialmente por Auler *et al.* (2001), sendo dotada de relevância – seja pela sua grande expressão em área ou pelo expressivo número de número cavidades ali registradas, para além de abrigar a Toca da Boa Vista (CANIE: 015762.00755.29.06006, CDN 01) – a maior caverna brasileira, optou-se aqui por manter o nome já consagrado para a província, mas registrar a sugestão de que trabalhos futuros passem a designar essa província espeleológica como Província Espeleológica da Formação Salitre.

Dentre os terrenos cársticos dessa província, a Bacia de Irecê é a que conta com maior expressão em área, é drenada pelas bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré e a sub-bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, além de concentrar o maior número de registros no CANIE, com destaque para as imediações do município de Iraquara que, segundo Laureano & Cruz Junior (2002), representa um dos principais sítios espeleológicos do Brasil, em função da densidade de cavidades mapeadas, estudadas e de relevância ali existentes. Auler (2002) destaca que os carbonatos do Grupo Una se estendem ao norte de Iraquara, entretanto a baixa profundidade do lençol freático na parte norte da Bacia de Irecê reduz a possibilidade de grandes cavernas, a exceção do que ocorre no vale do rio Jacaré, onde se encontra a espetacular Gruta dos Brejões (CANIE 016955.00953.29.18357, CDN 16 – **Foto 18A**), também incluída entre as grandes cavernas brasileiras e caracterizada por passagens maciças com clarabóias cênicas.

Na extremidade nordeste dessa bacia, fica localizada a Sub-bacia Campinas – dotada de um relevo aplainado, onde os carbonatos da formação Salitre ocorrem sob uma cobertura de natureza areno-argilosa, com cor avermelhada e estão também vinculados e contíguos aos calcetes da formação Caatinga, essa última formada pela intemperismo e erosão da primeira. Em cavidades instaladas na formação Salitre, nessa sub-bacia, são inúmeras as evidências indicativas da atuação importante de processos hipogênicos na espeleogênese e carstificação do maciço rochoso (CAZARIN *ET AL.*, 2019), incluindo-se aí feições encontradas na Toca da Boa Vista (CANIE 015762.00755.29.06006, CDN 01) e Toca da Barriguda (CANIE 015764.00756.29.06006, CDN 02 – **Foto 18B**), ambas estão situadas na sub-bacia Campinas.

A Bacia Una – Utinga, situada na borda oriental da Chapada Diamantina, é drenada pela bacia hidrográfica do rio Paraguaçu e o relevo é marcado por uma superfície ondulada, com uma cobertura superficial de natureza e espessura muito variadas. As rochas da formação salitre se apresentam pouco deformadas, com dobras amplas, suaves e abertas, cortadas por juntas subverticais. Na área bacia hidrográfica do rio Una, é frequente o registro de subsidência e colapso do terreno, formando dolinas que dão acesso à cavidades subterrâneas, conforme descrito em Pereira (1998). Em relação ao padrão morfológico das cavidades nessa área, Karmann *et al.* (2002) destaca a presença de grandes salões de abatimento com acesso a corpos hídricos, tais como o Poço Encantado (CANIE 015691.00701.29.15007, CDS 15 – **Foto 18C**) e o Poço Azul (CANIE 015687.00699.29.22854, CDS 08), grutas que representam pontos turísticos importantes na Chapada Diamantina e recebem mais de 15.000 visitantes por ano. Todavia, são também frequentes cavidades com

padrão em rede (*network*), labirínticas e marcadas por galerias interconectadas, cuja espeleogênese é condicionada por um forte controle estrutural.

Por último, a Sub-bacia de Ituaçu é drenada pela sub-bacia hidrográfica do Rio Mato Grosso, um afluente da bacia hidrográfica do Rio de Contas, e conta com rochas carbonáticas da formação Salitre marcadas por uma deformação mais intensa, quando comparadas ao restante da Província Espeleológica do Grupo Una. Segundo Cruz e Alkmim (2007) as deformações observadas na região de Ituaçu foram provocadas na inversão do aulacógeno do Paramirim, durante o evento Brasileiro – iniciado no Neoproterozóico, há mais de 540 milhões de anos atrás. A região possui formas de relevo que se assemelham a cones cársticos e que permitem caracterizar a área como um carste complexo ou evoluído, conforme sugerido, respectivamente, por Waltham & Fookes (2005) e Bebert-Born (2016). Na região, a mineração de calcário é uma questão relevante, já que há previsão da instalação de um pólo cimenteiro no município de Ituaçu. Por outro lado, esse município abriga a gruta da Mangabeira (CANIE 015661.00680.29.17201, CDS 24 – **Foto 18D**), uma cavidade de máxima relevância, já que é palco de uma importante peregrinação religiosa (Barbosa, 2009; Travassos *et al.*, 2009). Ademais, a presença do Grupo Araras de Espeleologia – GAE vem mobilizando o espeleoturismo em Ituaçu, para além de trabalhos de prospecção e mapeamento de cavidades naturais subterrâneas.

Os distritos estabelecidos para os terrenos cársticos instalados nas rochas carbonáticas da formação Salitre serão listados e descritos a seguir, quais sejam: 1. Campo Formoso Oeste; 2. Juazeiro Sul, Campo Formoso Leste, Mirangaba Centro, Jacobina Centro Oeste, Várzea Nova Centro Oeste, Morro do Chapéu Nordeste e Ourolândia Sul; 3. Umburanas Sudoeste, Ourolândia Oeste e Morro do Chapéu Norte; 4. Morro do Chapéu Norte/Noroeste, América Dourada Leste, João Dourado Leste, São Gabriel Nordeste, Jussara Centro, Itaguaçu da Bahia Sudeste e Central Centro Norte; 5. América Dourada Oeste, João Dourado Sudoeste, São Gabriel Sul/Sudoeste, Jussara Sul, Central Sudeste, Uibaí Leste, Presidente Dutra, Ibititá, Ibipeba Sul, Barra do Mendes Leste, Irecê e Lapão; 6. Barra do Mendes Centro Leste e Ibipeba; 7. Barro Alto, Canarana, Cafarnaum, Morro do Chapéu Oeste, Mulungu do Morro Oeste, Souto Soares Norte e Iraquara Norte; 8. Souto Soares Sul, Seabra Leste, Palmeiras Norte e Iraquara Sul; 9. Utinga, Ruy Barbosa, Wagner, Lajedinho, Ibiquera, Boa Vista do Tupim, Andaraí, Nova Redenção, Itaetê e Iramaia e 10. Ituaçu.

Cabe destacar que na Bacia de Irecê e Sub-bacia Campinas os terrenos cársticos apresentam áreas mais extensas, além de características e condicionantes mais variados, o que resultou em um maior número de distritos delimitados nesses locais. Por outro lado, na Bacia Una – Utinga foi constatado um cenário mais homogêneo os condicionantes e para o carste ali encontrado, de maneira que foi definido apenas um enfoque regional. Já em Ituaçu, apesar do cenário complexo observado para a Geologia Estrutural, dada a sua menor extensão em área foi ali estabelecido apenas um distrito. Por último, é importante dizer que ao longo de todas essas terrenos a vegetação foi intensamente suprimida, sendo caracterizada, atualmente, por capoeiras, roças ativas ou abandonadas, ou mesmo áreas em vias de desertificação, sendo raras as áreas de vegetação original.



A



C



B



D

**Fotos 18:** Cavidades naturais subterrâneas instaladas nas rochas carbonáticas da formação Salitre e situadas na Província Espeleológica do Grupo Una **A** - Aspecto do pórtico de uma das clarabóias existentes na Gruta dos Brejões. Atentar para o espeleólogo na parte central inferior, que permite compreender as dimensões nesse local. **B** – *Pedants* na Toca da Barriguda, a segunda maior caverna do Brasil. Essas feições são indicativas da atuação de processos hipogênicos na espeleogênese. **C** – A Gruta do Poço Encantado consiste em grande salão de abatimento que dá acesso ao nível freático. Trata-se de um dos principais atrativos do turismo na Chapada Diamantina e do local onde foi encontrado e descrito, pela primeira vez, uma espécie de bagre troglóbio. **D** – A Gruta da Mangabeira abriga um santuário religioso na sua entrada e é palco de peregrinação desde o século XVIII.

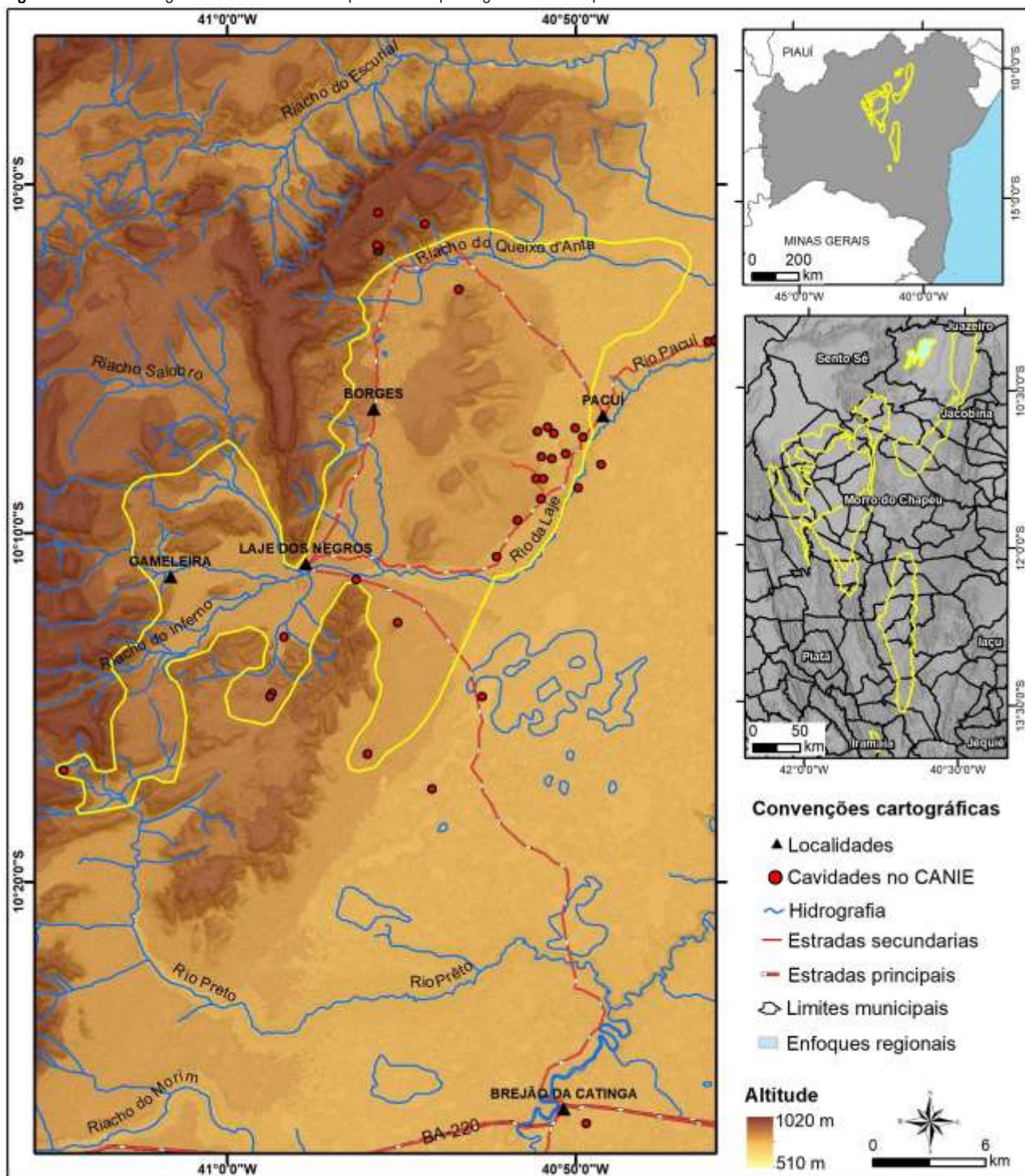
### 6.2.1 Distrito de Campo Formoso Oeste

Trata-se de um enfoque regional de uma área isolada de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Salitre, onde o pacote se apresenta com cores cinzentas a esbranquiçadas, granulometria variando de fina a média, em sua maioria com estrutura maciça, podendo apresentar porções com estrutura laminada e que ocorre na extremidade norte da Sub-bacia Campinas, situado na parte oeste do município de Campo Formoso. Nesse distrito o relevo é aplainado (**Foto 19A**) e, na superfície, o pacote rochoso está encoberto por uma camada detrítica e/ou residual, com granulometrias variadas, desde argila até seixos, cor avermelhada intensa, espessura variada – desde métrica a decamétrica – e de natureza colúvio-elúvionar. Conforme representado na **Figura 43**, esse relevo desce como uma rampa suave para a parte mais rebaixada, às margens do rio Pacuí, um afluente da bacia hidrográfica do rio Salitre, onde ocorrem os calcretes da formação Caatinga.

Nas imediações do povoado de Laje dos Negros, a monotonia do relevo é quebrada por um conjunto de morros amplos, com vertentes planares e convexas, cujos topos, também convexas, se encontram ocupados por parques eólicos. De maneira mais restrita e subordinada, observa-se também a presença de morros isolados, com topos e vertentes planares, que – por vezes – são bordejados por paredões rochosos e escarpados, com até 10 metros de altura, separando os topos e partes das vertentes. De maneira geral, as feições cársticas em superfície são raras e isoladas, podendo se manifestar na forma de dolinas, em sua maioria circulares, com perfis escarpados de abatimento e com diâmetros inferiores a 10 metros.

Apesar da baixa presença de feições exocársticas, nesse enfoque regional estão localizadas as duas maiores cavernas brasileiras, quais sejam: a Toca da Boa Vista (CANIE: 015762.00755.29.06006, CDN01), com mais de 100 km mapeados pelo Grupo Bambuí de Espeleologia – GBPE, um grupo mineiro e que explora a cavidade há mais de 30 anos, e a Toca da Barriguda (CANIE 015764.00756.29.06006, CDN 02 – **Foto 18B**), uma cavidade também explorada pelo grupo supramencionado e com mais de 30 km já mapeados. Em ambas as cavidades são nítidas as feições indicativas da espeleogênese hipogênica nessas cavernas, o que explica a pouca expressão das feições exocársticas. Segundo Cazarin *et al.* (2019) os processos hipogênicos, atuantes na origem dessas grutas, estão associados ao fluxo ascendente de fluidos, que dissolvem os carbonatos, e que estão relacionados aos eventos vinculados com o ciclo Brasileiro, o que pode atribuir uma idade de mais de 500 milhões de anos para o início da abertura de ambas as cavidades e o que pode fazer delas as grutas mais antigas do mundo.

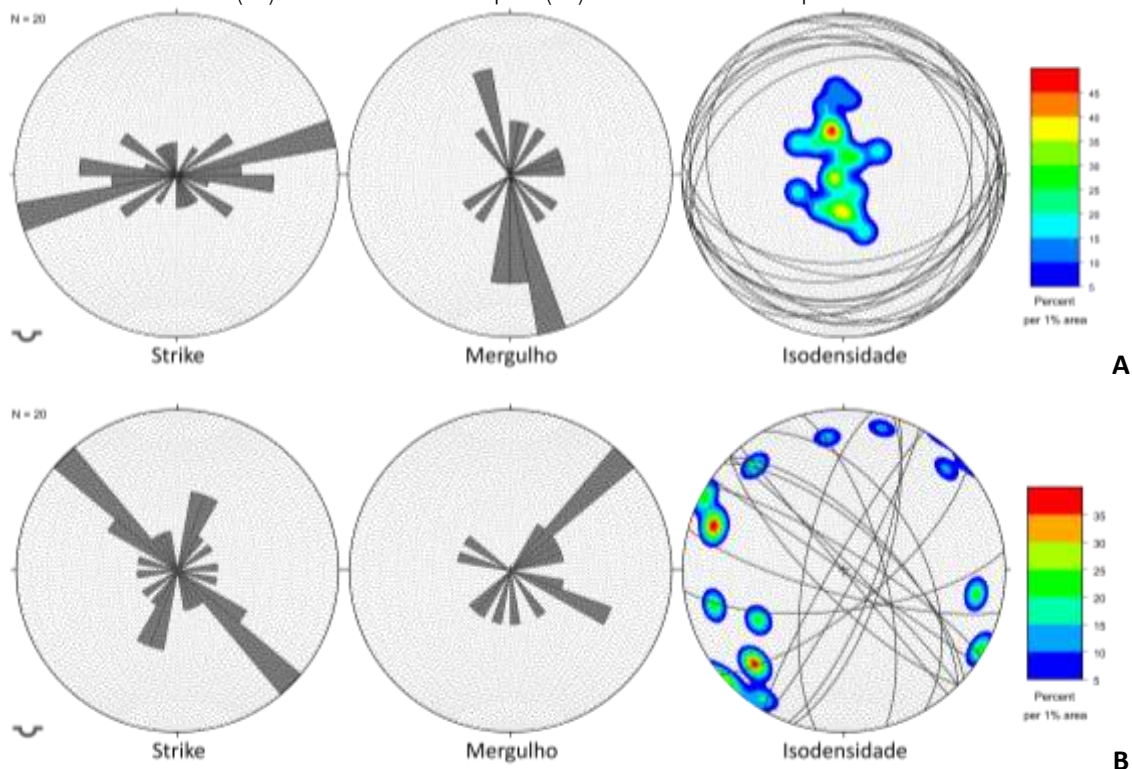
Figura 43: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Campo Formoso Oeste.



As estruturas observadas nas rochas da formação Salitre, conforme indicado na **Figura 44** e medidas no interior das cavidades da Toca da Boa Vista e Barriguda (CANIE: 015762.00755.29.06006 e 015764.00756.29.06006, CDN01 e CDN02) indicam que os planos de acamamento estão orientados, preferencialmente na direção ENE/WSW e mergulham ora para NW e ora para SE, sugerido um padrão de dobramentos suaves (mergulhos < 30°) com plano axial orientados na mesma direção dos planos de acamamento. Já as estruturas rúpteis consistem em juntas com mergulhos subverticais, preferencialmente orientadas para NW,

com mergulhos para NE, para além de um segundo conjunto mais subordinado, orientado par NE e mergulhos para SE. Localmente, foi observada a presença de uma falha reversa, com mergulho para NW e cuja capa está associada a uma dobra com plano axial N260/82°NNW, indicativa do regime compressivo da deformação ali observada e influenciada pela faixa de dobramentos Riacho do Pontal. Os planos axiais das dobras ali registradas, juntamente com a direção de mergulho dos planos de fraturas predominantes, representam as estruturas mais alinhadas com as direções de desenvolvimento da espeleogênese nas cavidades visitadas nesse enfoque regional.

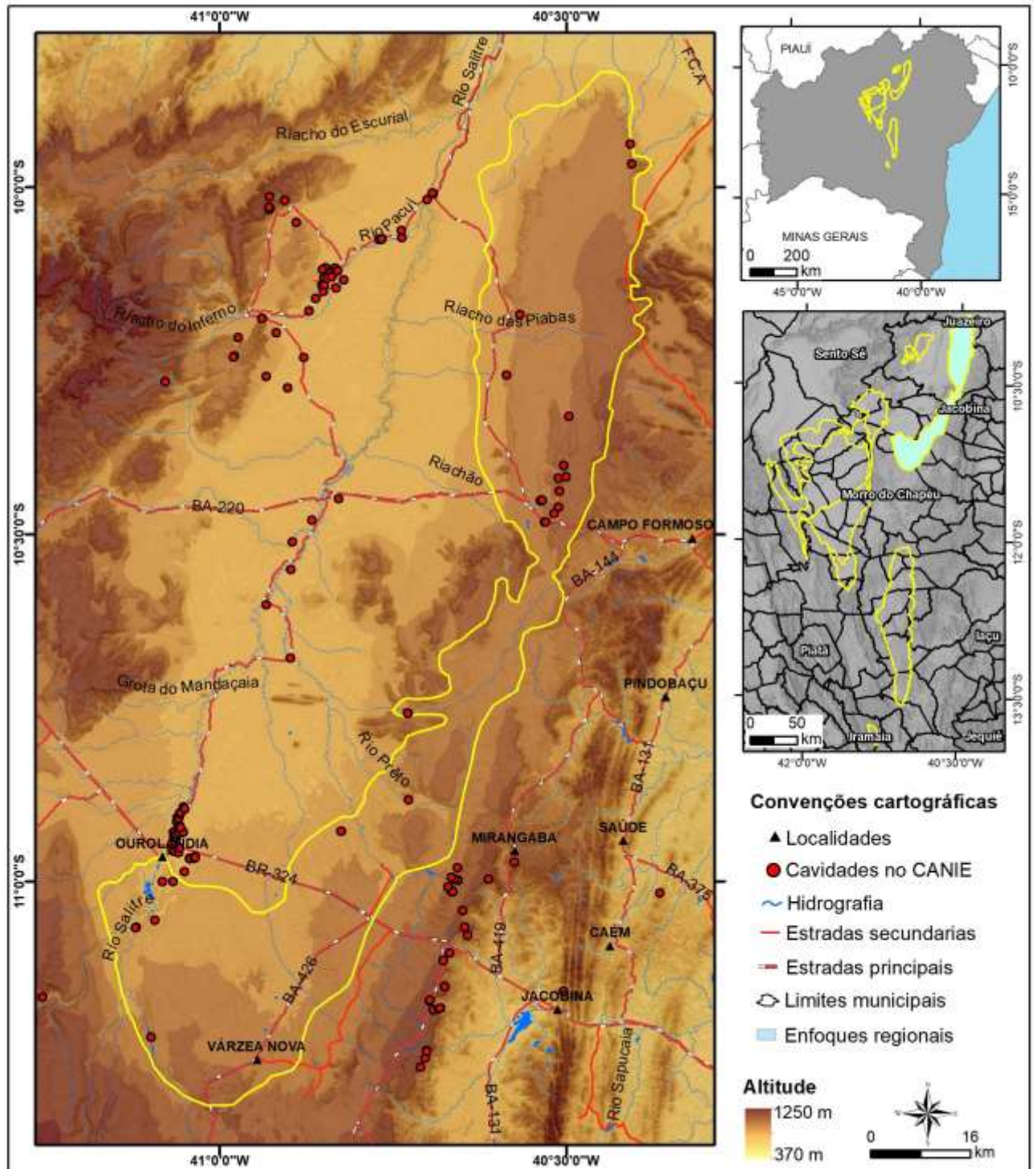
**Figura 44:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Campo Formoso Oeste.



### 6.2.2 Distrito de Juazeiro Sul, Campo Formoso Leste, Mirangaba Centro, Jacobina Centro Oeste, Várzea Nova Centro Oeste, Morro do Chapéu Nordeste e Ourolândia Sul

O distrito representa as bordas sul, sudeste e leste da Sub-bacia Campinas, onde as rochas carbonáticas da formação Salitre bordejam o rio Salitre e a porção mais deprimida e aplainada do relevo, onde se formaram os calcretes da formação Caatinga. A superfície do relevo é marcada por morros e amplas colinas, com vertentes planas, convexas e suaves e que ascendem, de maneira suavemente ondulada, até o reverso da Serra do Tombador, conforme representado na **Figura 45**. São raros os afloramentos de rocha carbonática nesse enfoque regional e, quando encontrados, estão associados às partes mais acentuadas das vertentes, onde afloram como rochas de cor cinzenta escura, granulção fina e estrutura laminada. Em sua quase totalidade, o pacote rochoso se apresenta encoberto por uma cobertura detrítica, com cor alaranjadas e granulometria areno-argilosa, caracterizando um carste encoberto.

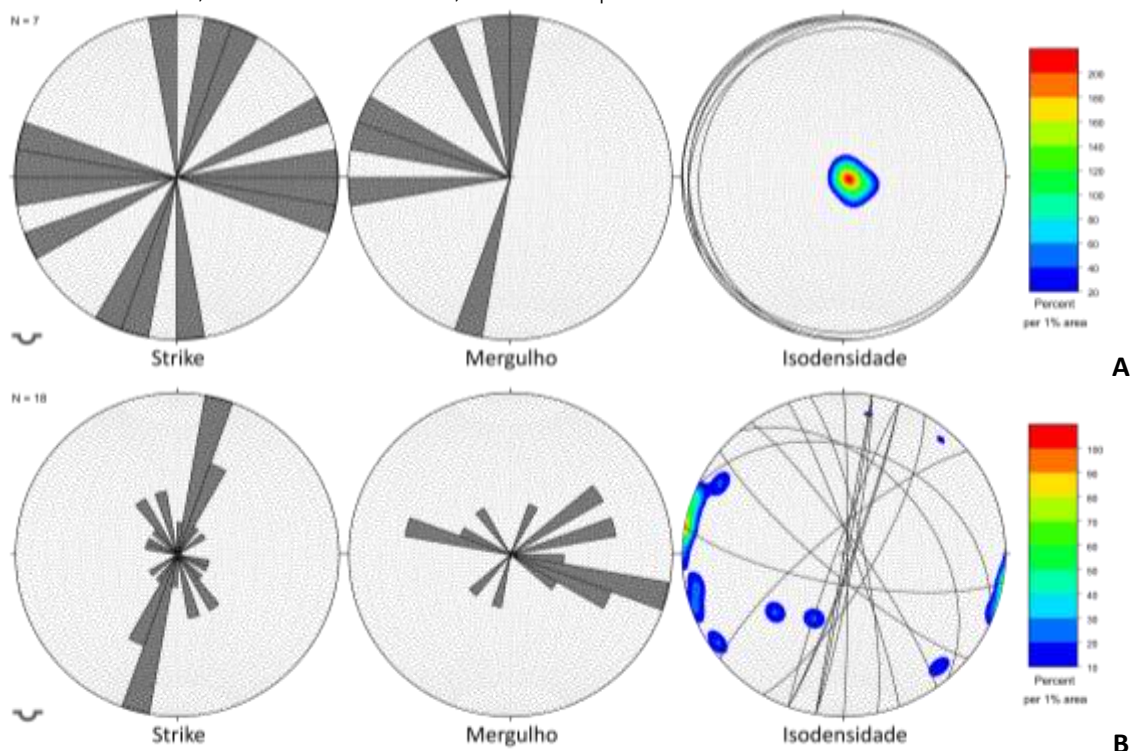
**Figura 45:** Modelo Digital do Terreno – MDT do enfoque regional de Juazeiro Sul, Campo Formoso Leste, Mirangaba Centro, Jacobina Centro Oeste, Várzea Nova Centro Oeste, Morro do Chapéu Nordeste e Ourolândia Sul.



Dentre os locais visitados nesse distrito, destaca-se Gruta do Santo Antônio (CANIE: 017062.00994.29.21401, CDN 06), também conhecida como Igreja da Borda da Serra. Trata-se de uma cavidade situada na encosta de uma colina, dotada de padrão em rede (*network*) que foi inteiramente transformada em um templo religioso, com iluminação artificial no seu interior e onde a rocha carbonática aflora com cor cinzenta, estrutura laminada, horizontalizada, com níveis de chert e com estratificação *hummocky*. Todo o pacote reage com ácido (HCl, 10%) Conforme representado na

**Figura 46**, os planos de acamamento nesse enfoque regional são sub-horizontais (mergulho  $< 10^\circ$ ) com direções variadas e caimento preferencial para W ou NW. Já as estruturas rúpteis são representadas por juntas com mergulhos sub-verticais, com direção predominante para NNE, mergulhando preferencial para ESE. Ocorre ainda um conjunto mais subordinado de juntas com orientação para NW, mergulhando para NE.

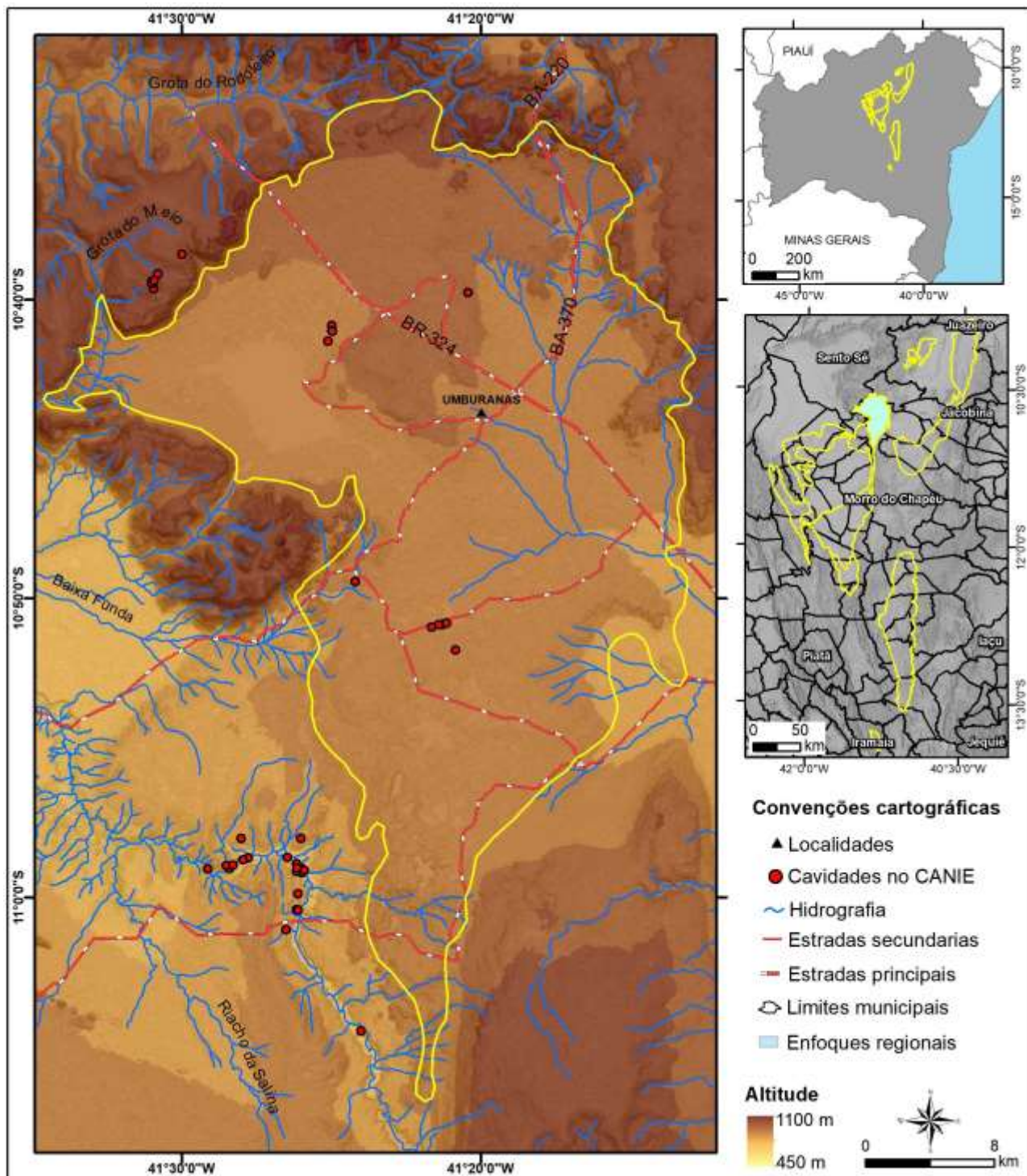
**Figura 46:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Juazeiro Sul, Campo Formoso Leste, Mirangaba Centro, Jacobina Centro Oeste, Várzea Nova Centro Oeste, Morro do Chapéu Nordeste e Ourolândia Sul.



### 6.2.3 Distrito de Umburanas Sudoeste, Ourolândia Oeste e Morro do Chapéu Norte

Trata-se de um enfoque regional situado na divisa entre a Bacia de Irecê e a Sub-bacia Campinas, onde o relevo é marcado por uma rampa suave, com colinas de vertentes amplas e suaves, com perfis planos ou convexos, que ascendem até as serras situadas no seu limite norte e sustentadas por rochas siliciclásticas do Grupo Chapada Diamantina e onde as vertentes se tornam mais acentuadas (**Figura 47**). No distrito são muito comuns depressões fechadas, com formas e tamanhos variados ( $> 20$  m de diâmetro), que tanto podem ocorrer nas partes mais baixas do relevo, ou mesmo no topo. Em campo percebe-se que algumas dessas depressões foram formadas recentemente ( $< 30$  anos), pelo transporte do material detrítico da cobertura superficial, para o interior de cavidades naturais subterrâneas, formando dolinas e abismos. Ao longo de todo o distrito, o relevo cárstico se mostra encoberto por material detrítico e/ou residual, que consiste em um sedimento de areno-argiloso, com seixos angulosos a subangulosos de sílex, rocha carbonática silicificada ou argilito, espessuras métricas ( $< 3$  metros), cor vermelho alaranjada e é de natureza colúvio-eluvionar.

Figura 47: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Umburanas Sudoeste, Ourolândia Oeste e Morro do Chapéu Norte.

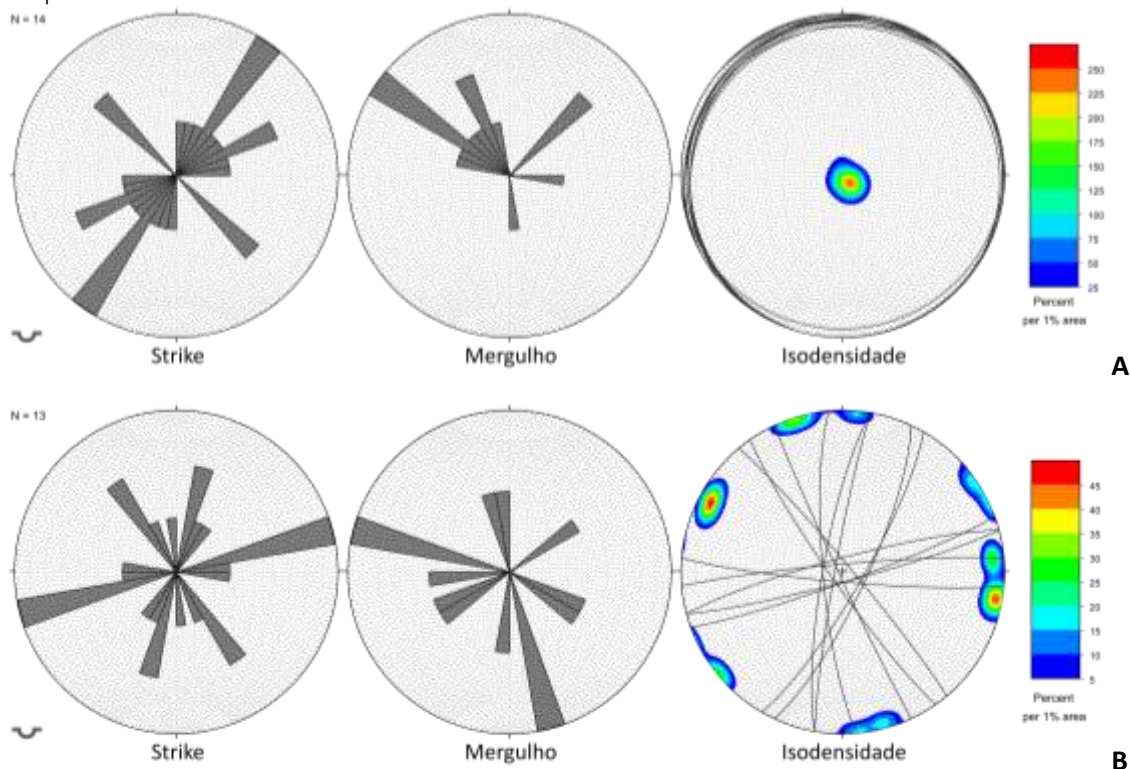


Nesse distrito, destaca-se a Toca do Campo Alegre (CANIE: 019883.00750.29.23357, CDN 15) que consiste em um abismo situado na extremidade de um vale cego e que, pelo relato dos moradores, foi aberto há menos de 20 anos, em decorrência do transporte do material da cobertura para o interior de uma cavidade natural subterrânea. O abismo tem eixo maior com cerca de 80 metros, um desnível estimado de 30 metros e dá acesso a um amplo salão de abatimento na parte inferior. De acordo com o relato verbal de um membro do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas que explorou a cavidade no passado, a gruta conta com menos de 500 metros de

desenvolvimento linear e fica obstruída pelos sedimentos presentes no seu interior. Na superfície, o vale cego associado à cavidade se caracteriza por um sulco erosivo estreito (< 3 metros de largura, **Foto 19B**) e alongado na direção NNE/SSW, entalhado no material detrítico da cobertura e que, nesse local, apresenta espessura de até 3 metros. Na base e parte das paredes desse sulco, ocorre uma rocha carbonática de cor cinzenta clara, marcada pela alternância de estratos – com cerca de 1 metro de espessura e granulometria média, com níveis laminados, de granulação fina e com espessura de até 50 centímetros. Todo o pacote reage com ácido (HCl, 10%).

Conforme representado na **Figura 48**, nesse enfoque regional os planos de acamamento apresentam direções variadas e mergulhos – predominantemente- sub-horizontais, caindo preferencialmente para NW. As estruturas rúpteis consistem, em sua maioria, em juntas com mergulhos sub-verticais. Predominam as juntas orientadas no quadrante ENE/WSW, mergulhando ora para NW e ora para SE. Ocorrem ainda duas famílias orientadas nos quadrantes NE/SW e NW/SE. Essas estruturas rúpteis parecem ser condicionantes importantes na formação de condutos em parte das cavidades visitadas nesse distrito, já que se percebeu que os condutos se desenvolviam alinhados com essas estruturas. Uma dobra de arrasto foi também observada na Toca do Campo Alegre (CANIE: 019883.00750.29.23357, CDN 15), porém não foi possível obter medidas dessa estrutura.

**Figura 48:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de discontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Umburanas Sudoeste, Ourolândia Oeste e Morro do Chapéu Norte.



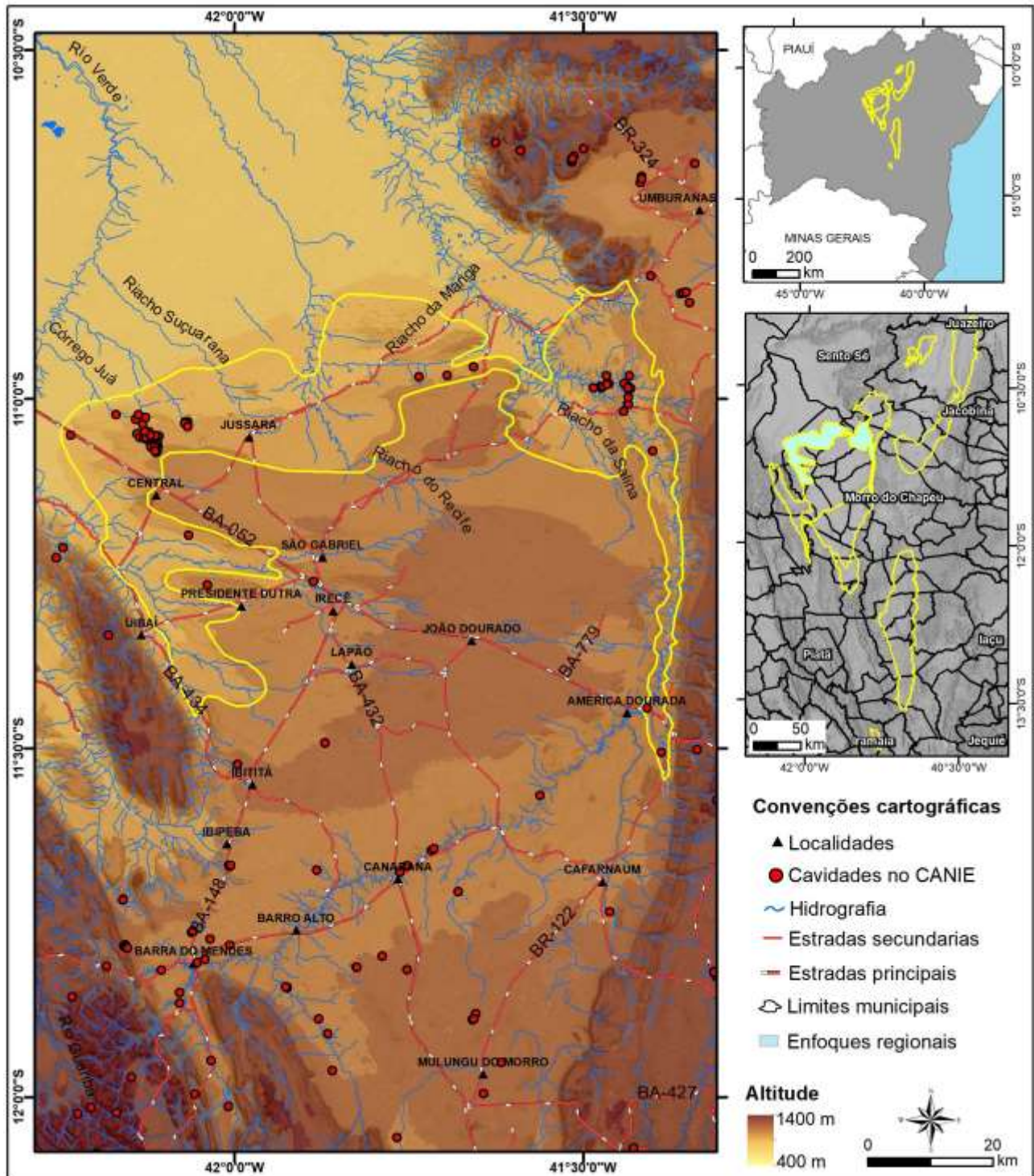
#### 6.2.4 Distrito de Morro do Chapéu Norte/Noroeste, América Dourada Leste, João Dourado Leste, São Gabriel Nordeste, Jussara Centro, Itaguaçu da Bahia Sudeste e Central Centro Norte

Consiste em um distrito com características que, em princípio, parecem muito heterogêneas, mas que, por outro lado, são peculiares e foram determinantes na definição dos seus limites, já que consiste na extremidade norte do planalto cárstico instalado sobre as rochas carbonáticas da formação Salitre, na Bacia de Irecê. Esse enfoque regional se caracteriza como sendo uma zona de ruptura de declive, em borda de superfície plana de topo do planalto cárstico, formando amplos degraus, contendo campos de lapiás – tais como os que são observados em Central, cânions – como os vales cársticos encontrados nas imediações da Gruta dos Brejões (CANIE 016955.00953.29.18357, CDN 16 – **Foto 18A**), para além de outras geoformas cársticas típicas, de maneira que se enquadra na definição de IBGE (2009) para as formas de borda de patamar cárstico.

Diante disso, conforme representado na **Figura 49**, depreende-se que os limites do distrito englobam áreas sob contextos diversificados, posto que as unidades geológicas de entorno e os tipos distintos de recarga hídrica vão resultar em cenários diversos para a evolução do relevo ao longo dessa borda norte da bacia de Irecê. No que concerne às rochas carbonáticas da formação Salitre, nas imediações do povoado de Brejão da Gruta, elas se apresentam com cor cinzenta, granulação fina a média, estrutura laminada nas porções mais finas e estratificada nas porções de granulação mais grossa, ambos litotipos reagem com ácido (HCl, 10%), sendo que os primeiros reagem pouco. De maneira geral, nessa localidade a rocha se apresenta sub-horizontalizada, com mergulhos inferiores a 10°. Já nas imediações do município de Central, na Gruta da Lapinha (CANIE: 015457.00500.29.07608, CDN 21), também conhecida como Gruta dos Milagres, as rochas carbonáticas apresentam as mesmas características descritas em Brejão da Gruta, porém foram também observados níveis com estruturas típicas de esteiras algais, na forma de laminitos microbiais com lâminas onduladas, para além de camadas de brechas intraclásticas.

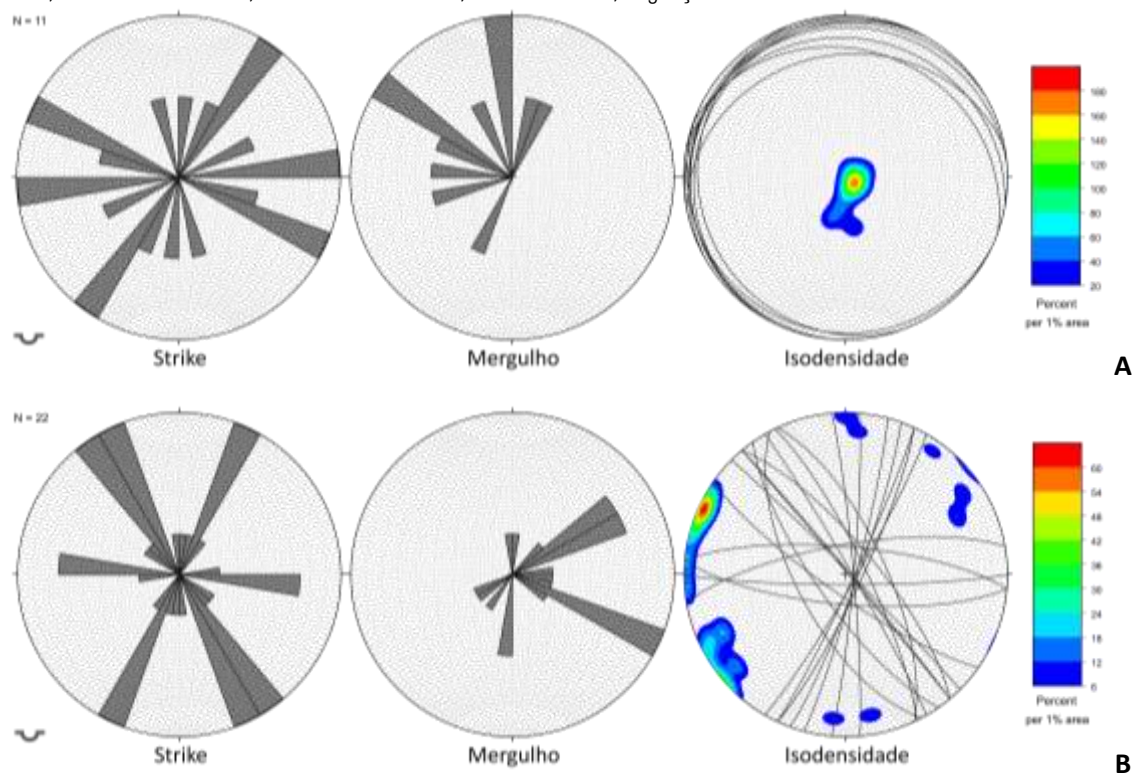
Em relação ao relevo, observa-se que na vertente nordeste, próximo da Gruta dos Brejões (CANIE 016955.00953.29.18357, CDN 16 – **Foto 18A**), onde as rochas carbonáticas estão em contato com unidades siliciclásticas do Grupo Chapada Diamantina, com recarga alogênica, formaram-se vales estreitos, encaixados e profundos, resultantes do colapso do teto de cavidades naturais subterrâneas, gerando um relevo com declives acentuados. Já na porção norte e noroeste, nas imediações do município de Central, onde a recarga é autigênica e não há um contraste litológico, observa-se um relevo mais dissecado, com declives mais suavizados que, por vezes, é cortado por vales cársticos pouco profundos, de fundo plano e coberto de sedimentos areno-siltoso, com cor laranja avermelhada, bordejados por paredões rochosos e escarpados com menos de 15 metros de altura, com presença intensa de lapiás nos topos das vertentes e cavidades naturais subterrâneas na base. Esse conjunto desce na forma de uma rampa suave até uma área mais rebaixada, onde começam a aflorar os calcretes da formação Caatinga e são também encontradas veredas. Por último, na porção oeste, o relevo apresenta vales amplos e suaves, com vertentes retilíneas e côncavas, com geoformas cársticas mais raras e esparsas. Tal cenário é ilustrativo dos diferentes estágios e contextos da dissecação do planalto cárstico da Bacia de Irecê.

**Figura 49:** Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Morro do Chapéu Norte/Noroeste, América Dourada Leste, João Dourado Leste, São Gabriel Nordeste, Jussara Centro, Itaguaçu da Bahia Sudeste e Central Centro Norte.



Conforme representado na **Figura 50** os planos de acamamento nesse enfoque regional apresentam baixos mergulhos ( $< 20^\circ$ ), com direções variadas e caindo preferencialmente para norte e para o quadrante NW. Esse aspecto sugere a presença de dobras abertas, suaves e amplas. Já as estruturas rúpteis consistem, essencialmente, em três famílias de fraturas, orientadas para NW, NE e E/W, com mergulhos sub-verticais e caindo, preferencialmente, para NE, SE e sul. Os planos de fratura NW e a direção de mergulho das camadas mostram-se como as estruturas mais importantes no condicionamento do desenvolvimento da espeleogênese nesse distrito.

**Figura 50:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Morro do Chapéu Norte/Noroeste, América Dourada Leste, João Dourado Leste, São Gabriel Nordeste, Jussara Centro, Itaguaçu da Bahia Sudeste e Central Centro Norte.

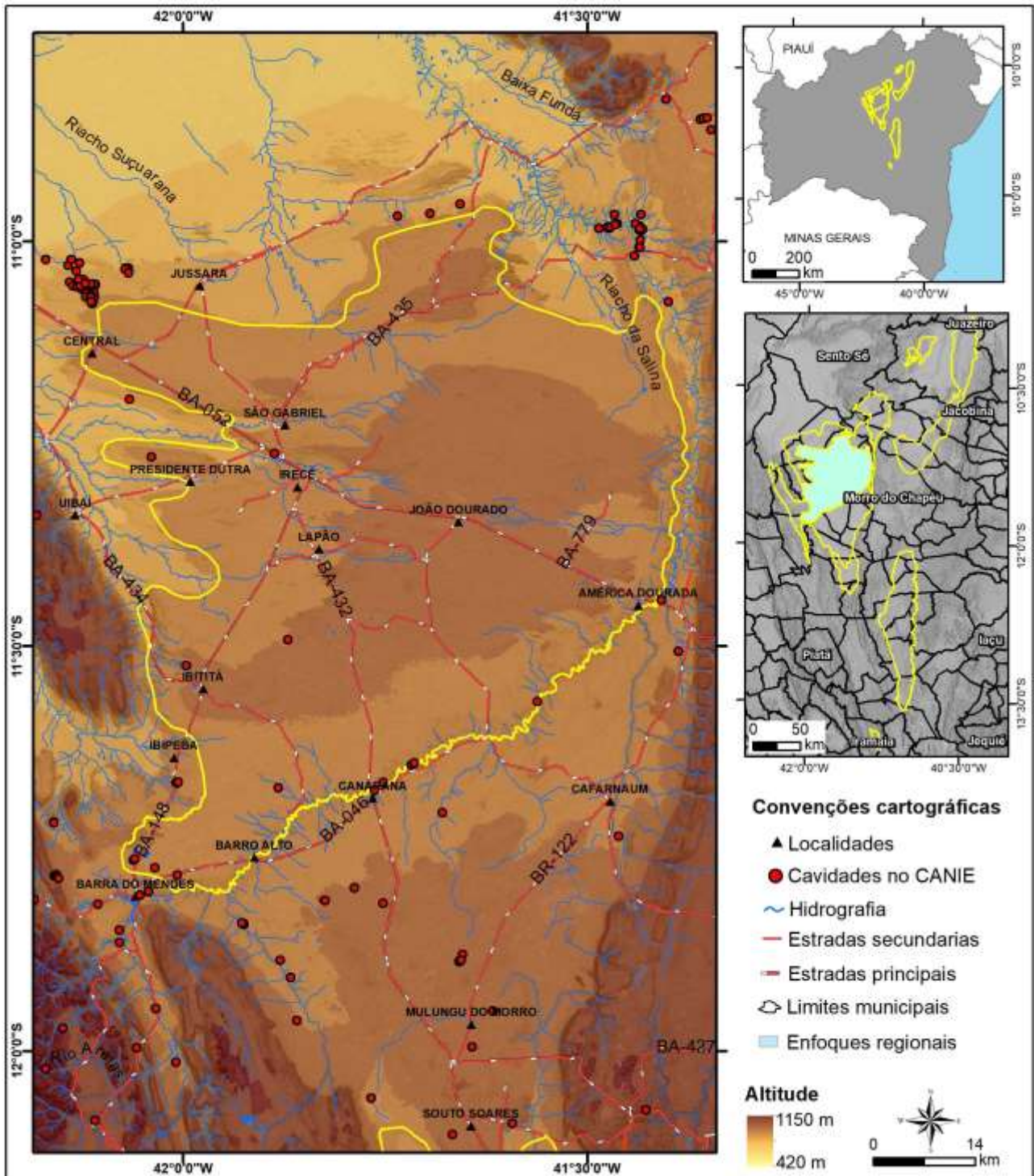


### 6.2.5 Distrito de América Dourada Oeste, João Dourado Sudoeste, São Gabriel Sul/Sudoeste, Jussara Sul, Central Sudeste, Uibaí Leste, Presidente Dutra, Ibititá, Ibipecta Sul, Barra do Mendes Leste, Irecê e Lapão

Trata-se de um enfoque regional onde os aquíferos cársticos contam com uma longa história de exploração, para uso na irrigação. Cabe dizer que o município de Irecê é um polo agrícola histórico e de relevância no cenário baiano e essa atividade sempre se utilizou desse manancial hídrico. Todo o distrito é marcado pela presença de uma cobertura detrítica, de idade recente, de natureza elúvio-coluvionar, com cores avermelhadas, que pode alcançar cerca de 60 metros de espessura, sobre a qual se instalam solos férteis, que viabilizaram o desenvolvimento dessas atividades agrícolas, ali empenhadas há dezenas de anos e que representa a porção norte do planalto instalado sobre as rochas da formação salitre, na Bacia de Irecê e situado na margem esquerda da bacia do rio Jacaré.

Em função da presença dessa espessa cobertura, o distrito conta com um carste encoberto, que ocorre na forma de um planalto dotado de relevo com declividades suaves (**Figura 51**), marcado com colinas amplas de topos convexos, onde as geoformas cársticas são esparsas e consistem, em sua maioria, em dolinas de subsidência, com bordas suaves, formas amplas e variadas. Por outro lado, nas imediações do município de Lapão, situado na porção central desse enfoque regional, é comum o registro de fenômenos de subsidência e colapso do terreno que chegaram a afetar e danificar imóveis na cidade. Também nesse município são observadas ocorrências esparsas de lajedos de rochas carbonáticas, cinzentas escuras, com granulação média, estratificada e com estratos constituídos de brecha intraclástica. Sobre esses lajedos ocorrem lapíais e tais geoformas sugerem que a cobertura detrítica é mais delgada nas imediações desse município (**Foto 19C**).

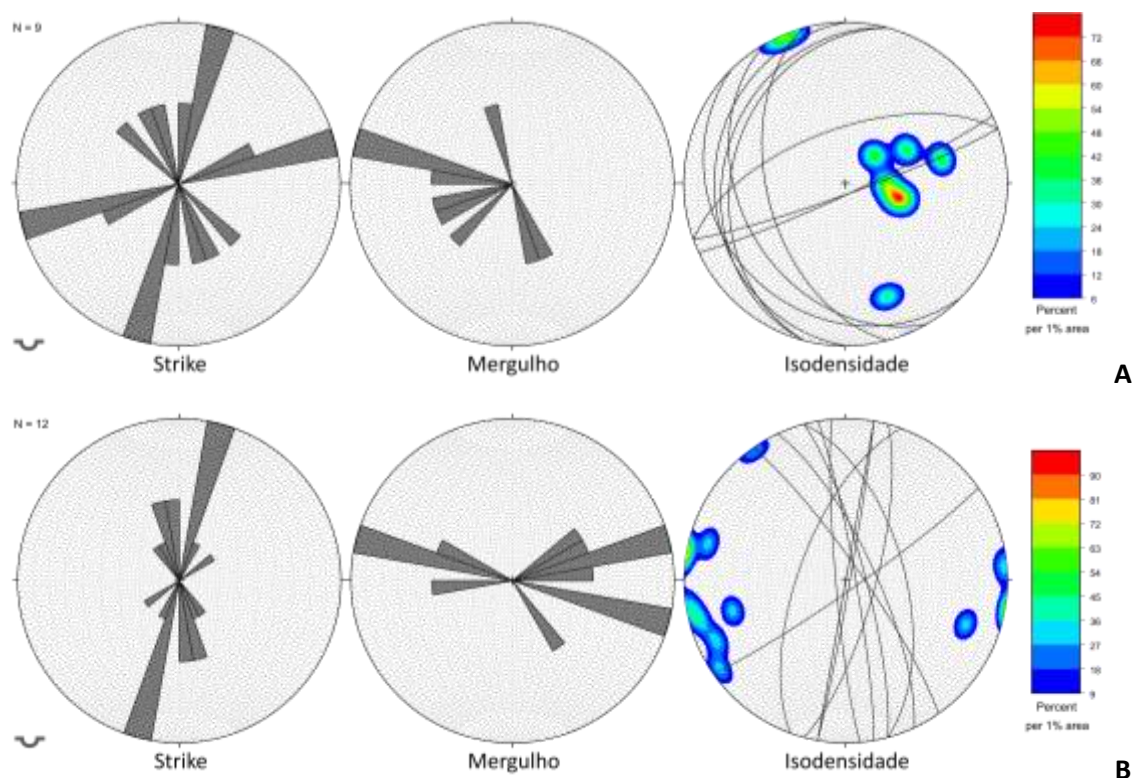
**Figura 51:** Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de América Dourada Oeste, João Dourado Sudoeste, São Gabriel Sul/Sudoeste, Jussara Sul, Central Sudeste, Uibai Leste, Presidente Dutra, Ibititá, Ibipeba Sul, Barra do Mendes Leste, Irecê e Lapão.



Tem em consideração que grande parte do distrito é marcada pela presença de cobertura detritica, apenas no município de Lapão se obteve acesso às rochas da formação Salitre, onde foram encontradas na forma de uma rocha carbonática com cor cinzenta escura, granulação fina a média, aspecto maciço, ou com planos incipientes de estratificação e que reage com ácido (HCl, 10%). O pacote ora se apresenta com estrutura sub-horizontal e ora se apresenta dobrado, com as camadas exibindo mergulhos acentuados. Conforme representado na **Figura 52** os planos de acamamento se apresentam dobrados, exibindo desde dobras suaves a acentuadas, em ambos os casos os planos

axiais têm direção ENE/WSW. Já as estruturas rúpteis consistem em juntas, com mergulhos sub-verticais, direção preferencial NNE/SSW e mergulhando para ENE, ESE ou WNW. Em Lapão, nos locais com registro de fenômenos de subsidência do terreno, por vezes são encontradas depressões alongadas na direção E/W e que parecem estar condicionadas tanto pelo plano de axial dos dobramentos, como pelas direções de mergulho das juntas.

**Figura 52:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de discontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de América Dourada Oeste, João Dourado Sudoeste, São Gabriel Sul/Sudoeste, Jussara Sul, Central Sudeste, Uibaí Leste, Presidente Dutra, Ibititá, Ibipeba Sul, Barra do Mendes Leste, Irecê e Lapão.



### 6.2.6 Distrito de Barra do Mendes Centro Leste e Ibipeba

Esse enfoque regional compreende uma faixa estreita e alongada no sentido NW/SE, onde os terrenos cársticos instalados na formação salitre ocorrem ocupando a parte mais rebaixada do relevo e estão, em sua quase totalidade, bordejados por relevos serranos mais elevados e sustentados por rochas das formações Caboclo – incluídas na província espeleológica homônima - e Morro do Chapéu, ambas as formações estão reunidas no Grupo Chapada Diamantina. Esses terrenos são drenados pelas bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré, e inseridos no alto curso dessas bacias. O distrito é marcado pela presença de lapiás, sendo alguns com aspecto mais arredondados e situados nas partes mais rebaixadas do relevo (**Foto 19D**), em meio à uma cobertura detrítica areno-argilosa de cor laranja-avermelhada, ou então ao longo das vertentes, quando se apresentam mais rugosos, tal como observado na Toca dos Tapuias (CANIE: 022700.00938.29.12400, CDN 26), ou na Gruta do Robinho (CDN 28), uma pequena cavidade (< 50 metros de desenvolvimento) sem registro no CANIE e que fica localizada próxima das margens do rio Jacaré.



A



C



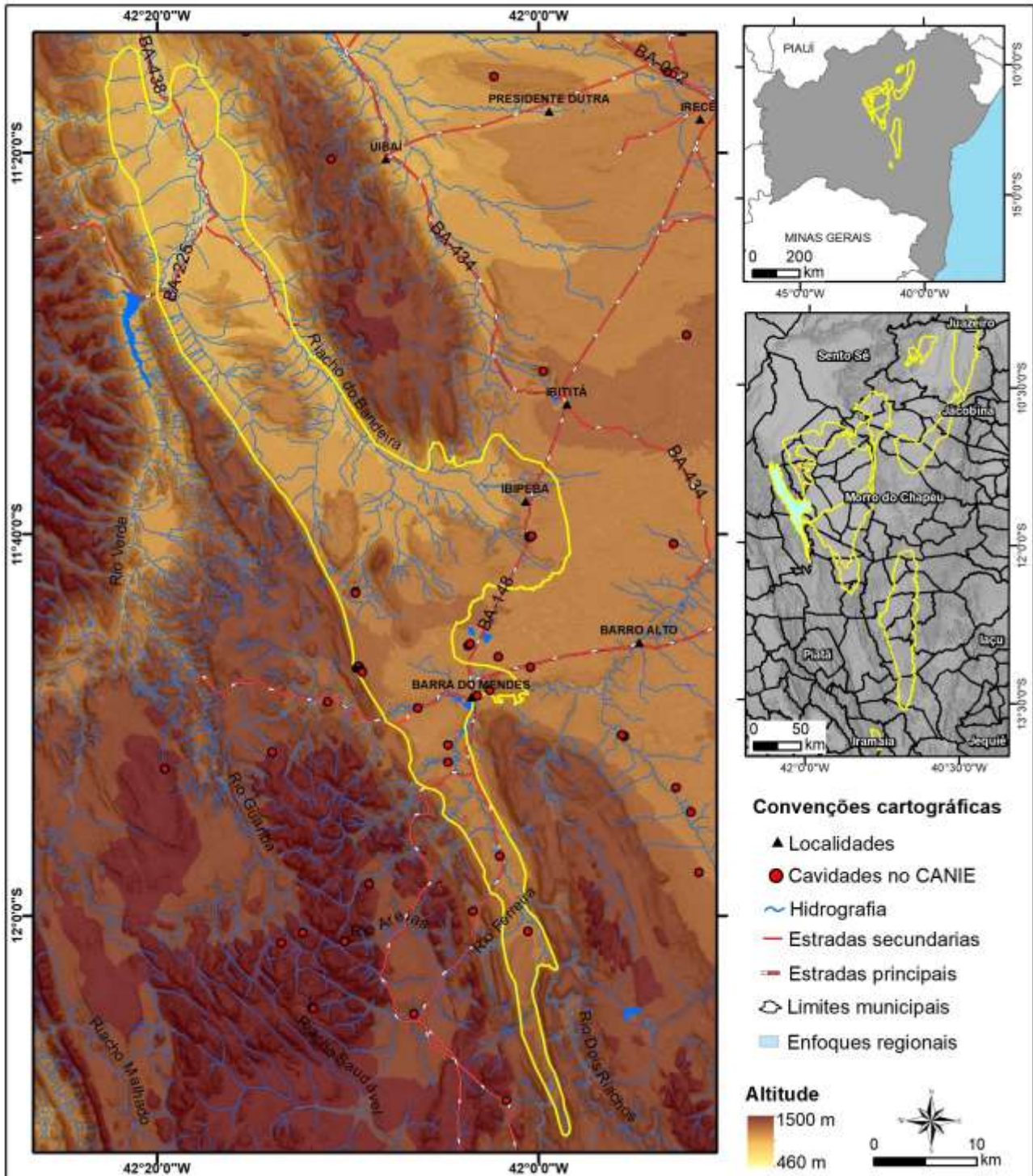
B



D

**Fotos 19:** Aspecto e feições do relevo na Província Espeleológica do Grupo Una. **A** – Relevo aplainado na Sub-bacia Campinas, no Distrito de Campo Formoso Oeste, nas imediações da Toca da Boa Vista (CANIE: 015762.00755.29.06006, CDN 01). **B** – Aspecto geral do material detrítico da cobertura, em sulco erosivo situado em vale cego que drena para a Toca do Campo Alegre (CANIE: 019883.00750.29.23357, CDN 15). **C** – Campo de Lapiás na cidade de Lapão, indicando um adelgaçamento da cobertura detrítica nesse município. **D** – Lapiás arredondados em Barra do Mendes, sugestivos de um estágio inicial de denudação.

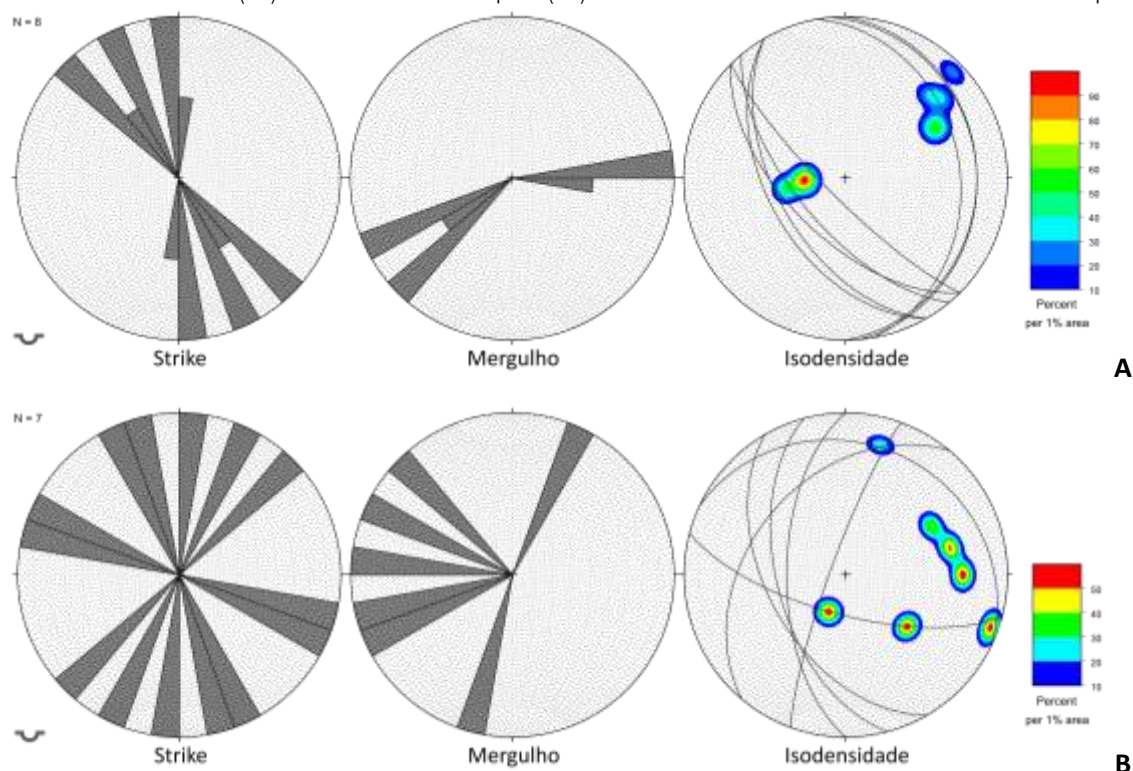
Figura 53: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Barra do Mendes Centro Leste e Ibipeba.



As rochas carbonáticas nesse enfoque regional apresentam cores cinzas claras a escuras, granulação fina, com estrutura laminada, estratificada ou, de maneira mais subordinada, maciça. Conforme representado na Figura 54, nota-se que o pacote se encontra dobrado, com dobras assimétricas, de maneira que os planos de acamamento têm direção geral no quadrante NW, mergulhando para SW ou NE, sendo que os flancos que mergulham NE têm inclinações maiores do que os flancos que mergulham para SW. Nessa figura observa-se ainda que a estruturas rúpteis consistem em juntas com direções e mergulhos muito diversificados, inclusive com

estruturas de baixo ângulo. Cabe destacar que esse distrito está localizado próximo do Lineamento Barra do Mendes - João Correia, uma estrutura de expressão regional e que separa os regimes de deformação mais intensos da chapada diamantina ocidental, dos regimes de deformação mais superficiais e suaves da chapada oriental. A proximidade dessa estrutura guarda alguma relação com esses padrões complexos de estruturas aqui encontradas.

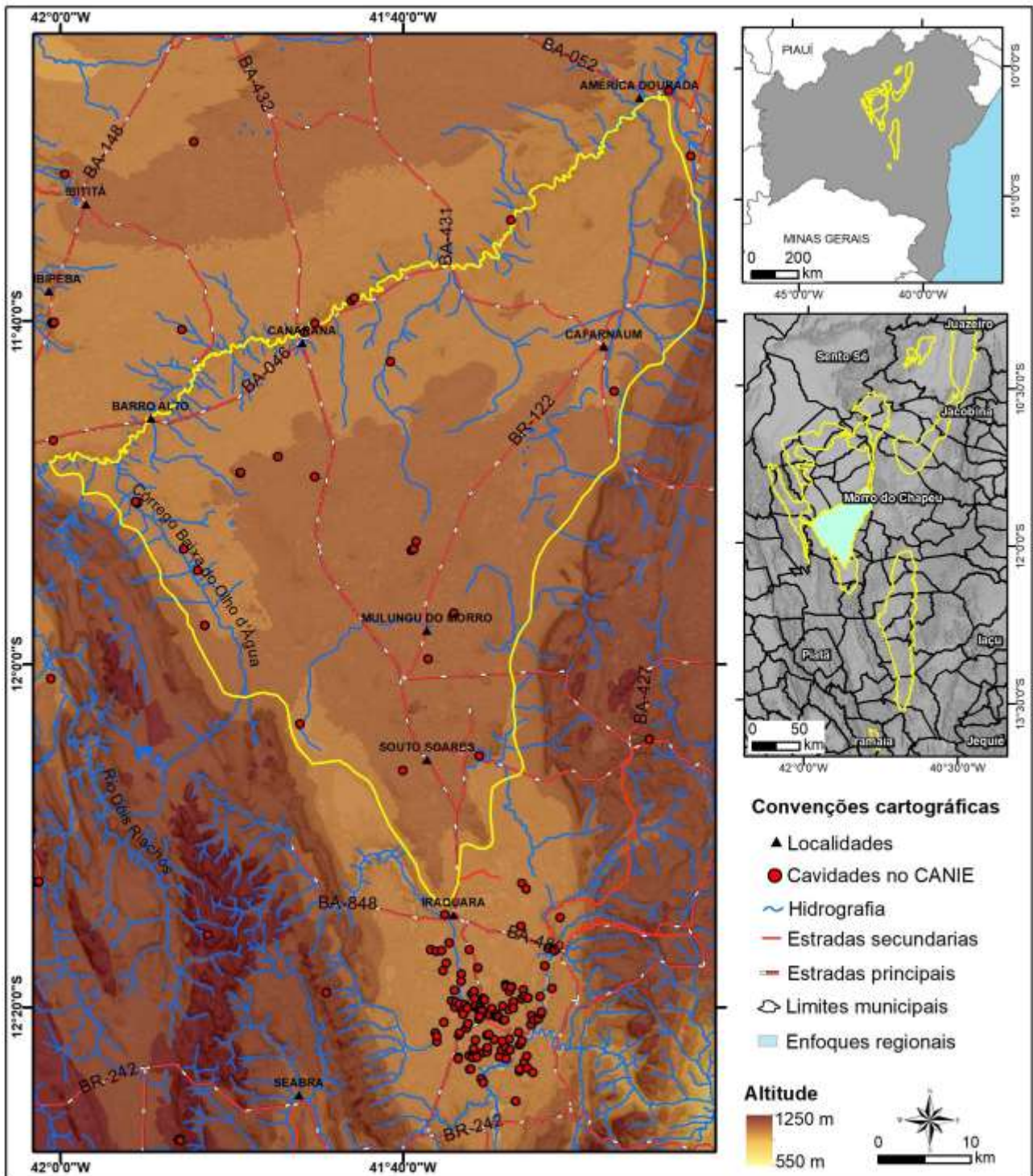
**Figura 54:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Barra do Mendes Centro Leste e Ibipeba.



### 6.2.7 Distrito de Barro Alto, Canarana, Cafarnaum, Morro do Chapéu Oeste, Mulungu do Morro Oeste, Souto Soares Norte e Iraquara Norte

Conforme representado na **Figura 55**, esse enfoque regional engloba os terrenos da porção centro-sul do planalto instalado sobre as rochas da formação Salitre, na Bacia de Irecê e situados na margem direita da bacia do rio Jacaré, incluindo aí as porções mais elevadas do relevo desse planalto. Ao longo de todo esse distrito é também encontrada uma cobertura detrítica, areno-argilosa, de idade recente e de natureza elúvio-coluvionar, com cores avermelhadas e que, conforme estimado nos levantamentos de campo, pode alcançar cerca de 80 metros de espessura, de maneira que, nesse setor sul do planalto, essa cobertura parece ser mais espessa do que nos terrenos cársticos da margem esquerda do rio Jacaré e situados no setor norte desse planalto. Ainda que conste registros esparsos de cavidades naturais subterrâneas para esse distrito no CANIE, em campo as feições cársticas são raras, discretas e pouco evidentes. Localmente, na zona rural do município de Canarana, foi encontrado um campo de lapiás (**Foto 20A**), de aspecto rugoso e com cerca de 0,3 km<sup>2</sup>, ao longo do qual ocorrem lagoas e constam quatro registros de cavidades no CANIE. Essa foi a geoforma cárstica mais proeminente encontrada em todo esse enfoque regional.

**Figura 55:** Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de de Barro Alto, Canarana, Cafarnaum, Morro do Chapéu Oeste, Mulungu do Morro Oeste, Souto Soares Norte e Iraquara Norte.



Dada a escassez de afloramentos rochosos não foi possível de se obter uma quantidade suficiente de medidas estruturais para a confecção de estereogramas e análise dos aspectos estruturais. No campo de lapíás encontrado, foi possível apenas observar que as rochas carbonáticas da formação Salitre se apresentam com cor cinzenta escura, granulação fina a média, estão ora laminados, ora estratificados e ora brechados, apresentam planos de acamamento sub-horizontais, com mergulho inferior a 15° e caimento para norte, sendo cortados por planos de juntas sub-verticais e com orientação N/S.

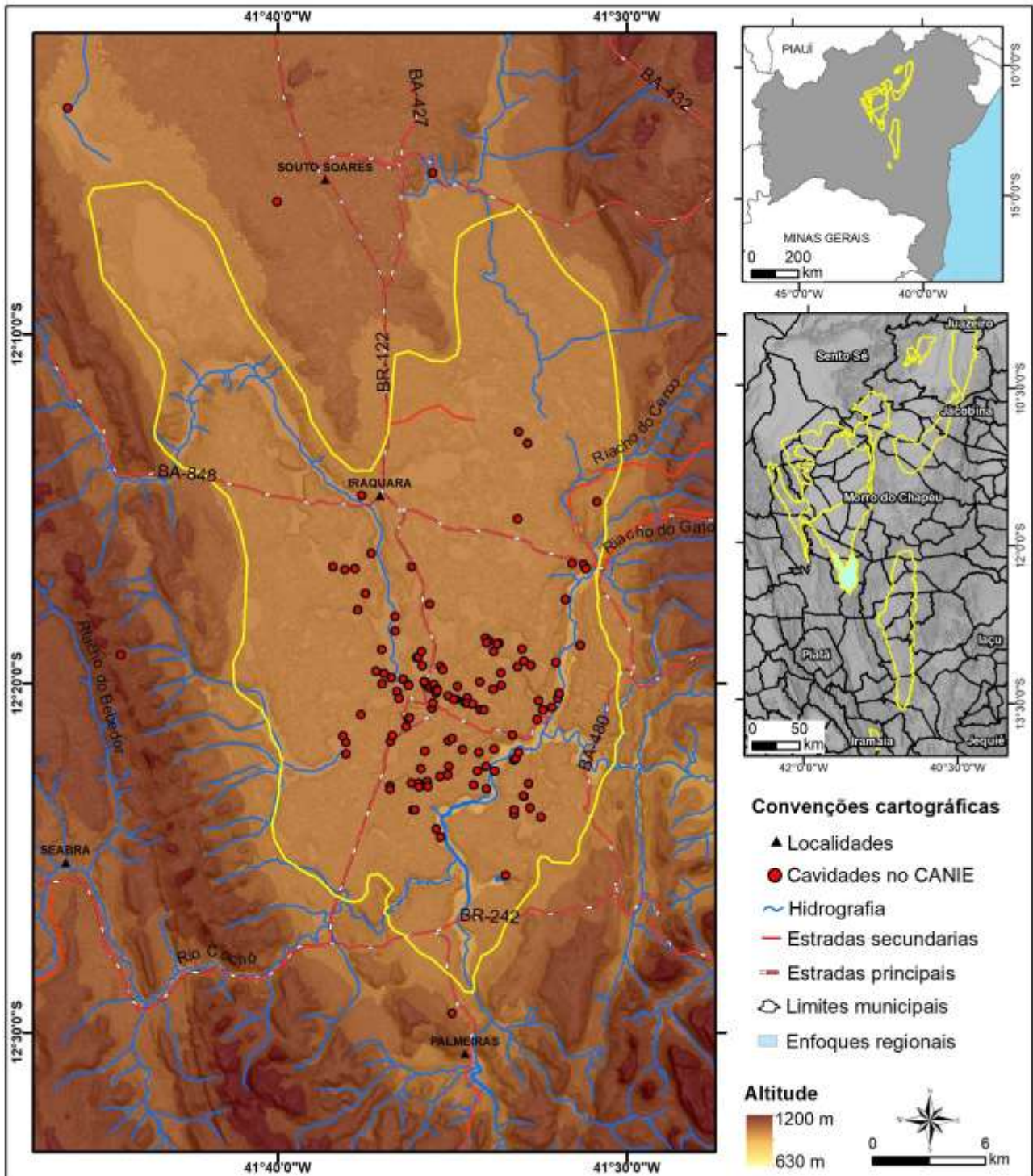
### 6.2.8 Distrito de Souto Soares Sul, Seabra Leste, Palmeiras Norte e Iraquara Sul

Trata-se de um enfoque regional de grande relevância no cenário dos terrenos cársticos baianos, já que fica situado no circuito turístico da Chapada Diamantina, abrigando um conjunto de cavidades que recebe milhares de visitantes ao longo do ano, tais como as grutas da Lapa Doce (CANIE: 015535.00563.29.14406, CDN31), Torrinha (CANIE: 015538.00566.29.14406, CDN33) e Pratinha (CANIE: 015619.00646.29.14406, CDN32), exigindo iniciativas eficientes gestão e que podem servir de modelo para outros distritos espeleológicos do estado, ou mesmo nacionais. Para além desse uso turístico, a exploração dos aquíferos cársticos também se dá de maneira extensiva ao longo dessa região, principalmente para o uso agropastoril, o que gera também cenários críticos para a gestão e manejo dos recursos naturais no sistema cárstico. Por último, cabe ressaltar que o distrito está inserido na Unidade de Conservação Estadual Área de Proteção Ambiental – APA Marimbus- Iraquara e é objeto de pesquisas sistemáticas, em especial na área das geociências (LAUREANO *ET AL.*, 2016; SALLES *ET AL.*, 2018; DE QUEIROZ SALLES *ET AL.*, 2018), o que lhe confere relevância científica, de modo que o conhecimento ali gerado e acumulado, tem muito a contribuir para a construção de modelos mais efetivos de gestão do carste baiano.

O distrito fica situado na extremidade sul da Bacia de Irecê (**Figura 56**), é bordejado por serras sustentadas por rochas siliciclásticas do Grupo Chapada Diamantina, de maneira que tem uma recarga francamente alogênica e é drenado pelo rio Santo Antônio, um afluente alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraguaçu. A natureza dessa recarga hídrica e o fato dela se dar de maneira concentrada têm, certamente, alguma relação com a alta densidade de cavidades naturais subterrâneas ali encontradas, conforme já discutido por diversos autores (LAUREANO & CRUZ JUNIOR, 2002; AULER, 2002). Em respeito às rochas carbonáticas nesse distrito, elas se apresentam com tons cinzentos variando desde claros até escuros, com granulação fina a média, estrutura ora laminada, ora estratificada e ora brechada. Nos níveis laminados observa-se a presença de lâminas onduladas, típicos de laminitos microbiais, já os níveis brechados consistem em brechas intraclásticas.

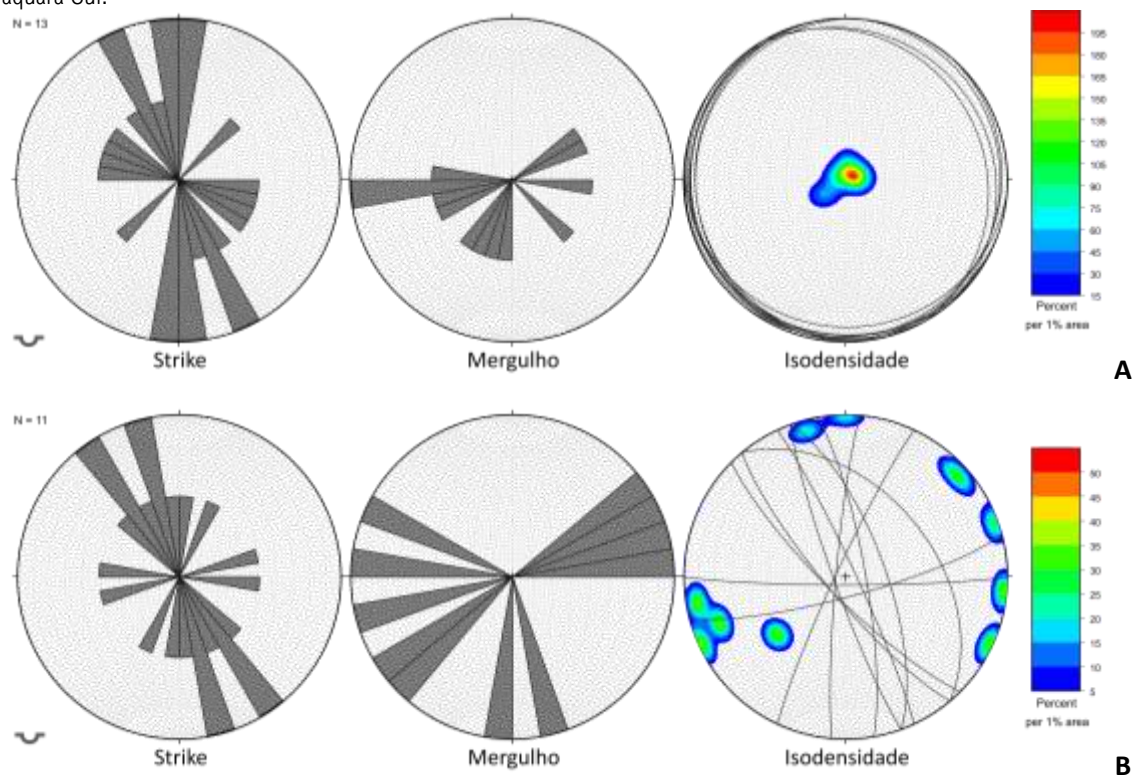
O relevo é dotado de boa diversidade de geformas cársticas, com destaque para as dolinas que apresentam tamanhos, perfis e morfologias diversas, incluindo desde dolinas de subsidência até as dolinas de colapso e os fenômenos de subsidência do terreno são, relativamente, comuns em todo o distrito. Há relatos de situações onde esses fenômenos estão associados à exploração de água subterrânea, através de poços tubulares. Os lapiás são, em sua grande maioria, dotados de formas arredondadas e sem rugosidades, o que denota uma denudação recente. O sumidouro do rio Água de Rega (**Foto 20B**) – situado em um dos acessos para a gruta da Lapa Doce (CANIE: 015535.00563.29.14406, CDN31) – e a ressurgência da Pratinha (CANIE: 015619.00646.29.14406, CDN32) são feições cársticas de destaque, tanto pela dimensão, como também pela representatividade na evolução do carste no distrito. A superfície do relevo varia de aplainada a ondulada, de maneira que as ondulações se tornam mais acentuadas em direção às bordas da Bacia de Irecê. Em toda a sua extensão, a superfície do relevo se apresenta encoberta por uma camada detrítica, de idade recente, com cor avermelhada a alaranjada, textura areno-argilosa e espessura muito variada, podendo alcançar até 25 metros de espessura.

Figura 56: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Souto Soares Sul, Seabra Leste, Palmeiras Norte e Iraquara Sul.



Conforme representado na **Figura 57**, os planos de acamamento das rochas carbonáticas são sub-horizontais, em sua maioria com orientação N/S e mergulhos inferiores a 20, caindo preferencialmente para oeste. Outras direções foram também registradas, o que sugere que o acamamento é ondulado, com dobras abertas, amplas e suaves. Esses planos são cortados por juntas subverticais, com orientações diversas, mas predominantemente no quadrante NW e caimento para NE. As maiores cavidades encontradas nesse distrito apresentam padrão, eminentemente, ramificado com desenvolvimento preferencial para NW, alinhado com os planos de fratura, enquanto condutos secundários têm direções mais diversificadas, estando alinhados com as direções de mergulho dos planos de acamamento e juntas.

**Figura 57:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Souto Soares Sul, Seabra Leste, Palmeiras Norte e Iraquara Sul.



### 6.2.9 Distrito de Utinga, Ruy Barbosa, Wagner, Lajedinho, Ibiquera, Boa Vista do Tupim, Andaraí, Nova Redenção, Itaetê e Iramaia

Esse enfoque regional compreende os terrenos cársticos instalados nas rochas carbonáticas da formação Salitre e situadas na bacia sedimentar Una–Utinga, que fica situada na borda oriental da Chapada Diamantina, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu e seus importantes afluentes nesse trecho, quais sejam o rio Utinga, na parte Norte, e o rio Una, na parte sul. Consiste em uma região extensa e encoberta por uma camada de natureza detrítica e/ou residual, com idades recentes. O rio Utinga consiste em um manancial hídrico exaurido, devido a instalação excessiva de barragens, de maneira que são diversos os conflitos pela água nessa sub-bacia.

Um aspecto peculiar nesse enfoque regional é que enquanto na sua borda oeste as drenagens são oriundas das serras sustentadas por rochas siliciclásticas da Chapada Diamantina e, como tal, consistem em drenagens alogênicas, na sua borda leste as drenagens são oriundas de pequenas elevações sustentadas por rochas carbonáticas da borda da bacia Una Utinga e, desse modo, consistem em drenagens autigênicas. De maneira geral, o relevo nesse distrito, conforme representado na **Figura 58**, é constituído por uma zona mais rebaixada, com morros de vertentes suaves, na porção oeste, e subindo na forma de uma rampa suavemente ondulada na sua porção leste (**Foto 20C**), onde podem alcançar cotas de até 750 metros, formando um vale assimétrico e chegando a formar topo alongado e

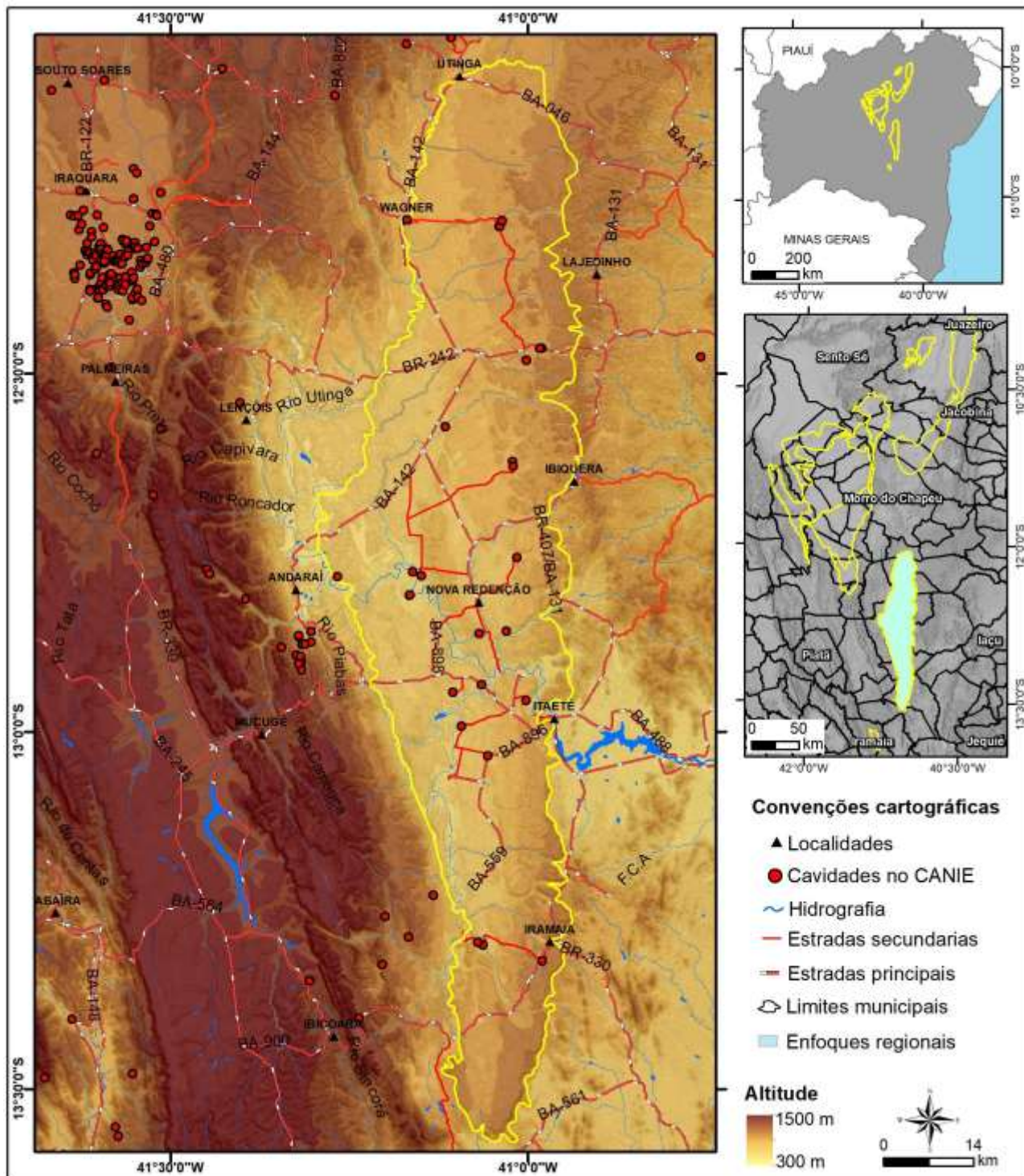
pronunciado, em relação aos terrenos mais antigos da depressão sertaneja, que margeiam a bacia Una-Utinga, na sua vertente oriental. Nas imediações do município de Itaetê são frequentes os fenômenos de colapso recentes do terreno, formando dolinas, conforme descrito em Pereira (1998) e observado no Abismo do Ireno (CANIE: 020024.00953.29.15007, CDS 17).

No que concerne às cavidades naturais subterrâneas, nesse distrito elas são marcadas por dois padrões principais, quais sejam: cavidades com padrão em rede (*network*) e labiríntico, nitidamente controlado por fraturas e cavidades que consistem em grandes salões de abatimento que, em muitos casos dão acesso ao nível freático. No primeiro grupo se destacam a Gruta da Marota (CANIE: 019801.00905.29.01304, CDS 09), em Andaraí, Gruta da Lapinha (CANIE: 015751.00749.29.12608, CDS 07), em Ibiquera e a Lapa do Bode (CANIE: 015702.00711.29.15007, CDS 16) em Itaetê. Já no segundo grupo se destacam o Poço Azul (CANIE: 015687.00699.29.22854, CDS 08), em Nova Redenção e o Poço Encantado (CANIE: 015691.00701.29.15007, CDS 15 – **Foto 18C**), em Itaetê. Essas duas últimas cavidades representam cavidades de máxima relevância no distrito, já que consistem em atrativos turísticos importantes da Chapada Diamantina e recebem, anualmente, milhares de visitantes.

Conforme observações de campo, em especial na Lapa do Bode, nota-se que a trama labiríntica de condutos se desenvolve de maneira tridimensional e, considerando os padrões observados em alguns condutos preservados no Poço Encantado, entende-se que é possível que os grandes salões de abatimento podem ter se formado pelo colapso dessa trama tridimensional de galerias, mediante o rebaixamento do nível d'água. Esse tipo de processo pode ter atuado na formação das cavidades naturais subterrâneas em outros trechos nesse distrito. Entretanto Rubbioli *et al.* (2019) destaca que nessa região a influência de processos hipogênicos na espeleogênese é evidente em algumas cavidades, de maneira que distintas fases e processos podem ter atuado na abertura das cavernas nesse distrito.

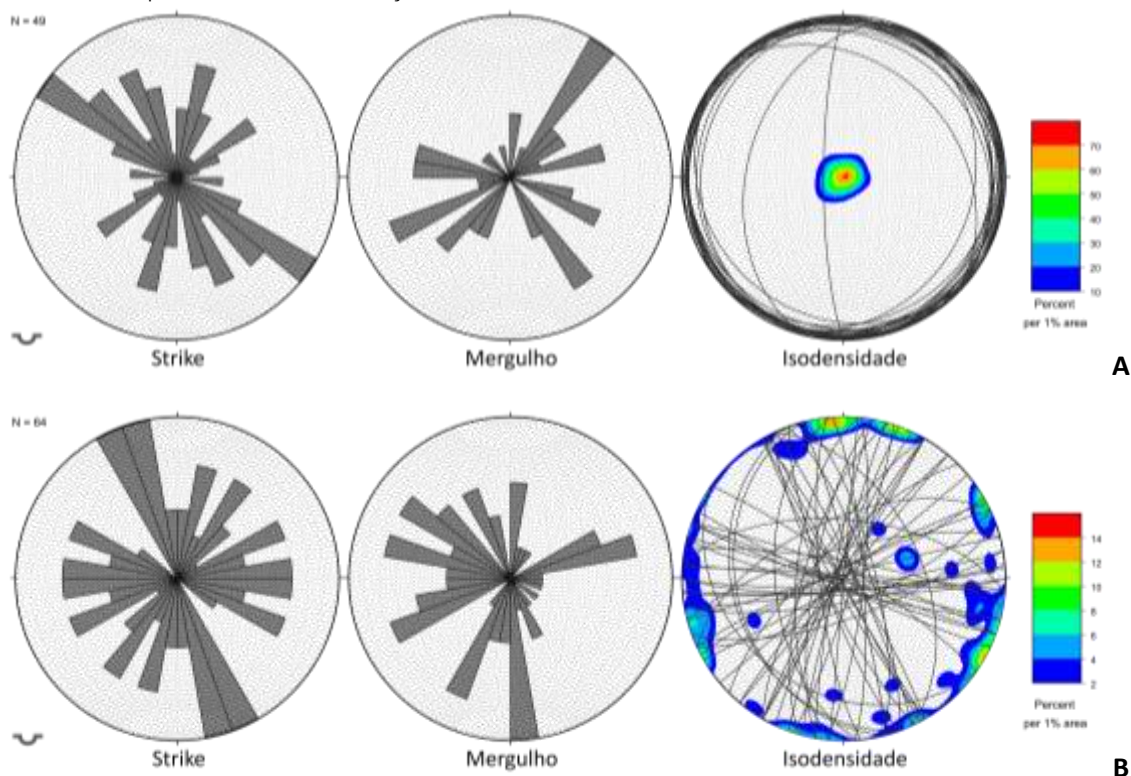
As rochas carbonáticas da formação Salitre ao longo da bacia Una-Utinga se apresentam, predominantemente com cor cinzenta, laminada, com planos de acamamento sub-horizontais e granulação fina ou fina-média e sempre reagem com o ácido (HCl 10%), podendo ocorrer porções mais esbranquiçadas, laminadas ou maciças. Níveis de chert cinzento são comumente encontrados e, de maneira mais localizada, são encontrados cristais euédricos de pirita disseminadas na matriz da rocha.

**Figura 58:** Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Utinga, Ruy Barbosa, Wagner, Lajedinho, Ibiquera, Boa Vista do Tupim, Andaraí, Nova Redenção, Itaeté e Iramaia.



Em relação à Geologia Estrutural, conforme representado na **Figura 59**, as rochas carbonáticas ao longo de toda a bacia Una-Utinga exibem planos de acamamento sub-horizontais, sem indícios aparentes de deformação dúctil. Já em relação às estruturas rúpteis, são frequentes os planos verticalizadas de juntas / fraturas, com orientações principais, NNW-SSE, W/E e, mais subordinadamente, NNE/SSE. Essas estruturas, notoriamente, condicionam a abertura e desenvolvimento das galerias em diversas cavernas de padrão em rede (*network*), em especial nos municípios de Lajedinho, Itaeté e Iramaia.

**Figura 59:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de descontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Utinga, Ruy Barbosa, Wagner, Lajedinho, Ibiquera, Boa Vista do Tupim, Andaraí, Nova Redenção, Itaetê e Iramaia.



### 6.2.10 Distrito de Ituaçu

Esse enfoque regional está vinculado a uma pequena sub-bacia carbonática, com cerca de 80 Km<sup>2</sup>, situada na porção mais ao Sul da Chapada Diamantina e cercada por serras de rochas siliciclásticas, em particular da formação Tombador. Conforme representado na **Figura 60** nesse distrito o relevo é marcado por uma superfície mais rebaixada, em relação às serras ao redor e pela presença de morros isolados (**Foto 20D**), alguns com aspecto típico de cones cársticos – como o Morro dos Peitos – e um outros de maiores dimensões, dotado de vertentes escarpadas, por vezes sustentadas por paredões rochosos de rocha carbonática da formação Salitre – tal como o Morro das Araras, que conta com topo aplainado, lapiás, dolinas e cavidades naturais subterrâneas na sua parte superior, como a Lapa do Bode (CANIE 015702.00711.29.15007, CDS 25), uma cavidade ampla e com grande diversidade de espeleotemas ou a Gruta do Icó (CDS 27) uma cavidade ainda não cadastrada no CANIE, também dotada de salões amplos e onde a formação Salitre exhibe intensas deformações de natureza dúctil, incluindo dobras de arrasto. O nível de base local é representado pelo rio Mato Grosso, que drena essa área.



A



C



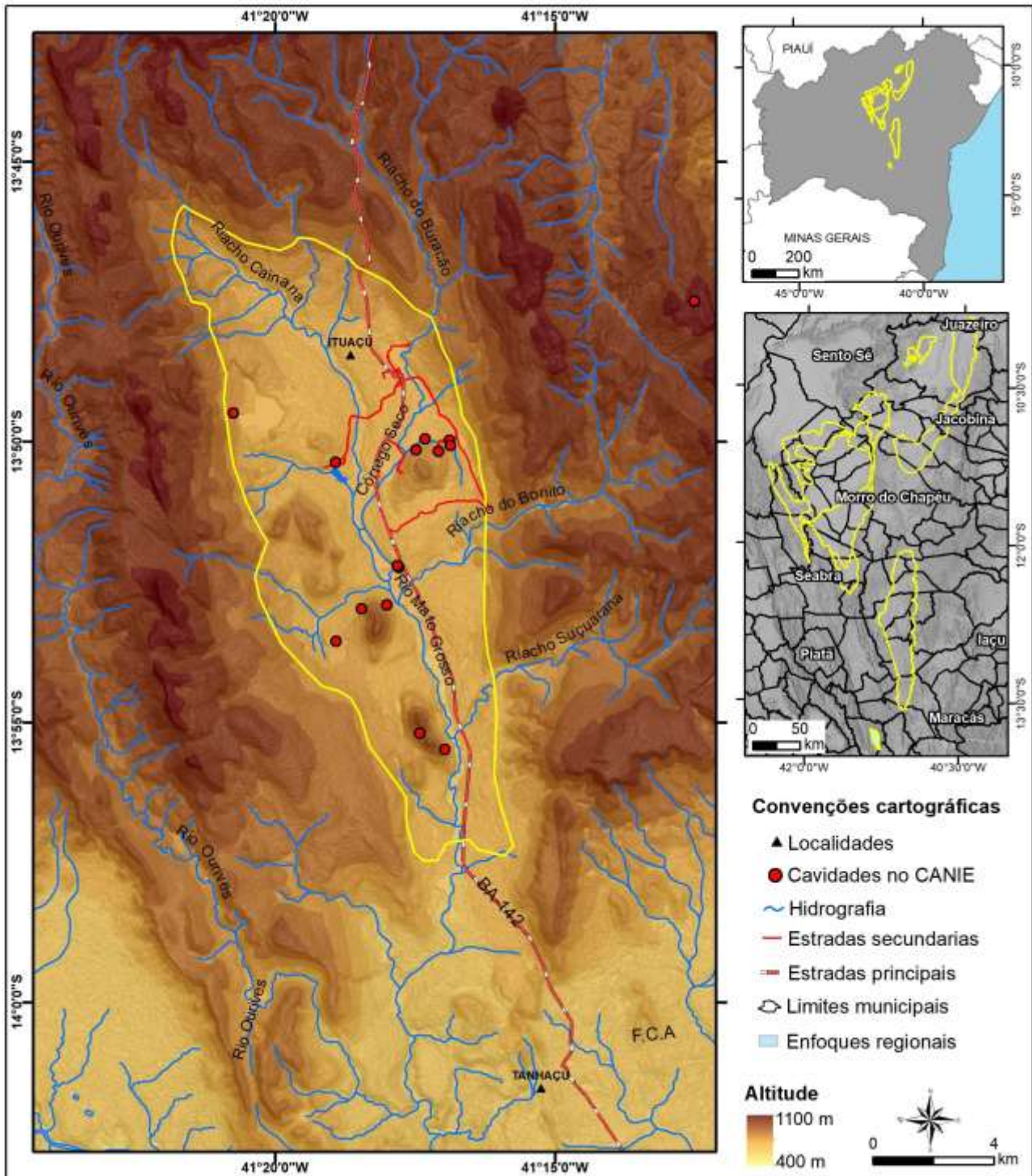
B



D

**Fotos 20:** Aspecto e feições do relevo na Província Espeleológica do Grupo Una. **A** – Campo de lapiás encontrado na zona rural de Canarana. **B** – Ponte de Pedra localizada no sumidouro do rio Água de Rega e que consiste em um dos acessos para a Gruta da Lapa Doce (CANIE: 015535.00563.29.14406, CDN31). **C** – Aspecto do relevo com ondulações suaves na Bacia Una-Utinga, nas imediações da dolina que dá acesso à Gruta do Poço Encantado (CANIE: 015691.00701.29.15007, CDS 15). **D** – Relevo rebaixado e com morros residuais na Sub-bacia de Ituaçu.

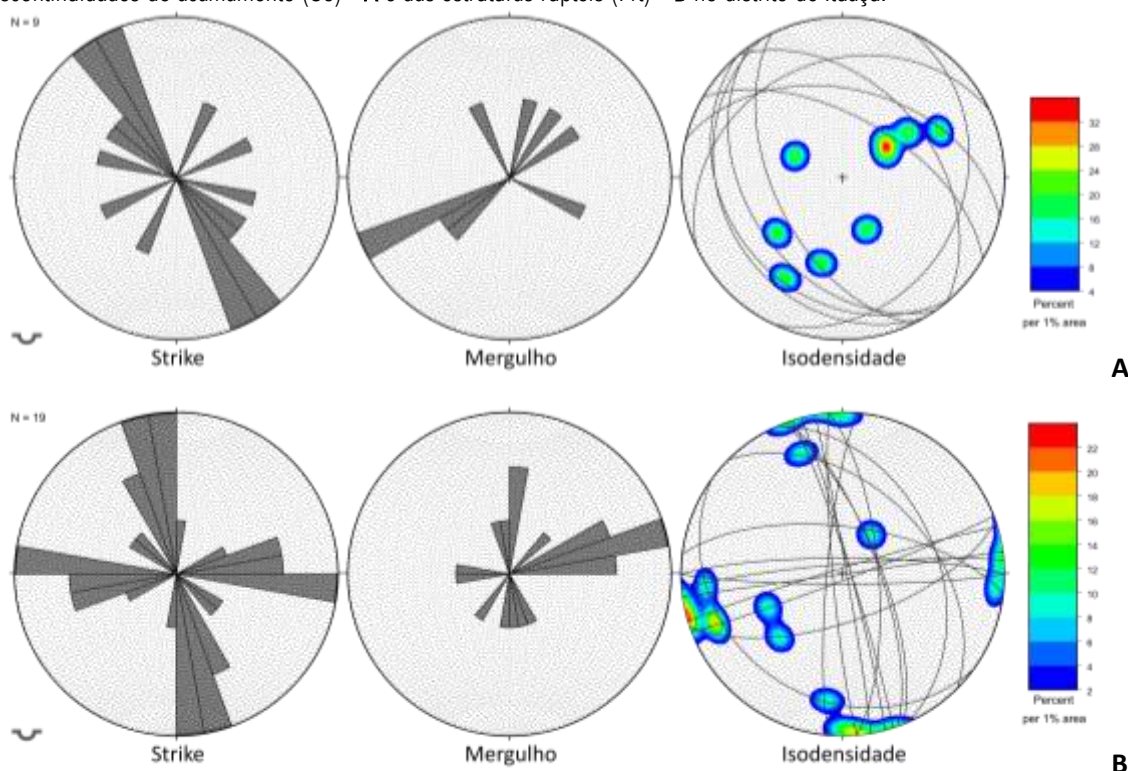
Figura 60: Modelo Digital do Terreno – MDT para o enfoque regional de Ituaçu.



A gruta da Mangabeira (CANIE 015661.00680.29.17201, CDS 24 – Foto 18D) é uma cavidade de máxima relevância nesse distrito, pois abriga um templo religioso na sua parte inicial e o local é palco de uma grande romaria religiosa que remonta há mais de uma centena de anos. Está também instalada em um morro amplo, de topo aplainado e vertentes que variam de planar côncava a escarpadas. Trata-se de uma galeria que se estende na direção norte/Sul e cortada por galerias transversais, com orientação leste/oeste, ambas as direções indicativas do controle estrutural e onde registra-se a presença intensa de terraços fluviais depositados sobre o piso e paredes laterais, para além de grande riqueza e diversidade de espeleotemas, como escorrimentos, cortinas e uma ampla variedade de helictites.

As rochas da formação salitre, na sub-bacia de Ituaçu, se apresentam laminadas, com cores cinzentas escuras, granulação fina e se apresentam deformadas. Conforme representado na **Figura 61** os planos de acamamento têm direção preferencial no quadrante NW/SW. Essa direção preferencial representa o plano axial de dobras amplas, abertas e suaves, de maneira que as camadas têm mergulhos moderados – em torno de 45° ora para NE e ora para SW. Já as discontinuidades rúpteis, consistem em juntas que seguem duas orientações principais, quais sejam E/W e N/S. Ambas as direções coincidem com os eixos principal e transversais de desenvolvimento da Gruta da Mangabeira, supramencionada, o que reitera o controle estrutural no desenvolvimento dessa cavidade.

**Figura 61:** Diagramas de rosetas indicando a direção do *strike* e do mergulho e diagramas de isodensidade de polos dos planos de discontinuidades do acamamento (S0) - **A** e das estruturas rúpteis (Frt) - **B** no distrito de Ituaçu.

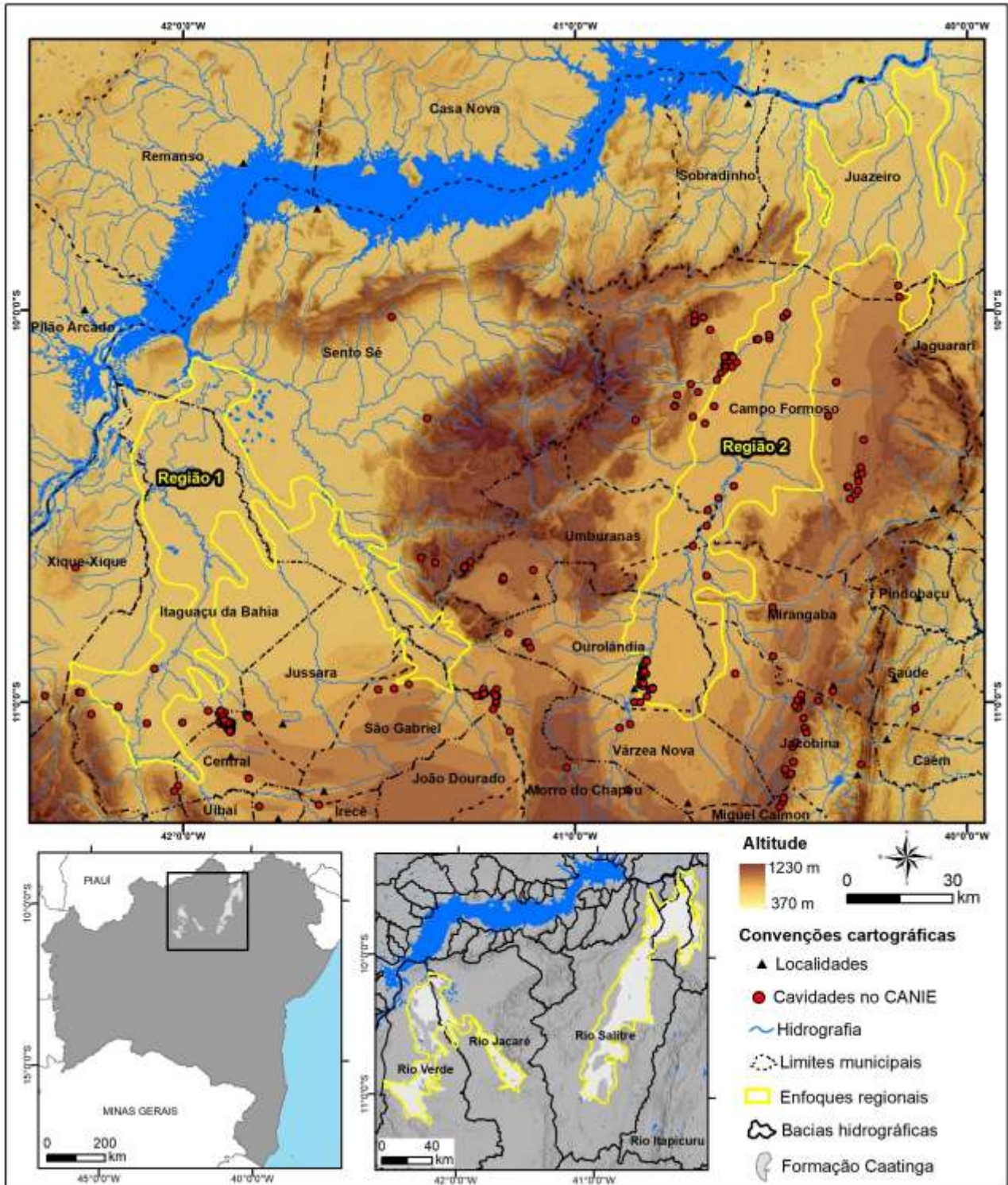


### 6.3 Enfoques Regionais na Província da formação Caatinga

A formação Caatinga consiste na unidade carbonática de idade mais recente, dentre o conjunto de províncias espeleológicas instaladas nesse tipo de litologia, no Estado da Bahia. A origem dessas rochas se deu pelo intemperismo e erosão das rochas carbonáticas do Grupo Una e, sendo assim, suas áreas de ocorrência estão fortemente vinculadas de maneira que são, por vezes, contíguas e, geralmente, estão relacionadas com áreas aplainadas (**Foto 21A**) nas bacias hidrográficas dos rios Verde, Jacaré e Salitre. Em maio de 2022 constavam no CANIE 62 cavidades naturais registradas nessa Província Espeleológica, com destaque para a Toca dos Ossos (CANIE: 015718.00724.29.23357, CDN 07 – **Foto 21B**), situada em Orolândia, que conta com padrão esponjiforme e, com 14.200 metros de projeção horizontal, ocupa – atualmente – a oitava posição dentre as maiores cavernas brasileiras (RUBBIOLI *ET AL.*, 2019). Para além disso, representa

a maior caverna conhecida nessa formação. Na **Figura 62** apresenta-se um Modelo Digital do Terreno – MDT com a indicação das áreas de ocorrência dessa formação e os enfoques regionais ali estabelecidos.

**Figura 62:** Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Caatinga e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.





A



C



B



D

**Fotos 21:** Características da Província Espeleológica da formação Caatinga. **A** – Aspecto da geomorfologia na Sub-Bacia Campinas, onde a formação Caatinga ocorre de maneira contígua com rochas do Grupo Una. Nessa imagem, na parte baixa e aplainada do relevo ocorrem as rochas carbonáticas da formação Caatinga, que estão circundadas pelas rochas do Grupo Una, que ocorrem nas partes mais elevadas. **B** – A Toca dos Ossos, situada em Ouroilândia é a maior cavidade conhecida na formação Caatinga e, visando a sua proteção, está em curso a criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN. **C** – A lavra do calcete da formação Caatinga, em Ouroilândia, consiste em uma ameaça ao patrimônio espeleológico e, em alguns casos, as minas são abandonadas, sem qualquer medida de recuperação das áreas degradadas. A rocha é comercializada com o nome de “Mármore Bege Bahia”. **D** – O relevo nessa província é marcado por uma superfície aplainada, com afloramentos rochosos que, por vezes, estão encobertos por uma camada delgada de sedimentos, ou consistem em extensos lajedos, podendo apresentar trechos com lapíás.

Penha (1994) descreve a formação Caatinga como uma sequência carbonática de origem continental. Com espessura variável de 20 a 30 metros, que se caracteriza como um perfil calcrete poligenético, constituído de matriz micrítica, parcialmente neomorfizada para microespato e/ou pseudoespato e, às vezes, mineralogicamente substituída por dolomita e/ou sílica. Essa autora sugere que esse calcrete evoluiu através de vários estágios distintos, iniciando-se à partir do intemperismo físico, químico e biológico, provocando o fraturamento da rocha hospedeira – no caso os carbonatos da formação Salitre – e sua desagregação, produzindo material sedimentar com uma taxa de acumulação superior ao transporte. Em um estágio posterior, Penha (*op cit*) destaca que a ação das águas meteóricas, em superfície, e do lençol freático, nas camadas mais inferiores do depósito, contribuíram para intensificar os processos de dissolução e reprecipitação do carbonato de cálcio da rocha hospedeira.

Um aspecto relevante nessa província espeleológica é que o calcrete da formação Caatinga é intensamente lavrado como rocha ornamental (**Foto 21C**), sendo comercializado com o nome de “Mármore Bege Bahia”. Essa atividade cria cenários de risco para o patrimônio espeleológico ali presente e exige atenção das autoridades competentes. Mais recentemente, como medida de compensação ambiental, está em processo de criação uma Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, com objetivo de proteger a Toca dos Ossos, tendo em consideração que, no passado, a frente de lavra de uma pedreira estava situada em área muito próxima dessa cavidade de máxima relevância, não somente pela sua extensão, mas também pelo rico acervo paleontológico que foi retirado dali e que, ainda hoje, é possível de ser encontrado no seu interior.

Por último, cabe dizer que Auler (2002) foi um dos primeiros autores que salientaram o potencial espeleológico da formação Caatinga. Entretanto, segundo esse autor em muitos locais onde essa formação aflora, ela apresenta baixa espessura e, sendo assim, o potencial para formação de grandes cavidades naturais subterrâneas é muito limitado. Nas suas áreas de ocorrência, para além da superfície aplainada, é marcante a presença de extensos lajedos, que podem conter pequenas cavidades e tanto podem se apresentar encobertos por uma camada delgada de sedimentos detríticos, como também podem apresentar como um lajedo de superfície lisa ou rugosa. Nesse último caso a rugosidade se dá pela presença intensa de lapiás (**Foto 21D**).

Essa província foi aqui subdividida em dois enfoques regionais (**Figura 62**), sendo o primeiro vinculado às bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré, enquanto o segundo está vinculado à bacia hidrográfica do rio Salitre. Esses enfoques regionais serão descritos a seguir e foram assim denominados: 1. Morro do Chapéu Noroeste, São Gabriel Norte/Nordeste, Jussara Norte, Sento Sé Sudoeste e Itaguaçu da Bahia e 2. Juazeiro Sul, Campo Formoso Centro, Mirangaba Oeste, Jacobina Oeste Umburanas Leste, e Ourolândia Leste. Em ambos os distritos, o calcrete apresenta uma estrutura maciça, sendo difícil identificar planos de acamamento e, pelo fato de ser uma cobertura cratônica, a rocha não foi alvo de esforços tectônicos, de maneira que também não foram registradas deformações ou descontinuidades rúpteis sistemáticas e/ou mensuráveis.

### 6.3.1 Distrito de Morro do Chapéu Noroeste, São Gabriel Norte/Nordeste, Jussara Norte, Sento Sé Sudoeste e Itaguaçu da Bahia

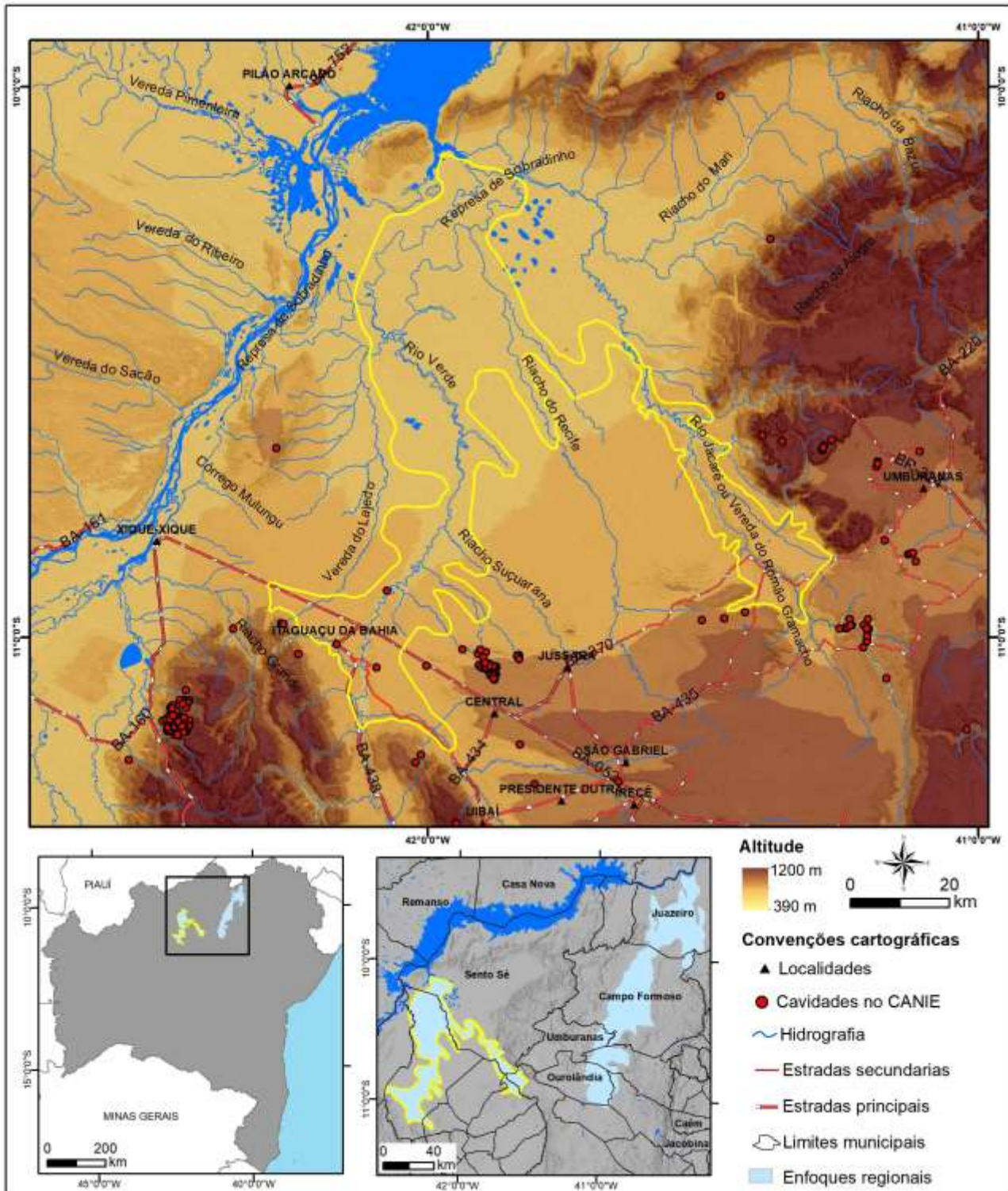
Esse enfoque regional está situado na extremidade noroeste da bacia sedimentar de Irecê e vinculado às bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré, na confluência entre ambos os corpos hídricos e próximos da desembocadura dessas bacias no rio São Francisco. A região é marcada por relevo aplainado, onde a superfície ora é marcada pela presença de uma cobertura detrítica delgada – com cor ocre cinzento, e ora é marcada pela presença de extensos lajedos rochosos, que tanto apresentam superfícies lisas, como também superfícies rugosas, nesse último caso com extensos campos de lapiás (**Foto 21D**). Nesses campos de lapiás ocorrem algumas cavidades naturais subterrâneas com tetos baixos e difícil acesso, já que consistem em uma trama de condutos, situada na parte inferior dessas feições e cujo acesso se dá em meio às faces rochosas e cortantes desses lapiás.

No distrito são também encontradas veredas, fato esse que é indicativo da baixa profundidade do nível d'água e que somado ao relevo aplainado, resulta em uma baixa probabilidade de encontrar cavidades naturais subterrâneas acessíveis. Isso se confirma quando se observa a **Figura 63**, onde percebe-se que as cavidades conhecidas nesse enfoque regional estão situadas nas porções mais elevadas do relevo. De todo modo, como se trata de uma região ainda pouco explorada sob a perspectiva da espeleologia, prospecções futuras poderão confirmar esse cenário.

Na campanha de campo, mediante conversas com a população local, constatou-se que essa região vem despertando o interesse mineiro, focado na exploração do calcrite da formação Caatinga, possivelmente, em função da exaustão que começa a ser registrada na região de Ouro-lândia. Diante disso, trabalhos de prospecção de detalhe se fazem necessários e prementes. De todo modo, não foram encontrados empreendimentos mineiros instalados ou em operação, de modo que se trata de um cenário de futuro, mas ainda não instalado.

As rochas da formação Caatinga nesse distrito se apresentam com cores brancas a acinzentadas, reagem com ácido, estrutura maciça e granulação variando de fina a grossa. Nas porções de granulação grossa, os clastos são angulosos, de maneira que se tratam de brechas carbonáticas. Em toda a rocha é constante a presença de manganês que tanto se apresenta na forma de nódulos, que ficam sobressalentes – já que são resistentes à dissolução, como também por vezes parecem estar depositados de maneira concordante aos planos horizontais de acamamento da rocha. Nesse último caso, os esses planos de acamamento acabam ficando mais evidentes, já que de maneira geral eles são incipientes e difíceis de serem observados.

Figura 63: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Caatinga e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.



### 6.3.2 Distrito de Juazeiro Sul, Campo Formoso Centro, Mirangaba Oeste, Jacobina Oeste Umburanas Leste, e Orolândia Leste

Esse enfoque regional está situado na sub-bacia sedimentar Campinas e vinculada à bacia hidrográfica do rio Salitre. Do mesmo modo que o outro distrito dessa Província Espeleológica da formação Caatinga, o relevo é também marcado por uma superfície aplainada (**Foto 21A**), conforme representado na **Figura 64**, que ora se apresenta por uma delgada camada detrítica – que aqui apresenta uma cor avermelhada e intensa, ou ora apresenta extensos lajedos que, em todas as situações encontradas em campo são lajedos de superfícies lisas, com fendas e cavidades de pequenas dimensões. Vale ressaltar que nesse distrito não foram encontrados lapiás rugosos e que a formação Caatinga nessa região está quase que inteiramente circundada por rochas da formação Salitre, que ocupam as vertentes que contornam a planície, onde se depositaram e foram formados os calcres.

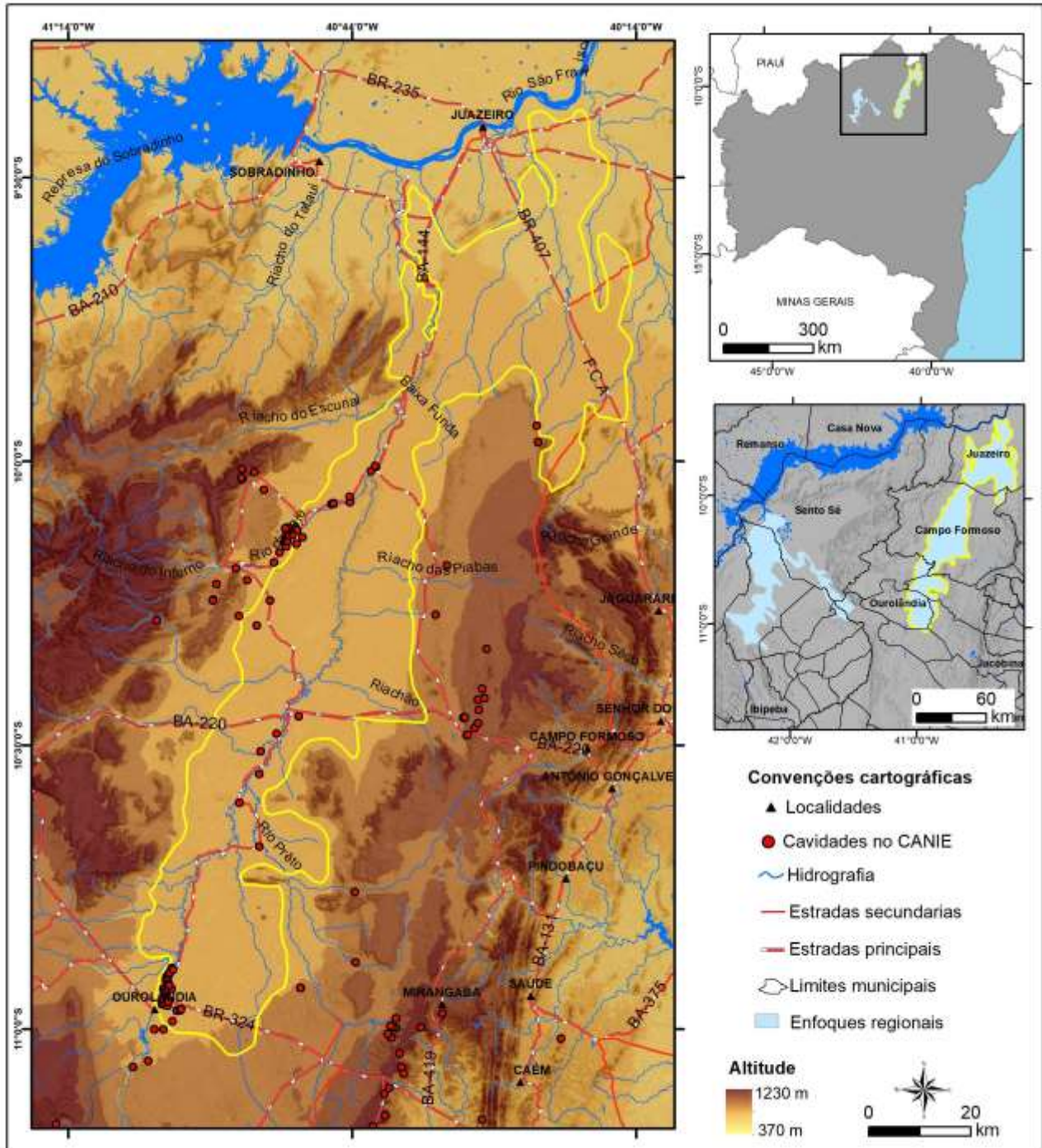
Dois aspectos ambientais nesse distrito merecem especial atenção. Primeiramente, a exploração descontrolada da água e construção de barragens acabou por exaurir e secar o rio Salitre, que hoje apresenta fluxo intermitente após a barragem instalada nas imediações do município de Orolândia. O outro aspecto, já comentado ao longo do texto, está relacionado com a profusão de pedreiras de extração do calcete (**Foto 21C**), comercializado como “Mármore Bege Bahia”. Muitas dessas pedreiras acabam por expor cavidades oclusas, de tamanhos variados, e ao encerrar as atividades não implementam qualquer medida de recuperação das áreas degradadas por essa atividade, abandonando as cavas e blocos aleatoriamente.

Situação diferenciada se deu nas imediações da Toca dos Ossos (CANIE: 015718.00724.29.23357, CDN 07 – **Foto 21B**), que ficava situada próxima de uma frente de lavra, onde - entretanto - a atividade mineira foi paralisada e hoje os proprietários da área estão em vias de criar e implementar uma RPPN, para proteger a cavidade, juntamente com ações para recuperação da cobertura vegetal sobre a cavidade. Contudo, vale salientar que se trata de um caso isolado e distinto do que se encontra no restante da área.

Mais a jusante, mais ainda na bacia do rio Salitre, mas já na microbacia do rio Pacuí, ocorrem ainda duas outras cavidades que merecem destaque e estão também instaladas nos calcres da formação Caatinga. Tratam-se das grutas Lapa do Convento (CANIE: 015783.00769.29.06006) e Pontes do Sumidouro (CANIE: 015778.00764.29.06006, CDN 03). A primeira consiste em uma cavidade com 9.200 metros mapeados (RUBBIOLI *ET AL.*, 2019) e enquadrada entre as maiores cavernas do Brasil, enquanto a segunda consiste em uma sequência de arcos rochosos, sob os quais passa o rio Pacuí e consiste em um local de intensa visitação para turismo e lazer, por pessoas daquela região.

Os calcres da formação Caatinga se apresentam com estrutura eminentemente maciça, por vezes exibindo uma estratificação plano paralela, reage bem com ácido (HCl 10%), tem cor esbranquiçada e é constituída por clastos na fração grânulos e seixos, subangulosos, em meio a uma matriz fina. Localmente esse pacote é cortado por fraturas subverticais, espaçadas e pouco penetrativas – em sua maioria - e com orientação E/W, N/S ou N120, sendo essa última direção menos frequente que as demais.

Figura 64: Modelo Digital do Terreno – MDT com destaque para a área de ocorrência das rochas carbonáticas da formação Caatinga e os enfoques regionais delimitados nessa província espeleológica.



## 7. CENÁRIO, PAISAGEM E LUZ NO FINAL DA GALERIA

O cenário aqui inventariado e descrito para cada um dos enfoques regionais propostos para as províncias espeleológicas, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia sumariza o estágio atual de conhecimentos para esses terrenos, bem como agrega novas informações relativas aos padrões estruturais do substrato geológico e à cartografia de detalhe, para o relevo nesses distritos. Trata-se de uma iniciativa pioneira de analisar os terrenos cársticos, à luz dos conhecimentos reunidos e gerados, sob a perspectiva do aparato legal vigente e propor uma regionalização desses terrenos, em uma escala estadual de trabalho, construindo um instrumento importante para a gestão e o manejo dos sistemas cársticos, subsidiando processos de Licenciamento Ambiental, Planos de Ação para a Conservação do Patrimônio Espeleológico, Planos de Manejo Espeleológico, Planos de Bacias Hidrográficas e até mesmo Planos de Manejo de Unidades de Conservação.

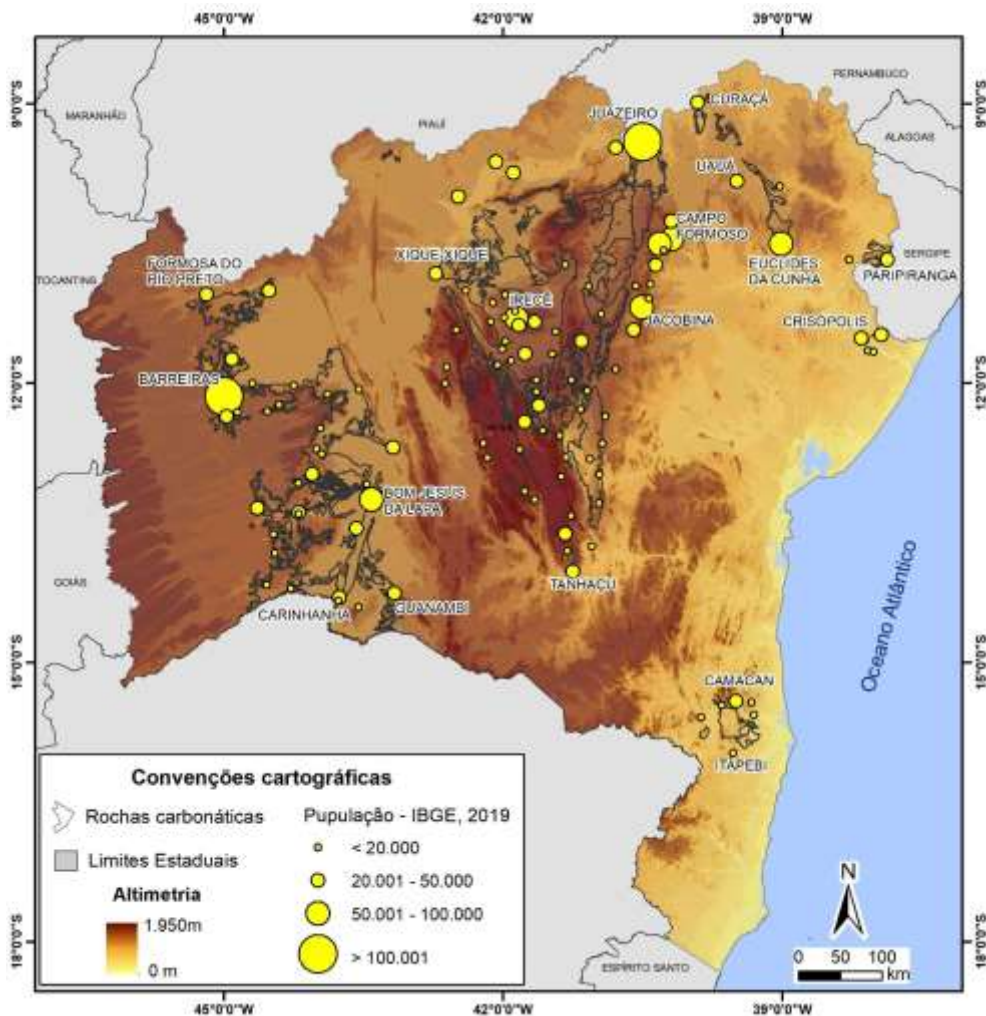
Espera-se que o método aqui empregado para a compartimentação das províncias espeleológicas, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia, possa ser replicado em outros Estados brasileiros, contribuindo para a sistematização e incremento do conhecimento acerca dos sistemas cársticos e proteção do patrimônio espeleológico nacional. Em síntese, o método aqui proposto estabelece um paralelo entre o enfoque regional, definido Decreto 6.640 de 2008, e o modelo Província-Distrito-Sistema apresentado em Karmann & Sanchez (1979), atualiza e compartimenta as Províncias Espeleológicas baianas, em rochas Carbonáticas, em 26 distritos - se utilizando de critérios geológicos e geomorfológicos – e, por analogia, define esses distritos como sendo os enfoques regionais para os terrenos cársticos aqui analisados.

A relevância dos terrenos cársticos baianos, em rochas carbonáticas, é algo que demanda atenção das autoridades competentes e da população que habita esses territórios, para a conservação do patrimônio espeleológico e prevenção de danos e riscos naturais peculiares desses terrenos. As informações aqui reunidas oferecem um panorama para esses agentes e poderão contribuir no atendimento dessas demandas. Ainda que a Bahia seja o terceiro Estado brasileiro em número de cavernas cadastradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, o Estado tem potencial para ampliar esse número, mediante o progresso na qualificação e do trabalho dos grupos de espeleologia, dos agentes públicos estaduais e municipais responsáveis pela fiscalização, monitoramento e controle dos processos de Licenciamento Ambiental.

Dentre os elementos de destaque, a Bahia abriga a maior caverna da América do Sul e algumas das maiores cavernas brasileiras. Para além disso, na margem esquerda do rio São Francisco estão situados aquíferos cársticos responsáveis pela recarga hídrica desse rio ao longo do semiárido brasileiro, a montante do reservatório da Barragem do Sobradinho, onde é gerada uma parcela importante da energia hidroelétrica que alimenta o sistema elétrico do nordeste do Brasil. Por último, mas não menos importante, em diferentes distritos espeleológicos da Chapada Diamantina foram realizadas, ou estão em curso, pesquisas relevantes sobre paleoclima e evolução da espeleogênese, algumas delas tiveram seus resultados publicados em revistas internacionais e promoveram avanços de impacto nos conhecimentos sobre as alterações climáticas em curso ou sobre os reservatórios cársticos de óleo e gás. Esses são apenas singelos exemplos da relevância do carste e cavernas na Bahia e da necessidade de atenção para a sua gestão.

Pelo que foi aqui compilado, percebe-se que os terrenos cársticos na Bahia abrigam cidades com baixas densidades populacionais, de maneira que a maioria dos municípios instalados nesses terrenos contam com população inferior a 50.000 habitantes (Figura 65). Nesse universo, apenas cinco municípios contam população de mais de 50.000 habitantes e dois municípios contam com uma população de mais de 100.000 pessoas. Com exceção da Província Espeleológica do Grupo Rio Pardo, todos as demais províncias estão situadas no semiárido brasileiro (Figura 66). Em relação aos biomas (Figura 67), a Província Espeleológica do Grupo Rio Pardo está situada na Mata Atlântica, a do Grupo Bambuí está no Cerrado e as demais estão situadas na Caatinga. Uma compilação de todos os requerimentos minerais que constam na base de dados da Agência Mineral de Mineral – ANM (Figura 68) indica que, em todas as províncias espeleológicas baianas, são diversas as áreas requeridas para pesquisa e/ou exploração mineral. Por outro lado, ao se considerar as Unidades de Conservação – UC existentes na Bahia (Figura 69), salvo a Província Espeleológica do Grupo Una, que conta com algumas UC, as demais províncias não contam com áreas protegidas ou isso se dá de maneira muito localizada e restrita.

**Figura 65:** População nas cidades instaladas nos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas no Estado da Bahia



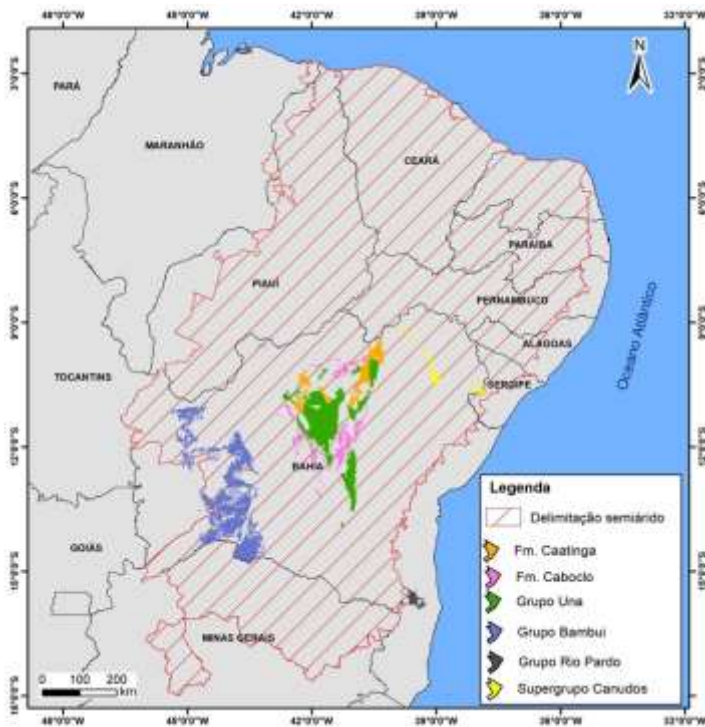


Figura 66: Contexto das Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, do Estado da Bahia e o polígono do semiárido brasileiro.

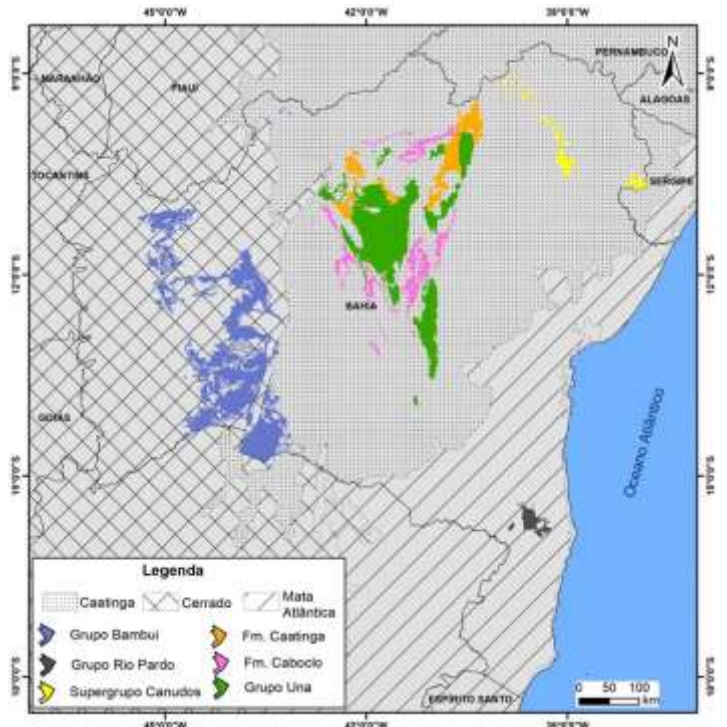


Figura 67: As Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, do Estado da Bahia e os biomas brasileiros.

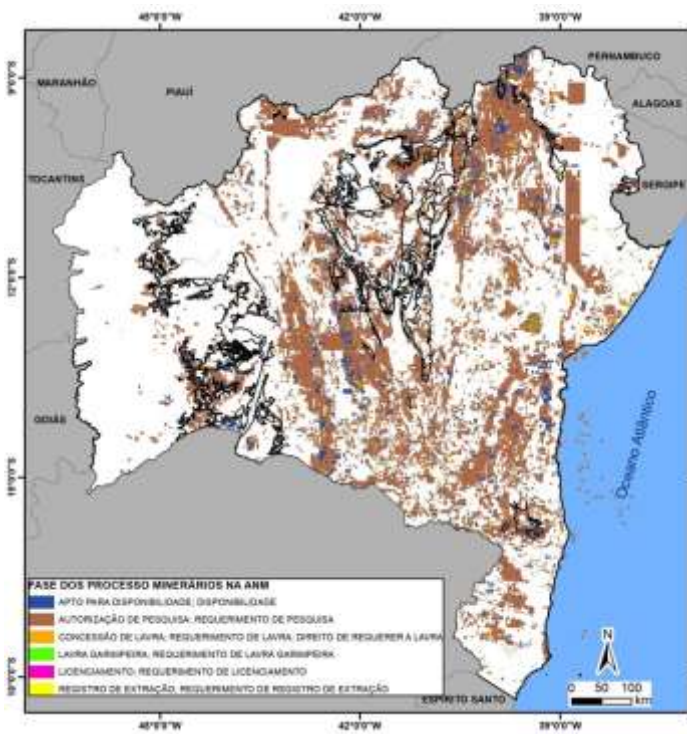


Figura 68: Contexto das Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, e os requerimentos minerais registrados na base de dados da Agência Nacional de Mineração – ANM.

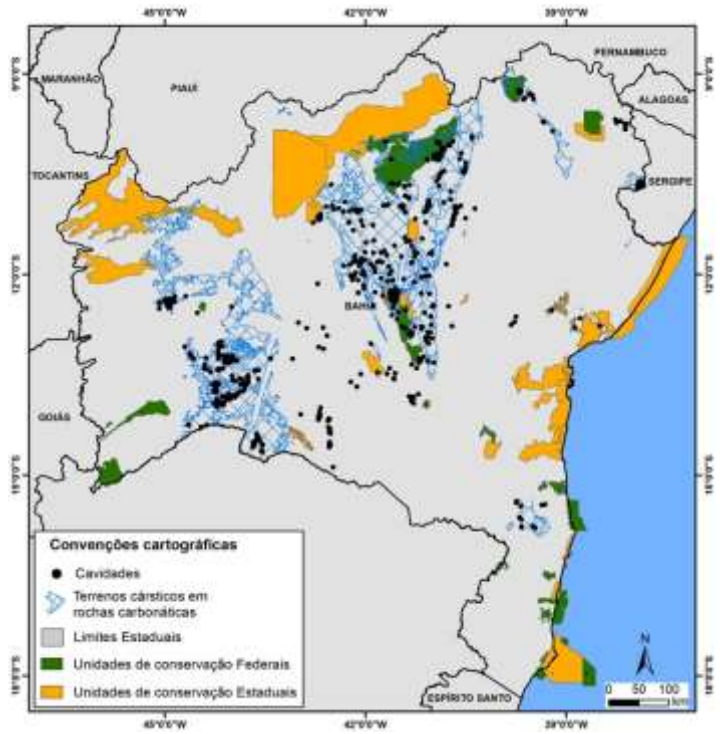


Figura 69: As Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, do Estado da Bahia e as Unidades de Conservação.

Conforme aqui relatado, algumas das cavernas situadas na Província Espeleológica do Grupo Una figuram entre os principais atrativos turísticos da Chapada Diamantina e recebem, anualmente, milhares de visitantes. Muito além disso, algumas grutas em Bom Jesus da Lapa, município situado na Província Espeleológica do Grupo Bambuí, abrigam uma das maiores e mais antigas peregrinações religiosas do Brasil, movimentando um expressivo contingente de romeiros para aquele município e, tal como o espeleoturismo empenhado nas grutas da Chapada Diamantina, proporcionam alternativas de emprego e renda, contribuindo para a economia dos municípios envolvidos nessas atividades. Se, por um lado, esses exemplos atestam as oportunidades facultadas pelos terrenos cársticos na geração de receitas, por outro lado elas demandam a qualificação dos principais atores envolvidos – seja nas instâncias Públicas, responsáveis pela gestão, ou nas instâncias privadas, que operacionalizam e auferem lucros com essas atividades - para que essas operações sejam empenhadas respaldadas em critérios de sustentabilidade, minimizando ou mitigando os impactos negativos sobre o patrimônio espeleológico.

O uso religioso de grutas e o potencial para a promoção do espeleoturismo foi identificado em todas as províncias percorridas e aqui descritas, de maneira que se pode constatar que os terrenos cársticos e o patrimônio espeleológico baiano tem ainda um amplo potencial para o incremento e melhorias no que se refere ao manejo do Uso e Ocupação da Terra. A Toca da Boa Vista – maior caverna da América do Sul – é um dos principais exemplos desse potencial ainda inexplorado e da necessidade de qualificação das partes interessadas e envolvidas na gestão do Patrimônio Espeleológico do Estado da Bahia. Diversos outros exemplos são possíveis, tais como o potencial espeleoturístico da Gruta do Jerônimo – em Uá Uá, da Gruta do Lapão – em Santa Luzia e da Gruta do Padre – em Santana, sem entrar no mérito das romarias religiosas, praticadas em grutas situadas em diversos distritos aqui propostos. Iniciativas responsáveis para a exploração desse potencial, demandam planejamento do Poder Público e a elaboração de Planos Diretores, envolvendo a qualificação de corpo técnico e de pessoal, assegurando a promoção social, o desenvolvimento sustentável e a conservação do Patrimônio Espeleológico.

É importante salientar que apesar de todo esse potencial, é notório o avançado estágio de desmatamento e da modificação da paisagem natural, na quase totalidade dos terrenos cársticos percorridos, de maneira que uma parcela significativa desses terrenos está ocupada por pastagens ativas ou abandonadas, ou é palco de cultivos agrícolas, irrigados pela água subterrânea explotada em aquíferos cársticos, sendo premente a elaboração de balanços hídricos para avaliar e monitorar os impactos dessa exploração. Também urge a elaboração ou implementação dos Planos de Manejo Espeleológico, necessários para as cavidades que são objeto do espeleoturismo, ou naquelas cavidades onde essa atividade venha a ser empenhada. Por último, resta clara a imprescindibilidade de qualificação dos agentes Públicos do Estado da Bahia e dos municípios situados nos enfoques regionais aqui propostos, para assegurar a eficiência e eficácia do licenciamento ambiental das atividades empenhadas em áreas cársticas, evitando-se os danos potenciais ao patrimônio espeleológico, a instalação de conflitos ou de cenários de risco ambiental, dada a vulnerabilidade intrínseca dessas áreas.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7: 349-364.
- ALKMIM, F.F., MARTINS-NETO, M.A. 2012. *Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco craton, eastern Brazil. Mar. Petrol. Geol.* 33, 127–139.
- Auler, A. S. 2002. *Karst areas in Brazil and the potential for major caves - an overview. Boletim de la Sociedad Venezolana de Espeleología* 36: 29-35
- Auler, A. S.; Rubbioli, E. & Brandi, R. 2001. *As Grandes Cavernas do Brasil. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. Belo Horizonte – MG, Brasil.*
- AULER, A.S.; SMART, P.L. *The influence of bedrock-derived acidity in the development of surface and underground karst: evidence from the Precambrian carbonates of semi-arid northeastern Brazil. Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, v. 28, n. 2, p. 157-168, 2003.
- AULER, A.S.; SMART, P.L.; WANG, X.; CRISTALLI, P.S. & EDWARDS, R.L. 2003. O calcário Caatinga e os carbonatos secundários superficiais do norte da Bahia: Geocronologia e significado paleoambiental. *In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO*, 9, Recife. 2003. Anais.
- BABINSKI, M., VAN SCHMUS, W.R., CHEMALE, F.J., NEVES, B.B.B., ROCHA, A.J.D., 1993. Idade isocrônica Pb–Pb em rochas carbonáticas da Formação Caboclo em Morro do Chapéu, BA. *II Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, Sociedade Brasileira de Geologia* 2, Salvador (BA), p. Anais 160–163.
- BARBOSA, E.P. *Cavernas e Religião: Considerações Sobre Algumas Romarias em Cavernas no Sertão da Bahia. Congresso Brasileiro de Espeleologia*, 30, SBG. 09 a 12 de julho de 2009.
- Barbosa, J. S. F., 2012. *Geologia da Bahia, Pesquisa e Atualização. CBPM*, v. 1. il. Série publicações especiais; 13). Salvador/BA – Brasil. ISBN 978-85-85680-47.
- BEBERT-BORN, M.L.C. *Geossistemas Cársticos In:Sánchez, L.E.; Lobo, H.A.S. (Orgs.), Guia de Boas Práticas Ambientais na Mineração de Calcário em Áreas Cársticas. Campinas. Sociedade Brasileira de Espeleologia. p.30-448. 2016.*
- BERBERT-BORN, M.L.C.; KARMANN, I. *Lapa dos Brejões - Vereda Romão Gramacho, Chapada Diamantina, Bahia. In: Schobbenhaus, C. et al. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 2000.*
- BICHUETTE, M. E.; RANTIN, B.; HINGST-ZAHER, E.; TRAJANO, E. *Geometric morphometrics throws light on evolution of the subterranean catfish Rhamdiopsis krugi (Teleostei: Siluriformes: Heptapteridae) in eastern Brazil. Biological Journal of the Linnean Society.* n. 114, p. 136-151. 2015.
- BOCKMANN, F.A.; CASTRO, R.M.C. *The blind catfish from the caves of Chapada Diamantina, Bahia, Brazil (Siluriformes: Heptapteridae): description, anatomy, phylogenetic relationships, natural history, and biogeography. Neotrop. ichthyol.* V. 8, n. 4, p. 673-706. Porto Alegre. 2010.
- BORGES, S.V.F.; BALSAMO, F.; VIEIRA, M. M.; IACUMIN, P.; SRIVASTAVA, N. K.; STORTI, F.; BEZERRA, F. H. R. 2016. Calcretes pedogênicos ao longo de sistemas de falhas e acamamentos pré-existentes na Bacia de Irecê, norte da Bahia. *Sedimentary Geology*, v. 341, p. 119-133.
- BRITO-NEVES, B. B.; SANTOS, A.R.; CAMPANHA, G. A. C. A discordância angular e erosiva entre os Grupos Chapada Diamantina e Bambuí (Una) na Folha Mirangaba-Bahia. *Revista do Instituto de Geociências USP, Série Científica*, v. 12, n. 2, p. 99–114, 2012.

- Campos, J. E. G. & Dardenne, M. A. -1997a- Origem e Evolução Tectônica da Bacia Sanfranciscana. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, Brasil, v. 27, n. 3, p. 283 – 294.
- CAVALCANTI, L.F., LIMA M.F., MEDEIROS, R.C.S., MEGUERTICHIAN, I. (2012) Plano de ação nacional para a conservação do patrimônio espeleológico nas áreas cársticas da Bacia do Rio São Francisco. ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília/DF - Brasil.
- Cazarin, C. L.; Bezerra, F.H.R.; Borghi, L.; Santos, R.V.; Favoreto, J.; Brod, J.A.; Auler, A.S. & Srivastava, N.K. *The conduit-seal system of hypogene karst in Neoproterozoic carbonates in northeastern Brazil. Marine and Petroleum Geology. Volume 101. 2019. Pages 90-107. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.11.046>.*
- CONCEIÇÃO FILHO, V.M.; MONTEIRO, D.M.; RANGEL, P. de A.; GARRIDO, I. A. de A. Bacia do São Francisco entre Santa Maria da Vitória e Iuiú, Bahia: geologia e potencialidade econômica. Salvador, CBPM, v.18, 76 p, 2003.
- CRUZ, S.C.P.; ALKMIM, F.F. A história de inversão do aulacógeno do Paramirim contada pela sinclinal de Ituaçu, extremo sul da Chapada Diamantina (BA). Revista Brasileira De Geociências, v. 37, n. 4, p. 92-110. 2007.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe. Organizado [por] MORAES FILHO, O.; LEAL, R.A; BRAZ FILHO, P.A. - Salvador: CPRM, 2001.
- DANTAS, W. M. 2015. Petrografia e Geoquímica das Rochas Carbonáticas da Formação Caatinga na Região de Lages dos Negros, Centro-norte da Bahia. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 77p.
- D'EL REY SILVA L.J.H. 1995. *The evolution of basement gneiss domes of the Sergipano fold belt (NE Brazil) and its importance for the analysis of Proterozoic basins. Journal of South American Earth Sciences, 8:325-340.*
- D'EL REY SILVA L.J.H. 1999. Basin infilling in the southern-central part of the Sergipano Belt (NE Brazil) and implications for the evolution of Pan-African/ Brasileiro cratons and Neoproterozoic sedimentar cover. Journal of South American Earth Sciences, 12:453-470.
- D'EL-REY SILVA L.J.H., MCCLAY K.R. (1995) Stratigraphy of the Southern part of the Sergipano Belt, NE Brazil: tectonic implications. Revista Brasileira de Geociências 25: 185–202.
- DANTAS, R.B.; ALMEIDA, L.F.S.; MORATO, L. Geocronologia do Grupo Bambuí e aspectos da geomorfologia cárstica no Parque Municipal da Lagoa Azul, São Desidério (BA). In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) Congresso Brasileiro de Espeleologia, 32, 2013. Barreiras. Anais. Campinas: SBE, 2013. p.401-406.
- DAVISON I. & SANTOS R.A. 1989. Tectonic evolution of the Sergipano Fold, NE Brazil, during the Brasileiro Orogeny. Precambrian Research, 45(4):319-342.
- De Queiroz Salles, L., Galvão, P., Leal, L.R.B.; Araújo Pereira, R. G. F. de & Laureano, F. V. *Evaluation of susceptibility for terrain collapse and subsidence in karst areas, municipality of Iraquara, Chapada Diamantina (BA), Brazil. Environmental Earth Sciences 77, 593 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7769-8>*
- DOMINGUEZ, J.M.L., 1993. As coberturas do Cráton do São Francisco: uma abordagem do ponto de vista da análise de bacias. O Cráton do São Francisco. SBG/BA-SE, SGM/ BA, pp. 137–159.
- EGYDIO-SILVA, M. Sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco. 1987. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987. doi:10.11606/T.44.1987.tde-11022014-150431.

- GALVÃO, A. L. C. O.; FERREIRA, C. F.; ROSSATO, R. M.; REINO, J. C. R.; JANSEN, D. C.; DO VAL VILELA, C. (2012). Breve descrição do patrimônio espeleológico do município de São Desidério–BA. *Revista Brasileira de Espeleologia*, 1(2), 13-28.
- GODINHO, L. P. de S. Geoespeleologia, geomorfologia e geocronologia do sistema cárstico de São Desidério, Bahia, Brasil. 2020. Tese (Doutorado em Geoquímica dos Processo Exógenos) - Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo, 2020. doi:10.11606/T.44.2020.tde-27072020-102310. Acesso em: 2021-03-30.
- HOFFMAN, P.F.; KAUFMAN, A.J.; HALVERSON, G.P.; SCHRAG, D.P.A. 1998. *Neoproterozoic snowball earth*. *Science*, 281, p. 1342-1346.
- HUMPHREY F.L., ALLARD G.O. 1969. Geologia da area do domo de Itabaiana (Sergipe) e sua relação com a geologia de Propriá: um elemento tectônico recém-reconhecido no escudo brasileiro. Petrobras, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CENPES), Rio de Janeiro, Brazil, 159 p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Manual técnico de geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro/RJ - Brasil. IBGE, 2009. 182 p. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5).,
- IGLESIAS M.; UHLEIN A. 2009. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, 39(2): 256-266.
- Inda, H. A. V. & Barbosa, J. F. -1978- Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Estado da Bahia, escala 1:1.000.000. SME/CPRM, Salvador/BA- Brasil.
- KARMANN, I.; PEREIRA, R.G.F.A.; MENDES, L.F. Caverna do Poço Encantado, Chapada Diamantina (Itaetê), BA - caverna com lago subterrâneo de rara beleza e importância científica. In: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1, p. 491-498. Brasília. 2002.
- KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L.E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. *Espeleo-Tema*, n. 13, ano IX. SBE. 1979.
- KARMANN, L. 1987. O Grupo Rio Pardo (Proterozóico Médio a Superior): uma cobertura paraplataformal da margem sudeste do Cráton do São Francisco. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Dissertação de Mestrado, 129p.
- KARMANN, I., SILVA, M.E. & TROMPETTE, R. Litoestratigrafia do Grupo Rio Pardo, Proterozoico Médio a Superior do sudeste do estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociencias*, 19: 290-302. 1989.
- Klimchouk, A. *The Karst Paradigm: Changes, Trends and Perspectives*. *Acta Carsologica/Karsoslovni Zbornik*. 44. 289-313. 2015.

- La Bruna, V.; Bezerra, F. H. R.; Souza, V. H. P.; Maia, R. P.; Auler, A. S.; Araujo, R. E. B.; Cazarin, C. L.; Rodrigues, M. A. F.; Vieira, L. C. & Sousa, M. O. L. *High-permeability zones in folded and faulted silicified carbonate rocks – Implications for karstified carbonate reservoirs. Marine and Petroleum Geology. Volume 128. 2021.*  
<https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105046>
- LLADÓ, N. L. Fundamentos de hidrogeologia cárstica – Introducción a La espeología. Editora Blume, Madrid, 1970.
- Laureano, F. V. & Cruz Jr., F. W. da. 2002. Grutas de Iraquara (Iraquara, Seabra e Palmeiras), BA - Um dos principais sítios espeológicos do Brasil. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. L. C. Eds.: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM/SIGEP, Brasília/DF - Brasil. 540 p.
- LAUREANO, F. V.; KARMANN I., GRANGER D. E.; AULER, A. S.; ALMEIDA R. P.; CRUZ F. W.; STRÍCKS N. M.; NOVELLO V. F. *Two million years of river and cave aggradation in NE Brazil: Implications for speleogenesis and landscape evolution. Geomorphology, n 273: p. 63–77. 2016.*
- MENDES, L.F. Ecologia populacional e comportamento de uma nova espécie de bagres cavernícolas da Chapada Diamantina, BA (siluriformes, pinelodidae). Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências-USP), p. 86. São Paulo. 1995.
- MISI, A., 1993. A sedimentação carbonática do Proterozóico Superior no cráton do São Francisco: evolução diagenética e estratigrafia isotópica. In: II Simpósio Sobre O Cráton Do São Francisco, Resumos Expandidos, pp. 192–193. Salvador, Brazil.
- MISI A., KAUFMAN A.J., VEIZER J., POWIS K., AZMY K., BOGGIANI P.C., GAUCHER C., TEIXEIRA J.B.G., SANCHES A.L., IYER S.S.S. 2007. Chemostratigraphic correlation of Neoproterozoic successions in South America. *Chemical Geology*, 237:143-167.
- MISI, A., SILVA, M.G., 1996. Chapada Diamantina Oriental, Bahia. Geologia e Depósitos Minerais. Superintendência de Geologia e Recursos Minerais/Universidade Federal da Bahia, Salvador, p. 194.
- MISI, A., VEIZER, J., 1998. *Neoproterozoic carbonate sequences of the Una Group, Irecê Basin, Brazil: chemostratigraphy, age and correlations. Precambrian Res.* 89 (1–2), 87–100. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(97\)00073-9](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(97)00073-9).
- OLIVEIRA E.P., CARVALHO M.J., NASCIMENTO R.S., ARAÚJO M.N.C., DANTAS D., BASILICI G., BUENO J.F., MCNAUGHTON N. (2005) Evidence from detrital zircon geochronology and whole-rock Sm-Nd isotopes for off-craton provenance of clastic metasedimentary units of the Sergipano belt, NE Brazil. X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Curitiba, Boletim de Resumos Expandidos 308–311.
- OLIVEIRA E.P., WINDLEY B.F., ARAÚJO M.N.C. (2010) The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research* 181: 64–84.

- OLIVEIRA E.P., WINDLEY B.F., MCNAUGHTON N.J., BUENO J.F., NASCIMENTO R.S., CARVALHO M.J., ARAÚJO M.N.C. 2017. The Sergipano Belt. In: Heilbron M., Cordani U.G., Alkmim F.F. (Eds.), São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent. Cham, Springer International Publishing, p. 241-254.
- Palmer, A. *Speleogenesis in carbonate rocks. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*. 1 (1). 2003
- PEDREIRA, A. J. ARCANJO, B.A. PEDROZA, C. J., OLIVEIRA, J. E., SILVA, B. C. 1975. Projeto Bahia - Geologia da Chapada Diamantina. CPRM. Ministério das Minas e Energia. República Federativa do Brasil. Brasília – DF.
- PEDREIRA A.J., ROCHA, A.J.D., GUIMARÃES, J.T., MORAIS FILHO, J., BONFIM, L.F.C., TESCH, N. 1985. Folha SC. 24-Y-C-Irecê. Carta geológica 1:100.000. Projeto Bacia de Irecê-CPRMCBPM, Salvador —BA.
- PEDREIRA, A. J. 1999. Evolução sedimentar e tectônica da Bacia metassedimentar do Rio Pardo: uma síntese. Revista Brasileira de Geociências, 29(3):339-344.
- PEDREIRA, A. J. 1996. Geologia e recursos minerais da bacia metassedimentar do rio Pardo, Bahia. Série Arquivos Abertos; 11 - CBPM. Salvador/BA.
- PEDREIRA, A. J.; ROCHA, A. J. D. 2002. Serra do Tombador, Chapada Diamantina, BA - Registro de um deserto proterozóico. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert - Born, M. L. C. (Edits.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). v. 01: 181 - 186.
- PEDREIRA, A. J.; SOUTO, P.G.; AZEVEDO, H.C., 1969. Metassedimentos do Grupo Rio Pardo, Bahia, Brasil. Resumos XXIII Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Salvador, pp. 87299.
- PEDROSA, S. A. Discriminação Espectral de Variações Faciológicas de Carbonatos por Meio de Espectrorradiometria e Imagens Aster na Região da Serra do Ramalho - Ba. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas, Distrito Federal, 2010. 117 p.
- Penha, M. E. P. P. O Calcário Caatinga de Ourolândia, Bahia: Feições Diagnósticas, Gênese e Evolução de um Perfil Calcrete. Dissertação de Mestrado. CPGG – IGeo/UFBa, Salvador/BA – Brasi. 1994.
- PEREIRA, R. G. F. D. A.; FIGUEIREDO JÚNIOR, S. M. D.; FEITOSA, G. D. D. S. Geoparque São Desidério, BA: proposta. Relatório. Salvador, BA, 2018. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20724>, acessado em 28 de maio de 2022.
- PEREIRA, R.G.F.A. Caracterização Geomorfológica e Geoespeleológica do Carste da Bacia do Rio Una, Borda Leste da Chapada Diamantina (Município de Itaetê, Estado da Bahia). Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências USP. São Paulo. 1998.
- RIBEIRO, A. D. F., PEREIRA, C. P., & MAGALHÃES, A. C. F. Mármore Bege Bahia em Ourolândia-Mirangaba-Jacobina, Bahia: geologia, potencialidade e desenvolvimento sustentável. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM), Salvador. Série Arquivos Abertos, n. 17, p. 54, 2002.

- Rubbioli, E.; Auler, A.; Menin, D. & Brandi, R. -2019- Cavernas – Atlas do Brasil Subterrâneo. ICMBio/CECAV. Brasil.
- SAES, G.S., VILAS BOAS, G.S., 1983. Fácies sedimentares da Formação Lagarto, Pré-Cambriano Superior no extremo nordeste da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências* 13, 263–270.
- Salles, L. de Q.; Leal, L. R. B.; Pereira, R. G. F. de A.; Laureano, F. V. & Gonçalves, T. dos S. – 2018 - INFLUÊNCIA DOS ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DE AQUÍFEROS CÁRSTICOS NA EVOLUÇÃO DO RELEVO: PORÇÃO CENTRAL DA CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA, BRASIL. *Revista Brasileira de Geomorfologia. (Online)*, São Paulo, v.19, n.1, (Jan-Mar) p.93-106, 2018. <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1214/660>
- Sallun Filho, W. & Karmann, I. 2012. Províncias Cársticas e Cavernas no Brasil. *In: Hasui, Y.; Carneiro, C.D.R.; Almeida, F.F.M. de & Bartorelli, A. (orgs.): Geologia do Brasil. São Paulo/SP – Brasil. Beca Ed.*
- SAMPAIO, A. R., SANTOS, R. A., ROCHA, A. J. D., GUIMARÃES, J. T., NEVES, J. P. 2001 Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. Jacobina, folha SC-24-Y-C, estado da Bahia. Brasília: CPRM. 116 p.
- SANCHEZ, L.E. O Sistema, Unidade Lógica de Referência dos Estudos Espeleológicos. *Revista Espeleo-Tema*. v.16, p.3-14. 1992.
- SANTOS, R. M. D. O. Caracterização petrográfica dos calcretes da formação Caatinga-Bahia. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2019. 41f.
- SANTOS R.A. & SOUZA, J.D. 1988. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil; carta metalogenética/previsional, escala 1:100.000 (Folha SC.24-X-C-VI Piranhas). DNPM/CPRM, 154 p.
- SIAL A.N., GAUCHER C., SILVA FILHO M.A., FERREIRA V.P., PIMENTEL M.M., LACERDA L.D., SILVA FILHO E.V., CEZARIO W. 2010. C-, Sr-isotope and Hg chemostratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates of the Sergipano Belt, Northeastern Brazil. *In: Karhu J., Sial A.N., Ferreira V.P., Eds, Precambrian Isotope Stratigraphy, special issue, Precambrian Research* 182: 351–372.
- SIAL, A. N., GAUCHER, C., MISI, A., BOGGIANI, P. C., ALVARENGA, C. J. S. D., FERREIRA, V. P. & CEZARIO, W. D. S. (2016). *Correlations of some Neoproterozoic carbonate-dominated successions in South America based on high-resolution chemostratigraphy. Brazilian Journal of Geology*, 46, 439-488.
- SILVA FILHO M.A. & BRITO NEVES B.B. 1979. O sistema de dobramentos Sergipano no Nordeste da Bahia. *Geologia Recursos Minerais do Estado da Bahia, Textos Básicos* 1: 203–217.
- SILVA FILHO M.A. (1998) Arco Vulcânico de Canindé-Marancó e a Faixa Sul-Alagoana: seqüências orogênicas Mesoproterozóicas. XL Congresso Brasileiro Geologia, Anais 1: 16.
- Silva, M. E. da; Karmann, I. & Trompette, R. -1989- Litoestratigrafia do Supergrupo Espinhaço e Grupo Bambuí no Noroeste do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, Brasil, v. 19, n. 2, p. 141 – 152.
- SILVEIRA, J. S. 1991. Dinâmica de sedimentação de um mar raso antigo: formações Caboclo e Morro do Chapéu (Proterozóico Médio), Grupo Chapada Diamantina - Estado da Bahia. Salvador, 139 p. il. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. UFBA. Bahia.

- SOUZA, E.G., SCHERER, C.M.S., DOS REIS, A.D., BALLICO, M.B., FERRONATTO, J.P.F., BOFILL, L.M., KIFUMBI, C., 2019. *Sequence stratigraphy of the mixed wave-tidal-dominated Mesoproterozoic sedimentary succession in Chapada Diamantina Basin, Espinhaço supergroup– Ne/Brazil. Precambrian Res.* 327, 103–120. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2019.03.007>.
- SOUZA, S. L. DE, BRITO, P. C. R., & SILVA, R. W. S. Estratigrafia, sedimentologia e recursos minerais da Formação Salitre na Bacia de Irecê, Bahia. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM), Salvador. Série Arquivos Abertos, n. 2, p. 24, 1993.
- SOUZA, V.H.P., BEZERRA, F.H.R., VIEIRA, L.C., CAZARIN, C.L., BROD, J.A., 2021. *Hydrothermal silicification confined to stratigraphic layers: implications for carbonate reservoirs. Mar. Petrol. Geol.* 124, 104818. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104818>.
- Travassos, L. E. P.; Magalhães, E. D. & Barbosa, E. P. -2011- Cavernas, Rituais e Religião. Ilhéus/BA - Brasil: Editus, 2011.
- TRAVASSOS, L.E.P.; GUIMARÃES, R.L.; BATELLA, W.B.; MORAIS, M. A Utilização de Cavernas Como Lugar de Devoção e Práticas Ritualísticas. Revista OLAM – Ciência & Tecnologia, v.9, n.1, p. 270-288. 2009.
- Uhlein A., Caxito F. A., Sanglard J. C. D., Uhlein G., Suckau G.L. 2011. Estratigrafia e tectônica das faixas neoproterozóicas da porção norte do Craton do São Francisco. Geonomos, 19(2): 8-31.
- Ulhein, A.; Caxito, F. A.; Silva M. E. & Barbosa, J. F. S. -2012- Faixa de Dobramentos Rio Preto e Riacho do Pontal. Capítulo IX. In: Barbosa, J. S. F. (Coord.): Geologia da Bahia, Pesquisa e Atualização. CBPM - UFBA. Série de Publicações Especiais, 13. Salvador/Bahia – Brasil.
- WALTHAM, A.C.; FOOKES, P.G. *Engineering classification of karst ground conditions. Spel.Evol.Karst Aquifers.* 3(1), 20p. 2005.

## **ANEXO**

*Listagem dos pontos visitados em campo*

**Província do Supergrupo Canudos**

PONTO	LOCAL	CAVERNA	Encontrada	Registrada no CANIE	Nº do REGISTRO CANIE	x	y	z
CN 001	Serra do Icó	-x-			-x-	-39,820379	-9,018032	401,47
CN 002	Serra do Icó	-x-			-x-	-39,820439	-9,026116	437,89
CN 003	Serra do Icó	-x-			-x-	-39,798386	-8,978488	440,48
CN 004	Serra do Icó	Sem Nome (des.lin~47m)	Sim	Não	-x-	-39,815689	-8,967723	441,01
CN 005	Serra do Icó	Sem Nome (des.lin~08m)	Sim	Não	-x-	-39,81453	-8,96599	511,06
CN 006	Faz. Canaveira	-x-			-x-			
CN 007	Serra da Canabrava	Toca Grande	Sim	Sim	015843.00793.29.09901	-39,686335	-9,290027	499,36
CN 008	Serra da Gruta	Gruta de Patamutê	Sim	Sim	015863.00804.29.09901	-39,520114	-9,315054	626,48
CN 009	Serra do Jerônimo	Gruta do Jerônimo 2	Sim	Sim	019811.00003.29.32002	-39,343057	-9,713838	640,21
CN 010	Serra do Jerônimo	Gruta do Jerônimo 1	Sim	Sim	019810.00002.29.32002	-39,332784	-9,722947	697,26
CN 011	Serra da Canabrava	Sem Nome (des.lin~12m)	Sim	Não	-x-	-39,688674	-9,274169	604,26
CN 012	Serra da Gruta	Gruta Morro da Cruz	Não	Sim	015870.00809.29.09901	-39,49016	-9,373225	583,48
CN 013	Faz. Olho D'Água	-x-			-x-	-39,263822	-9,742381	458,93
CN 014	Serra do Coiquí	Toca Maior do Salitre do Caipan	Sim	Sim	019836.00001.29.06824	-39,200336	-9,852764	412,19
CN 014	Serra do Coiquí	Toca Menor do Salitre do Caipan	Sim	Sim	019837.00002.29.06824	-39,200633	-9,852826	402,7
CN 015	Faz. Sto. Antônio	-x-			-x-	-39,045375	-10,38694	519,26
CN 016	Pov. Mutambinha I	-x-			-x-	-38,982355	-10,340869	544,23
CN 017	Faz. Cajazeiras	Sem Nome (des.lin~8m)	Sim	Não	-x-	-38,96692	-10,386415	494,9
CN 018	Faz. Cajazeiras	Sem Nome (des.lin~15m)	Sim	Não	-x-	-38,964903	-10,389499	479,95
CN 019	Faz. Cajazeiras	Toca do Sino	Sim	Não	-x-	-38,957823	-10,382477	493,43
CN 020	Pov. Quixabá	Caverna da Salamanta	Sim	Sim	015918.00831.29.23803	-37,886313	-10,604256	253,41
CN 021	Pov. Roça de Dentro	Furna da Baixa Funda	Sim	Sim	015892.00821.29.23803	-37,932172	-10,707375	396,33
CN 022	Pov. Carrancheira	Gruta do Bom Pastor	Sim	Sim	015895.00822.29.23803	-37,92386	-10,651613	546,46
CN 023	Pov. Mulungu/ Pov.Estreito	Fim do Morro do Parafuso	Sim	Sim	015951.00848.29.23803	-37,867445	-10,640569	394,86
CN 024	Pov. Mulungu/ Pov.Estreito	-x-			-x-	-37,874629	-10,63516	433,52
CN 025	Pov. Quixabá/ Pov. Estreito	-x-			-x-	-37,871003	-10,616006	303,69
CN 026	Pov. Estreito	-x-			-x-	-37,864482	-10,594768	139,63
CN 027	Faz. Jurema	-x-			-x-	-37,947461	-10,571899	206,42
CN 028	Faz. Passagem	-x-			-x-	-37,956142	-10,544083	173,26

**Província do Grupo Rio Pardo**

PONTO	LOCAL	CAVERNA	Encontrada	Registrada no CANIE	Nº do REGISTRO CANIE	x	y	z
RP 001	Pau Brasil	Gruta Milagrosa	Sim	Sim	015835.00786.29.23902	-39,746315	-15,403259	311,29
RP 002	Pau Brasil	-x-			-x-	-39,740054	-15,412491	310,29
RP 003	Pau Brasil	Toca dos Morcegos	Sim	Sim	015837.00788.29.23902	-39,742287	-15,409342	303,82
RP 004	Pau Brasil	Gruta Califórnia	Sim	Sim	015836.00787.29.23902	-39,739347	-15,392613	285,69
RP 005	Pau Brasil	Gruta da Pedra Suspensa	Sim	Sim	015838.00789.29.23902	-39,876222	-15,741512	316,25
RP 006	Potiraguá	Gr. do Abelhão e Tc. do Urubu	Sim	Não	-x-	-39,493916	-15,767664	270,97
RP 007	Mascote	Lapa de São Gotardo	Sim	Sim	015868.00807.29.20908	-39,493682	-15,777623	264,41
RP 008	Mascote	Gruta do Deusdete	Sim	Sim	015869.00808.29.20908	-39,461906	-15,792037	206,67
RP 009	Mascote	Gruta Nascente da Gruna	Sim	Sim	015871.00810.29.20908	-39,684064	-15,618456	83,19
RP 010	Potiraguá	-x-			-x-	-39,701019	-15,634437	140,76
RP 011	Potiraguá	Caverna Pedra da Gruta	Sim	Sim	015841.00791.29.25402	-39,664046	-15,690557	387,44
RP 012	Potiraguá	-x-			-x-	-39,664046	-15,690557	387,44
RP 013	Santa Luzia	Lapa da Pedra do Sino	Sim	Sim	015876.00812.29.28059	-39,334773	-15,455785	241,74
RP 014	Santa Luzia	Gruta do Lapão	Sim	Sim	015875.00811.29.28059	-39,362251	-15,447991	337,47

**Província do Grupo Bambuí**

PONTO	LOCAL	CAVERNA	Encontrada	Registrada no CANIE	Nº do REGISTRO CANIE	x	y	z
GB 001	São Desidério	Gruta do Sumidouro João Baio II	Sim	Sim	012693.00183.29.28901	-44,891177	-12,376978	649
GB 002	São Desidério	Gruta do Catão	Sim	Sim	012705.00189.29.28901	-44,86574	-12,368369	607,95
GB 003	São Desidério	-x-			-x-	-44,913962	-12,436594	536,21
GB 004	São Desidério	Lapa do Manoel Lopes 2	Sim	Sim	017157.01001.29.28901	-44,970369	-12,454509	588,19
GB ?	Correntina	Gruta do Val	Não	Sim	012761.00196.29.09307	-x-	-x-	-x-
GB 005	Coribe	-x-			-x-	-44,282598	-13,608781	485,94
GB 006	Coribe	Gruta do Descoberto I	Sim	Sim	019850.00383.29.09109	-44,222983	-13,754858	649,58
GB 007	Coribe	Caverna do Clei	Sim	Não	-x-	-44,228942	-13,768788	705,17
GB 008	Coribe	-x-			-x-	-44,226489	-13,767919	704,43
GB 009	Coribe	Gruta da Lagoa do Meio	Sim	Sim	013095.00229.29.09109	-44,230214	-13,756938	677,44
GB 010	Coribe	-x-			-x-	-44,223744	-13,739758	718,71
GB 011	Cocos	Abismo da Fz. do Riacho do Meio	Sim	Sim	020009.00002.29.08101	-44,639659	-14,252376	548,18
GB 012	Cocos	Gruta Vargem do Curral II	Sim	Sim	020254.00004.29.08101	-44,650975	-14,247106	545,5
GB 013A	Cocos	-x-			-x-	-44,443546	-14,218086	562,13
GB 013B	Cocos	-x-			-x-	-44,466612	-14,207383	596,78
GB 014	Cocos	Cav. São João do Porto Alegre	Sim	Não	-x-	-44,529767	-14,243324	521,52
GB 015	Cocos	Lapa do Rio Itaquari	Não	Sim	017639.00001.29.08101	-44,471089	-14,277998	480,97
GB 016	Iuiú	-x-			-x-	-43,593479	-14,453844	833,18
GB 017	Iuiú	-x-			-x-	-43,566637	-14,416335	579,3
GB 018	Iuiú	-x-			-x-	-43,615457	-14,477364	813,25
GB 019	Iuiú	Gruta Toca Valada	Sim	Sim	014699.00411.29.17334	-43,653311	-14,49032	849,05
GB 020	Iuiú	-x-			-x-	-43,602268	-14,413948	614,98
GB 021	Bom Jesus da Lapa	Gruta do Santuário do Bom Jesus	Sim	Sim	015240.00429.29.03904	-43,422369	-13,258819	443,7
GB 022	Bom Jesus da Lapa	-x-			-x-	-43,420025	-13,259551	516,33
GB 023	Carinhanha	Gruta dos Peixes	Sim	Sim	014104.00379.29.07103	-43,97598	-13,838296	480,38
GB 024	Carinhanha	Lapa dos Peixes	Sim	Sim	014206.00383.29.29057	-43,957088	-13,822231	483,43
GB 025	Carinhanha	Gruta Água Clara	Sim	Sim	019783.00395.29.29057	-43,951721	-13,800498	481,44
GB 026	Serra do Ramalho	Gruta das Três Cobras	Sim	Sim	014499.00408.29.30154	-43,75277	-13,618434	474,5
GB 027	Serra do Ramalho	-x-			-x-	-43,798212	-13,550145	568,86
GB 028	Serra do Ramalho	-x-			-x-	-43,802288	-13,553126	611,95
GB 029	Serra do Ramalho	-x-			-x-	-43,605258	-13,433281	452,63
GB 030	Santana	Gruta do Padre	Sim	Sim	013522.00363.29.28109	-44,065126	-13,217475	543,5
GB 031A	Santana	-x-			-x-	-44,118585	-13,217123	542,5
GB 031B	Santana	-x-			-x-	-44,119669	-13,217083	524,2
GB 032	Santa Maria da Vitória	-x-			-x-	-44,118257	-13,302046	665,77
GB 033	Santa Maria da Vitória	Gruta da Bananeira	Sim	Sim	013842.00372.29.28109	-44,0062	-13,268033	463,82

**Terrenos Cársticos - em rochas carbonáticas - na Chapada Diamantina**

PONTO	LOCAL	CAVERNA	Encontrada	Registrada no CANIE	Nº do REGISTRO CANIE	x	y	z
CDN 01	Campo Formoso	Toca da Boa Vista	Sim	Sim	015762.00755.29.06006	-40,860801	-10,160162	557,03
CDN 02	Campo Formoso	Toca da Barriguda	Sim	Sim	015764.00756.29.06006	-40,852469	-10,141197	579,52
CDN 03	Campo Formoso	Lapa Pontes do Sumidouro	Sim	Sim	015778.00764.29.06006	-40,754455	-10,074785	502,07
CDN 04	Umburanas	Toca do Gonçalo	Sim	Sim	015757.00753.29.32457	-40,894598	-10,511122	518,55
CDN 05	Mirangaba	Toca da Trincheira	Sim	Sim	022192.00996.29.21401	-40,897151	-10,677988	538,76
CDN 06	Mirangaba	Gruta do Stn. Antônio/ Caverna Igreja Nova borda da Serra	Sim	Sim	017062.00994.29.21401	-40,727664	-10,882593	634,28
CDN 07	Ourolândia	Toca dos Ossos	Sim	Sim	015718.00724.29.23357	-41,057642	-10,930942	617,97
CDN 08	Ourolândia	-x-			-x-	-41,076108	-11,002135	561,85
CDN 09	Várzea Nova	Toca da Jurema	Sim	Sim	015694.00703.29.33158	-41,092951	-11,056495	597,3
CDN 10	Várzea Nova	-x-			-x-	-41,028773	-11,102222	634,78
CDN?	Várzea Nova	Toca da Santa	Não	Sim	017674.00705.29.33158	-x-	-x-	-x-
CDN?	Várzea Nova	Toca do Roçado	Não	Sim	017673.00704.29.33158	-x-	-x-	-x-
CDN 11	Umburanas	-x-			-x-	-41,379113	-10,716689	822,98
CDN 12	Umburanas	AB-01	Sim	Sim	022427.00756.29.32457	-41,418426	-10,690035	762,34
CDN 13	Umburanas	AB-02	Sim	Sim	022428.00757.29.32457	-41,416394	-10,681128	764,24
CDN 14	Umburanas	-x-			-x-	-41,299119	-10,938351	705,01
CDN 15	Ourolândia	Toca do Campo Alegre	Sim	Sim	019883.00750.29.23357	-41,403791	-10,82445	649,7
CDN 16	São Gabriel	Gruta dos Brejões - Vereda do Romão	Sim	Sim	016955.00953.29.18357	-41,433962	-11,012705	514,88
CDN 17	Lapão	Poço do Lapão		Não	-x-	-41,833906	-11,383317	775,99
CDN 18	Lapão	-x-			-x-	-41,82898	-11,376057	775,15
CDN 19	Lapão	-x-			-x-	-41,832869	-11,37753	773,7
CDN 20	Lapão	-x-			-x-	-41,827473	-11,395034	770,12
CDN 21	Central	Gruta dos Milagres / da Lapinha	Sim	Sim	015457.00500.29.07608	-42,141433	-11,02988	548,49
CDN 22	Itaguaçu da Bahia	-x-			-x-	-42,145766	-11,027811	542,45
CDN 23	Itaguaçu da Bahia	-x-			-x-	-42,146487	-11,043396	587,84
CDN 24	Itaguaçu da Bahia	-x-			-x-	-42,326687	-11,055464	456,3
CDN 25	Itaguaçu da Bahia	Toca Chico Eduardo (BA00252)	Não	Sim	017628.00902.29.15353	-42,332027	-11,056317	450,79
CDN 26	Ibipeba	Toca do Tapuia	Sim	Sim	022700.00938.29.12400	-42,005993	-11,668652	738,36
CDN 27	Barra do Mendes	Gruta do Fabriciano	Não	Sim	016923.00921.29.03003	-42,185271	-11,807834	753,24
CDN 28	Barra do Mendes	Gruta do Robinho	Sim	Não	-x-	-42,0734	-11,857102	715,56
CDN?	Barra do Mendes	Gruta do Aureliano	Não	Sim	016919.00917.29.03003	-x-	-x-	-x-
CDN 29	Barra do Mendes	-x-			-x-	-42,229179	-11,804598	934,12
CDN 30	Canarana	Lapa Umburana do Querer	Sim	Sim	015505.00533.29.06204	-41,657961	-11,887817	846,45
CDN 31	Iraquara	Lapa Doce	Sim	Sim	015535.00563.29.14406	-41,608796	-12,326213	652,13
CDN 32	Iraquara	Gruta Azul (Pratinha)	Sim	Sim	015619.00646.29.14406	-41,541143	-12,352479	639,1
CDN 33	Iraquara	Gruta da Torrinha	Sim	Sim	015538.00566.29.14406	-41,603561	-12,348562	661,46
CDN 34	Bonito	Gruta Buracão da Oia	Não	Sim	015561.00589.29.30808	-41,59183	-12,090491	772,14
CDN 35	Mulungu do Morro	Abismo do Zequinha	Sim	Sim	020014.00960.29.22052	-41,428042	-12,073258	1028,68
CDN 36	Bonito	Gruta do Cristal	Sim	Sim	015662.00681.29.21708	-41,313905	-11,820592	927,89
CDN 37	Bonito	Gruta da Velha Duda	Sim	Sim	016960.00958.29.21708	-41,305181	-11,828765	998,56
CDN 38	Morro do Chapéu	Buraco do Possidônio	Sim	Sim	017671.00961.29.21708	-41,27016	-11,646981	972,4
CDN 39	Morro do Chapéu	-x-			-x-	-41,208135	-11,592439	1291,02
CDS 01	Utinga	Gruta do Urubu	Não	Sim	016969.00967.29.32804	-41,046385	-12,014831	605,89
CDS 02	Utinga	Caverna Baixo da Lapa	Não	Sim	016967.00965.29.32804	-41,09781	-12,004262	714,53
CDS 03	Utinga	Gruta Boa Esperança	Não	Sim	016968.00966.29.32804	-41,105063	-12,026811	592,31
CDS 04	Utinga	Gruta Alto do Bonito	Não	Sim	017668.00968.29.32804	-41,170332	-12,037603	755,24
CDS 05	Lajedinho	Gruta Pé do Morro	Sim	Sim	015737.00741.29.19009	-41,03597	-12,285609	598,76
CDS 06	Lajedinho	Gruta Santa Rita	Sim	Sim	015733.00737.29.19009	-41,040011	-12,294073	590,93
CDS 07	Ibiquera	Gruta da Lapinha	Sim	Sim	015751.00749.29.12608	-40,979287	-12,463598	611,61
CDS 08	Nova redenção	Poço Azul do Milu	Sim	Sim	015687.00699.29.22854	-41,149553	-12,781944	346,91
CDS 09	Andaraí	Gruta da Marota	Sim	Sim	019801.00905.29.01304	-41,021553	-12,622539	528,68
CDS 10	Andaraí	Gruta da Paixão	Sim	Sim	019802.00906.29.01304	-41,021183	-12,629422	546,36
CDS 11	Nova redenção	Gruta da Lapinha	Sim	Sim	022564.00910.29.01304	-41,015221	-12,757005	462,49
CDS 12	Nova redenção	Gruta da Onça (Engrunado)	Sim	Sim	027134.00963.29.22854	-41,068131	-12,862962	405,27
CDS 13	Nova redenção	-x-			-x-	-41,039641	-12,916631	311,63
CDS 14	Nova redenção	Sem Nome (des.lin-120m)	Sim	Não	-x-	-41,113067	-12,843285	315,56
CDS 15	Itaeté	Gruta Poço Encantado	Sim	Sim	015691.00701.29.15007	-41,10499	-12,945002	401,26
CDS 16	Itaeté	Lapa do bode	Sim	Sim	015702.00711.29.15007	-41,06523	-12,934418	316,02
CDS 17	Itaeté	Abismo Sr. Ireno	Sim	Sim	020024.00953.29.15007	-41,056193	-13,033857	480,94
CDS 18	Itaeté	Gruta Fazenda Natal	Sim	Sim	015695.00704.29.15007	-41,090846	-12,996697	349,13
CDS 19	Iramaia	-x-			-x-	-41,091892	-13,282826	362,7
CDS 20	Iramaia	-x-			-x-	-41,088781	-13,279553	358,19
CDS 21	Iramaia	Gruta 7 Portas	Sim	Sim	020142.00718.29.14307	-41,070311	-13,295159	421,6
CDS 22	Iramaia	Gruta do Bom Jesus (Lapinha)	Sim	Sim	019805.00716.29.14307	-40,979912	-13,321597	641,54
CDS 23	Iramaia	-x-			-x-	-41,110175	-13,433008	520,95
CDS 24	Ituaçu	Lapa da Mangabeira	Sim	Sim	015661.00680.29.17201	-41,313725	-13,839883	524,67
CDS 25	Ituaçu	Lapa do bode	Sim	Sim	015702.00711.29.15007	-41,284919	-13,836241	563,05
CDS 26	Ituaçu	-x-			-x-	-41,318709	-13,840907	551,75
CDS 27	Ituaçu	Gruta do Ico	Sim	Não	-x-	-41,296405	-13,841959	540,95

**ANEXO D – LIVRO “CAVERNAS E CARSTE CARBONÁTICO NA BAHIA”;**



# CAVERNAS E CARSTE CARBONÁTICO NA BAHIA

TARSILA CARVALHO, RICARDO FRAGA, CARLOS  
PURIFICAÇÃO, LEO LINKE E RAPHAEL PARRA

## **Cavernas e Carste Carbonático na Bahia**

TCCE ICBio/Vale No. 02/2020

Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira, Carlos Gleidson Campos da Purificação, Tarsila Carvalho, Léo Linke Ferreira e Raphael Parra

# SUMÁRIO

<b>SOBRE CARSTE E CAVERNAS NA BAHIA</b> .....	<b>3</b>
POR QUE FALAR DE CAVERNAS? .....	3
O CARSTE – DEFINIÇÕES E PROCESSOS .....	4
POR QUE ESTUDAR O CARSTE? .....	7
AS CAVERNAS E O CARSTE NA BAHIA .....	8
A PROPOSTA DESSE LIVRO .....	10
<b>CAPÍTULO 01. PROVÍNCIA CÁRSTICA DO SUPERGRUPO CANUDOS</b> .....	<b>14</b>
CAVERNAS NO AGRESTE BAIANO.....	14
GEOLOGIA DO SUPERGRUPO CANUDOS .....	14
O CARSTE DO SUPERGRUPO CANUDOS .....	16
NOTÍCIAS DO CARSTE DE CANUDOS.....	21
A GRUTA DA FÉ NO NORDESTE BAIANO .....	21
CIMENTO DE PARIPIRANGA .....	22
<b>CAPÍTULO 02. PROVÍNCIA CÁRSTICA DO GRUPO RIO PARDO</b> .....	<b>25</b>
O CARSTE E AS CAVERNAS DO SUL BAIANO .....	25
GEOLOGIA DO GRUPO RIO PARDO .....	25
O CARSTE DO GRUPO RIO PARDO.....	28
NOTÍCIAS DO CARSTE DE RIO PARDO .....	32
TURISMO NA GRUTA DO LAPÃO – DESAFIOS DO PIONEIRISMO NO ESPELEOTURISMO DO SUL BAIANO .....	32
O CACAU, A MATA ATLÂNTICA E AS CAVERNAS .....	36
<b>CAPÍTULO 03. PROVÍNCIA CÁRSTICA DO GRUPO BAMBUÍ</b> .....	<b>39</b>
O CARSTE E AS CAVERNAS DO OESTE.....	39
GEOLOGIA DO GRUPO BAMBUÍ.....	39
O CARSTE DO GRUPO BAMBUÍ.....	42
NOTÍCIAS DO CARSTE DO BAMBUÍ.....	49
A EXPEDIÇÃO DOS HOMENS DAS CAVERNAS .....	49
A SURPREENDENTE FLORESTA DE PEDRA DA SERRA DO RAMALHO .....	51
A GUERRA DA ÁGUA NO OESTE .....	53
<b>CAPÍTULO 04. PROVÍNCIAS CÁRSTICAS CARBONÁTICAS DA CHAPADA DIAMANTINA</b> .....	<b>56</b>
O CARSTE E AS CAVERNAS EM ROCHAS CARBONÁTICAS DA CHAPADA DIAMANTINA.....	56
GEOLOGIA DAS ROCHAS CARBONÁTICAS DA CHAPADA DIAMANTINA.....	56
O CARSTE DA FORMAÇÃO CABOCLO.....	59
O CARSTE DA FORMAÇÃO SALITRE DO GRUPO UNA .....	61
NOTÍCIAS DO CARSTE DO GRUPO UNA.....	70
O BELO MUNDO SUBTERRÂNEO DA CHAPADA DIAMANTINA.....	70
A GRUTA DA MANGABEIRA.....	72
COLAPSOS EM LAPÃO.....	73
O CARSTE DA FORMAÇÃO CAATINGA .....	76
NOTÍCIAS DO CARSTE DA FORMAÇÃO CAATINGA .....	79
MÁRMORE BEGE BAHIA: ORNAMENTAÇÃO E DESTRUIÇÃO.....	79
AS ÁGUAS EM RISCO .....	80
<b>CAPÍTULO 07. CONCLUSÃO</b> .....	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>82</b>

A Bahia é um estado repleto de belezas naturais, desde as suas praias de águas cristalinas até as suas serras e florestas verdejantes. No entanto, existe um mundo escondido dentro desses morros e colinas - um mundo subterrâneo repleto de formações rochosas espetaculares. As cavernas oferecem uma oportunidade única para explorar um ambiente completamente diferente e desconhecido.

Acompanhe-nos, neste livro, em uma jornada para explorar as cavernas da Bahia e descubra por que esses ambientes subterrâneos são tão fascinantes e valiosos.



Entrada da Gruta do Padre, caverna entre Santana e Santa Maria da Vitória. Foto: Ricardo Fraga.

## **SOBRE CARSTE E CAVERNAS NA BAHIA**

### ***Por que falar de cavernas?***

Seja em latim *spelaeum*, grego *spélaion*, ou português, a palavra caverna desperta a curiosidade e faz parte do imaginário popular há muitos e muitos anos. Na verdade, mais do que o imaginário, as cavernas fazem parte da história do desenvolvimento da humanidade e até guardam registros importantes que demonstram a evolução da espécie humana e também de animais ao longo dos milhares de anos.

Quando se procura no dicionário, eis o que se encontra:

### **Caverna**

s. f. (ca-ver-na)

Cavidade natural, de diversas dimensões, aberta em rocha.

Gruta, lapa, toca.

Mas as cavernas vão muito além. Elas fazem parte da memória do planeta Terra. Ajudam geólogos, biólogos, paleontólogos, arqueólogos e muitos outros pesquisadores a narrarem os fatos que se sucederam nessa longa e dinâmica história. O ramo da ciência responsável pelo estudo das cavernas se chama espeleologia (espeleo = caverna; logia = estudo).

Fósseis, ossadas, cerâmicas, pedras, pinturas rupestres, instrumentos, entre outras marcas são exemplos de conhecimentos guardados nas cavernas ao redor do mundo. Até mesmo os elementos químicos e suas proporções na água ou no ar dentro de uma caverna trazem informações sobre o clima e condições ambientais de períodos longínquos. Uma caverna é um mundo dentro do mundo.

Grande parte das cavernas está relacionada aos terrenos das rochas carbonáticas, em ambientes conhecidos como cársticos. Cabe aqui outra definição.

### **Carste**

s. m. (cars-te)

Do eslavo *kras*, um terreno cuja topografia é formada por feições de dissolução (cavernas, dolinas, lapiás) das rochas que o compõem.

O terreno cárstico é um sistema complexo e dinâmico onde água e rocha interagem criando intrincados caminhos, que começam do tamanho de uma cabeça de alfinete até alcançarem dimensões de verdadeiros salões subterrâneos – que, pela definição mais aceita, basta ter tamanho suficiente para a entrada de um ser humano para serem chamados de cavernas. A Fig. 1 traz um modelo de relevo cárstico, onde a água superficial infiltra por buracos na terra, chamados de sumidouros (literalmente onde os cursos de água somem), para formar complexas redes subterrâneas.

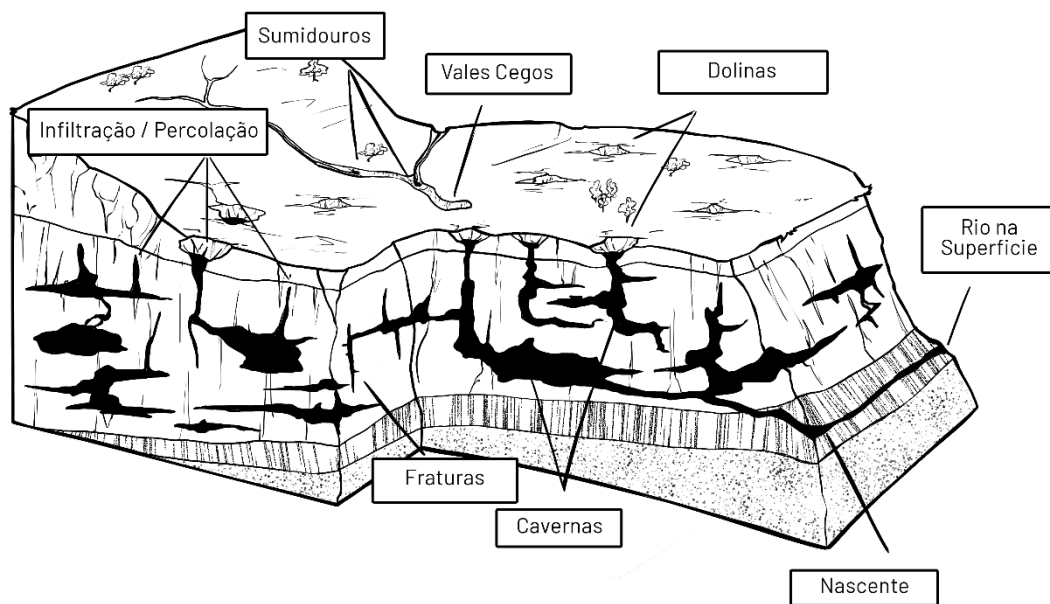


Figura 1. Feições e processos de desenvolvimento do carste. Fonte: autoria do projeto.

### ***O carste – definições e processos***

O termo carste, em sua origem, descreve um terreno árido, pedregoso, de certa forma até desértico. E é mesmo assim que são os terrenos cársticos clássicos na Europa central, na fronteira Eslovênia/Itália, por exemplo, onde o carste começou a ser descrito e diferenciado como um tipo particular de superfície, nos idos do século XIX. Essa região recebe o nome de Kras, em esloveno e Carso, em italiano. Já o termo utilizado na língua alemã é Karst, que, traduzido para o português, fica Carste. Nesta área, ocorrem relevos marcados pela dissolução das rochas, gerando cavernas, dolinas e outras feições. Com o avançar dos estudos e a identificação de ambientes como este ao redor do mundo, o termo ganhou um significado mais amplo, passando a representar terrenos que se desenvolveram por processos de dissolução química de rochas ou sedimentos.

O carste normalmente se forma em áreas de rochas carbonáticas. Carbonatos são rochas sedimentares, compostas principalmente pelo mineral Calcita (carbonato de cálcio,  $\text{CaCO}_3$ ) e/ou pelo mineral Dolomita (carbonato de cálcio e magnésio,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) em diferentes proporções – combinados com outros minerais secundários como anidrita, gesso, siderita, quartzo, argilominerais, pirita, óxidos e sulfatos.

Por sua natureza solúvel, quando entram em contato com águas mais ácidas, essas rochas passam por processos de dissolução. Estes processos resultam no alargamento dos poros da rocha, criando espaços cada vez maiores, que vão se conectando entre si, até formar condutos e salões de cavernas.

Na Bahia, os terrenos cársticos acontecem majoritariamente nas rochas carbonáticas ou então nas metacarbonáticas. Metacarbonatos são rochas metamórficas, ou seja, carbonatos que passaram por processos de transformação sob

altas temperaturas e pressões, a vários quilômetros de profundidade e muito tempo atrás. Neste caso, na Bahia predominam metacarbonatos de baixo a médio grau de metamorfismo, que preservam algumas características importantes da sua rocha sedimentar original e, nesse caso, mantém sua tendência a dissolver.

Entretanto, o carste não se limita a ocorrer em rochas carbonáticas. Há outros materiais e processos que podem acarretar a dissolução de rochas de vários tipos e composições, como arenitos, quartzitos, granitos, gnaisses, granitoides e formações ferríferas. Em resumo, o carste é um tipo de relevo formado pela ação física e, principalmente, química da água em rochas solúveis.

Além da dissolução das rochas, que proporciona a criação de diferentes feições em superfície e subsuperfície, existem outros processos que atuam na construção do carste. A medida em que os vazios vão sendo criados, através da dissolução da rocha, os terrenos acima tendem a ir colapsando, alargando os salões subterrâneos, até que se conectem à superfície. Além disso, nesses vazios, ocorre a precipitação de novos minerais pela mistura química da água que reage com a rocha em dissolução. Esses minerais, muito comuns em cavernas, são chamados de espeleotemas.

Um terreno cárstico pode conter inúmeras formas características da dissolução de rochas: lapiás, dolinas, sumidouros, nascentes, cavernas, cavidades, rios encaixados, rios subterrâneos, torres, pináculos, arcos, entre outras. Pode ser rico em várias delas ao mesmo tempo, ou ser dominado por um só tipo. Pode até mesmo não ter quase nenhuma feição aparente em superfície, mas ter o subsolo completamente moldado pelos processos cársticos.

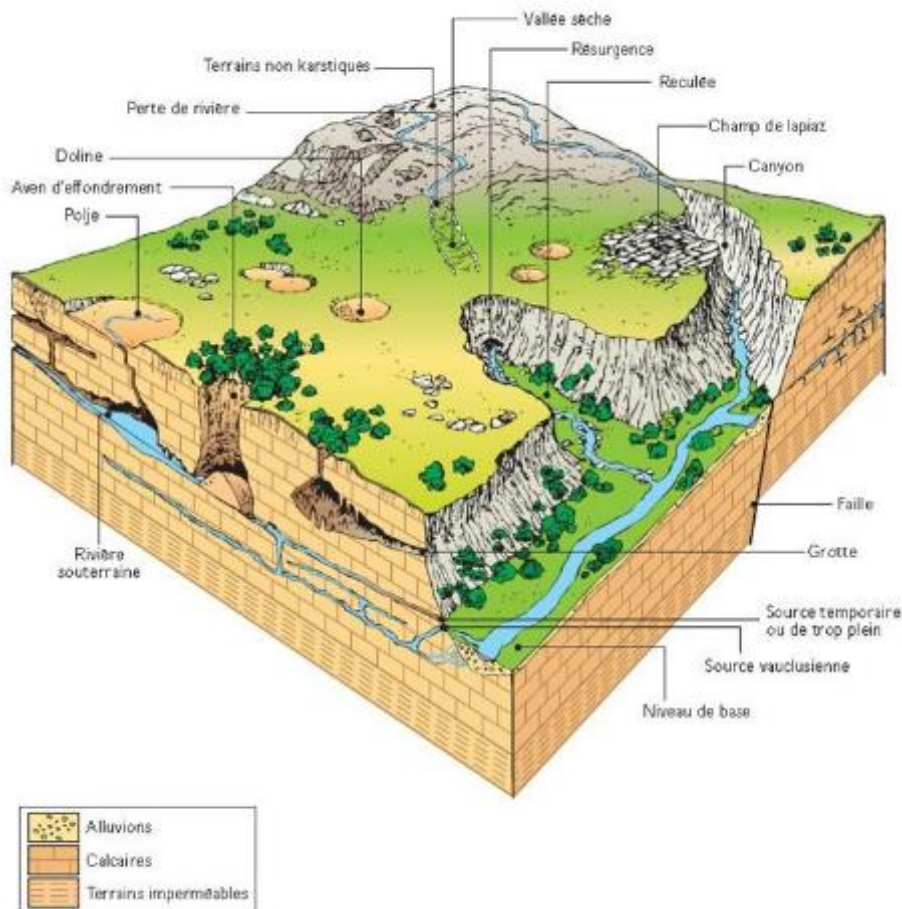


Figura 2. Modelo da paisagem cárstica. Fonte: Guia Técnico Nº 3: Conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos em regiões cársticas (SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 1999).

As cavernas são, provavelmente, as feições cársticas mais conhecidas. Normalmente, elas se formam a partir da dissolução das rochas por um fluxo de água acidificada (pode ser ácido carbônico ou ácido sulfúrico) que vem da superfície do terreno, ou seja, águas vindas das chuvas e dos rios que correm acima das rochas. A essas cavernas, formadas pela ação das águas que vêm do exterior, damos o nome de cavernas epigênicas – em um processo chamado epigênese.

Uma outra possibilidade de se formar cavernas conta com fontes de água que vêm de baixo da terra. Essas cavernas são chamadas de hipogênicas e se originam pela ação de águas acidificadas que sobem de camadas mais profundas ou de águas armazenadas na rocha carbonática, mas que se acidificam ali mesmo (também com ácido carbônico, mas principalmente ácido sulfúrico), sem terem vindo imediatamente da superfície do terreno – esse processo se chama hipogênese.

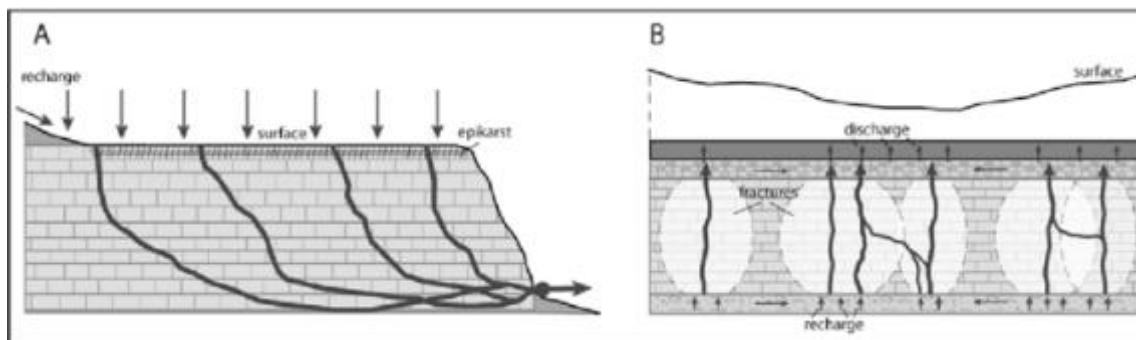


Figura 3. Esquema representativo da formação de cavernas por epigênese (A) ou hipogênese (B). Fonte: Klimchouk, 2009.

Os processos envolvidos na formação do carste são lentos. Uma caverna, por exemplo, pode levar milhões de anos para se formar. Durante esse tempo, muitas coisas podem acontecer, que alteram ou interferem nos processos de diversas maneiras. Assim, existem cavernas de variados tamanhos e formas, por todo o mundo.

Enquanto o carste vai se formando em subsuperfície – alguns mais rasos, outros mais profundos –, outros processos ocorrem em superfície, afetando a forma como o carste se desenvolve e criando feições e formas de relevo. Essa evolução do relevo se mistura à evolução do carste, possibilitando que os terrenos cársticos tenham diferentes formas de apresentação.

Essa é uma forma de classificação do carste, que mostra o quanto aquele terreno foi modificado ao longo do tempo e como as rochas carbonáticas, que carregam as feições do carste, se situam em relação à superfície. Alguns dos tipos evolutivos de carste mais comuns na Bahia são, por exemplo: i) carste denudado, onde os materiais insolúveis, que antes recobriam as rochas carbonáticas, foram completamente removidos; ii) carste subjacente, quando a cobertura do carste é localmente rompida pela erosão e a água estabelece interação direta com o carste; iii) carste aberto, quando a carstificação começa na rocha solúvel já exposta; e iv) carste exumado, quando o carste se encontra exposto em superfície depois de ter sido coberto por sedimentos ou rochas mais jovens que ele.

### ***Por que estudar o carste?***

Embora seja um desafio, estudar o carste é importante pois estes terrenos são altamente vulneráveis. Nos aquíferos granulares convencionais, o lento trajeto da água da superfície até as zonas mais profundas, através dos pequenos poros das rochas, pode remover os contaminantes presentes. Por sua vez, nos aquíferos cársticos, onde a circulação de água é muito acelerada nas redes de condutos subterrâneos, existe um alto risco de contaminação do aquífero por poluentes antrópicos, como o lançamento de esgoto, resíduos industriais, de mineração ou agrotóxicos.

Além disso, os terrenos cársticos são muito susceptíveis ao afundamento, o que pode trazer graves problemas às construções em cidades. Mesmo que sua exploração no Brasil e na Bahia esteja abaixo da média de países europeus ou asiáticos, conhecer as peculiaridades do carste faz parte do planejamento e gestão territorial, ambiental e econômico de uma área. Cada sistema cárstico é único. As particularidades de cada um tornam mais fácil ou mais difícil seu manejo, proteção e remediação em caso de possíveis acidentes. Somente os estudando para se ter um cenário mais objetivo, tanto de riscos quanto de ações a serem tomadas.



Parede de caverna em Utinga/Lajedinho com rocha carbonática estratificada. Foto: Ricardo Fraga.

### ***As cavernas e o carste na Bahia***

A Bahia tem muitas cavernas. Com sua grande extensão territorial e o acesso muitas vezes difícil, muitas não foram descobertas ainda, poucas foram exploradas e menos ainda foram as estudadas em profundidade. As paisagens cársticas da Bahia são belas e diversas, contendo cavernas de relevância internacional, como a Toca da Boa Vista, a maior caverna do hemisfério sul, em Campo Formoso, que alcança surpreendentes 114 km de desenvolvimento.

Esse e outros exemplos de cavernas, bem como demais aspectos do carste baiano, são de relevância significativa para cientistas do mundo todo (geólogos, espeleólogos, paleontólogos, biólogos, arqueólogos). Além disso, são importantes

também para todos aqueles interessados nas aplicações, riscos e implicações, socioeconômicas e políticas do carste como recurso natural.

Em números, a Bahia ocupa, atualmente, o terceiro lugar no ranking de quantidade de cavernas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), com 1694 cadastros até 2020. Dentre as 50 maiores cavidades registradas e mapeadas no Brasil, 29 estão localizadas nas Províncias Espeleológicas da Bahia (Tab. 1). De leste a oeste, de norte a sul, seu território apresenta uma riqueza que não é muito comentada nem muito conhecida pela população em geral: a riqueza espeleológica.

Tabela 1. As maiores cavernas da Bahia e suas posições no ranking brasileiro.

<b>RANKING NACIONAL</b>	<b>NOME</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>PROJEÇÃO HORIZONTAL (M)</b>
1	Toca da Boa Vista	Campo Formoso	114.000
2	Toca da Barriguda	Campo Formoso	35.000
4	Lapa Doce II	Iraquara	16.500
5	Gruta do Padre	Santana/Santa Maria da Vitória	16.400
7	Boqueirão	Carinhanha	15.240
8	Toca dos Ossos	Ourolândia	14.200
10	Gruna da Água Clara	Carinhanha	13.880
11	Gruta da Torrinha	Iraquara	13.070
14	Lapa dos Peixes	Carinhanha	9.320
15	Lapa Doce I	Iraquara	9.300
16	Lapa do Convento	Campo Formoso	9.200
20	Lapa dos Brejões I	Irecê/Morro do Chapéu	8.416
21	Gruna do Enfurnado	Coribe	8.400
25	Sistema Gruta da Pratinha – Gruta Azul	Iraquara	6.830
26	Gruna da Bananeira	Santa Maria da Vitória	6.550
27	Gruna das Três Cobras	Ramalho	5.620
29	Sistema Cão – Talhão	Iraquara	5.610
31	Garganta do Bacupari	São Desidério	5.110

33	Gruta do Impossível	Palmeiras	5.270
34	Gruta Lagoa do Meio	Coribe	4.740
36	Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério	São Desidério	4.710
40	Gruta José Antônio / Fazenda Morais	Iraquara	4.290
41	Gruta do Ioiô	Palmeiras	4.150
43	Gruta do Engrunado	Coribe	3.980
44	Lapa dos Brejões II	Irecê/Morro do Chapéu	3.975
45	Caverna Jatobá	Iuiú	3.950
46	Gruta Cristal	Morro do Chapéu	3.925
47	Gruta do Diva	Seabra	3.900
48	Gruta do Sobrado	São Desidério	3.820

Fonte: Rubioli et al. (2019).

O carste baiano está, em sua maioria, distribuído nos terrenos da Chapada Diamantina e do oeste baiano. Mas também ocorre em locais menos conhecidos, como a região de Canudos, no nordeste do estado, ou na região de Pau Brasil, no sul da Bahia.

Muitas questões relevantes surgem quando se trata do carste na Bahia. Há problemas de afundamento de terrenos, que chamam atenção em lugares como os municípios de Irecê e Lapão, no centro-norte da Chapada Diamantina, devido ao rebaixamento do nível freático ocasionado pelo alto volume de bombeamento da água subterrânea do aquífero cárstico ali existente. Ocorrem inclusive históricos conflitos relacionados ao uso de água, como no município de Iraquara, também na Chapada Diamantina, e na região oeste, no município de Correntina. Esses são alguns exemplos de áreas onde a agricultura sobre os terrenos cársticos é intensa a ponto de causar esses desequilíbrios.

Além do potencial econômico no setor de agricultura, o turismo no carste baiano é, cada vez, mais forte. Há os pontos tradicionais, como a Gruta Nossa Senhora da Soledade em Bom Jesus da Lapa com suas romarias anuais, ou a Gruta da Pratinha em Iraquara, que recebe milhares de turistas na alta estação. Outros municípios, como São Desidério, no oeste, e Paripiranga e Curaçá, no nordeste baiano, voltaram esforços para atrair turistas para suas cavernas, grutas e poços em tempos recentes.

Entretanto, a importância desses terrenos e suas cavernas passa quase despercebida pela maioria da população. Exceto quando um acidente geológico acontece, poucas são as vezes que cavernas e carste chegam aos noticiários locais.

### ***A proposta desse livro***

Em via de regra, o carste é composto de terrenos ao mesmo tempo importantes economicamente e vulneráveis à contaminação e a instabilidades geotécnicas consideráveis. A difusão do conhecimento sobre as cavernas e carste na Bahia é o primeiro passo no processo de conscientização e criação de mecanismos para evitar maiores perdas e degradações ambientais.

O objetivo desse livro é reunir e apresentar o conhecimento disponível sobre as cavernas e os terrenos cársticos no estado da Bahia, sempre evidenciando a importância e singularidade deles para as realidades geológica, espeleológica e, até mesmo, econômica baianas.

Esse texto é voltado não só para estudantes das áreas afins, mas também almeja ser útil aos gestores públicos, bem como empreendedores de atividade minerária, agropecuária, turística ou outro tipo de atividade que possa impactar direta ou indiretamente os terrenos cársticos. Espera-se, assim, contribuir com a gestão, proteção ou mesmo com a exploração mais responsável e racional destas áreas.

Nos capítulos a seguir, serão abordados diversos aspectos pertinentes ao carste baiano: sua distribuição geográfica, natureza geológica, principais cavernas e feições conhecidas, características do relevo e dos aquíferos, bem como dos diversos usos do solo nestas áreas.



Um senhor, sertanejo local, atuando como guia em caverna na região de Curaçá-BA. Foto Ricardo Fraga.

## BIBLIOGRAFIA:

CANIE (2022); CECAV (2021); Cvijic (1893); Ford and Williams (2007); Jansen et al. (2012); Rubiolli et al. (2019); SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 1999.



O carste no agreste, Curaçá-BA. Foto: Ricardo Fraga.

### ***Cavernas no agreste baiano***

A região de Canudos possui outras histórias além daquelas marcadas pela guerra e encobertas pelas águas do açude. A Província Cárstica do Supergrupo Canudos guarda uma parcela importante dessa história geológica, hoje contada através das diversas feições que podem ser observadas ao se caminhar por esse terreno.

Embora ainda não completamente explorada, sabe-se que essa região é caracterizada por um alto potencial espeleológico, com prováveis novas cavernas ainda por serem descobertas e estudadas. Em números, no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) existem 103 registros de cavidades na região e a cada expedição de campo, há novos encontros.

Ocupando o território de 12 municípios baianos, entre eles Canudos, Euclides da Cunha, Curaçá, Uauá, Paripiranga, Rio Real e Crisópolis, alguns dos principais registros do Supergrupo Canudos são as serras que marcam o relevo ao longo da área, a exemplo da Serra do Icó, Serra da Borracha e Serra do Jerônimo.

### ***Geologia do Supergrupo Canudos***

O carste do Supergrupo Canudos se desenvolve em rochas sedimentares carbonáticas formadas cerca de 1 bilhão de anos atrás, na Era Neoproterozoica, depositadas em um mar que existia onde atualmente é sertão, na borda do imponente Cráton do São Francisco.

As rochas se dividem em dois grupos, Grupo Estância e Grupo Vaza-Barris (Fig. 4). O primeiro está sobre o Cráton do São Francisco, enquanto o segundo está situado em um conjunto de rochas denominado Faixa de Dobramentos Sergipana. Em ambos, os então sedimentos foram submetidos ao aumento de temperatura e pressão, em um momento de colisão de continentes que ocorreu há cerca de 540 milhões de anos – chamado Ciclo Brasileiro, e resultou na formação de um Supercontinente chamado Gondwana.

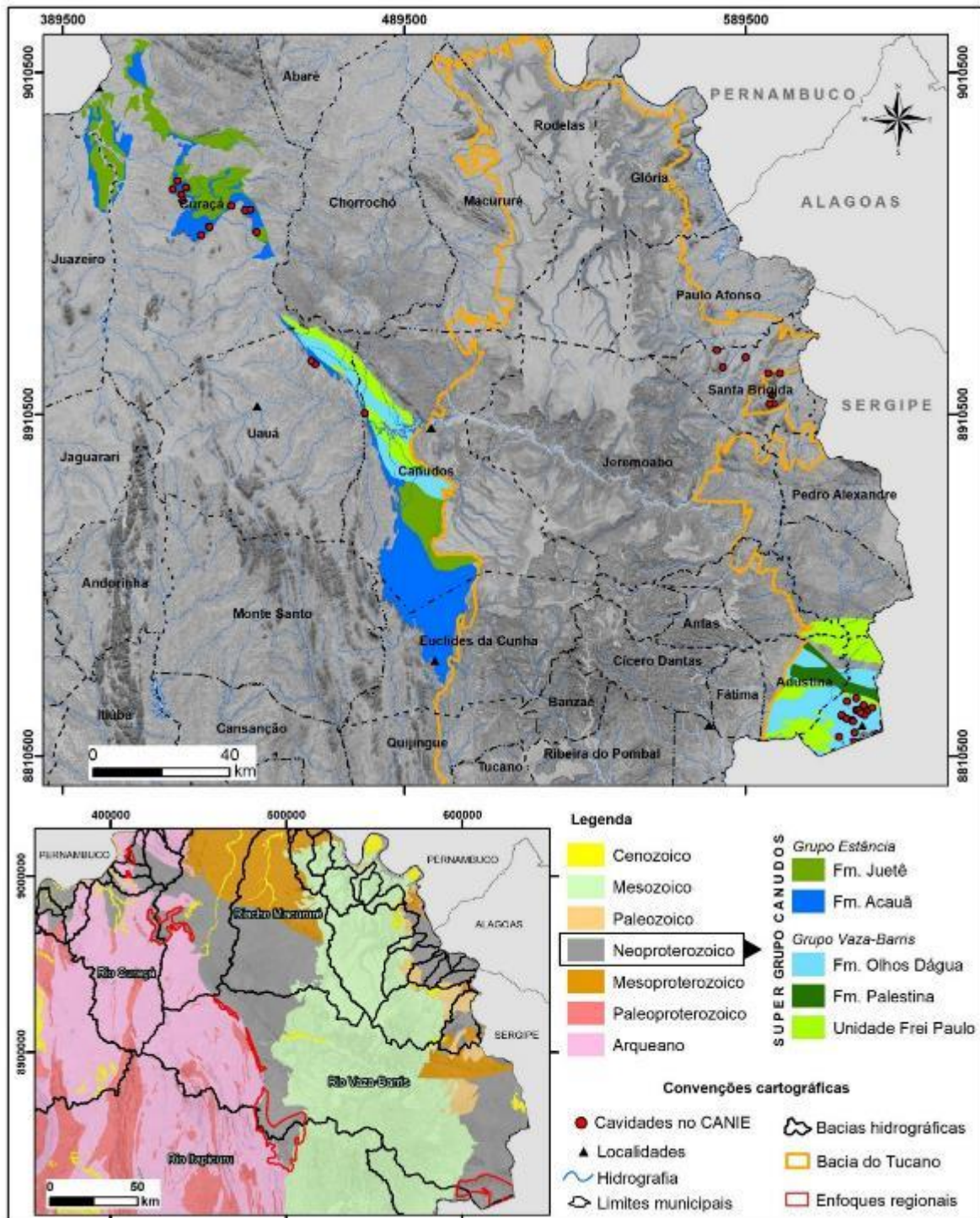


Figura 4. Mapa da Geologia da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos.

No Grupo Estância, a Formação Acauã contém rochas como dolomitos (rochas carbonáticas ricas em magnésio) que se formaram sobre depósitos glaciais, ritmitos de calcário e dolomito e de calcário e folhelho. Os ritmitos são rochas que apresentam uma

alternância rítmica de camadas. Em algumas partes ocorrem também níveis de estromatólitos, que são “rochas-fósseis”, registros de atividades de colônias de microorganismos marinhos.

A representante carbonática do Grupo Vaza-Barris é a Formação Olhos D'Água, que consiste em camadas de calcários de teor orgânico crescente da base para o topo, e outras rochas como clorita-xistos-verdes com conteúdo calcífero e silte-filitos. Em outra parte, a Olhos D'Água possui dolomito, calcário intercalado com pelito, calcário laminado e calcário maciço rico em matéria orgânica.

O Grupo Estância é observado preservado nas serras de Curaçá até Euclides da Cunha, que foram formadas durante a colisão de continentes citada. O Grupo Vaza-Barris predomina na região de Paripiranga, tendo sido afetado de uma forma diferente do Grupo Estância durante a colisão, o que ocasionou um comportamento estrutural diferente entre os dois grupos.

Depois da colisão no Ciclo Brasileiro, essas rochas permaneceram estáveis por um longo período. Somente com a abertura do Oceano Atlântico, quando América do Sul e África se separaram, elas foram afetadas novamente. Esse evento gerou a abertura das bacias sedimentares do Recôncavo-Tucano-Jatobá, que separa as rochas do Grupo Estância e do Vaza Barris em dois segmentos, um nas redondezas de Paripiranga e o outro de Euclides da Cunha a Curaçá. Nas proximidades de Euclides da Cunha, evidências apontam que os terrenos cársticos foram soterrados pelos sedimentos gerados no processo de abertura da bacia Tucano, chamados de fases pré-rifte e rifte.

A diferença na forma como os dois grupos foram afetados durante a colisão determina o modo como as suas rochas se apresentam e comportam no presente. Inclusive, influenciam no desenvolvimento do carste e na formação de feições de dissolução como as cavernas.

### ***O carste do Supergrupo Canudos***

Entre as cidades de Curaçá e Euclides da Cunha as rochas formação Acauã, do Grupo Estância, formam o carste local, normalmente distribuídas nos topos das serras. São mármore de granulação grossa e cores claras, que se apresentam deformados, com dobras e falhas. Os mármore repousam sobre rochas chamadas xistos, que aparecem também nas vertentes das serras. As cavidades encontradas na formação Acauã possuem, normalmente, desenvolvimento horizontal.

Às margens do rio São Francisco, em Curaçá, o relevo é dissecado, com morros e serras mais suaves e baixos que o restante da área. Esses terrenos carstificados são caracterizados como carste denudado e aberto. A Serra do Icó é um exemplar de serra suave e baixa, de mármore com calcita e dolomita, de cor acinzentada. Essa área, até recentemente, não possuía cavidades no cadastro nacional. Entretanto, durante as

atividades de campo do projeto que embasou este livro, foram encontradas duas cavidades e obtidos, de nativos, relatos de mais cavernas, o que confirma o alto potencial espeleológico indicado.



Serra do Icó, Curaçá-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Ainda em Curaçá, mas na serra da Gruta, entre os povoados de Patamuté e Cana Brava as rochas apresentam dobras de grande porte, como pode ser observado no interior da Gruta de Patamuté. Na Serra da Gruta, os mármore possuem calcita e dolomita, com cores variando entre bege, rosa e cinza. Esta serra se prolonga nas direções nordeste e sudeste, onde é chamada de Serra da Borracha. Ocorre ainda a serra da Canabrava, de mármore branco acinzentado, com calcita, que tem seu topo coberto por tufas calcárias e algumas cavidades. Estas três serras representam a área com maior densidade de cavernas encontradas na formação Acauã.

Em Uauá, na bacia do rio Vaza Barris, os mármore se destacam no topo da Serra do Jerônimo, que é mais proeminente do que as serras de Curaçá, formando um relevo do tipo *hogback*. Essas rochas são calcários e dolomitos de cores variando entre brancos, cinzas e avermelhados. O relevo se torna mais suave na Serra do Coiquí, em Canudos, que é formada por mármore com dolomita, de cor variando entre branco e cinza.



Hogback na serra do Jerônimo, Uauá-BA. Foto: Ricardo Fraga.

A Serra do Jerônimo é mais elevada, mais acentuada no relevo e possui cavidades maiores que a Serra do Coiquí. Em alguns locais é possível observar estruturas primárias preservadas, ou seja, estruturas formadas no momento de deposição dos sedimentos formadores das rochas. Apesar das diferenças entre as serras, a carstificação em ambas evidenciam a ocorrência de processos hipogênicos, ou seja, formada por fluidos ácidos que ascenderam do interior da Terra, e não pela água que infiltra pela superfície.

Na Gruta do Jerônimo 1 e na Toca Maior do Salitre do Caipã são observadas feições e formas características de espeleogênese hipogênica, como *scallops* simétricos, cúpulas, *pendants* e *stockwork*. Em alguns locais, feições epigênicas (formadas pela ação da água que infiltra da superfície) se sobrepõem, encobrendo as feições hipogênicas. O carste nessa região é classificado como aberto, mas as características hipogênicas evidenciam uma fase de evolução em um ambiente mais profundo da crosta terrestre.

Nos arredores de Euclides da Cunha, ao sul, os terrenos cársticos se dividem em dois relevos. A leste, ocorre um planalto cárstico encoberto por uma camada argilosa, e as feições cársticas que ocorrem são dolinas de subsidência, ondulando suavemente a superfície. Ocorrem algumas pequenas cavidades, com até 100 m de desenvolvimento. Já a oeste, o relevo é marcado por uma sequência de hogbacks, ou cristas, alinhados na direção noroeste/sudeste, onde não se tem registro oficial de cavidades até o momento. Apesar disso, os moradores dos povoados locais relatam a ocorrência de cavernas, algumas delas aparecem na superfície depois de processos de subsidência.



Planalto com carste encoberto em Euclides da Cunha-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Os terrenos cársticos dessa área são do tipo encoberto, em processo de exumação, como se estivessem sendo desenterrados pela ação da erosão, principalmente das águas que drenam a bacia do rio Vermelho.

Próximo ao município de Paripiranga, a sudeste da área, e separado dos mármores Acauã pela bacia do Tucano, o carste se desenvolve nas rochas da formação Olhos D'água, do Grupo Vaza Barris. São calcários menos metamorfizados que os carbonatos da formação Acauã, de granulação fina e cores escuras, constituídos de calcita.

O terreno cárstico é bem mais acidentado que seu correspondente a oeste, com morros e colinas, platôs e rampas de colúvio. Nas rampas, ocorrem depósitos de tufas calcárias, próximos ao rio Vaza Barris, com presença de cavidades. No planalto, o carste é classificado como aberto e denudado. E nos morros e colinas, como exumado.



Relevo cárstico em Paripiranga-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Essas rochas possuem mais cavernas registradas no CANIE do que os mármore Acauã. E, em geral, essas cavernas possuem desenvolvimento preferencialmente vertical, com mais de 70° de inclinação, formando abismos.

A Gruta do Bom Pastor, uma das maiores da área, aflora em um morro de estrutura homoclinal, cortado por falhas e fraturas preenchidas por sílica, no compartimento dos morros e colinas. Já a caverna da Salamanta, de padrão espongiforme, é uma das que aparecem entre as tufas calcárias.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE:

<b>CAVIDADES</b>	<b>Nº DE REGISTRO</b>
Gruta de Patamuté	015863.00804.29.09901
Gruta do Jerônimo 1	019810.00002.29.32002
Toca Maior do Salitre do Caipã	019836.00001.29.06824
Gruta do Bom Pastor	015895.00822.29.23803
Caverna da Salamanta	015918.00831.29.23803

## ***Notícias do carste de Canudos***

### ***A gruta da fé no nordeste baiano***

A Gruta de Patamuté, um distrito do município de Curaçá, é uma das cavernas da Bahia que possui associação com a tradição religiosa. Hoje chamada de Santuário Popular do Sagrado Coração de Jesus, a gruta recebe milhares de visitantes todos os anos, especialmente no período de romaria – entre 29 de outubro e 1º de novembro.



Altar no interior da Gruta de Patamuté. Foto: Ricardo Fraga.

A história conta que, em 1902, um vaqueiro encontrou a caverna enquanto caçava uma onça que vinha atacando o gado. Ao entrar na gruta, ele avistou uma forte luz, e dentro dessa luz brilhava o Sagrado Coração de Jesus. Cerca de três anos depois teve início a devoção.

A estrutura da gruta é um incentivo de fé e contemplação da natureza, onde, no período de romaria, os fiéis assistem apresentações culturais, fazem procissão de velas e celebram missas. Observa-se que a cada ano o número de romeiros aumenta, com pessoas de vários lugares do Brasil. Também aumenta a infraestrutura, mesmo que simples, preparada para receber os visitantes – um pequeno comércio, locais de descanso, banheiros etc.

O crescimento desse evento chama atenção ao fator de proteção da caverna. Medidas de manejo espeleológico, com aplicação das boas práticas de uso de cavernas, são importantes inclusive para a preservação (e expansão) da tradição.

### ***Cimento de Paripiranga***

Desde 2013 o município de Paripiranga virou destaque quando foi escolhido para sediar uma nova fábrica de cimento, com previsão de capacidade de produção de até 40% da demanda do estado – cerca de 2 milhões de toneladas de cimento Portland por ano. Além do altíssimo investimento e da consequente geração de centenas de empregos, diretos e indiretos, a instalação da fábrica promoveu a descoberta e registro de novas cavidades no município.

Os estudos necessários ao licenciamento ambiental envolvem trabalhos extensivos e sistemáticos de prospecção, mapeamento e cadastro de cavidades. Por essa razão, Paripiranga figura entre os primeiros colocados em número de cavernas registradas no CANIE na Bahia.

Devido à conjuntura econômica e ao processo de obtenção de licenças junto ao INEMA e à Agência Nacional de Mineração (ANM), o empreendimento está, até o momento, paralisado. Em 2018 estava em andamento o “termo de compromisso para compensação ambiental” que depois de assinado garantiria a liberação da “Licença de Implantação - LI”. Após a LI liberada, é necessário dar entrada na “Portaria de Lavra” junto à Agência Nacional de Mineração – ANM, para então, dar início às obras.

Entretanto, é preciso chamar atenção ao fato de que, para além dos terrenos cársticos carbonáticos de Paripiranga representarem grandes reservas de calcário a serem exploradas, constituem, também, áreas com um enorme potencial espeleológico – constatado nas prospecções realizadas nos últimos anos.

Sendo, assim, é necessário que haja uma atenção especial para essa região, garantindo a proteção de cavernas e das paisagens cársticas, por exemplo, através da implantação de Unidades de Conservação.



Interior de caverna em Paripiranga-BA, com espeleotema do tipo cortina. Foto: Ricardo Fraga.

#### BIBLIOGRAFIA:

Auler et al. (2001); Gomes (2013); Portal Paripiranguense (2018); Karmann e Sánchez (1979); Klimchouk (2015); Oliveira et al. (2010, 2017); Santana et al. (2009a); Santana et al. (2009b); Sial et al. (2016); Uhlein et al. (2011).



O relevo cárstico e a devastação da Mata Atlântica no Sul baiano. Foto: Ricardo Fraga.

## **Capítulo 02. Província Cárstica do Grupo Rio Pardo**

### ***O carste e as cavernas do sul baiano***

Em meio ao Corredor Central de Biodiversidade da Mata Atlântica, área prioritária para conservação, no sul da Bahia, se encontra o carste do Grupo Rio Pardo. Essa área, também considerada Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, pela UNESCO, foi, durante muitos anos, uma das porções menos degradadas da floresta, especialmente em associação às lavouras de cacau. Algumas das cavernas e afloramentos cársticos ficam inseridos na Reserva Indígena Caramuru-Paraguaçu, dos índios Pataxó Hãhãhãe, entre Camacã e Pau-Brasil.

Com suas serras e feições variadas, essa província cárstica possui ainda poucas cavidades cadastradas (17 registros no CANIE), mas bastam alguns dias de campo para se perceber que há muita informação a ser colhida das rochas e do relevo local, inclusive novas cavernas a se encontrar. O alto potencial espeleológico dessa província se reflete também na riqueza de espécies de animais troglófilos e troglomórficos existentes, alguns dos quais endêmicos.

O Grupo Rio Pardo aflora ao longo das bacias hidrográficas dos rios Pardo, Una e Jequitinhonha, em partes dos municípios de Camacã, Pau Brasil, Mascote, Itapebi, Portiraguá e Santa Luzia. Em sua extensão, ocorrem diferentes litologias carbonáticas, o que é um dos destaques do carste local: carbonato maciço, rochas laminadas e estratificadas, conglomerados e brechas carbonáticas.

As cavidades conhecidas e o carste que as engloba, por si só, contam a rica história da evolução do terreno sudeste do Cráton do São Francisco, contribuindo para o conhecimento desse tão importante quebra-cabeça geológico.

### ***Geologia do Grupo Rio Pardo***

O carste do Grupo Rio Pardo é disposto de maneira descontínua, acompanhando a ocorrência das rochas carbonáticas do grupo, que se intercalam com rochas siliciclásticas, dando um aspecto peculiar a esse carste (Fig. 5). As rochas que o formam fazem parte da Bacia Metassedimentar do Rio Pardo, com cerca de 1 bilhão de anos de idade, da Era Neoproterozoica.

Como visto na Província Cárstica do Supergrupo Canudos, tais rochas são características de ambiente marinho – dessa vez um mar localizado na borda sudeste do núcleo continental da época, o Cráton do São Francisco. Assim, para chegar ao estado atual, os sedimentos do Grupo Rio Pardo foram compactados, deformados e deslocados por diversos processos, tendo como principal a orogênese Brasileira – a colisão de placas tectônicas que originou parte do supercontinente Gondwana, por volta de 540 milhões de anos atrás.

Esse importante evento deu às rochas do Grupo Rio Pardo duas configurações distintas, uma porção à sudeste, mais deformada, englobada na Faixa de Dobramentos Araçuaí e uma porção à nordeste, sobre o Cráton do São Francisco, com deformações superficiais – é a bacia de ante-país da Faixa Araçuaí. A falha reversa Rio Pardo-Água Preta separa essas duas sub-bacias do Grupo Rio Pardo.

O Grupo Rio Pardo possui a seguinte sequência estratigráfica, da base para o topo:

Formação Panelinha – composta de conglomerados, brechas, grauvaca e arcósio. Diamictitos com clastos granulíticos e vulcânicos, de origem provavelmente glacial;

Sub-grupo Itaimbé – unidades intermediárias do Grupo, de Norte para Sul:

Fm. Camacã – pelito, siltito e rochas carbonáticas;

Fm. Água Preta – filito, arenito, siltito, folhelho e rochas carbonáticas;

Fm. Serra do Paraíso – rochas carbonáticas (estromatólitos localmente) e quartzito;

Fm. Santa Maria Eterna – quartzito, conglomerado e rochas carbonáticas intercaladas com estruturas do tipo tepee;

Turbiditos – grauvaca, siltito, arenito e conglomerado da Fm. Salobro sobrepõem a Fm. Camacã em discordância, e possuem contato ectônico com a Fm. Água Preta;

Formação Salobro – conglomerado polimíticos, grauvaca e arenito.

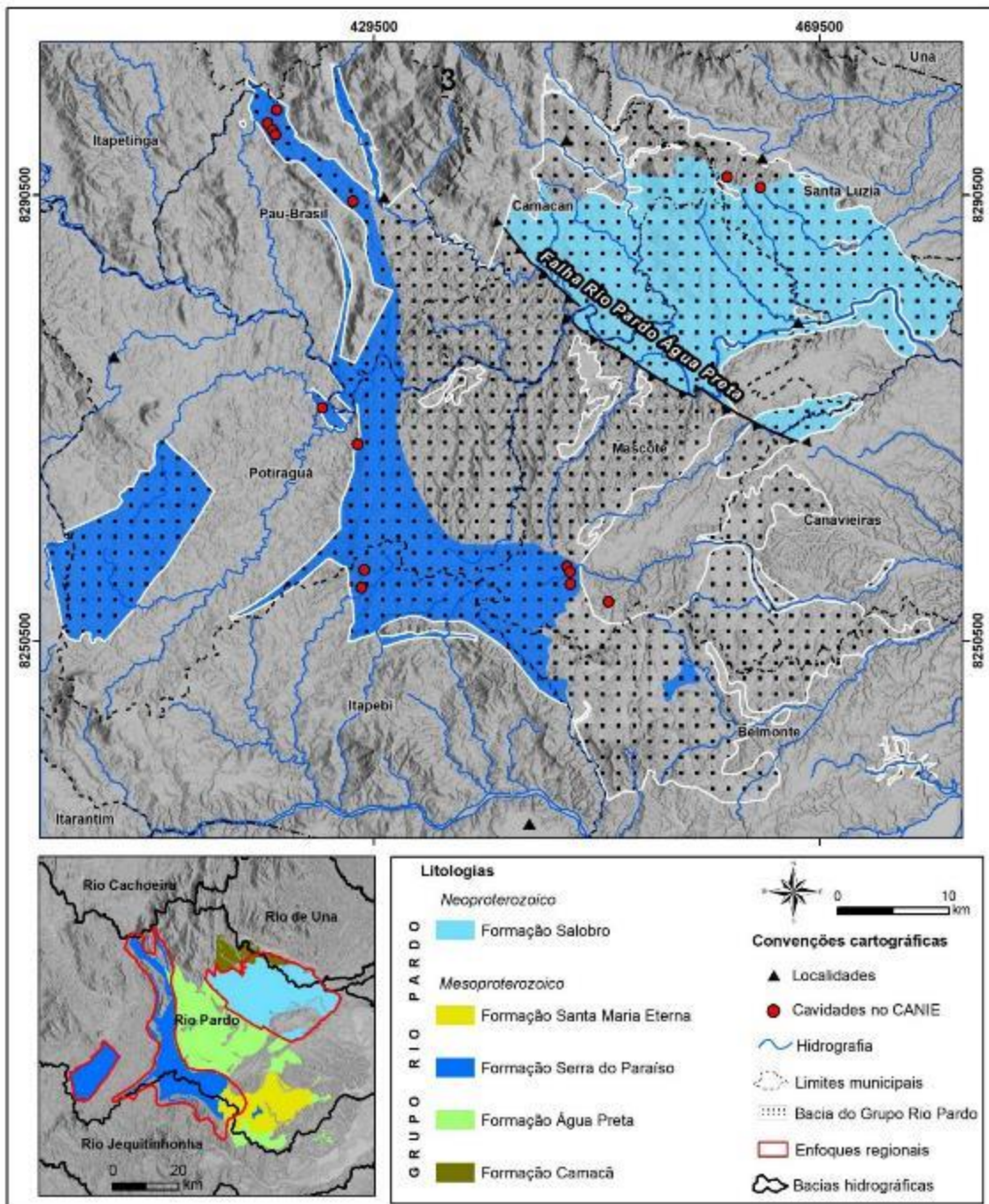


Figura 5. Mapa da Geologia da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Rio Pardo.

Os terrenos cársticos da área se concentram nas formações Serra do Paraíso e Salobro. A Formação Serra do Paraíso, que aflora no oeste e sul da bacia, apresenta variações nas rochas ao longo de sua extensão, tanto em espessura quanto em composição. Ao norte do município de Pau Brasil consiste em metadolomitos e metadolomitos calcários, com estruturas do tipo *tepee* próximas à base, o que indica exposição subaérea. Entre Pau Brasil e a calha do rio Pardo contém metacalcários micáceos, metassiltitos e filitos. Já entre Serra do Paraíso e Gurupá Mirim é formada majoritariamente por metarriltitos de areia-carbonato, metacalcário e metarenitos. Há ainda uma porção, que aflora na BR-

101, com calco-xistos na base, que se alternam para metacalcários, metadolomitos e quartzitos.

A Formação Salobro, que ocorre na porção nordeste da bacia, consiste em camadas de metarenitos imaturos, grauvacas, metarcóseos, metassiltitos, folhelhos e metaconglomerados ritmicamente interestratificados. Possui espessura aproximada de 5.000 m, e se encontra nos altos relevos nas serras de Chororão, Rochedo, Pacuípe e Lapão.

### ***O carste do Grupo Rio Pardo***

O carste na parte oeste do município de Potiraguá, desenvolvido nas rochas da Formação Serra do Paraíso, ocorre de forma isolada do restante das rochas do Grupo Rio Pardo. É um corpo rochoso de relevo dissecado e baixas altitudes, com cerca de 40 km<sup>2</sup>. A superfície é suavemente plana, com pequenos morros, de vertentes suaves. Em alguns topos de vertentes ocorrem torres calcárias. Esse terreno cárstico é classificado como aberto, mas é evidente que sua evolução se deu em um ambiente de maior profundidade que o atual.

O aspecto da rocha nessa área é bastante peculiar, pois se trata de uma brecha carbonática hidrotermal – uma miscelânea de fragmentos de rocha carbonática, angulosos, de formas e tamanhos variados. Esse tipo de rocha se forma pela ação de fluidos hidrotermais que podem subir de partes mais profundas da crosta, usando falhas e fraturas como condutos, quando há movimentação na crosta. Nesse caso, essa movimentação se refere ao evento orogénico Araçuaí.



Brecha carbonática em parede de cavidade encontrada em Potiraguá-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Não há registros de cavidades no CANIE para essa área, mas em campo foram encontradas duas cavernas, situadas na borda de uma ampla depressão, localmente conhecidas como grutas do Abelhão e do Urubu. Nessas grutas, desenvolvidas em padrão ramiforme, são observadas feições que evidenciam a formação hipogênica das mesmas, como cúpulas e pendants no teto e, de maneira mais localizada, scallops decimétricos e simétricos.

Mais a leste dessa área, entre Potiraguá, Pau-Brasil, Itapebi e Mascote, os terrenos cársticos se apresentam em relevo serrano, com 15 cavernas registradas no CANIE. Há grande variedade de rochas carbonáticas nessa região, o que as torna bastante complexas de se estudar.

Na caverna Pedra da Gruta, em Potiraguá, ocorre uma rocha carbonática laminada, muito dobrada, com níveis de espessuras e cores variadas, de branco avermelhado à cinza escuro. Os níveis brancos têm composição calcítica, sendo mais suscetíveis à dissolução. Os níveis cinza são mais silicosos e resistentes, ficando salientes nas paredes da cavidade. Moradores locais relatam que essa caverna era muito utilizada para cerimônias religiosas, por isso tem um altar religioso na sua entrada até hoje.



Aspecto da rocha carbonática na caverna Pedra da Gruta, Potiraguá-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Em Pau-Brasil, por exemplo, observa-se uma rocha branca, de granulação fina e composição calcítica, intercalada com camadas arenosas. Essas rochas podem ser encontradas nas Grutas Milagrosa e da Califórnia e na Toca dos Morcegos. Todas essas cavidades ficam dentro do território indígena Caramuru-Catarina Paraguaçu, fato que

lhes dá um valor cultural enorme. Essas cavidades possuem feições que evidenciam origem hipogênicas, como cúpulas e pendants. Em contraste, em Pau-Brasil ocorre, também, uma rocha carbonática preta, laminada, cortada por veios de quartzo, como visto na Gruta da Pedra Suspensa.



Gruta da Milagrosa, no território indígena Caramuru-Catarina Paraguaçu. Foto: Ricardo Fraga.

No sudoeste do município de Mascote, na Gruta de São Gotardo, situada no topo de um morro, a rocha carbonática é cinza clara, maciça e recristalizada. Em alguns locais, nas paredes internas, ocorrem concreções escuras de Manganês, bastante deformadas, com dobras variadas. Na Gruta da Igrejinha, a rocha é similar, porém sem as concreções escuras. E na Gruta da Gruta, a rocha é cinza, de média a escura, laminada, com níveis brancos a cinza, em laminação plano paralela. Essa cavidade ocorre na base de um morro, com diversas ressurgências cársticas nos seus arredores.

O relevo nessa área é de morros e serras de topos convexos, com uma borda de patamar cárstico próximo ao rio Pardo. Ali também se concentram dolinas alinhadas.

No extremo leste dessa área, entre o norte de Mascote, Camacã e Santa Luzia, o carste se desenvolve nos conglomerados polimíticos e dolomíticos, rochas da formação Salobro. Chamamos de conglomerados polimíticos rochas sedimentares formadas pelo acúmulo de blocos de diversos tipos de rochas e minerais. O terreno apresenta um relevo movimentado, com morros de topos aguçados, cristas simétricas e vertentes íngremes, denotando o controle estrutural local.

Em Santa Luzia, situadas em topos de morros, ocorrem as duas cavidades registradas para essa área. As cavernas se desenvolvem majoritariamente em conglomerado

polimítico, de clastos angulosos a sub arredondados, matriz calcítica arenosa. Na Serra do Lapão está a maior caverna conhecida em toda a Província do Rio Pardo, a Gruta do Lapão de Santa Luzia.



Aspecto do conglomerado polimítico na parede da Gruta do Lapão. Foto: Ricardo Fraga.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE:

CAVIDADES	Nº DE REGISTRO
Gruta Milagrosa	015835.00786.29.23902
Toca dos Morcegos	015837.00788.29.23902
Gruta da Califórnia	015836.00787.29.23902
Gruta da Pedra Suspensa	015838.00789.29.23902
Pedra da Gruta	015841.00791.29.25402
São Gotardo	015868.00807.29.20908
Igrejinha (ou Deusdete)	015869.00808.29.20908
Gruna da Gruta	015871.00810.29.20908
Gruta do Lapão de Santa Luzia	015875.00811.29.28059

## ***Notícias do carste de Rio Pardo***

### ***Turismo na Gruta do Lapão – desafios do pioneirismo no espeleoturismo do Sul baiano***

Em Santa Luzia, na região Sul da Bahia – onde os turistas estão acostumados a visitar as praias e desfrutar de iguarias do cacau – existe um projeto turístico promissor, embora desafiador: a Eco-Fazenda Gruta do Lapão.

Apesar das dificuldades encontradas por seu fundador e entusiasta, o proprietário Max do Carmo, a Gruta do Lapão vem recebendo cada vez mais visitantes interessados em entrar em contato com a natureza através da caverna e do ambiente em seu entorno.

Com três salões e extensão horizontal de aproximadamente 900 metros, é possível visitar a Gruta do Lapão em três tipos de trilhas conforme o grau de aventura desejado. A trilha “Leve” consiste em uma visita interpretativa e contemplativa, de 120 m, na Galeria da Catedral, o primeiro salão da gruta. A trilha “Radical” realiza a travessia da gruta da Galeria da Catedral à Galeria da Claraboia, na saída. E a terceira opção “Radical Adrenalina”, que inicia com um rapel descendo pela claraboia do último salão e atravessa a gruta no sentido inverso.



Aspecto geral da serra onde a Gruta do Lapão está instalada, com vegetação da Mata Atlântica em volta. Foto: Max do Carmo.



Entrada da Gruta do Lapão, no salão Catedral. Foto: Ricardo Fraga.



Rapel na Gruta do Lapão, subindo pelo salão da Claraboia. Foto: Ecomotion/Pro 2013, cedida por Max do Carmo.

Além da gruta, há uma trilha externa, que transita por diversos abrigos e mirantes naturais, em meio a remanescentes da Mata Atlântica em área de reserva. A Eco-

Fazenda Gruta do Lapão está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) do Lapão, Unidade de Conservação criada pela Lei Municipal nº201/2001. Além disso, está em processo de criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – que é uma unidade de conservação privada, de uso sustentável e com objetivo de conservação da biodiversidade. Também já é registrada no Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais (CEFIR), necessário à regulamentação ambiental. Falta agora captar os recursos necessários para promover um Plano de Manejo e obter o licenciamento necessário junto aos órgãos ambientais.

Em um trabalho de formiguinha, do Carmo está há cerca de 15 anos investindo nesse projeto. Fundou uma associação para conscientizar e unir a comunidade em prol do desenvolvimento sustentável, tendo o eco-turismo como uma das alternativas de geração de renda, criou a APA do Lapão, construiu uma ponte, abriu estradas e fez elevados em pontos de alagamento nas estradas vicinais, instalou duas cabanas em propriedades a caminho da Gruta do Lapão para dar apoio aos trilheiros, entre outras ações.

Entretanto não obteve boa adesão dos moradores locais, enfrentando muitas dificuldades para convencê-los de que as novas infraestruturas eram necessárias e urgentes para atrair turistas ao local. Até mesmo os gestores públicos negligenciam investimentos no setor, principalmente na manutenção das estradas. O acesso continua sendo um dos maiores problemas enfrentados por do Carmo.

Outro grande desafio é conseguir recursos suficientes para investir em todas as etapas do projeto: organizar o receptivo turístico com painéis educativos, expor uma maquete da gruta e suas adjacências, adaptar o acesso da área de camping e banheiros a cadeirantes, montar um restaurante a base de produtos orgânicos e locais, construir uma piscina rústica com água corrente etc.

Enquanto isso, a Eco-fazenda já opera recepcionando grupos excursionistas, campistas, grupos para Educação Ambiental, aventureiros radicais e pessoas que desejam o simples contato com a natureza, com acomodações disponíveis no local. Além disso, foram feitas pequenas, mas importantes, intervenções de acessibilidade e segurança na gruta, como parabolts, chapeletas e cordas. Também são fornecidos equipamentos de proteção individual necessários à prática do espeleoturismo, como capacete com lanterna, corda de segurança, luvas, mosquetões e cadeirinha.

As ações de Max do Carmo, junto ao Grupo Sul Baiano de Espeleologia (GSBE), envolvem também um projeto de educação ambiental, com apoio da Escola Brasileira de Espeleologia (eBRE), para capacitar os professores da rede pública e promover visitaçõ de alunos e professores na trilha de modalidade leve. Merece destaque sua atuação no processo para que Santa Luzia fosse, no ano 2000, tombado pela UNESCO com o título de Sítio do Patrimônio Mundial Natural.

Do Carmo também participou ativamente do VI Encontro Nordeste de Espeleologia (VI ENE), entre 12 e 14 de outubro de 2022, que reuniu cerca de 100 pessoas – entre representantes da sociedade civil, pesquisadores, estudantes e comunidade local – e foi

sediado em Santa Luzia. O evento utilizou a Eco-Fazenda como estadia e a Gruta do Lapão como laboratório para as aulas práticas dos minicursos oferecidos. Inclusive, foi do Carmo, que também é artista plástico, quem desenhou o logo do evento, inspirado na Gruta do Lapão.



Participantes do VI ENE na Eco-Fazenda Gruta do Lapão. Foto: Pablo Augusto.



Logo do VI Encontro Nordestino de Espeleologia, produzido por Max do Carmo. Fonte: [espeleonordeste.org](http://espeleonordeste.org)

Mesmo sem o apoio das secretarias de Turismo e Meio Ambiente e sem investimentos dos governos estadual e municipal nos acessos e infraestruturas dos entornos, do Carmo

persiste na missão de colocar o espeleoturismo Sul baiano no mapa, especialmente a Gruta do Lapão. E os frutos do seu trabalho começam a ser colhidos.

### ***O cacau, a Mata Atlântica e as cavernas***

Com mais de 150 anos de tradição, o cultivo do cacau no Sul da Bahia foi a atividade econômica primária da região e do estado, levando-a a figurar entre as principais exportadoras de cacau no mundo. No início do século XX, a cacauicultura correspondeu a mais da metade da receita da Bahia.

A expansão das áreas de cultivo do cacau foi responsável pelo processo de interiorização e povoamento da região sul baiana, envolvendo o desbravamento da mata – antes ocupada, majoritariamente, por comunidades indígenas. Essa expansão se deu, inicialmente, seguindo o trajeto dos rios, como o Una e o Pardo.

Ao contrário do que se possa imaginar, durante muitos anos, a produção de cacau foi responsável pela preservação da Mata Atlântica. Isso se dá porque, na região, o cacau normalmente é cultivado em um sistema chamado Cabruca, onde o plantio é feito em associação à mata, cujas árvores nativas mais altas fornecem sombra, necessária a essa cultura. E atualmente, as maiores extensões de vegetação da Mata Atlântica ainda preservadas estão relacionadas à Cabruca.

Entretanto, com as sucessivas crises envolvidas no histórico da produção do cacau no sul da Bahia, e em especial a última crise, iniciada por volta de 1989 com o surgimento da praga vassoura-de-bruxa, esse cenário começou a mudar. O declínio econômico da região levou à substituição da cacauicultura, em muitos lugares, por outras atividades de médio a alto impacto ambiental.

A região, que inicialmente era vastamente coberta pela vegetação típica da Mata Atlântica, apresentou significativa redução da distribuição original, ocorrendo agora em pontos isolados ou pequenas manchas de remanescentes florestais. As áreas destinadas às lavouras de cacau foram substituídas de forma acelerada e não sustentável, por pasto, silvicultura e cultivos de monoculturas como o café, provocando uma nova configuração na paisagem. Essas mudanças alteram a dinâmica natural na biosfera, na atmosfera e, até mesmo, dos solos e águas da região. Além da agricultura e pecuária, outros impactos são gerados pela ocupação humana e mineração.

A retirada indiscriminada da cobertura vegetal promove a exposição do solo, aumentando a erosão, favorecendo o deslizamento de encostas e assoreamento de rios. A diminuição da floresta influencia no microclima, umidade e temperatura, provocando uma ruptura no ciclo hidrológico e alterando até a vazão hídrica dos cursos d'água.

Tais ameaças aos impactos ambientais negativos decorrentes delas afetam não só a floresta, mas também as cavernas e os terrenos cársticos inseridos na Mata Atlântica. Lembremos que os terrenos cársticos são altamente vulneráveis à degradação e

poluição. Assim, ações de proteção e conservação da Mata Atlântica no Sul baiano são imprescindíveis para o carste e as cavernas da região do Grupo Rio Pardo.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

Aguiar & Pires (2019); Auler (2002); Blinder (2005); da Fonseca et al. (2003); Do Carmo (2023); Falcón (2010); Galindo e Câmara (2005); Karmann et al. (1989); Klimchouk (2015); Pedreira (1999); Sandi et al. (2019); Sial et al. (2010); Silva et al. (2015); Souza-Silva et al. (2011, 2015); Trajano (2000); Travassos et al. (2011).



O relevo do Oeste baiano. Foto: Ricardo Fraga.

## **CAPÍTULO 03. PROVÍNCIA CÁRSTICA DO GRUPO BAMBUÍ**

### ***O carste e as cavernas do oeste***

Nos terrenos situados à margem do rio São Francisco na Bahia, em especial na margem esquerda, se encontra uma das províncias espeleológicas mais importantes do Brasil: a Província Cárstica do Grupo Bambuí.

Situadas abaixo do – também famoso – Grupo Urucuaia, cujos arenitos formam um dos maiores aquíferos brasileiros, as rochas cársticas carbonáticas do Bambuí se apresentam de diversas formas entre o município de Barreiras e os limites entre Bahia e Minas Gerais, em Cocos, Feira da Mata, Malhada e Iuiu.

Com 529 cavidades cadastradas no CANIE, o Bambuí é berço de algumas das cavernas mais relevantes do estado, além de abrigar, também, um importante aquífero, um dos responsáveis por manter o rio São Francisco fluindo durante o ano todo no nordeste.

### ***Geologia do Grupo Bambuí***

No oeste da Bahia, o carste se desenvolve no pacote de rochas do Grupo Bambuí, que possui intercalações de camadas carbonáticas e pelíticas. Esse Grupo, com rochas que datam do Neoproterozoico, compreende duas unidades marcadamente carbonáticas: as formações Lagoa do Jacaré e Sete Lagoas (Fig. 6).

O Grupo Bambuí faz parte do Supergrupo São Francisco, na porção Oeste do Cráton do São Francisco. Essas rochas são compostas de sedimentos acumulados em bacias marinhas epicontinentais, ou seja, mares rasos que adentravam ao continente (à exemplo do Mar Báltico, no norte da Europa). O Grupo Bambuí cobre uma grande extensão, abrangendo, também, partes do Norte e Oeste de Minas Gerais e Leste de Goiás.

Uma das sequências estratigráficas mais aceitas para o Grupo Bambuí na Bahia é a seguinte, da base para o topo:

Formação Jequitaiá – consiste em conglomerados e/ou diamictitos basais, interpretados como tilitos glaciais de ambiente continental. Possui contato inferior com rochas diversas do embasamento;

Formação Sete Lagoas – unidade com predominância de carbonatos, representados por calcários, dolomitos, margas e pelitos, interpretados como de ambiente marinho raso;

Formação Serra de Santa Helena – unidade de alternância pelítico-carbonática, com folhelhos, siltitos e, localmente, carbonatos intercalados, interpretados como sendo de ambiente marinho plataformal;

Formação Lagoa do Jacaré – unidade com calcários oolíticos cinza escuros e odorosos, intercalados com margas e siltitos, interpretados como sendo de ambiente marinho raso de alta energia. Na região de São Desidério corresponde à Formação São Desidério;

Formação Serra da Saudade – unidade com predominância de pelitos como folhelhos e argilitos, interpretados como sendo de ambiente marinho profundo, que gradam para siltitos arcoseanos em direção ao topo. Na região de São Desidério corresponde à Formação Serra da Mamona;

Formação Três Marias – predominantemente psamítica, siltitos e arcóseos que sobrepõem, de maneira concordante, aos pelitos da Fm. Serra da Saudade, interpretados como sendo de ambiente marinho plataformal, que evolui, gradativamente, para um ambiente flúvio deltáico. Na região de São Desidério corresponde à Formação Riachão das Neves.

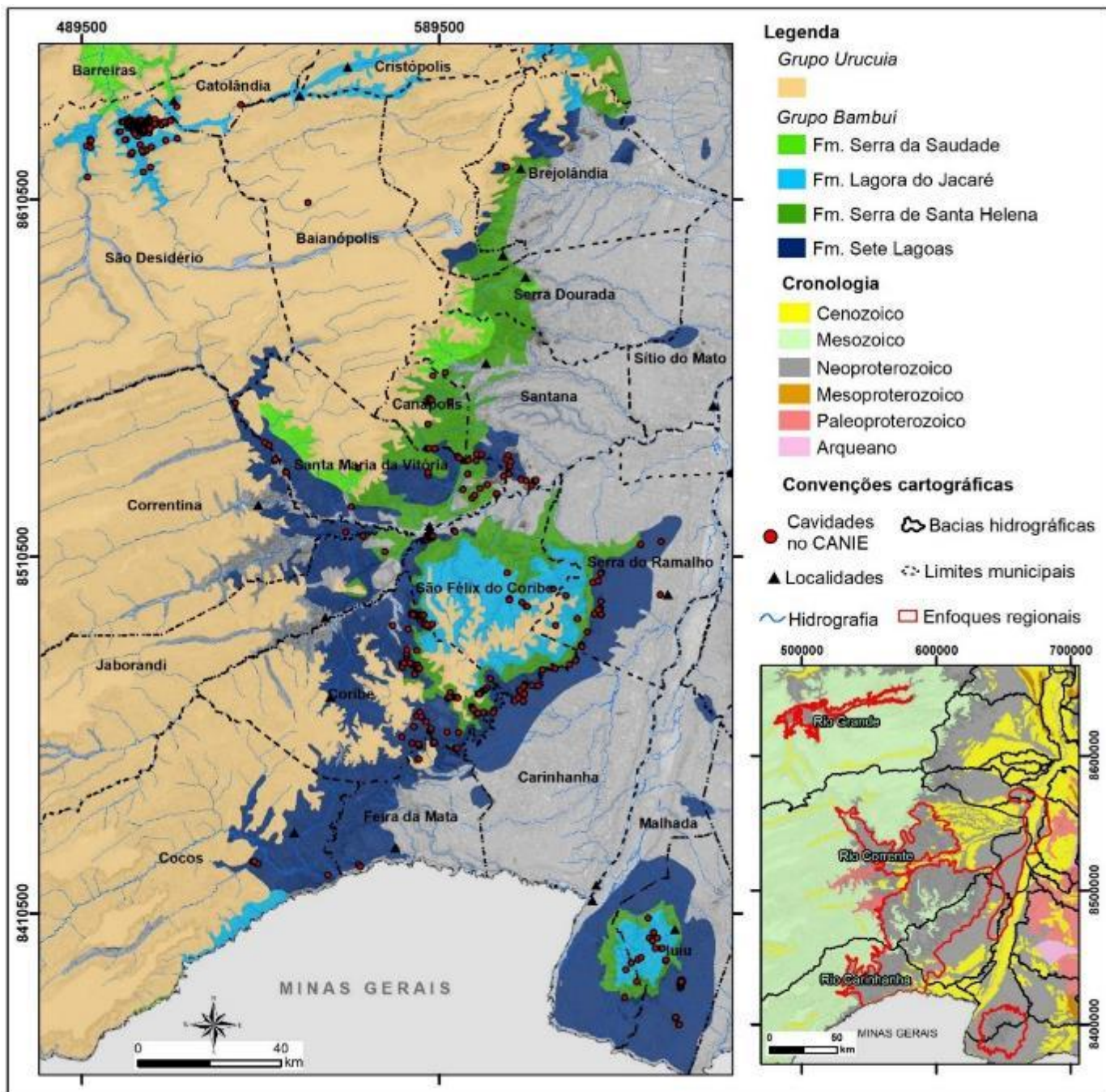


Figura 6. Mapa da Geologia da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí.

Essas seqüências marinhas refletem o comportamento cíclico de subida e descida do nível do mar durante o Neoproterozoico. Dois ciclos tectono-sedimentares são atribuídos à origem dessas unidades. O primeiro, marcado por um início de mar profundo e deposição de dolomitos da Fm. Sete Lagoas, com uma fase intermediária de transgressão marinha, onde foram depositados ritmitos de calcários e argilas/siltos. Que finalizou, no topo dessa formação, com a sedimentação rasa de dolomitos com estruturas oolíticas e brechas intraformacionais.

O segundo ciclo, iniciou com nova transgressão marinha, onde foram depositados os folhelhos e margas da Fm. Serra de Santa Helena. Finalizando com deposição, em ambiente marinho raso, de calcários oolíticos e psolíticos da Fm. Lagoa do Jacaré.

Os afloramentos e o relevo do Grupo Bambuí na Bahia estão associados ao entalhe do rio São Francisco no seu médio curso. A dissecação da face oriental do Planalto Central do Brasil, sustentado pelos arenitos Urucuia, em vales marcantes, expôs as rochas pelítico-carbonáticas do Bambuí nas encostas e vertentes dos vales. Nas partes mais baixas do relevo, na chamada Depressão do São Francisco, essas rochas estão encobertas por sedimentos mais recentes, e aparecem de forma localizada como serras ou morros testemunhos isolados.

### ***O carste do Grupo Bambuí***

O oeste da Bahia é uma região extensa e rica em muitos aspectos. Os terrenos cársticos locais não poderiam ser diferentes, e possuem várias feições de destaque, de Norte, em São Desidério, a Sul, em Iuiu.

O rio São Francisco separa, em macro escala, a forma de apresentação dos terrenos cársticos do Bambuí. Na margem direita, mais dissecada, os afloramentos cársticos são marcados pelo morro testemunho observado em Bom Jesus da Lapa e pela restrita Serra de Iuiu. Na margem esquerda, os terrenos cársticos acontecem nas vertentes entalhadas do Grupo Urucuia, onde a frente de dissecação forma maciços de rochas carbonáticas, como na Serra do Ramalho, e, pontualmente, morros testemunhos isolados.

Em Bom Jesus da Lapa, o relevo é bastante dissecado e aplainado, com ampla cobertura sedimentar recente. O ambiente espeleogenético atual é classificado como carste exumado.

O morro testemunho, sustentado pelas rochas da formação Sete Lagoas, é destaque no relevo e possui superfície intensamente marcada pela presença de lapiás. Em sua base ocorrem cavidades, algumas utilizadas como santuários, a exemplo de Bom Jesus da Lapa. Esta gruta possui uma estrutura de igreja no seu interior e recebe milhares de visitantes por ano.



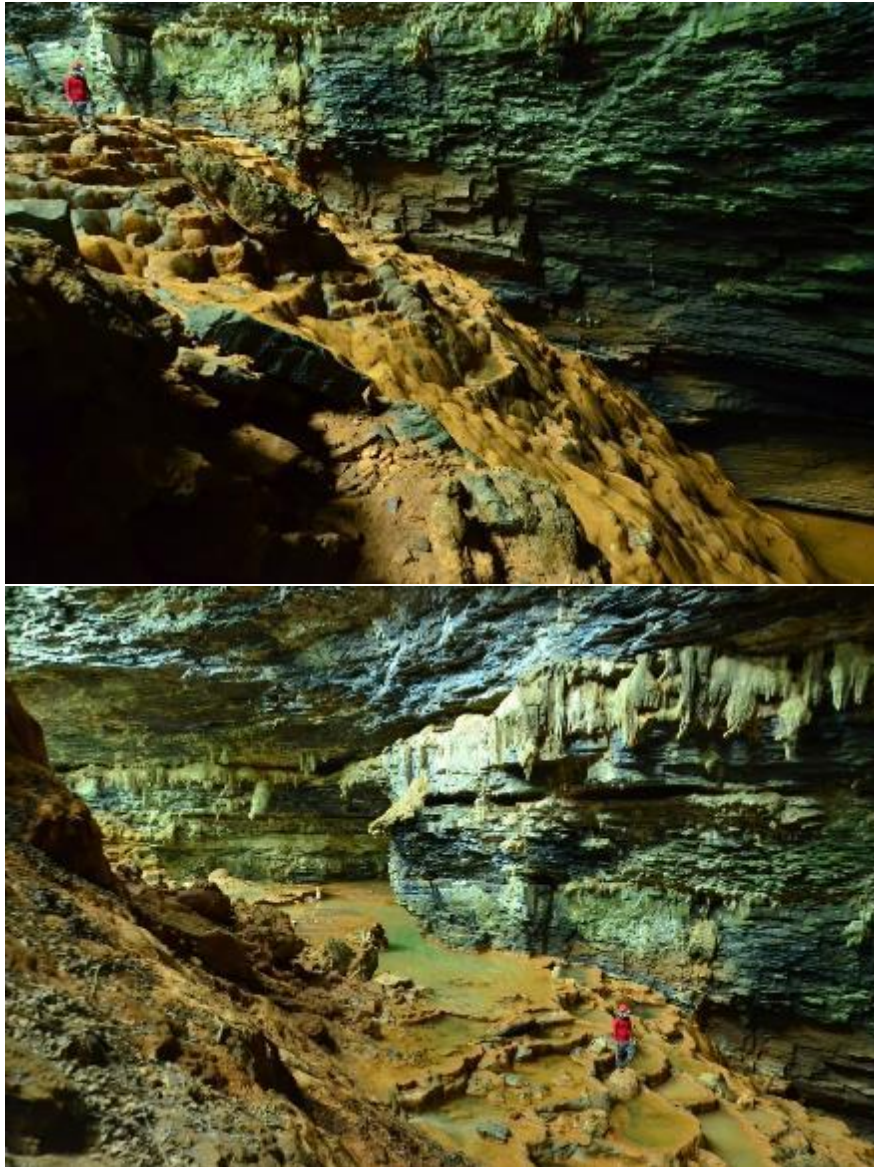
Morro testemunho da formação Sete Lagoas em Bom Jesus da Lapa-BA. Foto: Ricardo Fraga.



Interior da caverna-santuário de Bom Jesus da Lapa. Foto: Ricardo Fraga.

As rochas carbonáticas são cinzas, de granulometria variável, indo de fina, maciça ou localmente laminada, até brechas carbonáticas com blocos angulosos a subangulosos e bordas dissolvidas. Todo esse pacote de rochas é cortado, em várias direções, por veios de calcita.

Entre Santana, Santa Maria da Vitória e Canápolis se destaca a Gruta do Padre, que representa a terceira maior caverna do Brasil. As rochas carbonáticas são cinzas, de granulometria fina a média, laminada ou estratificada, com pirita subordinada. Na Gruta da Bananeira, próxima à Gruta do Padre, as rochas carbonáticas cinzas se apresentam em intercalação dos níveis laminados e estratificados.



Gruta do Padre, Santana-BA. Fotos: Ricardo Fraga.

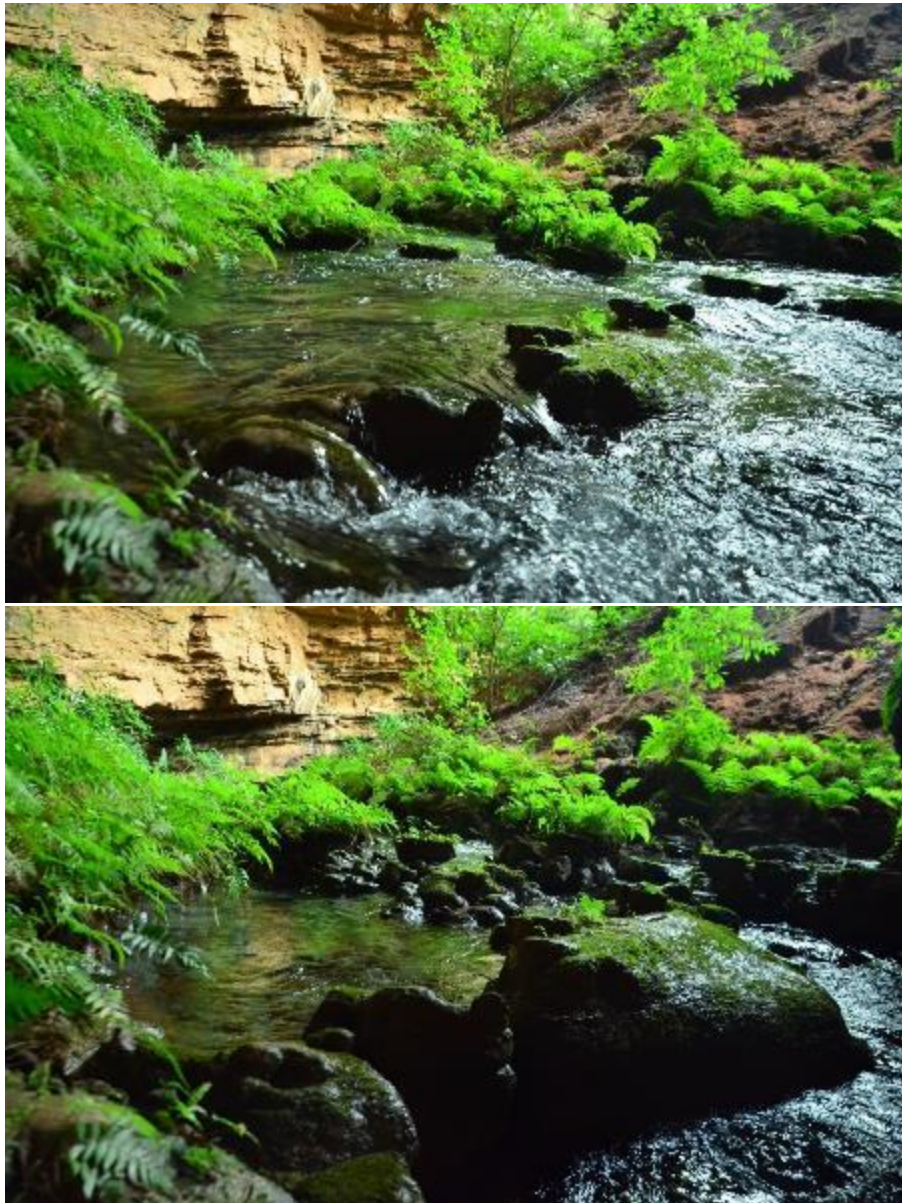
O relevo no entorno da Gruta do Padre se assemelha a um carste poligonal, com uma ampla depressão fechada e diversas dolinas de subsidência. Próximas à caverna, as dolinas são pequenas, com menos de 15 metros de diâmetro. A cerca de 6 km da gruta, entre os povoados de Lagoa do Tabuleiro, Piengo e Sumidouro, na principal área de recarga do sistema que a contém, as dolinas alcançam dimensões superiores a 50 metros, ocorrendo também sumidouros, que capturam alguns riachos, como o riacho Cafundó.

Esse setor do carste do Bambuí na Bahia se caracteriza como ambiente espeleogenético de carste em exumação, nas porções próximas às vertentes do Urucuia. Localmente, apresenta-se, também, como carste denudado, sobretudo em áreas mais próximas ao rio São Francisco, onde ocorre um conjunto de morros testemunhos cobertos por sedimentos elúvio-coluvionares, por exemplo, no município de Santana.

Ao Norte, no município de São Desidério, os terrenos cársticos se encontram menos dissecados, sendo marcados por sistemas fluviocársticos complexos. Grande parte dos sistemas cársticos locais estão recobertos pelos arenitos Urucuia, com poucos afloramentos superficiais. Assim, o carste em São Desidério é classificado como carste subjacente.

A rocha carbonática que predomina nessa área é cinza, calcítica, estratificada, de granulação fina e, por vezes, com pequenas intercalações arenosas. Essa porção do Bambuí conta com 201 cavidades registradas no CANIE.

O Sistema Cárstico do rio João Rodrigues é o maior destaque do carste de São Desidério e representa uma captura fluvial do rio Tamanduá para o rio São Desidério. Nesse sistema, que contém um vasto conjunto de cavidades com grandes salões de abatimento, o rio corre ora em superfície, ora no subterrâneo. Em alguns locais, é observado o colapso do teto dos salões das cavidades, formando estruturas em superfície, como a Lagoa Azul e o Buraco do Inferno da Gruta da Sucupira. Essa dinâmica fluvial forma também vales cársticos, como o que ocorre no *canyon* da Beleza.



Mudança de nível d'água no Sistema do rio João Rodrigues, observada com cerca de 2 minutos de intervalo. Foto: Ricardo Fraga.

Na porção cárstica central do Bambuí na Bahia, ocorre uma feição de grande destaque no Oeste baiano, a Serra do Ramalho. Em seus cerca de 100 km de extensão, a Serra do Ramalho tem 226 cavidades registradas no CANIE e corta os municípios de Cocos, Feira da Mata, Carinhanha, Coribe, São Félix do Coribe e, seu município homônimo, Serra do Ramalho.

A Noroeste da serra, no município de Coribe, o carste é composto por um conjunto de capturas de drenagem superficial em sumidouros, como observado na Gruta do Descoberto (ou do Engrunado), uma área de recarga dos sistemas cársticos da Serra do Ramalho. O relevo é suave, com morros baixos de vertentes convexas. Os sistemas cársticos ali são classificados como subjacente, onde os carbonatos estão sobrepostos pelo arenito Urucuia, ou como carste encoberto, em vias de exumação, onde sedimentos recentes cobrem o Bambuí.

Já a Sudoeste, há um conjunto de ressurgências cársticas, no sopé da serra, sendo uma zona de descarga dos sistemas cársticos da Serra do Ramalho. Nessa área, existem grandes campos de lapiás, que se estendem de Cocos até os municípios de São Félix do Coribe e de Serra do Ramalho. Só em Cocos, uma notável parte dos campos de lapiás somam cerca de 90 km<sup>2</sup>. Nessa porção da serra as encostas são mais escarpadas que em outras partes e o carste é classificado como denudado ou exumado, a depender do local.



Detalhe dos lapiás da Serra do Ramalho, Cocos-BA. Foto: Ricardo Fraga.



Dentro da Serra do Ramalho – canyons e cavidades – Cocos-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Na parte Norte da Serra do Ramalho, as rochas carbonáticas são membros da formação Sete Lagoas e se apresentam com cor cinza escura, granulação fina, laminadas ou estratificadas e de composição calcítica. Ao Sul, as rochas carbonáticas são da formação Lagoa do Jacaré, de cor cinza claro, granulação fina, laminadas ou estratificadas, composição calcítica e podem ocorrer intercalações com argilitos. Na sua base, estão sempre presentes afloramentos de argilitos ou ardósias. Nessa parte da serra, o carste se classifica como entrincheirado, por estar entre os pelitos da formação Serra de Santa Helena, na base, e os arenitos Urucuia, no topo. Nas imediações de Cocos, ocorrem também algumas rochas carbonáticas maciças.

A Serra de Iuiú é uma feição de destaque, com altitudes de até 850 m, na ampla e dissecada depressão do rio São Francisco, onde existem 42 cavidades registradas no CANIE, distribuídas no topo e na base. Essa serra é constituída de dois sistemas cársticos independentes, separadas pelos pelitos da formação Serra de Santa Helena, que formam uma camada selante, de cerca de 30 m de espessura, entre os dois.

No topo, o carste forma um planalto com vales cegos alinhados, classificado como carste do tipo denudado. A rocha carbonática é escura, de granulação grossa, de composição calcítica, com estratificação plano paralela sub-horizontal, pertencente à formação Lagoa do Jacaré. Nas bordas da serra as vertentes são íngremes e escarpadas, com campos de lapiás, que também são encontrados nas bordas dos vales alinhados do topo.

Na base, o carste é do tipo subjacente e as vertentes são côncavas ou retas, migrando suavemente em direção à depressão do rio São Francisco. A rocha carbonática, da formação Sete Lagoas, é cinza clara, de granulação fina, laminada e com intercalações de camadas argilosas verdes.



Serra de Iuiu-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE:

CAVIDADES	Nº DE REGISTRO
Buraco do Inferno da Gruta da Sucupira	021777.01007.29.28901
Santuário bom jesus da lapa	015240.00429.29.03904
Gruna da Bananeira	013842.00372.29.28109
Gruta do Padre	013522.00363.29.28109

### ***Notícias do carste do Bambuí***

#### ***A Expedição dos Homens das Cavernas***

No extremo oeste baiano, a então incógnita cidade de Santana foi palco de um experimento que despertou a curiosidade da comunidade espeleológica nacional nos meados dos anos oitenta.

Era julho de 1987 quando os times do EGMS (Espeleo Grupo de Monte Sião), GBPE (Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas) e do EGA (Espeleo Grupo de Avaré)

realizaram aquela que seria a maior expedição brasileira em cavernas até aquele momento: a “Operação Tatus II – Experimento de Permanência Subterrânea”, dentro da área do Complexo Caverna do Padre.

O grupo, formado por mineiros e paulistas, partiu de Monte Sião-MG, com parada estratégica programada em Belo Horizonte: para junção da equipe da Rede Globo, que documentou toda a expedição e para carregamento de materiais e equipamentos diversos. O comboio era formado por um caminhão de carga, duas caminhonetes e uma caravana, além dos 13 espeleólogos, que por 21 dias ficariam isolados em uma caverna, há 50 metros de profundidade, sem ver a luz do sol.

Após 30 horas de viagem, o grupo de 28 pessoas chegou ao local de destino na noite do dia primeiro de julho e os três dias posteriores foram utilizados para montagem de infraestrutura e testes.

A equipe externa, formada por 15 pessoas, do lado de fora, para além do apoio prestado aos espeleólogos confinados, tinha também a importante missão de realizar o levantamento total das grutas da região. Foram localizadas cavernas de raras belezas, das mais bonitas do mundo, com belos desenhos de calcário e formações incomuns.

A caverna, que antes era um local de peregrinação religiosa, se tornou casa para os espeleólogos, que, respeitando a tradição do local, chamaram o padre da Paróquia de Santana para abençoar o trabalho deles antes da descida – e levaram uma carranca para proteger e abrir os caminhos lá embaixo.

O inédito experimento começou oficialmente no dia 04 de julho. Escuridão, ambiente úmido, comidas enlatadas, diálogos para evitar conflitos. Os onze homens e duas mulheres possuíam um telefone como contato com o mundo externo, mas a comunicação era realizada de maneira inusitada, através de batidas no bocal do telefone. Para que o isolamento fosse total, a pessoa do lado exterior da linha não falava, apenas batia uma vez no bocal para “SIM” e três vezes para “NÃO”.

Tudo estava sendo registrado na superfície, em um computador: as pesquisas, mudanças de comportamento, dificuldade de convivência e alterações biológicas. Em poucos dias, os confinados perderam a noção do tempo, e poderiam, por exemplo, almoçar de madrugada e dormir à tarde.

A primeira exploração na caverna teve como foco um rio subterrâneo. Apenas cinco dos quatorze quilômetros eram conhecidos. Os pesquisadores realizaram um levantamento completo do subterrâneo, descobrindo amplos salões e galerias com mais de 800 m de comprimento por 30 a 40 m de largura e 20 a 30 m de altura.

21 dias depois, estava estabelecido o novo recorde sul-americano de permanência em cavernas. A experiência rendeu frutos diretos, como a descobertas de novos espeleotemas, espécies biológicas e ossadas de animais extintos. A Gruta do Padre passou a ser a maior gruta da América do Sul da época, com 15.800 metros, topografados pela equipe interna. Na operação, foram topografadas também, pela equipe externa, as Grutas do Cipó, do Túnel, São Geraldo e o Labirinto do Toxodon.

Naquele ano, milhões de pessoas assistiram no Fantástico, da Rede Globo, às reportagens sobre a Operação Tatus II, que foi então considerada por muitos como um dos marcos divisores na história da luta pela preservação do patrimônio espeleológico brasileiro.

### ***A surpreendente Floresta de Pedra da Serra do Ramalho***

Em paralelo à margem esquerda do rio São Francisco, quase na divisa da Bahia com Minas Gerais, estão os terrenos cársticos da Serra do Ramalho. Essa serra, com cerca de 100 km de extensão, forma uma paisagem que se destaca e é capaz de intrigar os curiosos.



Lapiás da Serra do Ramalho, em Cocos-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Com suas formações rochosas verticais, cheias de sulcos – conhecidos como lapiás, a Serra do Ramalho é prato cheio para pesquisadores de cavernas. Com inúmeros sistemas de cavernas, alguns deles entre os maiores do Brasil, as cavidades da serra guardam verdadeiros tesouros para espeleólogos e espeleobiólogos: diversas espécies de animais troglóbios (animais que se especializaram para viver em cavernas, como

aranhas, escorpiões e até peixes), sendo um dos principais locais com essa característica no país.

Mas, além do potencial bioespeleológico, a Serra do Ramalho guarda em si a possibilidade de atrair turistas. Os vastos campos de lapiás, que se estendem principalmente no município de Cocos, formam um labirinto apertado, acidentado e pontiagudo, que, a princípio, pode parecer estranho e impossível de penetrar.

Entretanto, esse tipo de paisagem, conhecida como “floresta de pedra” é atração turística em diversos outros lugares do mundo, como no Parque Nacional Tsingy de Bemaraha em Madagascar, na Floresta de Pedra (Shilin) de Kunming na China, e na Malásia, nos Pináculos de Gunung Mulu. Esses exemplos são, inclusive, listados como Patrimônio Mundial pela UNESCO.



“Floresta de Pedra” da Serra do Ramalho, em Cocos-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Guardadas as devidas proporções, a Serra do Ramalho pode também ser aproveitada como um desses Parques Nacionais citados, já que atende os critérios necessários para configurar na lista de Patrimônio Mundial da UNESCO. Juntamente com outros atrativos próprios da região da Caatinga e do sertão do oeste baiano, a Serra do Ramalho, suas cavernas e seus campos de lapiás têm tudo para se tornar um polo do espeleoturismo no estado.

Para isso, recomenda-se o cadastro da área no inventário do Patrimônio Geológico Brasileiro. Concomitantemente, deve-se tomar as devidas providências de proteção das cavernas e do carste da Serra do Ramalho, considerando a legislação brasileira, desenvolvendo o Plano de Manejo Espeleológico, com os meios de gestão e utilização, para essa feição monumental.

Com a parte de proteção assegurada, como “manda o figurino”, algumas intervenções e infraestruturas são necessárias. Além de garantirem a segurança, tanto da natureza

quanto das pessoas que a visitarão, estruturas como escadas e pontes dão um *up* na aventura. Restaurantes, pousadas e hotéis são outras demandas que virão à medida em que a Floresta de Pedra da Bahia começa a receber o devido destaque.

### ***A guerra da água no Oeste***

Nas últimas décadas, o oeste baiano despontou no cenário nacional do agronegócio, sobretudo na produção de soja e algodão. Atraídos pelos baixos preços das terras e pela promessa de expansão da produção agrícola, muitos brasileiros e estrangeiros fincaram raízes em municípios como Luiz Eduardo Magalhães, Barreiras, Correntina e São Desidério.

Enormes grupos exportadores de grãos se estabeleceram no local e, com o novo modelo de negócio, a água se tornou o bem mais cobiçado pelas empresas que ali se instalaram, com o discurso de gerar emprego para a população, mas que já ocasionou a morte do Rio Santo Antônio e de outros córregos, avançando cada vez mais sobre outros rios – muitos já com a vazão original substancialmente reduzida.

Os potentes sistemas de irrigação das empresas agrícolas, com seus pivôs centrais, se tornaram grandes vilões. Além deles, existem os piscinões, reservatórios gigantes, que chegam a ocupar quatro hectares de área plantada, utilizados pelas empresas no período da seca, a fim de evitar a perda da colheita.

A guerra pela água ocorre de maneira generalizada em toda região, desde a expansão do agronegócio e agravou-se com a chegada das empresas estrangeiras e com as diversas outorgas concedidas pelo INEMA, que legalizou o direito de retirar montantes elevados de águas diariamente dos rios locais. Esse é o caso da empresa do agronegócio Igarashi, exportadora de algodão e grãos, que retira do rio Arrojado um montante de 182.203 m<sup>3</sup> por dia.

O volume de água retirada pela empresa seria suficiente para abastecer, por dia, mais de 6,6 mil cisternas domésticas só na região do Semiárido. A água consumida pela população de Correntina, por exemplo, equivale a apenas 2,8% da vazão retirada pela referida fazenda no rio Arrojado.

Em novembro de 2017, pequenos agricultores e demais pessoas que vivem às margens do rio Arrojado, invadiram e danificaram equipamentos para captação de água da fazenda Igarashi. O resultado foi um grande conflito que reverbera até os dias atuais.

Uma ação civil pública pede a anulação imediata das outorgas, sobretudo a que concede permissão para perfurar em uma única propriedade (Fazenda Sudotex), 17 poços artesianos de alta vazão, para a construção de 10 piscinões. Essa captação de água subterrânea, que seria retirada do Aquífero Urucuaia, traria impactos irreversíveis sobre o ambiente e para o equilíbrio ecossistêmico da região, como por exemplo, na vazão do Rio São Francisco, que é alimentado pelo aquífero.

Apesar de o Ministério Público baiano ter se mostrado favorável à suspensão de novas outorgas e à fiscalização das atividades produtivas, atualmente não há limites para exploração dos recursos naturais e os critérios técnicos das concessões estão desatualizados. A promotoria apresentou uma proposta de Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), que prevê, entre outras obrigações, a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica para o rio Corrente, ferramenta que será fundamental para regular o balanço hídrico da região.

Embora os maiores volumes de água sejam retirados do alto curso dos principais rios alimentados pelo Urucuia e do próprio aquífero Urucuia, esse desequilíbrio se reflete enormemente no aquífero Bambuí, que está estratigraficamente abaixo do Urucuia. Afinal, o aquífero Bambuí, que possui uma elevada importância hidrogeológica, capta água desses rios e também do aquífero Urucuia, através de seus condutos cársticos.

## BIBLIOGRAFIA:

Almeida (1977); Cavalcanti et al. (2012); CESE (2019); Cruz (2018); Cunha (2017); Dantas et al. (2013); Egydio-Silva (1987); Godinho (2020); Gomes(2017); Iglesias & Uhlein (2009); Klimchouk (2015); Lladó (1970); Misi et al. (2007); Melo( 2019); Muniz & Oliveira (2021); Rubbioli et al. (2019); Travassos et al. (2009)



Gruta da Pratinha, Iraquara-BA. Foto: Ricardo Fraga.

## **CAPÍTULO 04. PROVÍNCIAS CÁRSTICAS CARBONÁTICAS DA CHAPADA DIAMANTINA**

### ***O carste e as cavernas em rochas carbonáticas da Chapada Diamantina***

A Chapada Diamantina é conhecida, principalmente, por ser um dos maiores polos de turismo ecológico do Brasil, atraindo milhares de visitantes, de dentro e fora do país, todos os anos. Com suas dezenas de atrações e atividades de lazer e esportivas disponíveis, a importância científica da Chapada Diamantina, em especial a espeleológica, talvez não alcance o conhecimento da maioria dos seus aventureiros.

Distribuídos de Norte a Sul na Chapada, em diferentes unidades e disposições geológicas e de relevo, os terrenos cársticos ali presentes são, em geral, de grande riqueza espeleológica – em número de cavidades, tamanhos expressivos no ranking nacional e mundial, presença de fósseis da megafauna, beleza cênica, entre outras peculiaridades.

Como em toda a Bahia, o carste da Chapada Diamantina é uma parcela importante no ecossistema local e necessita, mais do que urgentemente, de ações eficazes que visem sua proteção e uso sustentável – principalmente nas cavidades já consagradas dentro do circuito turístico da Chapada.

### ***Geologia das rochas carbonáticas da Chapada Diamantina***

A história geológica da Chapada Diamantina é bastante complexa, tanto em número de unidades envolvidas, quanto em relação aos processos necessários para chegar à configuração de relevo que temos hoje. Por isso, nesse tópico iremos focar somente, e bem resumidamente, na parte que diz respeito às unidades cárstico-carbonáticas da região.

Na Chapada Diamantina ocorrem três unidades carbonáticas com desenvolvimento cárstico: Grupo Una (Formação Salitre), Formação Caboclo e Formação Caatinga (Fig. 7). Distribuídas de Norte a Sul e de Leste a Oeste na Chapada Diamantina, as rochas dessas unidades se intercalam com outros pacotes rochosos, sedimentares ou metassedimentares.

A Formação Caboclo, que faz parte do Grupo Chapada Diamantina, do Supergrupo Espinhaço, é a mais antiga dentre as três citadas. Depositada durante o Mesoproterozoico, ou seja, cerca de 1.2 bilhões de anos atrás, é também abrigo dos terrenos cársticos mais antigos na Bahia.

Por sua idade, a história geológica da Formação Caboclo é profundamente conectada ao Cráton do São Francisco. Suas rochas foram depositadas em um tipo de bacia sedimentar chamado intracontinental, ou seja, sobre a massa continental do Cráton do São Francisco em um processo de subsidência – onde, bem resumidamente, a superfície terrestre “afunda” e se forma uma bacia sedimentar.

As rochas da Formação Caboclo são, em sua maioria, siliciclásticas. Mas em seus 400 metros de espessura, no máximo, essas se intercalam com camadas carbonáticas, descritas como lamitos algais, calcarenitos, calcilutitos e estromatólitos. A Formação Tombador, unidade da base do Grupo Chapada Diamantina, abaixo da Formação Caboclo, é composta por conglomerados e arenitos de diferentes ambientes.

A Formação Salitre, do Grupo Una (Supergrupo São Francisco), foi depositada no Neoproterozoico, há cerca de 750 milhões de anos. Ela é cronocorrelata às rochas das outras Províncias Espeleológicas Carbonáticas da Bahia: Supergrupo Canudos e Grupos Bambuí e Rio Pardo. Isso significa dizer que esse conjunto de rochas carbonáticas, formadas em diferentes mares espalhados pelo território que hoje é a Bahia, foi formado aproximadamente ao mesmo tempo.

Assim como suas unidades “irmãs”, os carbonatos da Formação Salitre são do tipo *cap carbonates*, que ocorrem sobre rochas sedimentares glaciais, os diamictitos e/ou tilitos – nesse caso, da Formação Bebedouro. A Salitre é uma sequência pelito-carbonática composta por carbonatos de planície de maré – calcilutitos, margas, silexitos, calcarenitos, calcissiltitos, argilitos, dolomitos e laminitos algais – intercalados com pelitos.

Ao longo de sua extensão, a Formação Salitre possui espessuras variando entre 550 e 1.000 metros. Ela ocorre de forma separada e com características distintas nas bacias de Irecê e Una-Utinga, além da sinclinal de Ituaçu. A porção do Salitre em Ituaçu é a mais intensamente deformada, pois foi submetida a um processo diferente, e de nome complicado, chamado inversão do Aulacógeno do Paramirim, durante o evento Brasileiro que já foi citado em outras histórias geológicas nesse livro.

Já a Formação Caatinga corresponde às rochas carbonáticas e aos terrenos cársticos mais recentes do estado, formadas na Era Cenozoica, entre o Pleistoceno e Holoceno, com no máximo 1,8 milhões de anos. Essas rochas ocorrem, principalmente, nas bacias hidrográficas dos rios Verde, Jacaré e Salitre.

É uma sequência carbonática de origem continental, formada a partir do intemperismo físico, químico e biológico dos carbonatos Salitre, que se desagregaram e foram dissolvidos e reprecipitados, formando um tipo de rocha carbonática denominado calcrete. Esse processo se deu praticamente sem transporte do material desagregado, por isso o calcrete Caatinga e os carbonatos Salitre são fortemente vinculados também em sua distribuição e localização.

Por sua origem, esses carbonatos raramente superam 20 m de espessura e ocorrem de três formas: a) calcários laminados a maciços, pulverulentos, denominados de calcretes Caatinga; b) tufos calcários fossilíferos; e c) areia carbonática.

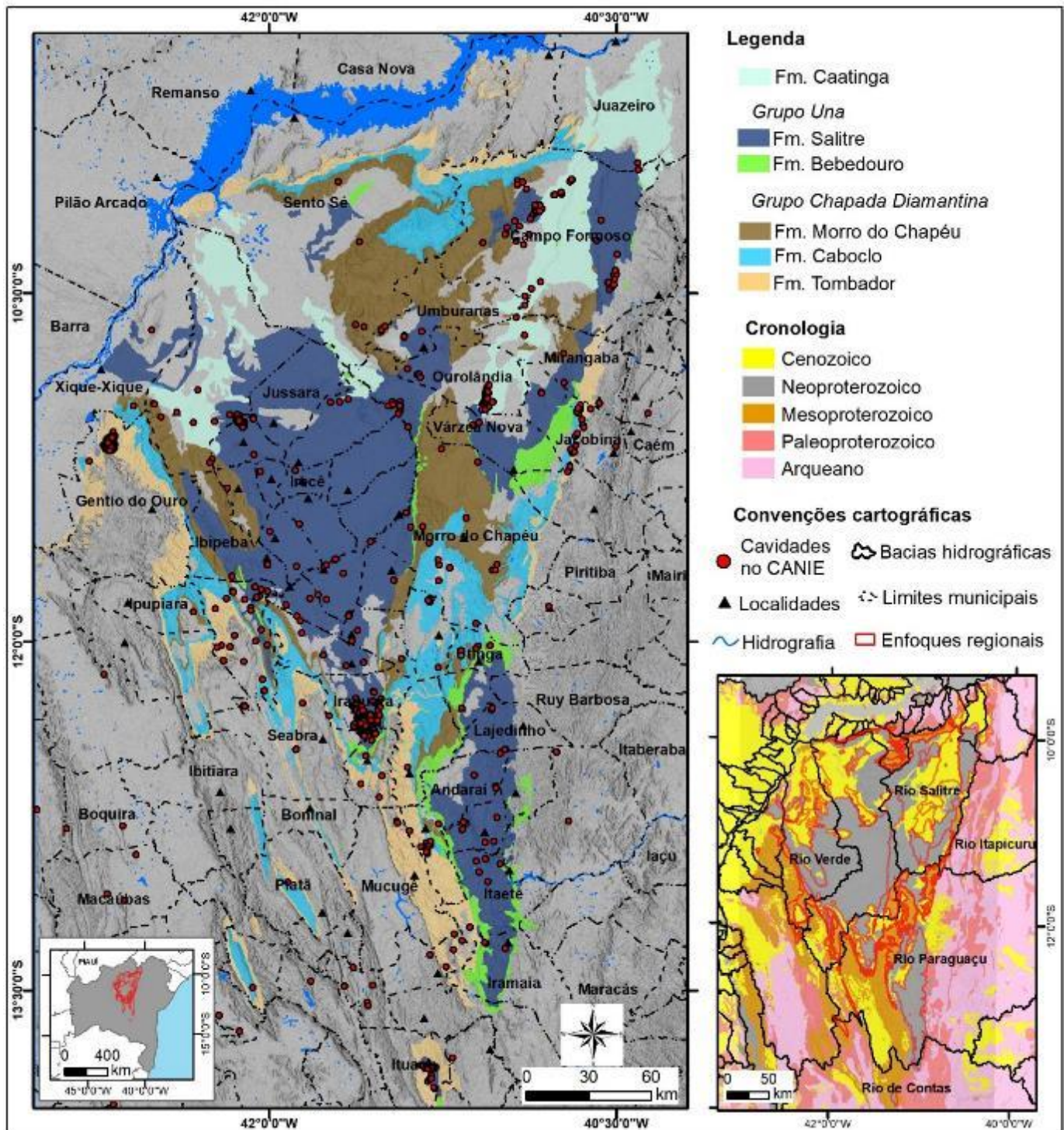


Figura 7. Mapa da Geologia da área de ocorrência das rochas carbonáticas do Grupo Una, da Formação Caatinga e Formação Caboclo.

### ***O carste da Formação Caboclo***

A formação Caboclo ocorre predominantemente na porção Norte da Chapada Diamantina – em geral, bordejando as bacias carbonáticas do Grupo Una: Irecê, Una-Utinga, e parte da Sub-Bacia Campinas. As rochas Caboclo ocorrem mais associadas a relevos serranos e acidentados – em associação às formações Tombador e Morro do Chapéu, também do Grupo Chapada Diamantina –, sendo assim os terrenos carbonáticos de maiores cotas e declividades da Bahia.

Em meio às serras sustentadas pela formação Caboclo ocorrem dolinas, colapsos de terreno e cavernas. Por vezes, pequenas cavidades se concentram nas faces de paredões escarpados e de difícil acesso, como na região do município de Barra do Mendes, na região Oeste à Bacia de Irecê, conhecida como Chapada Velha. Essas grutas aparentam estar relacionadas à processos de piping (erosão mecânica), associadas ao recuo das escarpas e não especificamente à processos cársticos. Nestes locais, as rochas se apresentam bastante alterada, com aspecto friável e passível a desmoronamentos.



Serra de Barra do Mendes com cavidades na vertente. Foto: Ricardo Fraga.

Ao todo, existem 24 cavidades naturais subterrâneas registradas no CANIE, na Província Espeleológica Caboclo. A mais conhecida e maior caverna dessas é a Gruta do Cristal, situada entre os municípios de Morro do Chapéu e Bonito. De origem hipogênica, ela possui um padrão de desenvolvimento do tipo rede (network) e 3.925 metros de projeção horizontal. A gruta é um dos principais afloramentos da formação Caboclo, sendo alvo de estudos recentes sobre esse pacote de rochas que, de forma peculiar, se encontra silicificado – que significa dizer que a calcita, da original composição carbonática da rocha, foi totalmente substituída por sílica. Essa substituição ocorre através de processos hidrotermais e preserva o aspecto visual e estrutural da rocha carbonática, inclusive as feições cársticas, mudando somente sua composição química.



Gruta do Cristal, Morro do Chapéu-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Já a Leste da Bacia de Irecê, os afloramentos da formação Caboclo são mais extensos, apresentam maiores espessuras e possuem maior número de cavidades, com cerca de 20 registros no CANIE. A rocha apesar do aspecto e estruturas características dos carbonatos, com destaque para as esteiras estromatolíticas, se encontra silicificada.

O relevo se divide em serrano e acidentado/aplainado, bordejando conjuntos de morros, como observado na gruta do Cristal, já mencionada. Outra feição encontrada nessa porção do Caboclo, são as dolinas, que ocorrem tanto na forma de subsidência, com perfil suave, quanto como dolinas de abatimento com vertentes escarpadas, como o Buraco do Possidônio, o Buraco da Velha Duda e o Abismo do Zequinha. Estas dolinas alcançam dimensões impressionantes, com algumas dezenas de metros de profundidade e até centenas de metros de diâmetro.



Buraco do Possidônio, dolina de abatimento, em Morro do Chapéu-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Apesar de recentes estudos que atribuem à formação Caboclo relativa importância científica, e apesar, principalmente, desse pacote de rochas estar inserido em meio ao maior polo de ecoturismo da Bahia – a Chapada Diamantina –, ela não apresenta potencialidades em termos de espeleoturismo ou usos religiosos e culturais de suas cavidades.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE:

CAVIDADE	Nº DE REGISTRO
Abismo do Zequinha	020014.00960.29.22052
Buraco da Velha Duda	016960.00958.29.21708
Buraco do Possidônio	017671.00961.29.21708

### ***O carste da Formação Salitre do Grupo Una***

Com sua ocorrência distribuída nas bacias de Irecê, Una-Utinga e na Sinclinal de Ituaçu, o carste da Formação Salitre se manifesta de maneira descontínua, com um desenvolvimento cárstico diferenciado em cada seção. Ao todo, em maio de 2022, haviam 420 cavidades registradas no CANIE para a Província Espeleológica do Grupo Una.

Ao Norte da Sub-Bacia Campinas, no município de Campo Formoso, o calcário é, em grande parte, maciço, variando em tons de cinza a branco, com granulometria de fina a média. Nas proximidades do povoado de Laje dos Negros, o relevo ganha vida na forma de um conjunto de morros amplos, cuja maioria possui topos convexos, e, alguns, de forma subordinada, possuem topos planos. Ao longo da área, as feições cársticas de superfície raramente ocorrem. Quando existentes, constituem dolinas circulares, menores que 10 m de diâmetro e com perfis de abatimento escarpados.

Se na superfície o carste parece se esconder, no subterrâneo ele grita. Nessa área estão as duas maiores cavernas registradas em território brasileiro: a Toca da Boa Vista e a Toca da Barriguda, atualmente com 114 km e 35 km de extensão mapeados. Essas cavidades, bem como outras que ocorrem por ali, possuem diversas feições indicativas de espeleogênese hipogênica.



Pendants na Toca da Barriguda, Campo Formoso-BA. Foto: Ricardo Fraga.

No restante da Sub-Bacia Campinas o relevo é desenhado por morros e colinas amplas, de vertentes suaves, que contrastam com a Serra do Tombador à Leste. Os afloramentos dos carbonatos Salitre são raros, normalmente associados a declives mais acentuados das vertentes. A rocha se apresenta em tons cinza-escuro, geralmente laminada e de granulação fina. Quando não aflorante, os carbonatos estão encobertos por sedimentos areno-argilosos, alaranjados, caracterizando o carste como encoberto.

Na extremidade Norte da Bacia de Irecê o relevo se manifesta como uma borda de planalto cárstico, heterogêneo, formando amplos degraus com campos de lapiás, cânions e outras feições cársticas típicas. Próximo a Gruta de Brejões, o relevo possui declives acentuados, onde ocorrem vales estreitos, encaixados e profundos, que resultaram do colapso do teto de cavidades. Na região do município de Central, o relevo é mais dissecado, com declives suavizados que, em alguns locais, são cortados por vales cársticos rasos, de fundo plano, coberto por sedimentos areno-siltosos. Nas bordas dos vales, se formam paredões rochosos escarpados, com menos de 15 m de altura, com campos de lapiás nos topos e cavernas na base.

Nos vales cársticos do Rio Jacaré, das imediações da Gruta dos Brejões, o carbonato Salitre é cinza, de granulação fina a média, laminado ou estratificado.



Entrada da Gruta dos Brejões, em Morro do Chapéu-BA. Observar o homem de escala no centro, abaixo. Foto: Ricardo Fraga.

No centro-norte da Bacia de Irecê, onde está o município de Irecê propriamente dito, o carste é encoberto por um espesso pacote sedimentar de cores avermelhadas, que alcança 60 m em alguns locais. O relevo ocorre como um planalto suavemente ondulado, marcado por colinas amplas. As formas cársticas são esparsas, normalmente dolinas de subsidência amplas, de bordas suaves e formatos variados.

Em alguns lugares, mais especificamente no município de Lapão, são recorrentes os fenômenos de subsidência e colapso do terreno, afetando imóveis em várias partes da cidade. Ainda em Lapão, ocorrem lajedos do carbonato Salitre cobertos por lapiás,

sugerindo que o pacote sedimentar que recobre esse carste é menos espesso nessas redondezas.



Lajedo coberto por lapiás em Lapão-BA. Foto: Ricardo Fraga.

O extremo oeste da Bacia de Irecê tem o carste encaixado entre serras das formações Caboclo e Morro do Chapéu. A superfície carbonática, que aflora em meio à sedimentos alaranjados, areno-argilosos, é marcada por lapiás de aspecto arredondado. Quando em vertentes, os lapiás têm maior rugosidade. O carbonato é cinza, de claro a escuro, de granulação fina e ocorre variando de laminado a estratificado, pontualmente maciço.

Na parte centro-sul da Bacia de Irecê ocorrem os relevos mais elevados de toda a bacia. O carste é encoberto por um pacote sedimentar areno-argiloso, de cores avermelhadas, que alcança 80 m de espessura em alguns locais. As feições cársticas superficiais são raras e discretas. Em contraste, na zona rural de Canarana, ocorre um campo de lapiás, com cerca de 300 m<sup>2</sup>, com algumas lagoas distribuídas e 4 cavernas registradas no CANIE.



Campo de lapiás com lagoa em Canarana-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Mais a sul, fechando a Bacia de Irecê, está uma das áreas cársticas mais conhecidas na Bahia, quiçá do Brasil, dentro do circuito turístico da Chapada Diamantina. É onde se encontram as famosas grutas da Pratinha, Torrinha e Lapa Doce, por exemplo, além do Poço Azul e Poço Encantado. Ali, os terrenos cársticos, que apresentam uma alta densidade de cavernas, estão cercados ao Leste, Sul e Oeste por serras de rochas siliciclásticas do Grupo Chapada Diamantina. Estas serras abastecem esta bacia com águas ácidas e pouco saturadas, com alto grau de corrosão, o que contribui para a enorme concentração de cavernas no município de Iraquara



Entrada da Gruta da Torrinha, Iraquara-BA. Foto: Ricardo Fraga.

As rochas carbonáticas se apresentam em tons de cinza, de claros a escuros, com granulação fina a média e estrutura variando entre laminada, estratificada e brechada. O relevo, que varia de aplainado a ondulado, é marcado por uma diversidade de formas cársticas, com destaque para as dolinas – de tamanhos, perfis e morfologias diversas, com dolinas de subsidência e também de colapso. A maioria dos lapiás da área tem aspecto arredondado, o que indica uma denudação recente. O carste é coberto por uma camada de sedimentos recentes, alaranjados e textura areno-argilosa, com espessuras de até 25 metros.

À Sudeste da Bacia de Irecê está a Bacia Una-Utinga, na borda oriental da Chapada Diamantina. O relevo cárstico é, em geral, composto por uma zona, à Oeste, mais rebaixada, com morros de vertentes suaves, que evolui para uma rampa suavemente ondulada, à Leste. Essa configuração forma um vale assimétrico, onde as maiores cotas chegam até 750 m, que possui um topo suave, alongado e destacado na sua vertente oriental.

As feições cársticas são comuns e as cavernas se distribuem de Norte a Sul da bacia. Nos arredores de Itaetê, fenômenos de colapso do terreno são frequentes, formando dolinas, como observado no Abismo do Ireno. As cavernas podem ser divididas em dois grupos principais conforme seus padrões de desenvolvimento. As cavidades com padrão em rede (network), como a Gruta da Marota, em Andaraí, a Gruta da Lapinha, em Ibiquera, e a Lapa do Bode, em Itaetê. E as cavidades com padrão labiríntico, como o Poço Azul, em Nova Redenção e o Poço Encantado, em Itaetê.



Poço Azul em Nova Redenção-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Ao longo da Bacia Una-Utinga, as rochas carbonáticas são, predominantemente, cinzas, laminadas, de granulação fina a média, calcíticas. Podem ocorrer porções esbranquiçadas, laminadas ou maciças, em alguns lugares. É comum encontrar níveis de chert cinza associados, e também cristais de pirita disseminados no carbonato, de maneira mais localizada.

Por fim, a Sub-Bacia Ituaçu consiste na porção mais ao sul de afloramentos dos carbonatos da Formação Salitre. Os carbonatos são cercados, à Leste, Norte e Oeste, por serras de rochas siliciclásticas do Grupo Chapada Diamantina, especialmente da formação Tombador, de idade Mesoproterozoica. Os carbonatos Salitre se apresentam laminados, cinza escuros, de granulação fina e deformados.



Relevo da Bacia de Ituaçu-BA. Foto: Ricardo Fraga.

O relevo da sub-bacia é composto de uma superfície rebaixada, com morros isolados esparsos. A maioria das cavidades conhecidas na área se encontra associada aos morros. Alguns dos morros possuem aspecto típico de cone cárstico, a exemplo do Morro dos Peitos. Outros, maiores, possuem vertentes escarpadas, sustentadas por paredões rochosos dos carbonatos Salitre, a exemplo do Morro das Araras – que apresenta topo aplainado, lapiás, dolinas e cavernas na parte superior: a Lapa do Bode, uma cavidade ampla com rica diversidade de espeleotemas e a Gruta do Icó (sem registro no CANIE), de salões amplos, onde a formação Salitre exhibe intensas deformações de natureza dúctil.



Serra carbonática, Ituaçu-BA. Foto: Ricardo Fraga.

A cavidade mais conhecida na região de Ituaçu é a Gruta da Mangabeira, que abriga um templo religioso, de fé Católica e é local de uma grande romaria, que ocorre há mais de 100 anos. Para além da importância religiosa, a Mangabeira possui uma grande riqueza e diversidade de espeleotemas, como escorrimentos, cortinas e várias helictites.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE:

<b>CAVIDADE</b>	<b>Nº DE REGISTRO</b>
Toca da Boa Vista	015762.00755.29.06006
Toca da Barriguda	015764.00756.29.06006
Gruta dos Brejões	016955.00953.29.18357
Gruta da Lapa Doce	015535.00563.29.14406
Gruta da Torrinha	015538.00566.29.14406
Gruta da Pratinha	015619.00646.29.14406
Abismo do Ireño	020024.00953.29.15007
Gruta da Marota	019801.00905.29.01304
Gruta da Lapinha	015751.00749.29.12608

Lapa do Bode	015702.00711.29.15007
Poço Azul	015687.00699.29.22854
Poço Encantado	015691.00701.29.15007
Lapa do Bode	015702.00711.29.15007
Gruta do Icó	Sem registro
Gruta da Mangabeira	015661.00680.29.17201

### ***Notícias do carste do Grupo Una***

#### ***O belo mundo subterrâneo da Chapada Diamantina***

No coração da Bahia, um destino que deixa a todos arrebatados: a Chapada Diamantina. Ali, sentimos aquele tipo de paixão avassaladora: apaixonamo-nos pelo exterior – pelo que vemos em seus exuberantes morros e cachoeiras – e também pelo que acessamos em seu interior. Diversas grutas e cavernas que abrem portas para um surpreendente mundo subterrâneo.

Em Iraquara, a Gruta da Lapa Doce é a mais visitada da região e impressiona pela sua amplitude e pelas formações rochosas que despertam a curiosidade e a imaginação dos visitantes. São quase 17km de um sistema de cavernas de grandes galerias, com um pequeno trecho adaptado à visitação. Recentemente, mediante exploração subaquática, o sistema da Lapa Doce foi conectado e ampliado, de modo que em breve essa cavidade deve ser reposicionada no ranking das grandes cavernas brasileiras. Diariamente, centenas de turistas curtem um momento mágico de silêncio e escuridão antes de serem autorizados a acenderem suas lanternas e curtirem a visita com direito também à visualização de hieróglifos, fósseis e cerâmicas.

Ali perto, repousa outro tesouro subterrâneo: a Gruta da Torrinha. Nela, encontramos formações geológicas raras, como as estalactites de cristal transparente, canudos de calcita, flores de aragonita e as agulhas de gipsita de até 60 centímetros de comprimento.

Ainda em Iraquara, o passeio da Gruta da Pratinha e da Gruta Azul, em conjunto, são um dos maiores atrativos da região. A visita à Gruta Azul é rápida, pois o local é aberto apenas para observação, como se fosse um mirante. Não é permitida a circulação dos turistas dentro da gruta e nem mesmo o banho. Já na Pratinha, um balneário de cor

azul turquesa, onde, além de admirar suas águas cristalinas, é programa obrigatório praticar a flutuação no túnel inundado.



Gruta da Pratinha, Iraquara-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Em Itaetê e Nova Redenção, duas novas paisagens com águas cristalinas deslumbram o turista: o Poço Encantado e o Poço Azul, respectivamente. Duas cavernas iluminadas por um “buraco no teto”, que tornam os poços dos dois locais mais incríveis quando os facho de luz do sol penetram por ali e iluminam os lagos. O Poço Encantado permite apenas uma visita contemplativa, enquanto no Poço Azul a flutuação é permitida. Este último possui extrema relevância científica, sendo o maior sítio paleontológico submerso do país devido a descobertas de diversos fósseis de espécies da megafauna que habitaram a região.



Poço Encantado em Itaetê-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Um pouco menos conhecida que suas vizinhas de Chapada, a Gruta dos Brejões, em Morro do Chapéu, é detentora da terceira maior boca de caverna - ou pórtico de entrada - do país e constitui importante sítio paleontológico e arqueológico, com presença de pinturas rupestres e ossadas de animais da megafauna. Situado dentro da APA Gruta dos Brejões/Vereda do Romão Gramacho e a 300 m da comunidade quilombola Gruta dos Brejões, o local ainda é pouco conhecido pela maioria dos turistas comuns que vão à Chapada Diamantina, porém atrai, anualmente, milhares de romeiros em busca de milagres atribuídos à Nossa Senhora dos Milagres, cujo altar fica no interior da gruta.

### ***A Gruta da Mangabeira e a devoção religiosa***

Em Ituaçu, mais especificamente na Gruta da Mangabeira, acontece a segunda romaria mais tradicional da Bahia. Em devoção ao Sagrado Coração de Jesus, o salão na entrada da caverna foi transformado em santuário, com altar, cadeiras e imagens de santos católicos. Milhares de romeiros passam por ali, principalmente entre agosto e setembro, a caminho do Santuário de Bom Jesus da Lapa.

A caverna possui beleza cênica que atrai não só devotos, mas turistas e curiosos, que visitam o santuário e, muitas vezes, adentram um pouco mais na caverna para conhecer

algumas de suas feições e espeleotemas. Atualmente, estima-se que 150 mil pessoas visitem a caverna ao longo do ano.



Gruta da Mangabeira, Santuário do Sagrado Coração, Ituaçu-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Semelhante a outras cavernas-santuários do sertão baiano, a tradição teve início com um incidente envolvendo um vaqueiro – o mito do vaqueiro. A narrativa conta que um vaqueiro caiu no interior da caverna ao ser arremessado do cavalo, quando estava em busca de um animal que desgarrou do rebanho. Ao cair, ele roga ao Sagrado Coração de Jesus por proteção, saindo ileso do acidente. Alguns anos depois, a devoção começou no local, primeiro com um cruzeiro marcando o ponto da queda e, posteriormente com a estrutura que é vista hoje, com escadaria, iluminação e o santuário em si.

### ***Colapsos e o Carste em Lapão***

Um fenômeno geológico iniciado, ou percebido, em 2008 despertou a atenção dos cerca de 25 mil habitantes da pequena cidade de Lapão, a 492 km de Salvador, e reverbera até os dias atuais. Neste ano, apareceram na cidade, que foi erguida sobre terreno carbonático, rachaduras que chegaram a 20 centímetros de largura e pelo menos um metro de profundidade. Além disso, na ocasião, seis casas apresentaram rachaduras nas paredes e tetos.

No mês de outubro daquele ano, moradores assustados saíram correndo de suas casas, ao ouvirem barulhos similares ao de trovões e perceberem enormes fissuras que

surgiram cortando ruas, pisos e paredes. A “Gruta do Lapão”, um dos pontos turísticos mais visitados da cidade, também foi atingida com o colapso. Desde então, as causas desse fenômeno vêm sendo estudadas.



Parede com rachadura em construção abandonada, Lapão-BA. Foto; Ricardo Fraga.

O município está localizado nas bacias hidrográficas dos rios Verdes e Jacaré, especificamente na sub-bacia do riacho do Juá e é reconhecido pelo seu potencial agrícola, que propicia o aumento de áreas irrigadas, por meio da utilização águas subterrâneas retiradas através dos poços tubulares.

Essa extração de água de forma ininterrupta e desordenada, tanto dos rios locais quanto dos poços, geralmente ocorre sem um estudo prévio do volume que pode ser consumido de forma sustentável. Esta prática, aliada com a ação irregular do homem nesse solo, especialmente com a retirada da vegetação original, pode ter levado à drenagem das cavidades subterrâneas, provocando o aparecimento de fendas na região.

Vários estudos realizados após o aparecimento das fissuras identificaram uma forte relação do ocorrido com a retirada de água para irrigação dos plantios locais, que, além de tudo, ainda aceleram o processo de dissolução das rochas carbonáticas. Pesquisas realizadas antes do ocorrido no aquífero local apontavam para um rebaixamento progressivo do nível hidrostático com o tempo (0,32 m/ano), acompanhadas a uma redução média das chuvas (240 mm/ano) no mesmo período, resultando em uma super exploração desses recursos. O volume de água retirado por dia mostrou-se 2,65 vezes maior que a disponibilidade do aquífero. Nenhuma chuva seria capaz de repor essa quantidade retirada.

Estudos geofísicos realizados pela CPRM, em 2013, identificaram, através do método de eletrorresistividade, descontinuidades e cavidades nos terrenos carbonáticos da cidade de Lapão. Eles concluíram que as atividades humanas influenciam fortemente os processos geológicos locais e que as áreas atualmente consideradas fora de risco poderiam evoluir para risco eminente, visto que possuem as mesmas características geológicas e de ocupação que favoreceram os colapsos já ocorridos.



Fundação de construção abandonada sobre lajedo carbonático, Lapão-BA. Foto: Ricardo Fraga.

O estudo apontou que a continuidade na utilização de poços tubulares em áreas de rochas carbonáticas já enfraquecidas pela dissolução é altamente arriscada e não recomendada, pois tendem a acelerar o processo de formação de dolinas. Eles concluem recomendando que outros estudos geofísicos sejam feitos, com métodos como o gravimétrico e a técnica de G.P.R. (Ground Penetrating Radar), para completar o reconhecimento inicial realizado, contribuindo no entendimento da evolução dos processos, e delimitar melhor as áreas de risco no município.

Desde o ocorrido, o Ministério Público local vem atuando em um trabalho contínuo. A implantação de um sistema de monitoramento do aquífero cárstico e um efetivo mapeamento geológico, geotécnico e geofísico mostram-se como uma das principais medidas imediatas, para que as novas informações aferidas possam trazer ações preventivas na preservação dos recursos hídricos locais e as zonas de riscos possam ser acompanhadas.

Além disso, faz-se necessário um programa de incentivo ambiental à população local, sobretudo aos produtores rurais e o acompanhamento das empresas em atuação na cidade, para que as áreas de riscos sejam preservadas e o equilíbrio hídrico possa ser restabelecido na região.

### ***O carste da Formação Caatinga***

Os terrenos cársticos dos carbonatos Caatinga ocorrem de forma anexa ao carste da Formação Salitre, aparecendo conectado a este ou nas suas imediações. Sua ocorrência é restrita às bacias hidrográficas dos rios Verde, Jacaré e Salitre, ao Norte da Chapada Diamantina até chegar no rio São Francisco, na divisa entre Bahia e Pernambuco.

Um aspecto ambiental importante em relação a esses terrenos cársticos é a intensa exploração do calcrete Caatinga como rocha ornamental, comercializada sob o nome de Mármore Bege Bahia. Atualmente ocorrendo principalmente na região de Ourolândia, há um verdadeiro conglomerado de pedreiras que atuam - e atuaram durante muitos anos - de forma agressiva, sem implementar as devidas medidas de recuperação das áreas degradadas. Em muitos locais, onde os trabalhos de lavra se encerraram, existem hoje “cemitérios” de cavas com blocos não aproveitados e resíduos abandonados. Esse é um cenário de risco para a Província Espeleológica da Formação Caatinga, com seu patrimônio espeleológico ainda pouco conhecido, e que pode se espalhar ainda mais por áreas de calcrete ainda não exploradas.



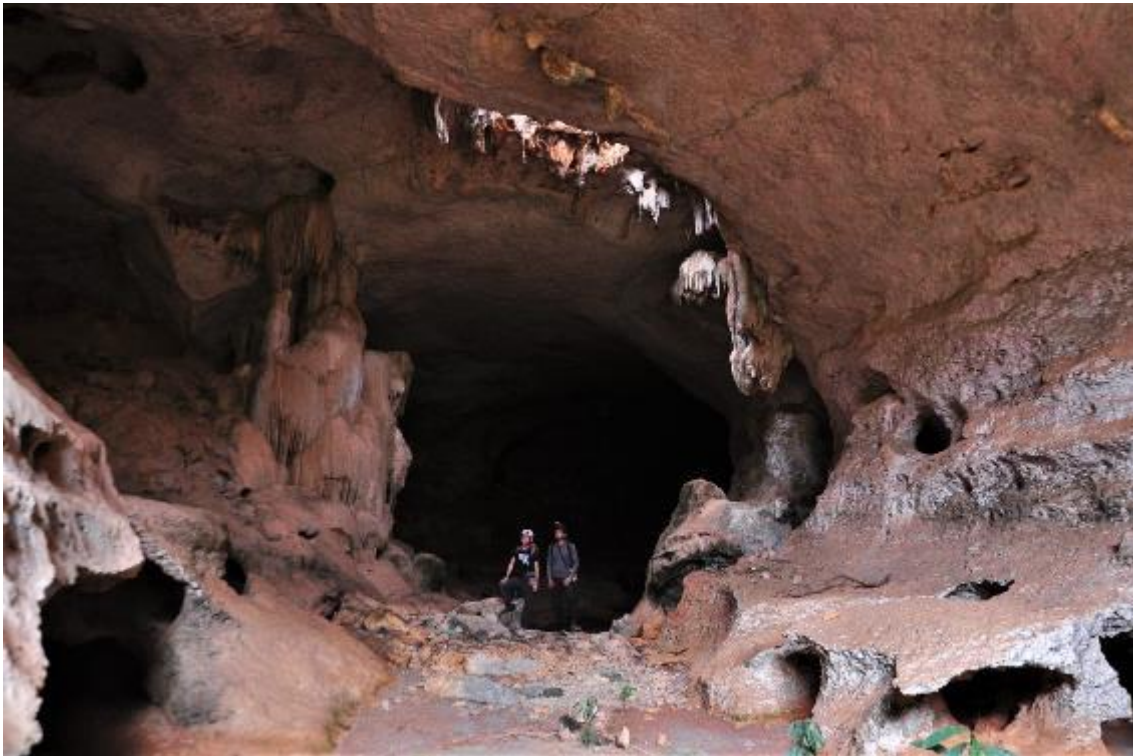
Relevo rebaixado e aplainado onde ocorre o carbonato Caatinga. O calcário Salitre ocorre ao redor, nas partes elevadas. Foto: Ricardo Fraga.

Nas bacias dos rios Verde e Jacaré, a Noroeste da Bacia de Irecê, o carste do Caatinga ocorre em relevo aplainado. Em algumas áreas, a superfície é marcada por uma fina cobertura de sedimentos laranja acinzentados. Em outras, aparecem extensos lajedos rochosos de superfícies que variam de lisas a rugosas – com campos de lapiás e cavidades com tetos baixos e de difícil acesso. Em alguns locais ocorrem veredas, um indicativo de nível d'água pouco profundo, o que diminui a probabilidade de se encontrar cavidades acessíveis. As poucas cavernas registradas para essa área se situam em regiões mais elevadas do terreno.

O carbonato Caatinga se apresenta em tom branco-acinzentado, de composição calcítica, estrutura maciça ou com acamamento incipiente e granulação fina a grossa, com clastos angulosos que caracterizam porções de brechas carbonáticas. É comum a ocorrência de manganês sob a forma de nódulos ou lentes horizontais, que ficam sobressalentes por conta da resistência desse material à dissolução, em comparação à do calcete.

Na bacia do rio Salitre, inserida na Sub-Bacia Campinas e circundado pelo carste da Formação Salitre, o carste Caatinga também possui relevo aplainado. A superfície é marcada, em alguns locais, por uma fina camada de sedimentos de cor avermelhada, intensa. Em outros lugares, ocorrem lajedos rochosos lisos, com fendas e cavidades de pequenas dimensões.

Nessa porção da formação Caatinga ocorrem mais cavidades que em sua contraparte Oeste, com cerca de 60 registros no CANIE. Ocorrem também cavidades maiores e de relevância. A exemplo da Toca dos Ossos, a maior caverna registrada nesta unidade, que ocupa a oitava posição no ranking das maiores cavernas do Brasil, com 14.200 m de desenvolvimento em projeção horizontal, e um rico acervo paleontológico, sendo considerada de máxima relevância. São destaques também a Gruta da Lapa do Convento, com 9.200 m mapeados, na 16ª posição no ranking, e as Pontes do Sumidouro – uma sequência de arcos rochosos sobre o rio Pacuí, um local bastante aproveitado para turismo e lazer por pessoas da região.



Toca dos Ossos, Ourolândia-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Atualmente está em processo a criação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) na Toca dos Ossos. É uma medida de compensação ambiental, que inclui ações de recuperação da vegetação sobre e no entorno da cavidade, que visa proteger essa importante caverna – que não há muito tempo ficava bem próxima à frente de lavra de uma pedreira que explora o mármore Bege Bahia.

Os calcretes Caatinga se apresentam, majoritariamente, de forma maciça, com composição calcítica, esbranquiçados, com clastos subangulosos, de tamanho de grânulos e seixos, em meio a uma matriz fina.

Cavidades citadas nesse tópico e seus registros no CANIE:

CAVIDADE	Nº DE REGISTRO
Toca dos Ossos	015718.00724.29.23357
Lapa do Convento	015783.00769.29.06006
Pontes do Sumidouro	015778.00764.29.06006

## ***Notícias do carste da Formação Caatinga***

### ***Mármore Bege Bahia: ornamentação e destruição***

Os calcários da formação caatinga, conhecidos em todo país como Mármore Bege Bahia ou Travertino Nacional, estão distribuídos pelo centro-norte do estado da Bahia e são uma das rochas ornamentais mais importantes e com uso difundido no Brasil. É comum encontrarmos esse material aplicado a arquiteturas diversas, sobretudo em construções dos anos oitenta ou noventa.

Seja em bancadas, balcões ou como revestimento de piso e parede, ou até em obras de arte, a comercialização desta pedra com padrão cromático de veios elegantes e que remete ao irmão italiano ainda mais famoso – Travertino Romano –, contribui de forma expressiva para tornar as rochas ornamentais o quinto bem mineral mais exportado pelo Brasil.

A comercialização do Bege Bahia começou através da utilização da rocha como pedra para calçamentos, no início dos anos 1950. Ainda no final desta década passou a ser removido em bloquetes para recorte de chapas e utilização como mármore.

A cidade baiana de Ouroândia se destaca pela extração, beneficiamento e processamento da pedra e, devido a importância comercial da região, diversas empresas se instalaram no local, o que ocasionou grandes impactos sociais na dinâmica da cidade e impactos ambientais no carste e ecossistema local.



Lavra de Bege Bahia abandonada, Ouroândia-BA. Foto: Ricardo Fraga.

Houve aumento das ofertas de emprego, tornando a cidade uma das poucas da região a não depender do poder público como principal fonte de renda para a população. Por outro lado, verificou-se que ao longo dos anos muitas empresas atuavam de forma irregular, realizando atividades de extração e beneficiamento de mármore com prejuízo aos recursos hídricos da bacia do rio Salitre. Além disso, foi identificado um subaproveitamento das pedras extraídas: apenas 30% delas eram aproveitadas, e durante o processo de serragem podia-se perder até 25% a mais do minério.

Em 2018, foi assinado um termo de acordo coletivo ambiental com as empresas atuantes na região junto ao Ministério Público estadual, com o objetivo de regularizar as atividades de extração em Ouroilândia. Este documento visa o desenvolvimento tecnológico das atividades praticadas no local, de modo que os impactos ambientais sejam minimizados e o patrimônio cultural, espeleológico, arqueológico e paleontológico do Município seja protegido. Dentre as principais ações estabelecidas pelo acordo, definiu-se a implantação de um viveiro capaz de produzir mais de 20 mil mudas nativas por ano durante 10 anos; soluções tecnológicas que permitirão utilizar os rejeitos dos mármore para produzir cimento, argamassa e corretivos de solo para uso agrícola; dentre outras ações, além de contrapartidas financeiras da ordem de 7 milhões de reais.

### ***As águas em risco***

Como já observado em outras regiões da Bahia, a exploração descontrolada da água para fins de irrigação prejudica muitos rios e aquíferos baianos. A interrupção do curso d'água pela construção de 35 barramentos e a captação insustentável de água na bacia do rio Salitre ocasionou o desgaste da dinâmica hídrica local e seca do rio Salitre - antes perene - e que atualmente apresenta fluxo intermitente após a barragem instalada em Ouroilândia.

Os Perímetros de Irrigação implementados pelo Governo Federal através da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf), envolvendo empresas privadas do agronegócio atuantes na Bahia, acabou por favorecer o grande produtor em detrimento dos pequenos agricultores locais – aumentando a desigualdade no acesso à água e acarretando na superexploração dos recursos hídricos locais, devido à grande capacidade de produção das maiores empresas. Esse cenário acirrou ainda mais o conflito pela água na região, que já teve até confronto armado no auge das tensões.

Nas bacias dos rios Verde e Jacaré a história ainda não é a mesma em termos de conflito, mas tem possibilidade de se igualar nos problemas ambientais enfrentados na bacia do rio Salitre. A extração de água subterrânea, através do crescente número de poços tubulares, tem ocasionado o rebaixamento do nível d'água do aquífero e influenciado na redução do curso dos rios.

O uso irregular do solo, associado à migração da agricultura irrigada para novas áreas é uma das razões de maior preocupação para a dinâmica hídrica da região. Mesmo que em menor número, já ocorrem ações antrópicas altamente prejudiciais à disponibilidade hídrica, como o desmatamento das nascentes, supressão vegetal de matas ciliares e a ocupação de áreas de recarga e produção prioritárias.

## **BIBLIOGRAFIA:**

Auler (2002); Barbosa (2009); Barbosa et al. (2022); Bebert-Born (2016); Berbert-Born & Karmann (2002); Borges et al. (2016); Cazarin et al. (2019); Dantas (2015); Dos Santos et al. (2012); Dourado (2015); Fonseca et al. (2020); Inda & Barbosa (1978); Karmann et al. (2002); La Bruna et al. (2021); Laureano & Cruz (2002); MPBA (2013); MPBA (2018); Oliveira et al. (2013); Oliveira Filho & Cunha (2013); Oliveira Filho (2015); PRHVJ (2017); Pedreira e Rocha (2002); Pedrosa (2017); Penha (1994); Pereira (1998); Redação ITM (2022); Rossi & Santos (2018); Rubbioli et al. (2019); Sobrinho et al. (2012); Souza et al. (2021); Waltham & Fookes (2005)

## **CAPÍTULO 07. CONCLUSÃO**

Esse livro e o projeto que lhe deu origem fazem parte de um grande movimento acadêmico e científico que vem desbravando o conhecimento acerca das cavernas e do carste da Bahia nos últimos anos. Para além das campanhas de campo e novas descobertas e percepções deste território, o conteúdo aqui descrito deriva também de um acúmulo de conhecimento advindo de algumas dezenas de pesquisadores, espeleólogos e comunidades locais.

Apresentamos, ao longo deste texto, um panorama sobre os terrenos cársticos desenvolvidos em rochas carbonáticas no estado da Bahia, para os quais se adotou a nomenclatura de Províncias Espeleológicas. Estes terrenos foram divididos em cinco unidades principais, quais sejam: Província Espeleológica do Supergrupo Canudos, Província Espeleológica do Grupo Rio Pardo, Província Espeleológica do Grupo Bambuí, Província Espeleológica do Grupo Una, Província Espeleológica da Formação Caboclo e Província Espeleológica da Formação Caatinga.

Distribuídos por todo o estado, em diferentes condições e arranjos geológicos e ambientais, os terrenos cársticos de rochas carbonáticas oferecem inúmeras possibilidades para o desenvolvimento econômico e social das comunidades que vivem

em suas cercanias. O uso de forma sustentável desses recursos e lugares passa primeiro pelo conhecimento necessário ao entendimento da importância geológica, biológica, arqueológica e cultural das cavernas e do carste.

Esperamos que esse livro seja uma luz na caminhada que desbrava os sertões e matas que guardam as cavernas baianas – algumas das quais figuram entre as de maior destaque na espeleologia brasileira e até mundial.

**Os Autores.**

## **REFERÊNCIAS**

- AGUIAR, P.C.B. de; PIRES, M.de M. (2019). A região cacauzeira do sul do estado da Bahia, Brasil: crise e transformação. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 28 (1): 192-208. doi: 10.15446/rcdg.v28n1.67437
- ALMEIDA F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, 7: 349-364.
- AULER, A. S. 2002. Karst areas in Brazil and the potential for major caves - an overview. Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología 36: 29-35
- AULER, A. S.; RUBBIOLI, E. & BRANDI, R. 2001. As Grandes Cavernas do Brasil. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. Belo Horizonte – MG, Brasil.
- BARBOSA, E. P.; SANTOS, M. S.; ANDRADE, C. S.; RIBEIRO, D. B.; ÁVILA, F. S.; SARMENTO, F. O.; GONDIM JUNIOR, N. A.. Caverna em festa: a romaria da Lapa da Mangabeira em Ituaçu – Bahia. In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. Anais... Campinas: SBE, 2022. p.096-100.
- BARBOSA, E.P. Cavernas e Religião: Considerações Sobre Algumas Romarias em Cavernas no Sertão da Bahia. Congresso Brasileiro de Espeleologia, 30, SBG. 09 a 12 de julho de 2009.
- BARBOSA, E.P.; NOGUEIRA, K.A.B.; NEVES, N.G.S.. Caverna, história e tradição popular no sertão baiano. In: RASTEIRO, M.A.; MARTINS, L.R.B. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 25, 1999. Vinhedo. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.47-52. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais25cbe/25cbe\\_047-052.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais25cbe/25cbe_047-052.pdf)>.
- BARBOSA, E.P.; TRAVASSOS, L.E.P. (2008). Caves, stories, history and popular traditions in the semi-desert (sertão) of Bahia, northeastern Brazil. Acta Carstologica, 37(2-3), 331-338.
- BERBERT-BORN, M.; KARMANN, I. (2002). Lapa dos Brejões - Vereda Romão Gramacho, Chapada Diamantina, BA - Gigantesca caverna e vale cárstico com rico depósito de fósseis do Quaternário. In C.Schobbenhaus et al. (Ed.), Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.(pp.469-479). Brasília: DNPM/CPRM.

BLINDER, D. (2005) Análise da fragmentação da Mata Atlântica na região Sul da Bahia: uma contribuição da geotecnologia para o estudo da dinâmica da paisagem. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo

BORGES, S.V.F.; BALSAMO, F.; VIEIRA, M. M.; IACUMIN, P.; SRIVASTAVA, N. K.; STORTI, F.; BEZERRA, F. H. R. 2016. Calcretes pedogênicos ao longo de sistemas de falhas e acamamentos pré-existentes na Bacia de Irecê, norte da Bahia. *Sedimentary Geology*, v. 341, p. 119-133.

CAVALCANTI, L.F., LIMA M.F., MEDEIROS, R.C.S., MEGUERDITCHIAN, I. (2012) Plano de ação nacional para a conservação do patrimônio espeleológico nas áreas cársticas da Bacia do Rio São Francisco. ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília/DF - Brasil.

CAZARIN, C. L.; BEZERRA, F.H.R.; BORGHI, L.; SANTOS, R.V.; FAVORETO, J.; BROD, J.A.; AULER, A.S. & SRIVASTAVA, N.K. The conduit-seal system of hypogene karst in Neoproterozoic carbonates in northeastern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*. Volume 101. 2019. Pages 90-107. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.11.046>.

CECAV – CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Anuário estatístico do patrimônio espeleológico Brasileiro - CANIE. Brasília, 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav\\_-\\_anuario\\_estatistico\\_espeleologico\\_2021.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav_-_anuario_estatistico_espeleologico_2021.pdf). Acesso em: 16 de jan. 2023.

CECAV – CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>. Acesso em 17 nov. 2022.

CESE – Coordenadoria Ecumênica de Serviço. (2019) Audiência Pública debate conflito da água na região oeste da Bahia. Salvador-BA. 31/05/2019. Disponível em: <https://www.cese.org.br/audiencia-publica-debate-conflito-da-agua-na-regiao-oeste-da-bahia/> >. Acesso em 20/02/2023.

CRUZ, F. (2018) Correntina: as Guerras da Água chegam ao Brasil *Jornal OutrasMídias*, 13/04/2018 . Disponível em: <https://outraspalavras.net/outrasmidias/correntina-as-guerras-da-agua-chegam-ao-brasil/> >. Acesso em: 18/02/2023.

CUNHA, T. B. Do Oculto ao Visível: Terra-Água-Trabalho e o Conglomerado Territorial do Agrohidronegócio no Oeste da Bahia. Presidente Prudente, Tese (Doutorado em Geografia) – Unesp, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/149818>>.

CVJIČ, J. (1893) Das Karstphänomen. *Geographische Abhandlungen*, 5(3):215–319.

Da Fonseca, G.A.B.; Alger, K.; Pinto, L.P.; Araújo, M.; Cavalcanti, R. (2004) Corredores de biodiversidade: o Corredor Central da Mata Atlântica. In: Arruda MB, Sá LFSN (org.) *Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil*. Ibama, Brasília, pp 47–65

- DANTAS, R.B.; ALMEIDA, L.F.S.; MORATO, L. Geocronologia do Grupo Bambuí e aspectos da geomorfologia cárstica no Parque Municipal da Lagoa Azul, São Desidério (BA). In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) Congresso Brasileiro de Espeleologia, 32, 2013. Barreiras. Anais. Campinas: SBE, 2013. p.401-406.
- DANTAS, W. M. 2015. Petrografia e Geoquímica das Rochas Carbonáticas da Formação Caatinga na Região de Lages dos Negros, Centro-norte da Bahia. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 77p.
- DO CARMO, M. (2023) Sobre a Eco-Fazenda da Gruta do Lapão, Santa Luzia. Informação verbal.
- DOS SANTOS, E. S. M.; SILVA, R. W. S.; SAMPAIO, E. E. S. (2012) Analysis of the risk of karst collapse in Lapão, Bahia, Brazil, *Exploration Geophysics*, 43:3, 198-212, DOI: 10.1071/EG10020
- DOURADO, J. A. L. (2015). Das terras do Sem Fim aos Territórios do Agrohidronegócio: conflitos por terra e água no vale do São Francisco. Presidente Prudente.
- EGYDIO-SILVA, M. Sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton do São Francisco. 1987. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987. doi:10.11606/T.44.1987.tde-11022014-150431.
- FALCÓN, Gustavo. Coronéis do cacau. Salvador: Solisluna, 2ª Ed. Revisada, 2010
- FONSECA, E. R.; MODESTO, F. de Ávila .; CARNEIRO, G. C. A.; LIMA, N. F. S.; MONTE-MOR, R. C. de A. . Conflicts over water use in the São Francisco River Basin - Case studies in the State of Bahia. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 9, p. e823997929, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7929. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7929>. Acesso em: 27 jan. 2023.
- FORD D.; WILLIAMS P. Karst hydrogeology and geomorphology. John Wiley & Sons, Chichester, 2007. 578 p.
- GALINDO LC, CÂMARA IG (2005) State of the hotspots: Mata Atlântica: uma síntese. In: Mata Atlântica; biodiversidade, ameaças e perspectivas. In: Galindo-Leal C, Câmara, IG (Eds) Belo Horizonte. Centro de Ciências Aplicadas e Biodiversidade, 471 pp.
- GODINHO, L. P. de S. Geoespeleologia, geomorfologia e geocronologia do sistema cárstico de São Desidério, Bahia, Brasil. 2020. Tese (Doutorado em Geoquímica dos Processos Exógenos) - Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo, 2020. doi:10.11606/T.44.2020.tde-27072020-102310. Acesso em: 2021-03-30.
- GOMES, D. (2013) Nova fábrica de cimento vai gerar 2.300 empregos. *Jornal A Tarde*, Salvador-BA. , 04 de abril de 2013 Disponível em:<

<https://atarde.com.br/empregos/nova-fabrica-de-cimento-vai-gerar-2300-empregos-505997>>. Acesso em:20/02/2023.

GOMES, M. (2017) Guerra da água no Oeste da Bahia. Brasil de Fato. Jornal Brasil de Fato, Correntina-BA. 18 de Dezembro de 2017. Disponível em: <<https://www.brasildefatoba.com.br/2017/12/18/guerra-da-agua-no-oeste-da-bahia>>. Acesso em: 20/02/2023.

IGLESIAS M.; UHLEIN A. 2009. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. Revista Brasileira de Geociências, 39(2): 256-266.

INDA, H. A. V. & BARBOSA, J. F. -1978- Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Estado da Bahia, escala 1:1.000.000. SME/CPRM, Salvador/BA- Brasil.

JANSEN, D.C.; CAVALCANTI, L.F.; LAMBLÉM, H.S. Mapa final de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, 2(1):42-56, 2012.

KARMANN, I., SILVA, M.E. & TROMPETTE, R. Litoestratigrafia do Grupo Rio Pardo, Proterozoico Médio a Superior do sudeste do estado da Bahia. Revista Brasileira de Geociências, 19: 290-302. 1989.

KARMANN, I.; PEREIRA, R.G.F.A.; MENDES, L.F. Caverna do Poço Encantado, Chapada Diamantina (Itaetê), BA - caverna com lago subterrâneo de rara beleza e importância científica. In: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1, p. 491-498. Brasília. 2002.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L.E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. Espeleo-Tema, n. 13, ano IX. SBE. 1979.

KLIMCHOUK A., 2009. Principal features of hypogene speleogenesis. In: Klimchouk A. & Ford D.C. (Eds.), Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Simperfol, p. 7-16.

KLIMCHOUK, A. The Karst Paradigm: Changes, Trends and Perspectives. Acta Carsologica/Karstoslovni Zbornik. 44. 289-313. 2015.

LA BRUNA, V.; BEZERRA, F. H. R.; SOUZA, V. H. P.; MAIA, R. P.; AULER, A. S.; ARAUJO, R. E. B.; CAZARIN, C. L.; RODRIGUES, M. A. F.; VIEIRA, L. C. & SOUSA, M. O. L. High-permeability zones in folded and faulted silicified carbonate rocks – Implications for karstified carbonate reservoirs. Marine and Petroleum Geology. Volume 128. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105046>

LAUREANO, F. V. & CRUZ Jr., F. W. da. 2002. Grutas de Iraquara (Iraquara, Seabra e Palmeiras), BA - Um dos principais sítios espeleológicos do Brasil. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. L. C. Eds.: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM/SIGEP, Brasília/DF - Brasil. 540 p.

LLADÓ, N. L. Fundamentos de hidrogeologia cárstica – Introducción a La espeologia. Editora Blume, Madrid, 1970.

MELO, L. (2019). Duelo pelo controle da água. Projeto Colabora. Publicada em 28 de abril de 2019. Disponível em: <<https://projetocolabora.com.br/ods6/duelo-pelo-controle-da-agua-no-oeste-da-bahia/>>. Acesso em: 20/02/2023.

MISI A., KAUFMAN A.J., VEIZER J., POWIS K., AZMY K., BOGGIANI P.C., GAUCHER C., TEIXEIRA J.B.G., SANCHES A.L., IYER S.S.S. 2007. Chemostratigraphic correlation of Neoproterozoic successions in South America. Chemical Geology, 237:143-167.

MPBA – Ministério Público da Bahia. Fendas e rachaduras de Lapão são debatidas em audiência pública no MP. 26/04/2013. Disponível em: <<https://www.mpba.mp.br/noticia/27973>>. Acesso em: 20/02/2023.

MPBA – Ministério Público da Bahia. Mais de 60 empresas de extração e beneficiamento de mármore assinam acordo coletivo ambiental em Orolândia. 04/12/2018. Disponível em: <<https://www.mpba.mp.br/noticia/44598>>. Acesso em: 20/02/2023.

MUNIZ, B.; OLIVEIRA, R. (2021) Os privilegiados com a água do Cerrado baiano. Agência Pública. 8 de dezembro de 2021. Disponível em: <<https://apublica.org/2021/12/os-privilegiados-com-a-agua-do-cerrado-baiano/>>. Acesso em: 18/02/2023.

OLIVEIRA E.P., CARVALHO M.J., NASCIMENTO R.S., ARAÚJO M.N.C., DANTAS D., BASILICI G., BUENO J.F., MCNAUGHTON N. (2005) Evidence from detrital zircon geochronology and whole-rock Sm-Nd isotopes for off-craton provenance of clastic metasedimentary units of the Sergipano belt, NE Brazil. X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Curitiba, Boletim de Resumos Expandidos 308–311.

OLIVEIRA E.P., WINDLEY B.F., ARAÚJO M.N.C. (2010) The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete plate tectonic cycle in western Gondwana. Precambrian Research 181: 64–84.

OLIVEIRA E.P., WINDLEY B.F., MCNAUGHTON N.J., BUENO J.F., NASCIMENTO R.S., CARVALHO M.J., ARAÚJO M.N.C. 2017. The Sergipano Belt. In: Heilbron M., Cordani U.G., Alkmim F.F. (Eds.), São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent. Cham, Springer International Publishing, p. 241-254.

OLIVEIRA FILHO, I. B. de. Carta geotécnica de aptidão à urbanização em ambiente cárstico - Lapão – BA. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

OLIVEIRA FILHO, I.B. DE; CUNHA, F. (2013) Relatório Visita Técnica ao Município de Lapão-BA (Aspectos Gerais e Setorização das Áreas de Riscos). CPRM, Salvador-BA.

OLIVEIRA, C.E.S.de; BRITO, A.A.; OLIVEIRA, R.G.; SANTIAGO, R.C. (2013) Levantamento Geofísico de Eletroresistividade para Investigação do Substrato Calcário de Áreas

Colapsadas e de Novas Áreas para Expansão Urbana da Cidade de Lapão-BA. CPRM, SALVADOR-BA.

PEDREIRA, A. J. 1999. Evolução sedimentar e tectônica da Bacia metassedimentar do Rio Pardo: uma síntese. *Revista Brasileira de Geociências*, 29(3):339-344.

PEDREIRA, A. J.; ROCHA, A. J. D. 2002. Serra do Tombador, Chapada Diamantina, BA - Registro de um deserto proterozóico. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert - Born, M. L. C. (Edits.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). v. 01: 181 - 186.

PEDROSA, V. DE A. (2017). *Solução de conflitos pelo uso da água - Serra*, ES: 2017. 109 p. ISBN 978-85-67907-14-7

PEDROSA, S. A. Discriminação Espectral de Variações Faciológicas de Carbonatos por Meio de Espectrorradiometria e Imagens Aster na Região da Serra do Ramalho - Ba. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas, Distrito Federal, 2010. 117 p.

PENHA, M. E. P. P. O Calcário Caatinga de Orolândia, Bahia: Feições Diagnósticas, Gênese e Evolução de um Perfil Calcrete. Dissertação de Mestrado. CPGG – IGeo/UFBa, Salvador/BA – Brasi. 1994.

PEREIRA, R. G. F. D. A.; FIGUEIREDO JÚNIOR, S. M. D.; FEITOSA, G. D. D. S. Geoparque São Desidério, BA: proposta. Relatório. Salvador, BA, 2018. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20724>, acessado em 28 de maio de 2022.

PEREIRA, R.G.F.A. Caracterização Geomorfológica e Geoespeleológica do Carste da Bacia do Rio Una, Borda Leste da Chapada Diamantina (Município de Itaetê, Estado da Bahia). Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências USP. São Paulo. 1998.

PORTAL PARIPIRANGUENSE (2018). Representantes da futura fábrica de cimento participam de reunião na prefeitura de Paripiranga 08/03/2018 . Disponível em: <<https://paripiranguense.com/noticia/1124/representantes-da-futura-fabrica-de-cimento-participam-de-reuniao-na-prefeitura-de-paripiranga>>. Acesso em: 18/02/2023.

PRHVJ -Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Verde e Jacaré. (2017). Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água das Bacias Hidrográficas dos Rios Verde e Jacaré: Programa de Investimentos do PRHVJ. Salvador.

ROSSI, R.A.; SANTOS, E. (2018). Conflito e Regulação das Águas no Brasil –a experiência do Salitre. *Caderno CRH*, v. 31, n. 82, p. 151-167,2018. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ccrh/v31n82/0103-4979-ccrh-31-82-0151.pdf>.

RUBBIOLI, E.; AULER, A.; MENIN, D. & BRANDI, R. -2019- Cavernas – Atlas do Brasil Subterrâneo. ICMBio/CECAV. Brasil.

- SANDI, B.S.; SOUZA SILVA, M.; FERREIRA, R.L. Composition and richness of the cave invertebrate fauna of the Rio Pardo Province. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.822-826.
- SANTANA, M. S.; SILVA, F. A.; SILVA, C. E.. Bases para o desenvolvimento do espeleoturismo no município de Paripiranga, Bahia, Brasil. Revista Nordestina de Ecoturismo, Aracaju, v.2, n.2, p.35-57, 2009.
- SANTANA, M. S.; SILVA, F. A.; SILVA, C. E.. Inventário das paisagens cársticas do município de Paripiranga, Bahia. Revista Nordestina de Ecoturismo, Aracaju, v.2, n.1, p.50, 2009.
- SANTOS, E. Operação Tatus II. Página da Gruta do Padre, Santana. Sem data. Disponível em: < <https://gruta-do-padre.webnode.page/operacao-tatus-ii/>>. Acesso em: 20/02/2023.
- SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, 1999. Guia Técnico Nº 3: Conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos em regiões cársticas. Disponível em: <<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/milieux-aquatiques-eaux-souterraines-contexte-hydrogeologique/les-formations-calcaires-et-le-karst>>.
- SIAL A.N., GAUCHER C., SILVA FILHO M.A., FERREIRA V.P., PIMENTEL M.M., LACERDA L.D., SILVA FILHO E.V., CEZARIO W. 2010. C-, Sr-isotope and Hg chemostratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates of the Sergipano Belt, Northeastern Brazil. In: Karhu J., Sial A.N., Ferreira V.P., Eds, Precambrian Isotope Stratigraphy, special issue, Precambrian Research 182: 351–372.
- SIAL, A. N., GAUCHER, C., MISI, A., BOGGIANI, P. C., ALVARENGA, C. J. S. D., FERREIRA, V. P. & CEZARIO, W. D. S. (2016). Correlations of some Neoproterozoic carbonate-dominated successions in South America based on high-resolution chemostratigraphy. Brazilian Journal of Geology, 46, 439-488.
- SILVA, K.B.; BARBOSA, E.P.; MATTOS, J.B.; CRUZ, L.A.; MARQUES, E.L.S.; REGO, N.C.; BARBOSA, J.W.. Caracterização climática da Gruta do Lapão, Santa Luzia – BA e suas contribuições para estudos espeleológicos. In: RASTEIRO, M.A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 33, 2015. Eldorado. Anais... Campinas: SBE, 2015. p.173-180. Disponível em: . Acesso em: data do acesso.
- SILVA, M.S., MARTINS, R.P. & FERREIRA, R.L. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. Biodivers Conserv 20, 1713–1729 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0057-5>
- SOBRINHO, J. N.; SANTOS, V. B. M.; JESUS, F. C. C.; SILVA, A. X. (2012). Utilização de água subterrânea do aquífero carstíco do município de Lapão/Bahia: Análise realizada através dos dados do cadastro de usuários de recursos hídricos do estado da Bahia. XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços.

SOUZA, V.H.P., BEZERRA, F.H.R., VIEIRA, L.C., CAZARIN, C.L., BROD, J.A., 2021. Hydrothermal silicification confined to stratigraphic layers: implications for carbonate reservoirs. *Mar. Petrol. Geol.* 124, 104818. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104818>.

SOUZA-SILVA M, MARTINS R P, FERREIRA R L (2011) Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Biodiversity and Conservation* 8 (20):1713-1729.

SOUZA-SILVA M, MARTINS RP, FERREIRA RL (2015) Cave Conservation Priority Index to Adopt a Rapid Protection Strategy: A Case Study in Brazilian Atlantic Rain Forest, *Environmental Management*. 55: 279–295.

TRAJANO, E. (2000), Cave Faunas in the Atlantic Tropical Rain Forest: Composition, Ecology, and Conservation. *Biotropica*, 32: 882-893. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00626.x>

TRAVASSOS, L. E. P.; MAGALHÃES, E. D. & BARBOSA, E. P. -2011- Cavernas, Rituais e Religião. Ilhéus/BA - Brasil: Editus, 2011.

TRAVASSOS, L.E.P.; GUIMARÃES, R.L.; BATELLA, W.B.; MORAIS, M. A Utilização de Cavernas Como Lugar de Devoção e Práticas Ritualísticas. *Revista OLAM – Ciência & Tecnologia*, v.9, n.1, p. 270-288. 2009.

UHLEIN A., CAXITO F. A., SANGLARD J. C. D., UHLEIN G., SUCKAU G.L. 2011. Estratigrafia e tectônica das faixas neoproterozóicas da porção norte do Craton do São Francisco. *Geonomos*, 19(2): 8-31.

WALTHAM, A.C.; FOOKES, P.G. Engineering classification of karst ground conditions. *Spel.Evol.Karst Aquifers*. 3(1), 20p. 2005.

**ANEXO E – ARTIGO “CAVERNAS EM ROCHAS CARBONÁTICAS NO ESTADO DA BAHIA: FORÇAS, FRAQUEZAS, OPORTUNIDADES E AMEAÇAS”.**

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório trata da terceira versão do Artigo 01 (nos relatórios anteriores este era o Artigo 02), do projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia”. Essa revisão focou principalmente em enriquecer os tópicos do artigo, conforme decidido em reuniões da equipe, desenvolvendo o texto a partir do viés de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças. Essa versão já foi submetida à apreciação dos pares do projeto, estando pronta para submissão na revista até a data final do projeto.

## 2. RESULTADOS

O Artigo 01, que se encontra disposto no Anexo I deste relatório, trata do estado da arte da gestão e manejo de cavernas em carste carbonático no Estado da Bahia. Seu título é CAVERNAS EM ROCHAS CARBONÁTICAS NO ESTADO DA BAHIA: FORÇAS, FRAQUEZAS, OPORTUNIDADES E AMEAÇAS. Este será submetido à Revista Brasileira de Espeleologia, do CECAV.

O sumário desse artigo é o seguinte:

1. INTRODUÇÃO: .....	4
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	6
2.1 Embasamento teórico .....	6
2.2 Dados de Campo .....	6
2.3 Análise SWOT .....	7
3. CAVERNAS NA BAHIA .....	7
3.1 O Patrimônio Espeleológico da Bahia .....	9
• Campo Formoso .....	9
• São Desidério.....	9
• Morro do Chapéu .....	10
3.2 Principais cavernas com usos diversos na Bahia .....	12
3.3 As procissões de Fé e o espeleoturismo em Cavernas baianas .....	13
3.4 Impactos ambientais no patrimônio espeleológico do Estado da Bahia .....	15
3.5 Indicadores socioeconômicos .....	18
4. LEGISLAÇÃO ESPELEOLÓGICA VIGENTE .....	21
4.1 Unidades de Conservação e Planos de Manejo Espeleológico .....	22
5. APLICAÇÃO DA ANÁLISE SWOT NO ESPELEOTURISMO DA BAHIA.....	25
6. DISCUSSÃO .....	27
6.1 A legislação e o papel do Poder Público.....	27
6.2 Panorama das Unidades de Conservação e Planos de Manejo Espeleológico .....	28
6.3 Desenvolvimento socioeconômico .....	28

6.4 Espeleoturismo - ideias para um futuro comum.....	30
7. CONCLUSÃO .....	31
FINANCIAMENTO .....	32
REFERÊNCIAS.....	32

# ANEXO I

## ARTIGO 01

### CAVERNAS EM ROCHAS CARBONÁTICAS NO ESTADO DA BAHIA: FORÇAS, FRAQUEZAS, OPORTUNIDADES E AMEAÇAS

Tarsila Carvalho de Jesus (1), Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira (2), Carlos Gleidson Campos da Purificação (1), Leo Linke Ferreira (3) & Raphael Parra (2)

- (1) Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente (NEHMA).
- (2) Programa de Pós-graduação em Geologia - IGeo/UFBa.
- (3) Universidade Federal da Bahia (UFBa).

**RESUMO:** O estado da Bahia possui um rico Patrimônio Espeleológico. Entre suas centenas de cavernas, algumas despontam em importância por aspectos científicos e cênicos, como a Toca da Boa Vista e a Gruta de Brejões. Entretanto, o potencial espeleoturístico baiano é subaproveitado, com fraquezas relacionadas à ausência de ação por parte dos órgãos ambientais competentes, aos baixos índices socioeconômicos, bem como à infraestrutura insuficiente nos municípios que possuem cavernas turísticas. Atividades como mineração e agricultura, e estruturas como rodovias e plantas eólicas ameaçam a integridade de cavernas e carste. Através de práticas sustentáveis de gestão, proporcionadas e incentivadas pelo espeleoturismo, há um alto potencial de desenvolvimento para as comunidades no entorno das principais cavernas. Com o correto manejo, o espeleoturismo assegura também uma maior proteção do Patrimônio Espeleológico. Utilizando a análise SWOT é possível visualizar os fatores de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças associados à exploração do espeleoturismo na Bahia.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cavernas da Bahia . Análise SWOT . Espeleoturismo . Gestão de Cavernas.*

#### 1. INTRODUÇÃO:

As cavernas apresentam grande potencial turístico e são consideradas as feições geoturísticas mais importantes do mundo (CIGNA e FORTI, 2013; LOBO e BOGGIANI, 2013; LOBO *et al.*, 2013). Apesar de serem bens da União, conforme estabelece o inciso X do art. 20 da Constituição Federal brasileira (BRASIL, 1988), elas podem ser aproveitadas economicamente por municípios, estados, ou mesmo pela iniciativa privada.

O Espeleoturismo é uma modalidade turística motivada pela apreciação das cavernas e dos ambientes que as contém. Várias atividades são associadas ao turismo em cavernas: de práticas contemplativas à educacionais, esportivas à espirituais (LOBO *et al.*, 2010). Sendo uma indústria sustentável, o espeleoturismo proporciona muitas possibilidades aos governos locais e às pessoas.

A importância da exploração do espeleoturismo vai além das fronteiras do conhecimento proporcionado e das belezas cênicas. Lobo (2015) afirma que, não só os visitantes, mas a sociedade em geral também se beneficia pelos impactos econômicos positivos através da renda direta, geração de empregos e coleta de impostos. Estudos indicam que algo entre 2 e 100 milhões de pessoas trabalham direta ou indiretamente com espeleoturismo no mundo (FORTI, 2015; CHIARINI, DUCKECK e DE WAELE, 2022). As oportunidades de desenvolvimento para os locais que promovem esse tipo de turismo, especialmente em cenários de baixo PIB e baixo IDH, são imensuráveis se essa implementação se der de modo ambiental e socialmente adequado, visando a proteção e sustentabilidade.

No século XX, muitas cavernas começaram a ser exploradas para fins turísticos, inclusive no Brasil e na Bahia, criando renda para proprietários de terra, comunidades locais, organizações de cavernas, empresas privadas e governos (CHIARINI, DUCKECK & WAELE, 2022). Entretanto, por se tratarem de feições e ambientes naturalmente sensíveis (ZAPOROZEC, 2002; ZWAHLEN, 2004), os ganhos socioeconômicos devem gerar impactos positivos com o mínimo de danos às cavernas e seus entornos.

Investimentos são necessários para garantir a proteção e preservação das cavernas, bem como para criar meios que facilitem as visitas e atraiam o interesse do público. Para a gestão ambiental, é prioritária a aquisição de dados confiáveis sobre os diversos aspectos ambientais relacionados às cavernas, direta ou indiretamente, desde sua extensão e distribuição espacial até outras características intrínsecas desses locais, como registros fósseis ou marcos estratigráficos. Idealmente, cria-se um ciclo, onde a atratividade turística das cavernas demanda maiores cuidados, que acarreta a necessidade de estudos. E os estudos impulsionam ações governamentais para proteção e divulgação da área, que em consequência, tendem a aumentar o número de visitantes.

De fato, áreas protegidas são bastante visadas para atividades turísticas (BUSHELL, STAIFF & EAGLES, 2007). A percepção do patrimônio natural de um lugar é um fator que aumenta o interesse dos visitantes (GONZALEZ, COROMINA & GALÍ, 2018; PORIA, REICHEL & BIRAN, 2006). Isso se deve à disseminação do conceito de sustentabilidade, especialmente no turismo, onde a natureza é a atração principal e está integrada a elementos secundários, mas também necessários e convidativos, como infraestrutura e acessibilidade (WIDAWSKI *ET AL.*, 2018).

No entanto, por diversas vezes, desenvolve-se o aproveitamento econômico do atrativo turístico, sem a devida preocupação com o atrativo em questão. Esse é o caso de muitas cavernas na Bahia, muitas das quais, famosas por seu uso histórico e tradicional, seja por turismo ecológico ou religioso. Depois da capital Salvador, algumas delas são os locais mais visitados por turistas no estado, a exemplo da gruta de Bom Jesus da Lapa e das cavernas de Iraquara, principalmente a Gruta da Pratinha e a Lapa Doce. De forma preocupante, não há, até o momento, nenhuma caverna baiana que possua um Plano de Manejo Espeleológico (PME) implementado, apesar de algumas seguirem (ou terem seguido por um período) orientações técnicas do Instituto Chico

Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), tais como a Gruta do Poço Encantado e a Lapa do Bode, em Itaetê (BRUNELLI, 2022 - Informação verbal).

No Brasil, o Plano de Manejo Espeleológico - PME é o principal documento para regulamentar o uso turístico das cavidades naturais subterrâneas, conforme a Resolução nº 347, de 10 de setembro de 2004, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2004). Neste documento, são estabelecidos o zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área, bem como o manejo dos recursos naturais e a instalação de infraestruturas necessárias à gestão e visitação da caverna.

A Bahia possui 1143 cavernas registradas desenvolvidas em terrenos carbonáticos (CANIE, 2022). Pelo menos três dezenas das cavernas já descobertas se configuram como importantes atrativos naturais, sendo algumas delas consideradas como de máxima relevância, o que as constituem como elementos de destaque do Patrimônio Espeleológico Nacional (e mundial), atraindo milhares de visitantes todos os anos. Adicionalmente, a variedade de morfologias cársticas em território baiano produz áreas cênicas potencialmente capazes de atrair ainda mais turistas, em locais ainda pouco ou não explorados para o espeleoturismo. Atualmente em uso, ou não, essas áreas carecem de estudos que avaliem os impactos ambientais provocados pelas atividades humanas em ambiente cavernícola e, principalmente, da elaboração e implementação do PME em cada uma delas.

Em face à demora na implantação de PMEs nas cavernas baianas, do aumento da atividade turística em regiões cavernícolas no estado, e dos inúmeros estudos que atestam a grande relevância de muitas cavernas carbonáticas baianas, o presente artigo se propõe a discutir o estado da arte e as potencialidades do espeleoturismo e da gestão de cavernas carbonáticas na Bahia, com auxílio de análise qualitativa do tipo SWOT, e com base em levantamentos de campo realizados ao longo dos anos de 2021 e 2022.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***2.1 Embasamento teórico***

O presente artigo foi elaborado com base em consulta às principais referências bibliográficas que tratam das cavernas e carste na Bahia. Também foram utilizadas informações do banco de dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV, o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE. Além de outras fontes cartográficas e estatísticas como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e a Agência Nacional de Mineração – ANM.

### ***2.2 Dados de Campo***

Durante o projeto, foram realizadas 05 campanhas de campo para avaliar e entender os aspectos geológicos, geomorfológicos e espeleológicos das Províncias Espeleológicas Carbonáticas da Bahia. Em paralelo, foram observadas as condições de

uso, infraestrutura e gestão do inventário de cavernas registradas no CANIE para o estado.

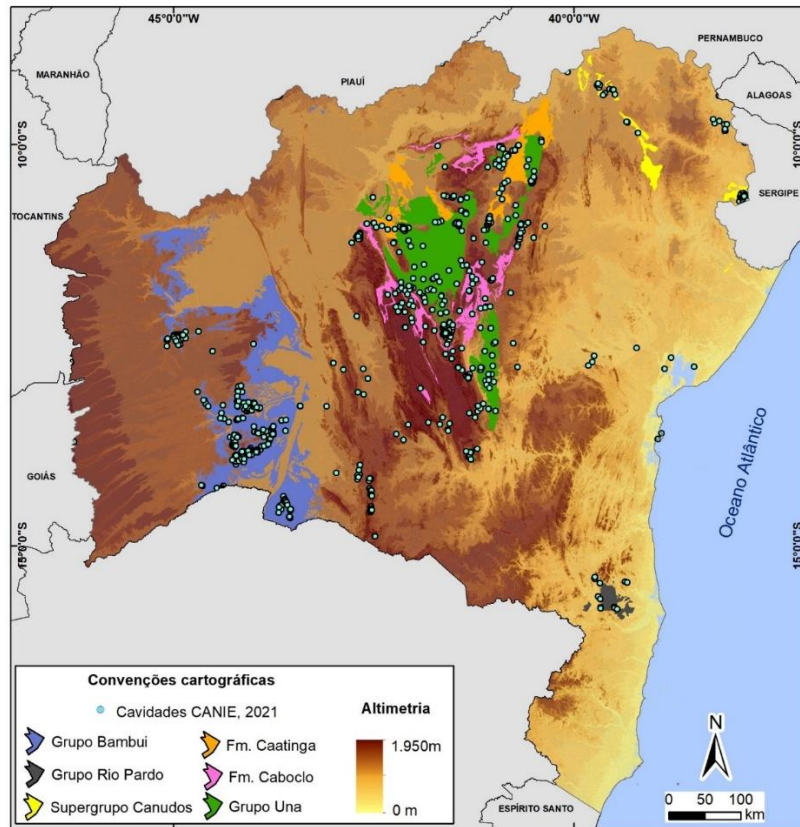
### **2.3 Análise SWOT**

Para ponderar sobre os prós e contras da exploração turística das cavernas em termos de desenvolvimento econômico e social para os municípios baianos, optou-se pelo método de análise *SWOT*. Esse é um método, comumente aplicado em gestão empresarial para direcionar a tomada de decisões e que pode, de maneira similar, ser aplicado com sucesso na identificação e resolução de problemas relacionados à gestão ambiental.

A análise *SWOT* foi escolhida porque é capaz de direcionar um olhar realista e incorporar as condições atuais (forças e fraquezas), e também as condições futuras (oportunidades e ameaças) da situação examinada.

## **3. CAVERNAS NA BAHIA**

A Bahia está em terceiro lugar dentre as unidades da federação com o maior número de cavernas conhecidas, totalizando 1.694 cavernas, que corresponde à 7,49% das cavernas conhecidas em território nacional (CECAV, 2021). Estima-se que o número real de cavidades seja bem maior do que o atualmente conhecido (JANSEN, CAVALCANTI & LAMBLÉM, 2012), carecendo de mais prospecções pelo estado. Destas, 1143 estão situadas nos terrenos carbonáticos distribuídas nas seis Províncias Espeleológicas Carbonáticas existentes no estado: Supergrupo Canudos, Grupo Rio Pardo, Grupo Bambuí, Grupo Una, Formação Caboclo e Formação Caatinga (Figura 01) (CANIE, 2022).



**Figura 01.** Mapa das Províncias Espeleológicas Carbonáticas da Bahia com a distribuição de cavernas registradas (CANIE, 2022).

Salvo a Província Espeleológica do Grupo Bambuí, que está inserida no Cerrado, e a Província do Grupo Rio Pardo, que está na Mata Atlântica, todas as demais províncias espeleológicas baianas estão inseridas no Bioma da Caatinga. Além disso, todas, exceto o Grupo Rio Pardo, estão inseridas no chamado Semiárido baiano, onde as chuvas são, normalmente, mal distribuídas e irregulares ao longo do tempo. Em geral, a pluviosidade média anual varia entre cerca de 600 e 800 mm, com metade da chuva concentrada nos meses de verão. Mas com a variedade de relevo que ocorre no semiárido, entre outras características, há locais em que chove 400 mm ou menos, ao ano. Inclusive, toda essa região está sujeita à longas estiagens cíclicas, que historicamente sujeitam a população local a condições extremas de sobrevivência (BLAMONT *et al.*, 2002).

Nesse contexto, 63 municípios baianos possuem cavernas conhecidas em seus territórios, sobre as Províncias Espeleológicas Carbonáticas, perfazendo 15% dos municípios do estado. Inclusive, alguns desses municípios se tornaram conhecidos e possuem sua economia influenciada por essas cavidades. Este é o caso de Bom Jesus da Lapa, Ituaçu, Iraquara, Morro do Chapéu, entre outros. O conhecimento acerca das suas cavernas, especialmente as carbonáticas, avança a cada ano, como resultado de um conjunto de pesquisas sistemáticas realizadas nas cavidades da Bahia (AULER *et al.*, 2017; PEREIRA, GONÇALVES & REIS, 2017; LA BRUNA *et al.*, 2021; FURTADO *et al.*, 2022). Entretanto, dentro do universo de cavernas baianas, ainda é ínfimo o número de cavernas exploradas. Esse número é ainda menor quando se fala em cavernas

exploradas da forma correta, com gestão e manejo necessários para seu uso sustentável.

### **3.1 O Patrimônio Espeleológico da Bahia**

As cavernas da Bahia, algumas com peculiaridades importantes, formam um rico e diversificado Patrimônio Espeleológico: cavernas em diferentes biomas (caatinga, mata atlântica, cerrado), de diferentes origens (hipogênicas e epigenéticas), diferentes litologias, de grandes volumes etc.

Muitas de suas cavernas são de máxima relevância em diversos aspectos. No âmbito científico, seus valores se apresentam, por exemplo, na diversidade de aspectos de espeleogênese (alguns pouco comuns), de morfologias e feições cársticas ou mesmo das formas de vida que habitam estes ambientes. Com relação ao valor histórico-cultural, destacam-se grutas com ocupação humana antiga (arqueológica) e recente, como o uso religioso tradicional. A seguir, são listados alguns sistemas de cavernas, distribuídos por diversas regiões do estado, com detalhamento da sua relevância científica bem como os tipos de uso aplicados a elas.

- **Campo Formoso**

O município de Campo Formoso, no centro-norte baiano, abriga a maior caverna do Brasil, que também é a maior caverna de todo o Hemisfério Sul, a Toca da Boa Vista, com mais de 110 km de extensão de galerias mapeadas. Ademais, abriga também a segunda maior caverna do país, a Toca da Barriguda, com cerca de 1/3 do tamanho da sua vizinha (ICMBIO, 2012), ambas formadas pela dissolução das rochas da Formação Salitre do Grupo Una, em um raro processo de oxidação de sulfetos em eventos hipogênicos (AULER & SMART, 2002).

Além disso, representam um dos principais sítios paleontológicos do país, com uma fauna fóssil rica e excepcionalmente bem preservada, com vários espécimes coletados. Essas cavernas, de relevância geológica mundial, não recebem qualquer aproveitamento turístico e econômico por parte do município, que aparenta não conhecer a riqueza que possuem em seu subsolo. A Toca da Boa Vista figura na lista de Sítio Espeleológico da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos – SIGEP, uma das iniciativas mais importantes no movimento pela conservação do patrimônio geológico nacional, em sintonia com o Patrimônio Mundial da UNESCO (SIGEP, 2002).

- **São Desidério**

No oeste do estado, o município de São Desidério, que possui um dos maiores PIBs agrícolas do país, se destaca também pelo rico Patrimônio Espeleológico,

estabelecido nas rochas carbonáticas do Grupo Bambuí (LOBO & BOGGIANI, 2013; LOBO *et al.*, 2013; GODINHO & PEREIRA, 2013).

O município figura nas primeiras posições em vários dos rankings nacionais relativos a cavernas. A caverna Garganta do Bacupari possui três dos maiores salões subterrâneos, em área: o Salão Coliseu (1º lugar), com 25.330 m<sup>2</sup>, o Salão da Nave (9º), com 13.700 m<sup>2</sup>, e o Lago da Banquista (13º), com 11.340 m<sup>2</sup>. Outra cavidade, o Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério, uma caverna com 4,8 km de extensão, também figura nessa lista, com o Salão Desidério (7º lugar), de 14.730 m<sup>2</sup> de área, e o Lago do Cruzeiro (10º), com 12.860 m<sup>2</sup>, sendo também o maior lago subterrâneo, em área, do país (RUBIOLLI *et al.*, 2019).

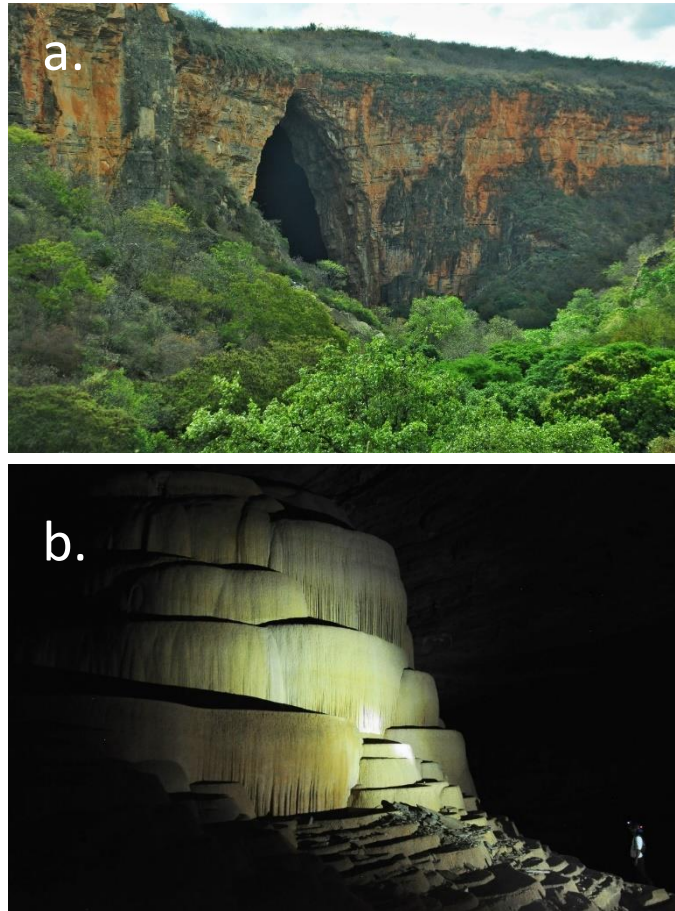
Ambas as cavernas ocorrem no eixo principal do rio João Rodrigues, que é o mais importante Sistema Cárstico da região (LOBO *et al.*, 2013). Nesse rio, cujo curso é, em sua maior parte, subterrâneo, acontece um fenômeno natural raro: um sifão de ciclo intermitente no interior da dolina do João Baio, onde, em um ciclo de poucos minutos, o nível do rio varia entre 30 e 100 cm, a depender da época do ano. É o único registro desse fenômeno no nordeste do Brasil, e um dos poucos já observados no mundo (LOBO & BOGGIANI, 2013). Um outro dado relevante é de que os depósitos de conglomerados na caverna Garganta do Bacupari são os registros sedimentares mais antigos já datados em cavernas do Brasil (GODINHO, 2020).

- **Morro do Chapéu**

Entre Irecê e Morro do Chapéu, centro-norte do estado, se encontra uma das cavernas mais significativas da Bahia, a Gruta dos Brejões (Figura 02), nas rochas da formação Salitre, Grupo Una. Apesar de ser comumente individualizada como uma única caverna, na verdade representa um sistema de cavernas, com três seguimentos: Brejões I, II e III (RUBBIOLI *et al.*, 2019).

Com sua beleza cênica, marcada especialmente por seu pórtico de entrada de 99 m de altura, o terceiro mais alto do país, a Brejões I é um ponto de destaque na região. Os segmentos I e II desse sistema, figuram no ranking das maiores cavernas do Brasil. A Gruta dos Brejões I (20º lugar) possui 8.416 m em projeção horizontal, e Brejões II (44º) 3.975 metros. Brejões I se destaca também por seus salões, a Sala do Cânion (2º lugar), com 19.900 m<sup>2</sup> em área, e o Salão Claraboia (3º), com 19.970 m<sup>2</sup> (RUBIOLLI *et al.*, 2019).

Outras características que tornam a Gruta dos Brejões interessante são seus espeleotemas de grande dimensão e seus condutos, alguns com até 150 m de altura, que possuem claraboias formadas por dolinas de colapso de até 100 m de diâmetro (BERBERT-BORN & KARMANN, 2002). Brejões conta também com achados paleontológicos Quaternários e arqueológicos, estes marcados em suas paredes sob forma de pinturas e inscrições rupestres. Além disso, também está na lista de Sítio Espeleológico da SIGEP, devido às suas inúmeras características de destaque no Patrimônio Espeleológico nacional (SIGEP, 2002).



**Figura 02.** Gruta dos Brejões. **(a)** pórtico de entrada da caverna; **(b)** espeleotema “bolo de noiva”. Fotos: Ricardo Fraga.

Também em Morro do Chapéu, ocorre a Gruta do Cristal, que corresponde a um sistema cárstico de cavernas de 6,7 km de extensão (LA BRUNA *et al.*, 2021). Embora figure no ranking das 50 maiores cavernas do Brasil (RUBIOLLI *et al.*, 2019), sua importância revela-se de maneira particularmente científica por ser um afloramento-chave da Formação Caboclo, apresentando uma excelente exposição dessa unidade que é parte do Supergrupo Espinhaço (FERRONATTO *et al.*, 2021).

Nos últimos anos, esse sistema de cavernas tem sido estudado como forma de entender o comportamento de reservatórios de hidrocarbonetos de origem cárstica (FERRONATTO *et al.*, 2021; LA BRUNA *et al.*, 2021; SOUZA *et al.*, 2021).

Souza *et al.* (2021) documentaram que o sistema cárstico da Gruta do Cristal se desenvolveu em uma sequência carbonática afetada por um intenso e homogêneo processo de silicificação associado a migração hipogênica de geofluidos. Através das evidências mineralógicas e petrográficas encontradas na caverna, essa descoberta ajudou a esclarecer a importância da sequência estratigráfica no controle da migração de fluidos hidrotermais.

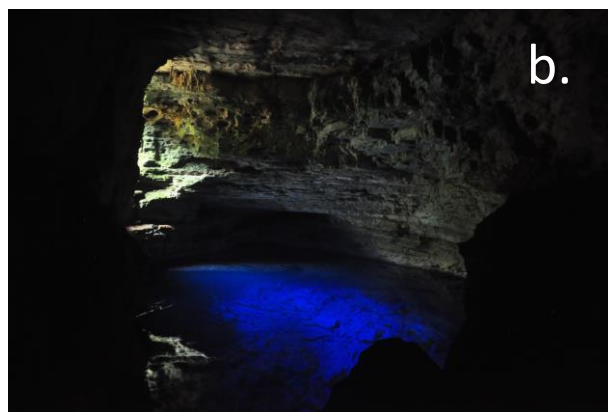
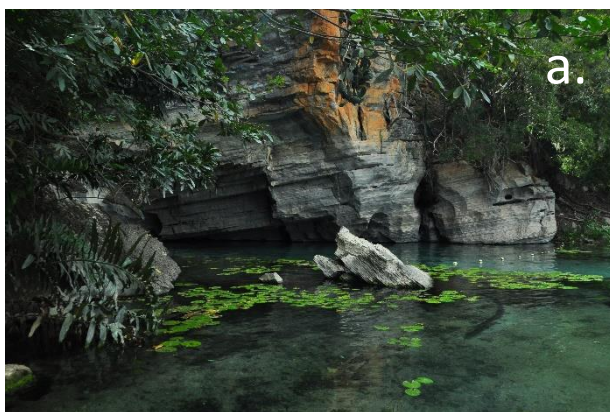
Além dessas recentes descobertas, Srivastava & Rocha (1999) relataram que a Gruta do Cristal, e os afloramentos e feições cársticas do seu entorno, abrigam uma das mais expressivas exposições de estromatólitos de variados tipos, constituindo um belo

exemplo de associação de estromatólitos carbonáticos com estruturas sedimentares de tempestades.

### **3.2 Principais cavernas com usos diversos na Bahia**

A Chapada Diamantina é o principal polo do ecoturismo no estado da Bahia (SANTOS, 2006; GANEM; VIANA, 2006; BORSANELLI, SEIXAS & LOBO, 2015). Além dos seus famosos morros, cachoeiras e trilhas, as cavernas são os principais pontos de visitação. Estima-se que as cavernas mais famosas recebam cerca de 50.000 visitantes por ano (LOBO & BOGGIANI, 2013).

As grutas de Iraquara, em especial a Lapa Doce e a Pratinha são as mais conhecidas, com milhares de visitantes todos os anos. A Gruta da Pratinha, Figura 03, é um balneário com um lago azul turquesa, com fundo de areia branca, de grandes proporções, onde é possível mergulhar e praticar flutuação (LAUREANO & CRUZ JR., 1999; BRUNELLI, 2001). A Lapa Doce é um sistema de cavernas de grandes galerias, que figura entre os maiores do Brasil e é o maior da região, com desenvolvimento horizontal de cerca de 27 km mapeados (FERRARI, 1990; RUBBIOLI, 1995; CRUZ, 1998). A Lapa Doce I, cavidade desse sistema aberta à visitação, é grande atrativo por conta de seus numerosos espeleotemas, que ornamentam a caverna com diferentes formatos e tamanhos (SANTOS, 2008). Recentemente, mediante exploração subaquática, o sistema da Lapa Doce foi conectado e ampliado, de modo que em breve essa cavidade deve ser reposicionada no ranking das grandes cavernas brasileiras.



**Figura 03.** Principais cavernas turísticas da Bahia. **(a)** entrada da Gruta da Pratinha, em Iraquara; **(b)** Poço Encantado, Itaetê. Fotos: Ricardo Fraga.

Em Itaetê, o Poço Encantado é composto de um salão com um lago de águas cristalinas a azuladas, Figura 03. O maior atrativo ali é a beleza do lugar quando um fecho de luz do sol penetra a caverna, iluminando o lago por vários metros abaixo da superfície (KARMANN, PEREIRA & MENDES 1991). De modo semelhante, em Nova Redenção, a caverna do Poço Azul possui um belo lago, sendo que neste é permitida a flutuação. O

Poço Azul possui também importância científica devido a diversos fósseis de espécies da megafauna que habitaram a região (PEREIRA, 2010).

### 3.3 As procissões de Fé e o espeleoturismo em Cavernas baianas

A prática religiosa certamente tem grande destaque no histórico de visitação de cavernas na Bahia (Figura 04). A tradição remonta a muito anos, ligada ao processo de ocupação do interior do estado.

O santuário de Bom Jesus da Lapa, que é uma gruta com interior transformado em igreja, recebe anualmente cerca de 1 milhão de pessoas (LOBO & BOGGIANI, 2013), entre romeiros motivados pela religiosidade e outros visitantes atraídos pela beleza e fama do local, cuja tradição de peregrinação remonta ao final do século XVII (BARBOSA & TRAVASSOS, 2008). Em Ituaçu, portal sul da Chapada Diamantina, a Gruta da Mangabeira, também conhecida como Gruta Sagrado Coração de Jesus, é considerada patrimônio cultural e foi tombada pelo Instituto do Patrimônio Artístico e Histórico Nacional – Iphan (LOBO & BOGGIANI, 2013). A Mangabeira também recebe milhares de romeiros todos os anos, motivados pela devoção ao Sagrado Coração; muitos deles passam por lá a caminho do santuário de Bom Jesus da Lapa.



**Figura 04.** Cavernas de uso religioso na Bahia. **(a)** visão externa do Santuário de Bom Jesus da Lapa; **(b)** interior da caverna em Bom Jesus da Lapa, transformada em igreja; **(c)** Gruta do Sagrado Coração, em Ituaçu; **(d)** Gruta do Patamuté, em Curaçá. Fotos: Ricardo Fraga.

Em Brejões, cerimônias religiosas são tradicionais no local, atraindo milhares de pessoas para seu interior todos os anos, desde a descoberta da caverna. Inclusive, parte dos moradores instalou-se no local por causa da romaria praticada anualmente, nos festejos de Nossa Senhora dos Milagres, Padroeira da Gruta (BARLETO, SOUZA & LESSA, 2007). Como resultado das manifestações culturais e turísticas, na Gruta dos Brejões são visíveis os danos irreversíveis no seu interior, como espeleotemas quebrados ou pisoteados.

Há ainda outras cavernas associadas a tradições religiosas, de menor impacto turístico, dispersas pela Bahia, como a Gruta do Padre, em Santa Maria da Vitória, a Gruta do Bom Pastor, em Paripiranga, e a Gruta da Milagrosa, em Pau-Brasil, a Gruta de Patamuté, ou do Sagrado Coração de Jesus, em Curaçá (BARBOSA, NOGUEIRA & NEVES, 1999), entre outras. A Tabela 01 traz uma síntese de cavidades visitadas durante as campanhas de campo onde foi identificado uso turístico, religioso ou científico.

**Tabela 01.** Cavernas visitadas nas campanhas de campo do projeto com uso turístico e/ou religioso, no estado da Bahia.

Província Cárstica	Município	Cavernas	Nº CANIE	Uso
Grupo Bambuí	Bom Jesus da Lapa	Gruta do Santuário do Bom Jesus	015240.00429.29.03904	Religioso
	Santana	Gruta do Padre	013522.00363.29.28109	Turístico
	São Desidério	Gruta do Catão	012705.00189.29.28901	Turístico
	São Desidério	Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério	012656.00149.29.28901	Turístico
Grupo Rio Pardo	Mascote	Toca do Deusdete/Igrejinha	015869.00808.29.20908	Religioso
	Pau-Brasil	Gruta da Milagrosa	015835.00786.29.23902	Religioso
	Potiraguá	Caverna Pedra da Gruta	015841.00791.29.25402	Religioso
	Santa Luzia	Gruta do Lapão	015875.00811.29.28059	Turístico
Supergrupo Canudos	Curaçá	Gruta de Patamuté	015863.00804.29.09901	Religioso
	Paripiranga	Bom Pastor	015895.00822.29.23803	Religioso
	Uauá	Gruta do Jerônimo 1	019810.00002.29.32002	Turístico
Grupo Una	Campo Formoso	Toca da Boa Vista	015762.00755.29.06006	Científico
	Andaraí, Ibiquera	Gruta da Lapinha	015751.00749.29.12608	Religioso
	Campo Formoso	Toca da Barriguda	015764.00756.29.06006	Científico
	Central, Itaguaçu da Bahia	Gruta dos Milagres	015457.00500.29.07608	Turístico
	Iraquara	Gruta da Lapa Doce	015535.00563.29.14406	Turístico / Científico
	Iraquara	Torrinha	015538.00566.29.14406	Turístico / Científico
	Iraquara	Pratinha	015619.00646.29.14406	Turístico
	Itaeté	Poço Encantado	015691.00701.29.15007	Turístico
	Itaeté	Lapa do Bode	015702.00711.29.15007	Turístico

	Ituaçu	Lapa da Mangabeira	015661.00680.29.17201	Religioso
	Morro do Chapéu, João Dourado, São Gabriel	Gruta dos Brejões	016955.00953.29.18357	Religioso/Científico
	Nova Redenção	Poço Azul	015687.00699.29.22854	Turístico
Formação Caboclo	Morro do Chapéu	Gruta do Cristal	015662.00681.29.21708	Turístico
Formação Caatinga	Campo Formoso	Lapa Pontes do Sumidouro	015778.00764.29.06006	Turístico
	Ourolândia	Toca dos Ossos	015718.00724.29.23357	Turístico

### 3.4 Impactos ambientais no patrimônio espeleológico do Estado da Bahia

Além do turismo, as cavernas e áreas cársticas comumente estão inseridas em áreas com relevante valor para outros setores da economia. Mineração, agropecuária, uso das águas superficiais e subterrâneas são alguns dos exemplos. Por suas características naturais, as cavernas são frágeis e altamente vulneráveis a impactos ambientais, principalmente à contaminação por poluentes e a danos físicos irreversíveis.

Por serem ambientes únicos, muitas cavernas possuem fauna especializada, grande parte endêmica. Tão grande é a sensibilidade dos seres vivos cavernícolas, que pequenas alterações ambientais nas cavernas e entornos podem representar ameaças substanciais ao ecossistema subterrâneo. Atividades como a mineração e a instalação de grandes infraestruturas nos terrenos cársticos carbonáticos podem causar graves danos às cavernas, até a supressão total das mesmas.

Até mesmo o espeleoturismo, se for praticado de modo desordenado, pode representar grande ameaça à integridade das cavernas. A visita sem um PME adequado e condizente com as especificidades locais, ou mesmo sem a devida aplicação das boas práticas de turismo em cavernas (ISCA, 2014), acarreta na quebra ou pisoteamento de espeleotemas, destruição de fósseis e pinturas rupestres, impactos direto na fauna subterrânea, entre outros. A Tabela 02 apresenta um resumo dos principais impactos potenciais aos quais as cavernas estão sujeitas (FERREIRA, 2019).

**Tabela 02.** Relação de atividades econômicas/uso do solo e os problemas ambientais acarretados para o carste e cavernas.

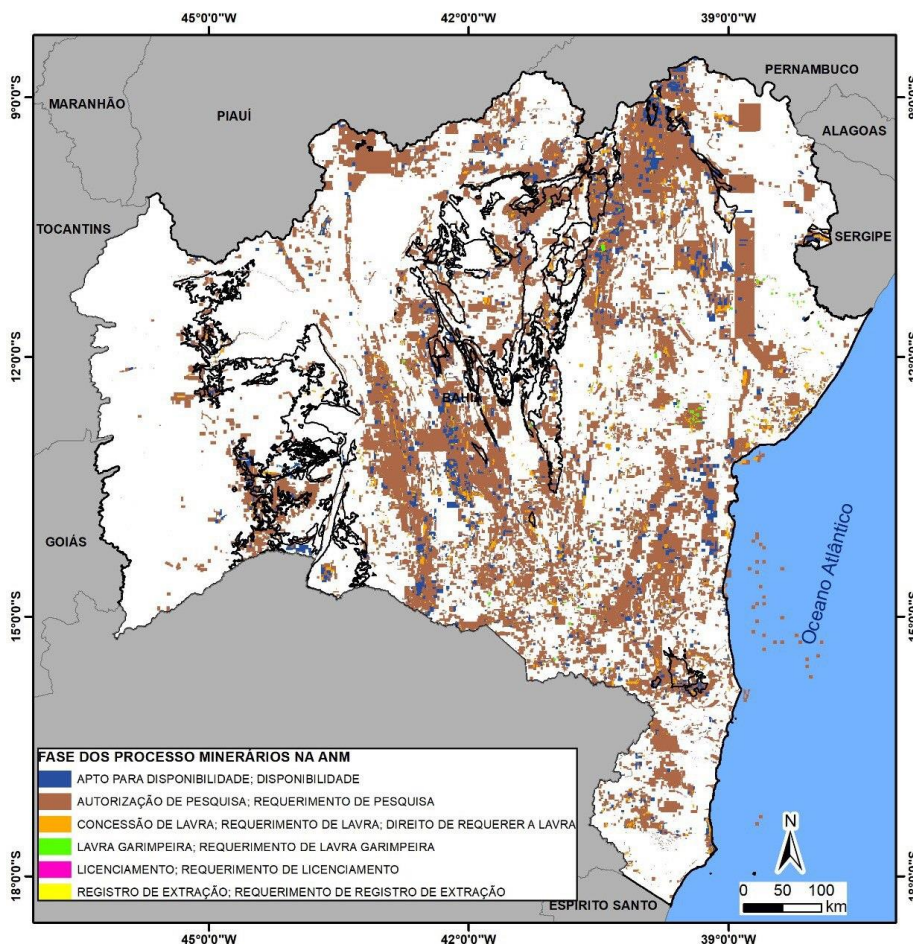
Atividade	Problemas ambientais
Uso da água subterrânea e/ou superficial	Contaminação da água; intensificação nos processos de abatimento; fugas d'água e alteração da dinâmica hídrica; alagamento total ou parcial de cavernas; seca de rios e lagos; superexploração de aquíferos; colapsos e subsidências
Agropecuária	Erosão dos solos e coberturas; desertificação; aterramento de dolinas e campos de lapíais; fragmentação de habitats; perda de espécies vegetais e animais; contaminação de aquíferos por pesticidas e fertilizantes;
Mineração	Alteração da dinâmica hídrica, supressão total ou parcial de cavidades, destruição do epicarste; contaminação de solo e

	água por metais pesados; vibrações decorrentes de detonações
Espeleoturismo (visitação e uso religioso)	Quebra de espeleotemas; compactação do piso; poluição e turbidez em cursos d'água; geração de lixo; pichação; erosão; obras de infraestrutura; afugentamento de fauna; alteração do biótopo cavernícola
Urbanização/Industrialização	Destruição do epicarste, soterramento de estruturas, colapsos de teto e paredes de cavernas; contaminação do carste e aquífero; erosão e assoreamento; alteração da dinâmica hídrica.

Fonte: Ferreira (2019), Espeleologia e Licenciamento Ambiental.

A mineração é a principal causa de impactos ambientais às cavernas, especialmente com a supressão parcial ou total de cavidades. As rochas carbonáticas possuem inúmeras aplicações, na indústria de construção civil, como matéria-prima para cimento, pedras de calçamento, brita, cal, rochas ornamentais como revestimentos (mármore) e cerâmicas. Também são utilizadas na indústria do vidro, refratários, indústria siderúrgica, fabricação de papel e tintas, como corretivo de solo e nas indústrias química, farmacêutica e alimentícia (SAMPAIO & ALMEIDA, 2008; FERREIRA, 2019).

Nas Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, no estado da Bahia, muitas áreas são exploradas para mineração. O mapa da Figura 05 ilustra a ocorrência e fases dos processos minerários registrados na Agência Nacional de Mineração – ANM, em contraste com as províncias espeleológicas da Bahia.



**Figura 05.** Mapa de áreas de processos minerários na ANM e as províncias espeleológicas da Bahia.

Fonte: ANM, 2022.

Um exemplo de área com alarmantes conflitos entre a atividade de mineração e o patrimônio espeleológico é o município de Ourolândia. Inserida na Província Espeleológica da Formação Caatinga, a região possui importantes ocorrências de cavernas, em rochas carbonáticas, como a Toca dos Ossos e é profundamente explorada na extração do mármore Bege Bahia, rocha utilizada com fins ornamentais. Essa atividade imprime um expressivo impacto no epicarste local.

Impactos negativos também são advindos de obras de engenharia, como barragens, rodovias, e outros empreendimentos lineares, como linhas de transmissão e ferrovias, além de parques eólicos. A determinação do traçado de instalação dessas infraestruturas pode ser vital na proteção ou degradação de cavernas e do carste superficial. Potencialmente, tais obras podem suprimir cavernas parcial ou completamente, e também soterrar outras feições cársticas, como as dolinas.

A obra de pavimentação da BR-135, em São Desidério, oeste baiano, é um exemplo de empreendimento rodoviário que ameaça o Patrimônio Espeleológico local. Em São Desidério, o trecho da rodovia, corta um terreno cárstico que apresenta um conjunto de formas típicas, tais como cavernas, dolinas, lapiás, vales cegos e sumidouros

(NASCIMENTO NETO, 2020). O raso epicarste local é ligado ao sistema subterrâneo do rio João Rodrigues, um dos mais importantes do país, e já citado na seção do Patrimônio Espeleológico. A obra foi embargada antes do asfaltamento, ainda assim intervenções de soterramento e detonação por explosivos foram realizadas, e suspeita-se que estas tenham induzido colapsos na maior caverna da área (FERREIRA, 2019).

Outro caso emblemático é a BR-122, no trecho entre a BR-242 e Iraquara, na Chapada Diamantina, onde a rodovia foi instalada muito próxima à Gruta da Fumaça, do sistema Lapa Doce e da Lapa da Torrinha, todas de máxima relevância (FERREIRA, 2011). Além da obra, o fluxo e carga de veículos em rodovias sobre o carste pode ser fator de impacto a depender do desenvolvimento das feições deste. O trânsito de veículos também é potencial poluidor do aquífero cárstico, por derramamento de substâncias (combustíveis ou outros químicos transportados), vazamento de óleos, desgaste de pneus, etc. (FERREIRA, 2019).

Outras ameaças ao patrimônio espeleológico dizem respeito à contaminação das águas por conta de derramamento de esgotos, lixões e lançamento de resíduos urbanos (óleos, combustíveis), industriais e agropecuários (dejetos animais, fertilizantes ricos em nitrato e agrotóxicos) no solo, dolinas e até mesmo em cavernas – algumas dessas feições são historicamente utilizadas para despejo de dejetos por populações em muitos lugares do mundo (FORD & WILLIAMS, 2007).

Na Bahia, esses são problemas visíveis em qualquer incursão ao interior do estado, onde é possível observar esgoto a céu aberto e disposição inadequada de lixo em muitas cidades. Nos territórios das Províncias Espeleológicas em rochas carbonáticas a maioria dos municípios apresenta menos de 20% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, especialmente na região do Semiárido. Algumas exceções são Bom Jesus da Lapa, com 37,3%, Lençóis, com 54,8%, e Potiraguá, com 77,5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado. Em contrapartida, municípios com um patrimônio espeleológico riquíssimo contam com baixa cobertura de rede de esgoto, como Campo Formoso, com 13,3%, Ituaçu, com 7,5%, e São Desidério, com apenas 8,4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2022).

### **3.5 Indicadores socioeconômicos**

A maior parte dos municípios inseridos nas Províncias Espeleológicas Carbonáticas da Bahia está sob influência climática do semiárido nordestino e inseridos no Bioma da Caatinga. Essas características fisiográficas tendem a criar uma conjuntura de baixo desenvolvimento socioeconômico, ainda que, em alguns desses municípios, a atividade espeleoturística tenha relevância na economia local.

Os índices econômicos e sociais de alguns municípios dessas províncias estão listados na Tabela 03 e ilustrados no mapa da Figura 06. Baixos PIB *per capita* e médios IDH registrados em números, são ainda mais evidentes quando se conhece alguns dos municípios baianos, cujas cavernas possuem relevância nacional ou mundial, e as suas cidades não refletem a riqueza natural do lugar.

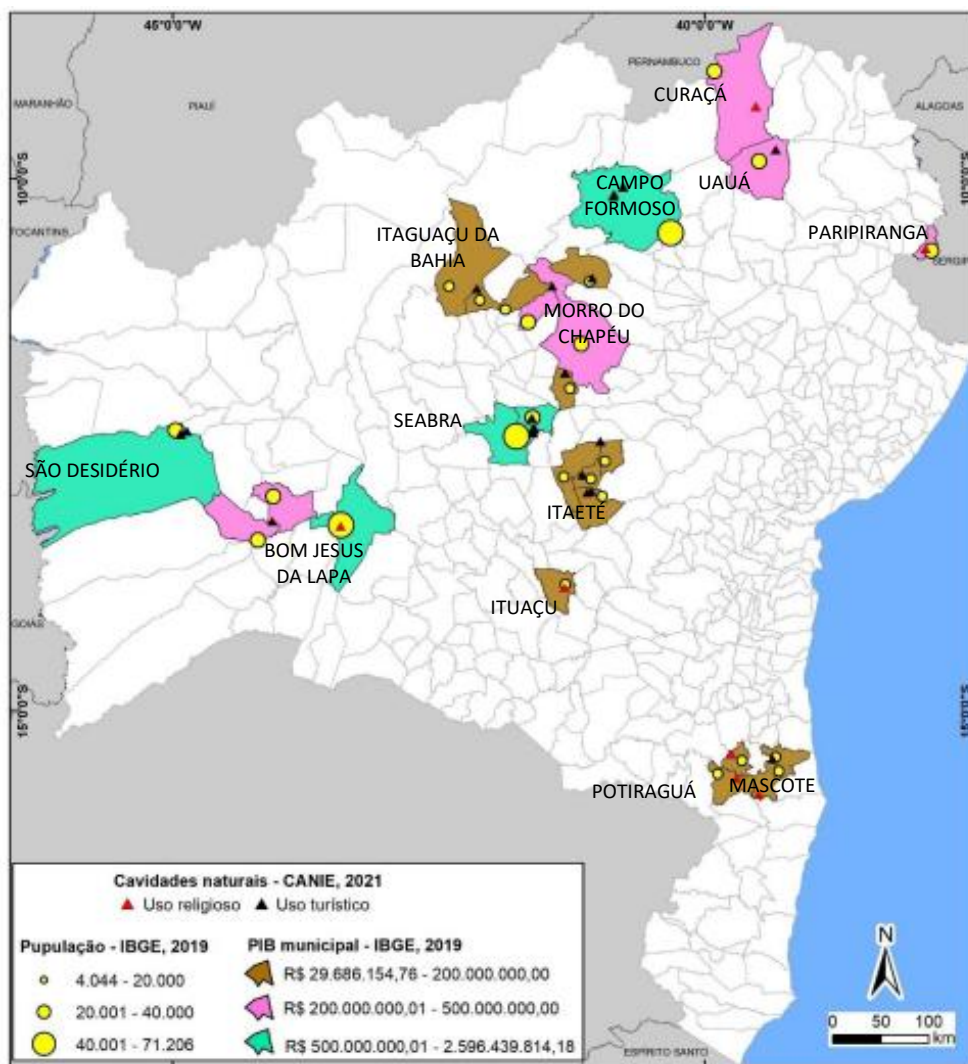


Figura 06. Municípios com cavernas em uso religioso ou turístico e indicadores socioeconômicos municipais.

**Tabela 03.** Municípios com cavernas em uso e potenciais – indicadores socioeconômicos. Fonte: IBGE, 2022.

Província Cárstica	Município	População (estimada), 2019	Área municipal - km <sup>2</sup> , 2019	Densidade populacional - hab/km <sup>2</sup> , 2019	PIB - 2019	PIB per capita - 2019	% PIB no Estado	IDH - 2010
Grupo Bambuí	Bom Jesus da Lapa	69.148	4.115,51	15,11	R\$ 1.108.134.039,92	16.025,54	0,378%	0,633
	Carinhanha	29.018	2.525,91	10,37	R\$ 244.518.435,92	8.426,44	0,083%	0,576
	Cocos	18.777	10.140,57	1,77	R\$ 297.565.878,72	15.847,36	0,101%	0,596
	Coribe	14.194	2.662,82	5,77	R\$ 138.545.646,84	9.760,86	0,047%	0,6
	Iuiu	10.994	1.525,14	7,34	R\$ 104.129.121,30	9.471,45	0,036%	0,591
	Santa Maria da Vitória	39.845	1.984,91	20,49	R\$ 482.541.677,15	12.110,47	0,165%	0,614
	São Desidério	33.742	15.156,71	1,82	R\$ 2.596.439.814,18	76.949,79	0,885%	0,579
	São Félix do Coribe	15.391	1.751,67	13,74	R\$ 194.628.737,42	12.645,62	0,066%	0,639
Grupo Rio Pardo	Serra do Ramalho	31.472	2.340,68	12,2	R\$ 308.653.772,00	9.807,25	0,105%	0,595
	Mascote	13.822	742,69	18,95	R\$ 135.591.193,82	9.809,81	0,046%	0,581
	Pau-Brasil	9.831	626,31	17,89	R\$ 87.873.508,71	8.938,41	0,030%	0,583
	Potiraguá	7.224	1.111,57	9,95	R\$ 90.288.369,36	12.498,39	0,031%	0,625
Supergrupo Canudos	Santa Luzia	12.597	824,47	17,22	R\$ 99.218.254,98	7.876,34	0,034%	0,556
	Curaçá	34.700	5.950,61	5,29	R\$ 316.642.705,00	9.125,15	0,108%	0,581
	Euclides da Cunha	60.585	2.025,37	27,75	R\$ 646.169.923,35	10.665,51	0,220%	0,567
	Paripiranga	28.989	442,19	63,76	R\$ 348.934.795,20	12.036,80	0,119%	0,577
Grupo Una	Uauá	24.240	3.060,12	8	R\$ 205.220.445,60	8.466,19	0,070%	0,605
	Campo Formoso	71.206	7.161,83	9,18	R\$ 967.447.439,60	13.586,60	0,330%	0,586
	Central	17.266	566,97	28,24	R\$ 167.581.551,42	9.705,87	0,057%	0,596
	Iraquara	25.216	991,82	21,96	R\$ 507.644.981,76	20.131,86	0,173%	0,599
	Ituaçu	18.962	1.199,37	14,9	R\$ 163.237.979,78	8.608,69	0,056%	0,57
	Morro do Chapéu	35.413	5.744,97	6,12	R\$ 341.728.013,27	9.649,79	0,117%	0,588

#### 4. LEGISLAÇÃO ESPELEOLÓGICA VIGENTE

No Brasil, o patrimônio espeleológico é um dos poucos recursos naturais que conta com uma legislação de proteção ampla, mesmo quando fora de unidades de conservação (NASCIMENTO NETO, 2020). Desde a década de 80 a proteção e conservação de cavernas está em pauta e foi razão para a criação de mecanismos legais, a começar pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 009/86 (CONAMA, 1986). No ano seguinte, o CONAMA aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico e institui a obrigatoriedade dos estudos de impacto ambiental para empreendimentos potencialmente nocivos ao Patrimônio Espeleológico Nacional, na Resolução CONAMA 005/87 (CONAMA, 1987).

Além dessas, cabe citar a Portaria do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis nº 887/90 (IBAMA, 1990); Decreto Federal nº 99.556/90 (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 1990); Resolução CONAMA nº 347/04 (CONAMA, 2004); Decreto Federal nº 6.640/08 (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2008); Portaria do IBAMA nº 358/09 (IBAMA, 2009); a Instrução Normativa nº 02/17 (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2017); e o Decreto Federal nº 10.935/22 (BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2022) – que revogou o Decreto 99.556/90. Resumidamente esses textos tratam da classificação de cavernas por grau de relevância, da constituição do Patrimônio Espeleológico Brasileiro, da supressão de cavernas, da permissão ou impedimento de impactos irreversíveis em cavernas de máxima relevância, e condiciona a autorização de certos impactos justificados à compensação ambiental.

Dentre muitas disposições, a Resolução CONAMA nº 347/04 traz o conceito e a obrigatoriedade do Plano de Manejo Espeleológico (PME), que é necessário para o uso das cavernas em empreendimentos ou atividades turísticas, culturais ou religiosas, sejam essas exploradas por órgãos públicos ou proprietários privados. Conforme a Resolução, o PME é um

“documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais da área, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da cavidade natural subterrânea”.

Em linhas gerais, o PME deve apresentar uma forma de viabilizar a compatibilização da proteção dos recursos naturais, da caverna e seus entornos, com atividades de turísticas, de lazer, e pesquisa. O Plano de Manejo Espeleológico deve ser aprovado pelo órgão ambiental competente e o mesmo deverá ser elaborado conforme diretrizes de um Termo de Referência, a exemplo do organizado pelo CECAV (CECAV, 2013).

Em paralelo, um texto igualmente importante na proteção de cavernas é a Lei nº 9.985, de 18/07/2000 (BRASIL, 2000), que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências. O Art. 4º deste documento afirma que um dos objetivos do SNUC é a proteção das características relevantes de

natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural. Assim, essa diretriz permite que também as cavernas e seus entornos sejam protegidos, em diferentes categorias de unidades de conservação conforme a necessidade local.

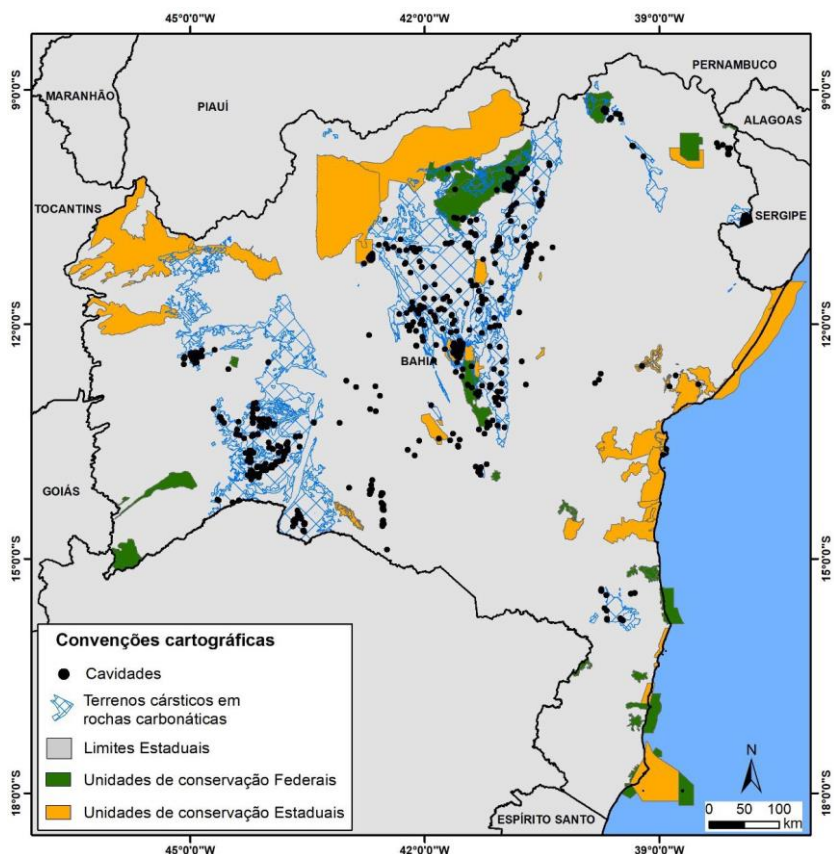
No estado da Bahia, as cavidades naturais subterrâneas e cavernas são bens e áreas de proteção permanente conforme disposto nos textos do Decreto Estadual nº 11.235/2008 (BAHIA, 2008), Lei Estadual nº 10.431/2006 (BAHIA, 2006) e Art. nº215 da Constituição do Estado da Bahia.

A Portaria IBAMA nº 15/2001 é específica ao regulamentar o uso turístico de cavernas da Chapada Diamantina, visando frear seu uso turístico descontrolado, e consequente avanço da degradação ambiental nessas cavidades (IBAMA, 2001). As cavernas contempladas foram: Gruta da Fumaça, Gruta Manoel do Ioiô, Gruta da Pratinha, Gruta da Torrinha e Gruta da Lapa Doce, localizadas no município de Iraquara; Gruta Buraco do Cão em Seabra; Poço Encantado em Itaetê; e o Poço Azul em Nova Redenção.

Dentre as exigências dessa Portaria estão a necessidade de apresentação de um PME com o Zoneamento Ambiental Espeleológico, por parte dos responsáveis pelo uso das mesmas, no prazo de 01 ano. Antes desse prazo, as cavernas poderiam continuar em uso mediante emissão de licença ambiental, atendendo orientações definidas na Portaria. Após esse prazo, as cavernas só poderiam ser utilizadas com a devida regulamentação da atividade e a licença para uso. As orientações dissertam, em geral, sobre cuidados e melhorias a serem aplicadas na infraestrutura e na forma como o turismo era praticado nas cavernas – tratando desde a instalação de placas informativas, demarcação de trilhas, iluminação, e outras benfeitorias; até a capacitação de guias e condutores, e a instituição de um Plano de Resgate de acidentados aprovado pelo Corpo de Bombeiros.

#### **4.1 Unidades de Conservação e Planos de Manejo Espeleológico**

Embora, pela lei baiana, as cavernas sejam áreas de proteção permanente, ainda são poucas as cavidades efetivamente incluídas em unidades de conservação (UC) *stricto sensu*. A Figura 07 apresenta um mapa do Estado da Bahia com a distribuição dos terrenos cársticos carbonáticos, das cavidades cadastradas no CANIE e das unidades de conservação atualmente vigentes. Percebe-se que as áreas protegidas pouco contemplam as cavernas existentes no estado. No nível estadual, existem a APA Gruta de Brejões/Vereda do Romão Gramacho, situada nos Municípios de Morro do Chapéu, São Gabriel e João Dourado, APA Marimbus/Iraquara, nos municípios de Lençóis, Iraquara, Palmeiras e Seabra, e a APA de São Desidério, no município homônimo.



**Figura 07.** Mapa de cavidades em rochas carbonáticas e Unidades de Conservação da Bahia.

A APA Gruta de Brejões/Vereda do Romão Gramacho foi criada com o objetivo de conservar e proteger as formações geológicas notáveis, as cavidades naturais subterrâneas, seus espeleotemas e animais cavernícolas associados, e as águas subterrâneas do Rio Jacaré; assegurar a proteção das inúmeras espécies animais raras e ameaçadas de extinção; preservar a vegetação característica e peculiar existente nas encostas calcáreas e nas margens do Rio Jacaré; proteger os sítios arqueológicos e paleontológicos (fósseis pleistocênicos); controlar o uso de agrotóxicos e assegurar a harmonia das comunidades sertanejas integradas ao ecossistema regional (Decreto Estadual nº 32.487/1985).

O decreto prevê ainda a elaboração de um Plano de Manejo para a área que devia, à época, ser realizado em 180 dias e atribui poderes de fiscalização e supervisão da aplicação do PME ao Centro de Recursos Ambientais da Bahia (CRA), hoje correspondente ao Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Segundo Berbert-Born & Horta (1995), até a conclusão do trabalho por eles publicado, o plano estava na forma de um anteprojeto e previa a existência de um conselho gestor comunitário. Entretanto, apesar do prazo ter expirado há cerca de 38 anos, o plano não foi elaborado, ou não há registro público do mesmo. Há somente a Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente nº 3.047/2002 (BAHIA, 2002), que aprovou o Zoneamento Ecológico-Econômico da APA.

A APA de Marimbus/Iraquara constitui-se num importante instrumento de conservação dos diversos ecossistemas existentes dentro do seu limite, como o pantanal de Marimbus, uma fauna e flora de grande valor ambiental; inúmeras grutas inseridas na Formação Salitre, além do patrimônio ambiental dos Morros do Pai Inácio e do Camelo (Decreto Estadual nº 2.216/1993). Nesse contexto estão, entre outras, três cavernas de máxima relevância no estado, a Pratinha, Gruta da Lapa Doce e Torrinha.

O Decreto atribuiu à Empresa de Turismo da Bahia – BAHIATURSA a competência de realizar o Plano de Manejo da APA, no prazo de 18 meses. A Resolução CEPRAM nº 1.440/1997 aprovou o Plano de Manejo e o Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Marimbus-Iraquara, em cujo Art. 5º estabelece como responsabilidade da Administração da APA, entre outras: apresentar, no prazo de 180 dias, estudos preliminares para a proteção das cavernas e dos sítios arqueológicos; e apresentar plano de manejo específico para as cavernas, no prazo de dois anos (BAHIA, 1997). Novamente, apesar do prazo ter expirado há cerca de 24 anos, os planos de tais cavernas ainda não foram implementados.

A APA de São Desidério foi estabelecida a fim de promover o ordenamento e controle do uso do solo, dos recursos hídricos e dos demais recursos, inclusive o patrimônio geológico, espeleológico, arqueológico, paleontológico e cultural da região (Decreto Estadual nº 10.020/2006). Essa APA abriga as cavidades existentes ao longo do Sistema Cárstico do Rio João Rodrigues, que conta com dezenas de cavidades, muitas delas de máxima relevância. Atualmente, são registradas 34 cavidades dentro dos limites da APA (CANIE, 2022).

O Decreto determina que a administração da APA é de responsabilidade da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH, a quem cabe elaborar o Diagnóstico ambiental, o Plano de Manejo e o Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE da mesma, sem prazo definido. O Decreto Municipal nº 07/2005, de São Desidério, estabelece a criação do Parque Municipal Lagoa Azul. Uma unidade de 16 ha que conta com infraestrutura de centro de recepção de visitantes, trilhas sinalizadas, placas e mirantes, que circundam a Lagoa Azul e a Gruta do Catão. Em fase de consulta pública, como consta no website do INEMA, há também uma proposta de reconhecimento da Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, denominada Sítio Grande, com área de 53,3718 ha (INEMA, 2023a).

Já no município de Ouroilândia, também em fase de consulta pública, há a proposta de reconhecimento da Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Toca dos Ossos, com área de 20,3381 ha (INEMA, 2023b).

Na Tabela 04 são listadas as cavidades naturais subterrâneas registradas na região de abrangência do “Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do Rio São Francisco” na Bahia e que contam com regulamentação do uso turístico.

**Tabela 04.** Cavernas baianas na região do PAN Cavernas do São Francisco com regulamentação do uso turístico.

CANIE	Caverna	Instrumento legal existente para uso da caverna
012656.00149.29.28901	Buraco do Inferno da Lagoa do Cemitério	Processo nº02070.005041/2010-74, do Instituto Chico Mendes, que trata da proposta de criação de unidades de conservação integral nas áreas cársticas no município de São Desidério
012705.00189.29.28901	Gruta do Catão	
015551.00579.29.14406	Gruta da Fumaça	Portaria IBAMA nº 15, de 23/02/2001
015621.00648.29.14406	Gruta da Pratinha	
015538.00566.29.14406	Gruta da Torrinha	
015596.00624.29.14406	Gruta Manoel Ioiô	
015535.00563.29.14406	Lapa Doce I	

Atualmente, os PME das Grutas do Lago Azul e do Poço Encantado, para além das cavernas da Lapa Doce, Pratinha, Torrinha e Gruta da Fumaça estão em execução, mas ainda sem prazo para sua implementação. Já o PME da Toca dos Ossos, em Ouro-lândia, foi realizado e se encontra em análise pelo CECAV (Brunelli, 2022 - Informação verbal).

## 5. APLICAÇÃO DA ANÁLISE SWOT NO ESPELEOTURISMO DA BAHIA

A fim de avaliar de forma abrangente o estado da arte e o potencial de desenvolvimento do turismo de cavernas na Bahia, foram analisados os pontos fortes e fracos, as oportunidades e ameaças da atividade no estado. Neste caso, os fatores impulsionadores do espeleoturismo baiano são categorizados como elementos de força e oportunidades, enquanto os fatores limitantes são categorizados como elementos de fraqueza e ameaças.

As oportunidades e ameaças são considerados fatores externos, que significam as condições futuras que o espeleoturismo baiano pode desencadear. E as forças e fraquezas são os fatores internos, que traduzem as condições atuais dessa atividade na Bahia, determinadas pelos recursos necessários que estão disponíveis ou ausentes. Idealmente, fraquezas devem ser convertidas em forças e ameaças devem ser convertidas em oportunidades (DANCA, 2013). As forças e oportunidades, combinadas e bem aproveitadas, devem ser utilizadas para otimizar o espeleoturismo no estado da Bahia.

O Quadro 01 traz uma síntese de todo o conteúdo apresentado ao longo do texto, sendo disposto na forma de uma matriz SWOT.

**Quadro 01.** Análise SWOT: fatores internos e externos existentes na gestão e uso de cavernas na Bahia. Onde S = forças, W = fraquezas, O = oportunidades, e T = ameaças.

<b>Condições Atuais</b>	
<b>S Forças</b>	1. Potencial espeleológico da Bahia
	2. Rico Patrimônio Espeleológico conhecido
	3. Cavernas de alta relevância em diversos aspectos
	4. Turismo atuante e crescente no estado
	5. Locais tradicionalmente visitados por conta de suas cavernas
<b>Condições Atuais</b>	
<b>W Fraquezas</b>	1. Ausência do poder público na aplicação da legislação vigente
	2. Ausência de UCs para proteção das cavernas mais relevantes
	3. Ausência de Plano de Manejo Espeleológico das cavernas em uso
	4. Baixos IDH e PIB nos municípios com ocorrências de cavernas relevantes
	5. Falta de infraestrutura na maioria dos municípios
	6. Falta de pessoal preparado para trabalhar com o turismo de cavernas
<b>Condições Futuras</b>	
<b>O Oportunidades</b>	1. Inúmeras cavernas e municípios com possibilidades de explorar o espeleoturismo
	2. Desenvolvimento de um tipo de turismo ambiental, mais especializado, preocupado com a preservação e manutenção local
	3. Fomento da economia local e regional (geração de empregos)
	4. Atração de investimento privado (hotelaria, restaurantes, lojas...)
	5. Ganho de notoriedade e atratividade para a região
	6. Impactos sociais e ambientais positivos em curto, médio e longo prazos
<b>Condições Futuras</b>	
<b>T Ameaças</b>	1. Requerimentos minerais
	2. Infraestruturas como parques eólicos, linhas de transmissão, estradas
	3. Depredação do patrimônio natural pela atividade turística desordenada
	4. Possível crescimento desordenado motivado pela atratividade da região
	5. Necessidade de investimento e manutenção constantes
	6. Necessidade de investimento em serviços públicos como infraestrutura e saneamento básico

O espeleoturismo na Bahia possui força na forma de abundantes atrações turísticas, desde as cavernas já utilizadas até aquelas que possuem potencial turístico. Os fatores de força contemplam o rico patrimônio espeleológico, representado por uma abundância de morfologias cársticas, diversidade de processos de gênese e traduzidos nos altos valores científico, turístico e religioso. O valor das cavernas compreende também as melhorias nas comunidades vizinhas, permitindo que os locais participem da economia através das atividades nas cavernas.

As fraquezas se caracterizam basicamente pelas ausências, insuficiências e inadequações. Falta maior atividade dos órgãos públicos competentes em fiscalizar e

fazer cumprir a legislação vigente. Faltam ações importantes que melhorem a proteção das cavernas e seus entornos, como os Planos de Manejo Espeleológico e a criação de Unidades de Conservação. São fraquezas também as dificuldades socioeconômicas enfrentadas pelos municípios que detém o Patrimônio Espeleológico da Bahia. Faltam investimentos e melhorias nos municípios que possuem cavernas turísticas ou cientificamente relevantes.

As oportunidades podem ser identificadas no alto potencial de implementação do espeleoturismo, cujas atividades contribuem tanto com a valorização do patrimônio espeleológico, quanto com o fomento de economias locais e, conseqüentemente, melhoria das condições de vida das comunidades.

Enquanto que as ameaças são atividades, como a mineração e agricultura, e infraestruturas construídas impactando negativamente ou suprimindo o Patrimônio Espeleológico da Bahia. Também são ameaças os impactos ambientais negativos provenientes da ocupação humana e oriundos da própria atividade do espeleoturismo.

## **6. DISCUSSÃO**

### ***6.1 A legislação e o papel do Poder Público***

As maiores fraquezas referentes ao uso das cavernas no estado da Bahia são relacionadas à falta de aplicação da legislação vigente e à ausência do poder público na fiscalização do cumprimento dessa legislação. Embora as legislações ambiental e espeleológica sejam, em geral, completas e atentas às particularidades e vulnerabilidades das cavernas e terrenos cársticos, ainda há muito a evoluir em relação à validação, na prática, do que trazem os textos da Lei. Inclusive para impedir parcialidade nas decisões, com base em brechas na legislação e em detrimento aspectos técnicos e científicos relevantes.

Com mais de 20 anos de atraso em atender a Portaria nº 15/2001 do IBAMA, o esforço deve ser no sentido de criar mecanismos que permitam celeridade na elaboração dos Planos de Manejo Espeleológico, sua posterior avaliação pelo órgão ambiental e implementação por parte dos interessados ou responsáveis em gerir as cavernas em uso. Também se faz importante adicionar à lista das cavernas citadas pela Portaria, todas as outras cavidades em uso, que recebem visitas por quaisquer razões, em todas as Províncias Espeleológicas do estado. Idealmente, deveriam ser contempladas, inclusive, cavernas que atualmente não são de uso turístico, mas que possuem potencial devido à sua relevância científica, localização ou beleza cênica.

Em um estado de grandes dimensões e infraestrutura precária, como é a realidade atual da Bahia, é essencial uma atuação mais enérgica dos órgãos ambientais competentes, dentro da política ambiental do estado, para além da qualificação do seu corpo técnico, para diminuir e impedir impactos ambientais, muitas vezes irreversíveis, em ambientes tão sensíveis como as cavernas.

## **6.2 Panorama das Unidades de Conservação e Planos de Manejo Espeleológico**

Como visto, o esforço empenhado por parte dos órgãos gestores e governantes da Bahia, nestes quase 40 anos de legislação ambiental voltada à proteção e conservação de cavernas no país é ainda insuficiente para assegurar a proteção desse patrimônio de tamanha relevância. E principalmente, as UCs existentes contam com diversas deficiências em suas gestões, carecendo até mesmo dos estudos mais básicos que norteariam o manejo adequado e uso sustentável dos seus patrimônios naturais, incluindo o espeleológico.

Nesse cenário, ainda é a Portaria nº 15/2001 do IBAMA que possui o maior direcionamento, em linhas gerais, em relação ao manejo de cavernas de uso turístico na Chapada Diamantina e, por consequência, na Bahia.

Não faltam estudos e recomendações, de inúmeros pesquisadores, para a criação de unidades de conservação em áreas que abranjam as cavernas de maior relevância na Bahia. Por exemplo Auler e Smart (2002), recomendam o estabelecimento de alguma UC que abranja o sistema de cavernas da Toca da Boa Vista, em reconhecimento ao seu notável valor técnico e científico mundial. As mudanças na legislação trazidas pelo Decreto Federal nº 10.935/22 acendeu o alerta e preocupou muitos espeleólogos brasileiros quanto às potenciais ameaças à integridade da Toca da Boa Vista (CORACCINI, 2022; ESCOBAR, 2022).

Outro caso é o da Gruta do Cristal e dos afloramentos cársticos do seu entorno, onde Srivastava & Rocha (1999) propuseram a criação de uma área de proteção que garantisse a integridade de suas feições de alta relevância geológica e paleontológica, do Mesoproterozoico do Brasil.

Para São Desidério, Lobo *et al.* (2013) discutem sobre a proposta em curso para criação de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral (Parque Nacional) e outra de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental). Segundo os autores, essas unidades assegurariam a conservação de cerca de 143 cavernas registradas, e de uma área adicional de 189,04 hectares nos terrenos cársticos nacionais. Pereira, Figueiredo Júnior & Feitosa (2018) propuseram a criação de um geoparque em São Desidério, cujo relatório seguiu o modelo de propostas adotado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM e se baseou em um inventário de 14 geossítios e sítios da geodiversidade. Apesar de não ser uma unidade de conservação, o geoparque é um modelo de gestão territorial que tem se mostrado eficiente na proteção ao patrimônio espeleológico em outras partes do mundo.

## **6.3 Desenvolvimento socioeconômico**

O espeleoturismo é uma forma altamente promissora de aproveitamento dos bens naturais, transformando recursos ambientais em benefícios econômicos. A população que vive nas imediações das cavernas é positivamente afetada e, através da sua inclusão nas atividades econômicas e da boa gestão do Patrimônio Espeleológico, pode ser retirada dos *rankings* de pobreza e subdesenvolvimento.

Lobo *et al.* (2010) afirmam que no espeleoturismo há uma possibilidade natural de envolvimento das comunidades locais pelo aspecto rústico dessa atividade. Os autores observam, em inúmeros municípios pelo Brasil, que, quando ocorre o aproveitamento dos bens espeleológicos do local, a comunidade, que antes sobrevivia de atividades extrativistas, agricultura familiar ou mão-de-obra barata, tem a oportunidade de desenvolver um trabalho mais digno e de melhor remuneração. Na Bahia, são exemplos, em maior ou menor grau de desenvolvimento, os municípios de Iraquara, Bom Jesus da Lapa, Ituaçu, Lençóis, Morro do Chapéu, Nova Redenção e Itaetê, entre outros.

Mesmo os municípios que exploram a força do potencial turístico de cavernas, possuem mazelas sociais, como Bom Jesus da Lapa que ocupa o 57º lugar no ranking de PIB *per capita* do estado, tendo sua economia fortemente mobilizada pela romaria que ocorre anualmente entre julho e agosto. Da mesma forma, Iraquara, conhecida como cidade das grutas, que figura em 41º (IBGE, 2022). Outros municípios da Chapada Diamantina seguem o mesmo padrão. Apesar de terem um turismo forte em muitos momentos ao longo do ano, essa movimentação na economia não é refletida nos índices e na população menos favorecida.

Nesses lugares, o despreparo e omissão dos órgãos públicos são contornados, na maioria das vezes, apenas por proprietários de terra ou pequenos empreendedores, que se baseiam no turismo de cavernas e atividades econômicas derivadas para se sustentarem, oferecendo serviços diversos e bens de consumo aos visitantes. Apesar de positivo, esse esforço unilateral pode causar um desequilíbrio na oferta e demanda de serviços e atividades, bem como uma série de impactos ambientais.

Além dos indicadores socioeconômicos, a falta de infraestrutura é marcante: estradas em condições ruins, ausência de hospedagens, restaurantes e comércios ou mesmo de saneamento básico, em alguns casos. Moradores locais, muitas vezes, desconhecem a riqueza que possuem em suas terras, tampouco os governos municipais demonstram interesse em oficializar e estruturar seus pontos turísticos através de investimentos e benfeitorias.

Assim, o ideal seria um trabalho em conjunto, de acordo com a legislação ambiental e tendo como base o Plano de Manejo Espeleológico para cada local de visitação.

Governos municipais e estadual precisam traçar um plano de desenvolvimento mútuo, onde ocorra investimento em infraestrutura, criando mais atrativos aos visitantes do estado, do país e até estrangeiros. Outro fator imperativo é a capacitação das pessoas que trabalham com público, nos serviços secundários, mas principalmente naqueles diretamente ligados à atividade espeleológica, como guias e instrutores.

A atração de investimento privado, aliada aos investimentos governamentais, cria um polo de riqueza e desenvolvimento que gera ainda mais notoriedade e atratividade para a região. Na Bahia, apesar das carências, esse fenômeno pode ser observado em municípios da Chapada Diamantina, com destaque para a cidade de

Lençóis, que cresceu através do turismo e se tornou um polo turístico importante no interior do estado.

#### **6.4 Espeleoturismo - ideias para um futuro comum**

A identificação de cavernas de potencial turístico e sua utilização dentro dos trâmites da lei é fator ímpar para muitos desses municípios, que não possuem outras atividades econômicas de grande retorno para lhes embasar. O espeleoturismo, então, pode servir como um meio de crescimento econômico, local e regionalmente.

Muitas das cavernas de máxima relevância, aqui já citadas, são subaproveitadas turisticamente. Mesmo as mais famosas e visitadas, como a Gruta dos Brejões, em Morro do Chapéu, e Lapa do Bode, em Itaetê, têm o seu potencial subutilizado no sentido de que não são apropriadamente divulgadas e carecem de infraestrutura adequada.

Existem diversas possibilidades para alavancar o uso turístico de cavernas nos municípios baianos. A mais simples delas, provavelmente, consiste na criação de organizações civis de munícipes ou pessoas externas interessadas em explorar economicamente as cavernas de um local. Tais organizações podem providenciar, por exemplo, a formação de guias, delimitação e sinalização de trilhas para oficializar, por assim dizer, o trajeto necessário para se acessar à cavidade alvo. Outra opção envolve a participação de prefeituras e/ou governo estadual para a criação de roteiros de visitação de cavernas e carste com diferentes abordagens turísticas – religiosa, educativa, de aventura, etc.

Buscando uma maior visibilidade internacional para as cavernas turísticas do estado, existe a possibilidade de participação na International Show Caves Association (ISCA) – mediante uma taxa anual e atendendo alguns requisitos necessários para tornar a caverna acessível ao público (CIGNA, 2019). A ISCA é uma associação internacional que promove a divulgação de cavernas de interesse turístico com amplo alcance e atratividade para turistas e espeleólogos do mundo inteiro.

Seja externa ou internamente, as ameaças ao patrimônio espeleológico devem ser conhecidas e evitadas ao máximo. Grande parte dos processos que ocorrem nas cavernas e desenvolvem feições cársticas ocorrem de forma muito lenta e, uma vez perturbados, podem ser perdidos para sempre (PALMER, 2007). Essas são algumas das razões que confirmam a necessidade de criação e aplicação dos PMEs das cavernas em uso no estado e, especialmente, maior controle na fiscalização de obras e empreendimentos por parte dos órgãos ambientais competentes.

A médio e longo prazo, a exploração do espeleoturismo tem a capacidade de criar um ambiente de preservação às cavernas turísticas que é alimentado pelos próprios visitantes, à medida em que tomam conhecimento da importância das cavernas e das práticas de sustentabilidade.

## 7. CONCLUSÃO

Esse artigo teve como objetivo fazer um breve relato do estado da arte e das potencialidades do espeleoturismo e a gestão de cavernas carbonáticas no estado da Bahia. Com o auxílio e poder de síntese da análise SWOT, foi possível apresentar os fatores de força, fraqueza, oportunidades e ameaças relacionados à exploração da atividade turística de cavernas baianas.

A fim de melhor compreender esse cenário, foram apresentadas algumas informações sobre a distribuição e características das cavernas dispostas ao longo das seis Províncias Espeleológicas Carbonáticas existentes no estado: Supergrupo Canudos, Grupo Rio Pardo, Grupo Bambuí, Grupo Una, Formação Caboclo e Formação Caatinga. Apontou-se as características intrínsecas que conferem relevância nacional e mundial a algumas cavernas locais, como a Toca da Boa Vista, a Gruta de Brejões, as cavernas da Lapa Doce e Pratinha, bem como o sistema cárstico do rio João Rodrigues.

As cavernas apresentadas nesse trabalho são somente algumas dentre os notáveis exemplos do Patrimônio Espeleológico conhecido da Bahia. Certamente há muito ainda a ser descoberto, tanto em quantidade, quanto em qualidade e relevância, nas mais diversas áreas do conhecimento envolvidas no estudo de cavernas, devido ao reconhecido alto Potencial Espeleológico do estado. Para a Bahia, é seguro estender a projeção de que menos de 5% das cavernas brasileiras tenham sido descobertas, dada a grande área do estado, suas províncias espeleológicas com intenso desenvolvimento cárstico, a dificuldade de acessos nas regiões mais interiores e a baixa cobertura de mapeamentos de detalhe.

Os municípios onde ocorrem as cavernas mais importantes, turística e cientificamente, não refletem a riqueza dos seus subterrâneos. Os dados socioeconômicos dessas regiões demonstram a situação de carência e baixo desenvolvimento, com claro subaproveitamento econômico dos bens naturais. A falta de infraestrutura e de serviços básicos são fatores que afastam investimentos privados e visitantes interessados no espeleoturismo.

As cavernas baianas são também ameaçadas por atividades potencialmente degradantes ao ambiente cavernícola e aos terrenos cársticos. A mineração (como percebido pelo volume de requerimentos minerais registrados nas Províncias Espeleológicas Carbonáticas locais), agricultura e instalação de grandes estruturas como estradas, barragens, além de plantas eólicas e solares são alguns exemplos. Além delas, a ocupação humana desordenada nos arredores das cavernas e, especialmente, a baixa cobertura de saneamento básico em muitos dos municípios detentores de cavidades, também causam impactos negativos nesses delicados sistemas.

As legislações brasileira e baiana vigentes, apesar de abrangentes, não são capazes, sozinhas, de impedir tais ameaças. A ação dos órgãos ambientais competentes e responsáveis dentro da política ambiental da Bahia é insuficiente ante o grande número de cavidades relevantes e a extensão territorial da Bahia. Essa situação se reflete no atraso, de mais de 20 anos, na implementação dos Planos de Manejo Espeleológico das cavernas de uso turístico no estado, bem como no baixo número de cavernas incluídas em Unidades de Conservação.

Ressaltou-se a importância do espeleoturismo como atividade de fomento econômico e desenvolvimento social para as comunidades locais. Dessa forma, é imprescindível alcançar um equilíbrio entre as necessidades humanas (sociais, culturais, religiosas e recreativas), as necessidades macroeconômicas (mineradora, industrial), e as necessidades demandadas pela vulnerabilidade natural dos ambientes cavernícolas e os terrenos cársticos desenvolvidos sobre rochas carbonáticas.

Esse objetivo é plenamente possível através da adoção das práticas de turismo sustentável mundialmente difundidas, aliadas às boas práticas na mineração e em consonância com a legislação ambiental espeleológica brasileira. A análise SWOT, por sua versatilidade e aplicação no geoturismo e geoconservação ao redor do mundo, é uma ferramenta que pode facilitar na elaboração de estratégias e tomada de decisões para o território.

## **FINANCIAMENTO**

O projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia” foi realizado mediante parceria entre NEHMA / IGeo - UFBA e CECAV, sendo financiado através do TCCE ICMBio/Vale No. 02/2020, um termo de compromisso de compensação espeleológica firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).

## **REFERÊNCIAS**

ANM. Agência Nacional de Mineração. 2022 Sistema de Informações Geográficas da Mineração – *SIGMINE*. Disponível em:

< [geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer](http://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer)>. Acesso em: 26 ago. 2022.

AULER, A. S. ; SMART, P.L. 2002. Toca da Boa Vista (Campo Formoso), BA. A maior caverna do Hemisfério Sul. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Winge, M.; Berbert-Born, M.. (Org.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM, p. 443-451.

AULER, A. S. et al. Origin and evolution of Toca da Boa Vista and Toca da Barriguda Cave System in North-eastern Brazil. In: Hypogene Karst Regions and Caves of the World. KLIMCHOUK, A. et al. (Ed.). Cham (Suíça): Springer, 2017, p. 827-840.

BAHIA. Decreto Estadual nº 32.487, de 13 de novembro de 1985. Declara como de interesse para a Proteção Ambiental a área de terras que indica, nos municípios de Morro do Chapéu, São Gabriel e João Dourado, no Estado da Bahia.

BAHIA. [Constituição (1989)]. Constituição do Estado da Bahia. Salvador, BA: Assembleia Legislativa, 1989. 144 p. Disponível em:

<http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/70433>. Acesso em: 15 jan 2023.

BAHIA. Decreto nº 2.216 de 14 de junho de 1993. Cria a Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara, nos Municípios de Lençóis, Iraquara, Palmeiras e Seabra, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado.

BAHIA . Conselho Estadual do Meio Ambiente. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução CEPRAM nº 1.440 de 20 de junho de 1997. Aprova o Plano de Manejo e o Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Marimbus-Iraquara.

BAHIA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução CEPRAM nº 3.047 de 18 de outubro de 2002. Aprova o Zoneamento Ecológico-Econômico da Área de Proteção Ambiental – APA Gruta dos Brejões/Veredas do Romão Gramacho.

BAHIA. Lei nº 10.431 de 20 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia e dá outras providências.

BAHIA. Decreto nº 11.235 de 10 de outubro de 2008. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, que institui a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, e da Lei nº 11.050, de 6 de junho de 2008, que altera a denominação, a finalidade, a estrutura organizacional e de cargos em comissão da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH e das entidades da Administração Indireta a ela vinculadas, e dá outras providências.

BARBOSA, E.P.; NOGUEIRA, K.A.B.; NEVES, N.G.S.. Caverna, história e tradição popular no sertão baiano. In: RASTEIRO, M.A.; MARTINS, L.R.B. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 25, 1999. Vinhedo. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.47-52. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais25cbe/25cbe\\_047-052.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais25cbe/25cbe_047-052.pdf)>.

BARBOSA, E.P.; TRAVASSOS, L.E.P. (2008). Caves, stories, history and popular traditions in the semi-desert (sertão) of Bahia, northeastern Brazil. *Acta Carstologica*, 37(2-3), 331-338.

BARLETO, E.A., SOUZA, H.N., LESSA, G., 2007. Conservação do patrimônio paleontológico, arqueológico e cultural na APA Gruta de Brejões / Vereda do Romão. In: Gramacho, B.A. (Ed.), *Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Espeleologia*, Ouro Preto, MG, Brazil, pp. 39e46.

BERBERT-BORN, M. & HORTA, L.S. 1995. Espeleologia. In: ROCHA, J.A. & COSTA, I.V.G. (org.) 1995. Município de Morro do Chapéu (BA). Salvador, CPRM. p. 158-202 (Projeto Mapas Municipais-Informações Básicas para o Planejamento e Administração do Meio Físico).

BERBERT-BORN, M.; KARMANN, I. (2002). Lapa dos Brejões - Vereda Romão Gramacho, Chapada Diamantina, BA - Gigantesca caverna e vale cárstico com rico depósito de fósseis do Quaternário. In C.Schobbenhaus et al. (Ed.), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*.(pp.469-479). Brasília: DNPM/CPRM.

BLAMONT, E.; VARGENS FILHO, J.R.C.; TORRES FILHO, P.; MENDONÇA, J.O. O Semi-árido da Bahia: problemas, desafios e possibilidades. *Revista Bahia Agrícola*, v.5, n.2, 2002, ISSN 1414-2368.

BORSANELLI, F.A.; SEIXAS, C.L.; LOBO, H.A.S.. Identificação dos impactos do espeleoturismo nas cavernas turísticas da Chapada Diamantina: abordagem preliminar por meio da percepção visual. In: RASTEIRO, M.A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 33, 2015. Eldorado. Anais... Campinas: SBE, 2015. p.711-718. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe\\_711-718.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe_711-718.pdf)>.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto Lei nº. 99.556, de 01 de outubro de 1990. Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências. In: INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV). Legislação espeleológica. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/cecav/index.php?id\\_menu=159](http://www.ibama.gov.br/cecav/index.php?id_menu=159)>

BRASIL. Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 10 de novembro de 2008, nº 218, Seção 1, p. 8-9

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, (2022) Decreto Federal nº 10.935/22

BRUNELLI, A. (2022) Andamento dos PMEs das cavernas da Bahia. Informação verbal.

BRUNELLI, A. P. Proposta e estudos para implantação do Plano de Manejo Turístico da Caverna Torrinha. Iraquara-BA. In: 13th International Congress of Speleology, 4th Speleological Congress of Latin América and Caribbean 26th Brazilian Congress of Speleology. Brasília, 2001. Anais. Brasília: Speleo Brazil e Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2001. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais26cbe/26cbe\\_657-662.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais26cbe/26cbe_657-662.pdf)>.

BUSHELL, R.; STAIFF, R.; EAGLES, P.F.J., 2007, 'Tourism and protected areas: Benefits beyond boundaries', in R. Bushell & P.J.F. Eagles (eds.), Tourism and protected area: Benefits beyond boundaries, pp. 1–11, CAB International, Wallingford.

CECAV - CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Termo de Referência para o plano de manejo espeleológico de cavernas com atividades turísticas. Brasília, 2013. 14p. Disponível em: <[http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/ANEXO\\_Diretrizes\\_PME\\_CCAV.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/ANEXO_Diretrizes_PME_CCAV.pdf)> Acesso em: 5 jan. 2023.

CECAV – CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Anuário estatístico do patrimônio espeleológico Brasileiro - CANIE. Brasília, 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav\\_-\\_anuario\\_estatistico\\_espeleologico\\_2021.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav_-_anuario_estatistico_espeleologico_2021.pdf). Acesso em: 16 de jan. 2023.

CECAV – CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>. Acesso em 17 nov. 2022.

CHIARINI, V.; DUCKECK, J.; DE WAELE, J. A Global Perspective on Sustainable Show Cave Tourism. *Geoheritage*. 2022; 14(3):82. doi: 10.1007/s12371-022-00717-5. Epub 2022 Jun 28. PMID: PMC9244007.

CIGNA, A.A. Show caves. In: Culver DC, White WB, Pipan T, editors. *Encyclopedia of caves*. New York: Academic Press; 2019. pp. 909–921.

CIGNA, A.A.; FORTI, P. Caves: the most important geotouristic feature in the world. *Tourism Karst Areas*. 2013;6(1):9–26.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 347, de 13 de setembro de 2004. Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=452>.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 5, de 06 de agosto de 1987. Dispõe sobre o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=56>.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 9, de 24 de janeiro de 1986. Dispõe sobre a criação de Comissão Especial para estudos do Patrimônio Espeleológico. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=32>.

CORACCINI, R. (2022) Com novo decreto, asfalto e mineração em cavernas dividem opinião de especialistas. CNN, São Paulo, 17/01/2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/com-novo-decreto-asfalto-e-mineracao-em-cavernas-dividem-opiniao-de-especialistas/> >. Acesso em: 21/01/2023

CRUZ, F. W. J. Aspectos geomorfológicos e geoespeleologia do carste da região de Iraquara, centro-norte da Chapada Diamantina, Estado da Bahia. Dissertação de Mestrado em Geografia. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. 1998.

DANCA, A. (2013) An explanation of the SWOT analysis process. University of St. Francis. 3p classes notes. Disponível em: [https://nbta.no/wp-content/uploads/2015/01/gbta\\_swot\\_analysis.pdf](https://nbta.no/wp-content/uploads/2015/01/gbta_swot_analysis.pdf) >. Acesso em: 13/01/2023

ESCOBAR, H. (2022) Ao flexibilizar regras, governo abre caminho para destruição de cavernas. *Jornal da USP*, São Paulo, 20/01/2022. Disponível em: <

<https://jornal.usp.br/ciencias/ao-flexibilizar-regras-governo-abre-caminho-para-destruicao-de-cavernas/> >. Acesso em: 21/01/2023

FERRARI, J. A. Interpretação de feições cársticas na região de Iraquara – Bahia. Dissertação de Mestrado em Geografia. Departamento de Geografia. Universidade Federal da Bahia. 1990.

FERREIRA, C. F. (2011) Análise de impactos ambientais em terrenos cársticos e cavernas. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV). In: III Curso de Espeleologia e licenciamento ambiental. Apostila, 196p. Brasília, Distrito Federal, 2011.

FERREIRA, C. F. (2019) Fragilidades e impactos ambientais no carste e nas cavernas. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e Conservação de Cavernas (CECAV). In: Espeleologia e Licenciamento Ambiental / Jocy Brandão Cruz e Luís Beethoven Piló. [org] – Brasília: ICMBio, 2019. 262 p. ; Il.

FERRONATTO, J.P.F., DOS SANTOS SCHERER, C.M., DRAGO, G.B., RODRIGUES, A.G., DE SOUZA, E.G., DOS REIS, A.D., B'ALLICO, M.B., KIFUMBI, C., CAZARIN, C.L., 2021. Mixed carbonate-siliciclastic sedimentation in a mesoproterozoic storm-dominated ramp: Depositional processes and stromatolite development. *Precambrian Research* 361, 106240.

FORD D.; WILLIAMS P. Karst hydrogeology and geomorphology. John Wiley & Sons, Chichester, 2007. 578 p.

FORTI, P. The scientific and socio-economic importance of karst and caves and their vulnerability. Brief for GSDR, 2015.

FURTADO, C.P.Q.; MEDEIROS, W.E; BORGES, S.V; LOPES, J.A.G.; BEZERRA, F.H.R.; LIMA-FILHO, F.P.; MAIA, R.P.; BERTOTTI, G.; AULER, A.S.; TEIXEIRA, W.L.E. The influence of subseismic-scale fracture interconnectivity on fluid flow in fracture corridors of the Brejões carbonate karst system, Brazil, *Marine and Petroleum Geology*, Volume 141, 2022, 105689, ISSN 0264-8172, <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2022.105689>.

GANEM, R. S; VIANA, M. B. História ambiental do Parque Nacional da Chapada Diamantina/BA. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília, outubro/2006.

GODINHO, L. P. de S. Geoespeleologia, geomorfologia e geocronologia do sistema cárstico de São Desidério, Bahia, Brasil. 2020. Tese (Doutorado em Geoquímica dos Processo Exógenos) - Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo, 2020. doi:10.11606/T.44.2020.tde-27072020-102310. Acesso em: 2021-03-30.

GODINHO, L. P. S.; PEREIRA, R. G. F. A. Caracterização geomorfológica preliminar do sistema cárstico do Rio João Rodrigues, São Desiderio – BA. In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.). CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. Anais... Campinas: SBE, 2013. p.341-351. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe\\_341-351.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_341-351.pdf)>.

GONZALEZ, V.M.; COROMINA, L.; GALÍ, N. Overtourism: Residents' Perceptions of Tourism Impact as an Indicator of Resident Social Carrying Capacity-Case Study of a Spanish Heritage Town. *Tour. Rev.* 2018, 73, 277–296.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Ministério do Meio Ambiente. Gabinete do Presidente. Portaria nº 887, de 15 de junho de 1990. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de junho de 1990, Seção 1, p. 11844

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Ministério do Meio Ambiente. Portaria IBAMA nº 015. Brasília, 2001.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Ministério do Meio Ambiente. Gabinete do Ministro. Portaria nº 358, de 30 de setembro de 2009. Institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico. Diário Oficial da União, Brasília, 1º de outubro de 2009, nº 188, Seção 1, p. 63-64.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE CIDADES. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 22 dez. 2022.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de ação nacional para a conservação do patrimônio espeleológico nas áreas cársticas da Bacia do Rio São Francisco. Organizadores Lindalva Ferreira Cavalcanti [et al.]. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2012. 140 p.

INEMA - INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: < <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/rppn-consulta-publica/consulta-rppn-sitio-grande/>>. Acesso em: 22 jan. 2023. 2023A

INEMA - INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: < <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/rppn-consulta-publica/consulta-toca-dos-ossos/>>. Acesso em: 22 jan. 2023. 2023B

ISCA (2014). Recommended international guidelines for the development and management of show caves. Document developed by the International Show Caves Association (ISCA) - the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) – the International Union of Speleology (UIS), 18 pages. <https://www.i-s-c-a.org/documents>

JANSEN, D.C.; CAVALCANTI, L.F.; LAMBLÉM, H.S. Mapa final de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. *Revista Brasileira de Espeleologia*, 2(1):42-56, 2012.

KARMANN, I; PEREIRA, R. G. F. A; MENDES, L. F. Poço Encantado, Chapada Diamantina (Itaetê), BA: Caverna com lago subterrâneo de rara beleza e importância científica. SIGEP – Comissão brasileira de sítios geológicos e paleontológicos. 1991.

LA BRUNA et al. High-permeability zones in folded and faulted silicified carbonate rocks—Implications for karstified carbonate reservoirs *Mar. Petrol. Geol.* (2021)

LAUREANO, F.V.; CRUZ JR, F.W. 1999. Grutas de Iraquara (Iraquara, Seabra e Palmeiras, BA). In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio018/sitio018.htm>>. Acesso em 23/01/2023.

LOBO, H.A.S. Caracterização e tendências de gestão dos impactos negativos e positivos do espeleoturismo. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, v. 9, p. 321-341, 2015.

LOBO, H.A.S.; BOGGIANI, P.C. (2013) Caves as geological heritage. Boletim Paranaense de Geociências 70:190–199.

LOBO, H.A.S.; SALLUN FILHO, W.; VERÍSSIMO, C.U.V.; TRAVASSOS, L.E.P.; FIGUEIREDO, L.A.V. de; RASTEIRO, M.A. 2010. Espeleoturismo: oferta e demanda em recente expansão e consolidação no Brasil. In: CASTRO, S.F.L. de; SOUTO, W.; RANGEL, B.B. (Coords.) Segmentação do turismo: experiências, tendências e inovações – artigos acadêmicos. Brasília: Ministério do Turismo, 2010. p.35-58.

LOBO, H. A. S. et al. Carste da região de São Desidério (Bahia, Brasil): proteção ambiental e gestão territorial. In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.). CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. Anais... Campinas: SBE, 2013. p.353-362. Disponível em: [http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe\\_353-362.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_353-362.pdf). Acessado em: 20 jan.2023.

NASCIMENTO NETO, D. Avaliação de risco de segurança estrutural de patrimônio espeleológico em sistemas cársticos carbonáticos devido a construção de estradas. Tese. 206p. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

PALMER, A.N. (2007) Cave Geology. Dayton, OH. Cave Books. Dayton, Ohio.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 2, de 30 de agosto de 2017. Define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5º do Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990. Diário Oficial da União, Brasília, 1º de setembro de 2017, nº 169, Seção 1, p. 161-165.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gabinete do Ministro. Portaria nº 358, de 30 de setembro de 2009. Institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico. Diário Oficial da União, Brasília, 1º de outubro de 2009, nº 188, Seção 1, p. 63-64.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria IBAMA nº 015. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, 2001.

PEREIRA, R. G. F. A. Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia – Brasil). Tese de Doutorado em Ciências (Geologia) Universidade do Minho (Portugal), 2010. 317 p.

PEREIRA, R. G. F. A., GONÇALVES, T. S. & REIS, M. 2017. O carste e as cavernas de Paripiranga (BA). Espelo-tema, v. 28, n. 1.

PEREIRA, R. G. F. D. A.; FIGUEIREDO JÚNIOR, S. M. D.; FEITOSA, G. D. D. S. Geoparque São Desidério, BA: proposta. Relatório. Salvador, BA, 2018

PILÓ, L. B.; AULER, A. S. 2019. Introdução à Espeleologia. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e Conservação de Cavernas (CECAV). In: Espeleologia e Licenciamento Ambiental / Jocy Brandão Cruz e Luís Beethoven Piló. [org] – Brasília: ICMBio, 2019. 262 p. ; Il.

PORIA, Y.; REICHEL, A.; BIRAN, A. Heritage Site Perceptions and Motivations to Visit. J. Travel Res. 2006, 44, 318–326.

RUBBIOLI, E.; AULER, A.; MENIN, D.; BRANDI, R. 2019. Cavernas - Atlas do Brasil Subterrâneo. Brasília, ICMBio, 340p.

RUBBIOLI, E.L. (1995). Iraquara - um novo paraíso espeleológico. O Carste, v. 7, n.3, p. 4-10.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. Calcário e Dolomito. In: LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. (Ed.). Rochas e Minerais Industriais. CETEM/MCT, Rio de Janeiro: p. 363-391, 2008.

SANTOS, L.M.A. Do diamante ao turismo, o espaço produzido no município de Lençóis. Dissertação de Mestrado em Geografia. Instituto de Geociências. UFBA. 2006.

SANTOS, R. A. Espeleoturismo na caverna Lapa doce: potencialidades para um turismo sustentável no município de Iraquara - Bahia. Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas, Campinas, vol. 1, n. 2, p. 131-144, 2008.

SÃO DESIDÉRIO. Decreto Municipal nº 07/2005, de 11 de janeiro de 2005, constituída pelo decreto Nº 10.020 de 05 de junho de 2006. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA de São Desidério, no Município de São Desidério, e dá outras providências.

SIGEP – COMISSÃO BRASILEIRA DE SÍTIOS GEOLÓGICOS E PALEOBIOLOGICOS. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil /Editores Carlos Schobbenhaus ...[et al.]0 – Brasília: DNPM, 2002. 554 p. : il. Disponível em: <[http://sigep.cprm.gov.br/SIGEP\\_Vol\\_I.pdf](http://sigep.cprm.gov.br/SIGEP_Vol_I.pdf)>.

SOUZA, V.H.P.; BEZERRA, F.H.R.; VIEIRA, L.C.; CAZARIN, C.L.; BROD, J.A., 2021. Hydrothermal silicification confined to stratigraphic layers: implications for carbonate reservoirs. Mar. Petrol. Geol. 124, 104818.

SRIVASTAVA, N.K.; ROCHA, A.J.D., 1999. Fazenda Cristal, BA Estromatólitos mesoproterozóicos SIGEP 93.

WIDAWSKI, K.; JARY, Z.; OLEŚNIEWICZ, P.; OWCZAREK, P.; MARKIEWICZ-PATKOWSKA, J.; ZARĘBA, A. (2018) Attractiveness of protected areas for geotourism purposes from the perspective of visitors: the example of Babiogórski National Park (Poland). Open Geosciences, Vol. 10 (Issue 1), pp. 358-366. <https://doi.org/10.1515/geo-2018-0028>

ZAPOROZEC, A. (ed) (2002) Groundwater contamination inventory. A methodological guide. IHP-VI, Series on Groundwater 2, UNESCO

ZWAHLEN, F. (2004) Vulnerability and Risk Mapping for the Protection of Carbonate (Karstic) Aquifers. Final report COST action 620. European Commission, Brüssel.

**ANEXO F – RELATO DE EXPEDIÇÃO NO BOLETIM ELETRÔNICO DA SOCIEDADE  
BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA – SBE NOTÍCIAS, ISSN 1809-3213 - ANO 15 - Nº  
425 - 17 DE NOVEMBRO DE 2021;**

## Cavernas e Carste na Bacia do Rio Pardo – Bahia, Brasil

Por Ricardo Galeno Fraga de A. Pereira<sup>1</sup>, Carlos Gleidson Campos da Purificação<sup>1</sup> e Márcio Santana Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NEHMA – IGeo/UFBA, <sup>2</sup>UNEB, GSBE/Espeleonordeste

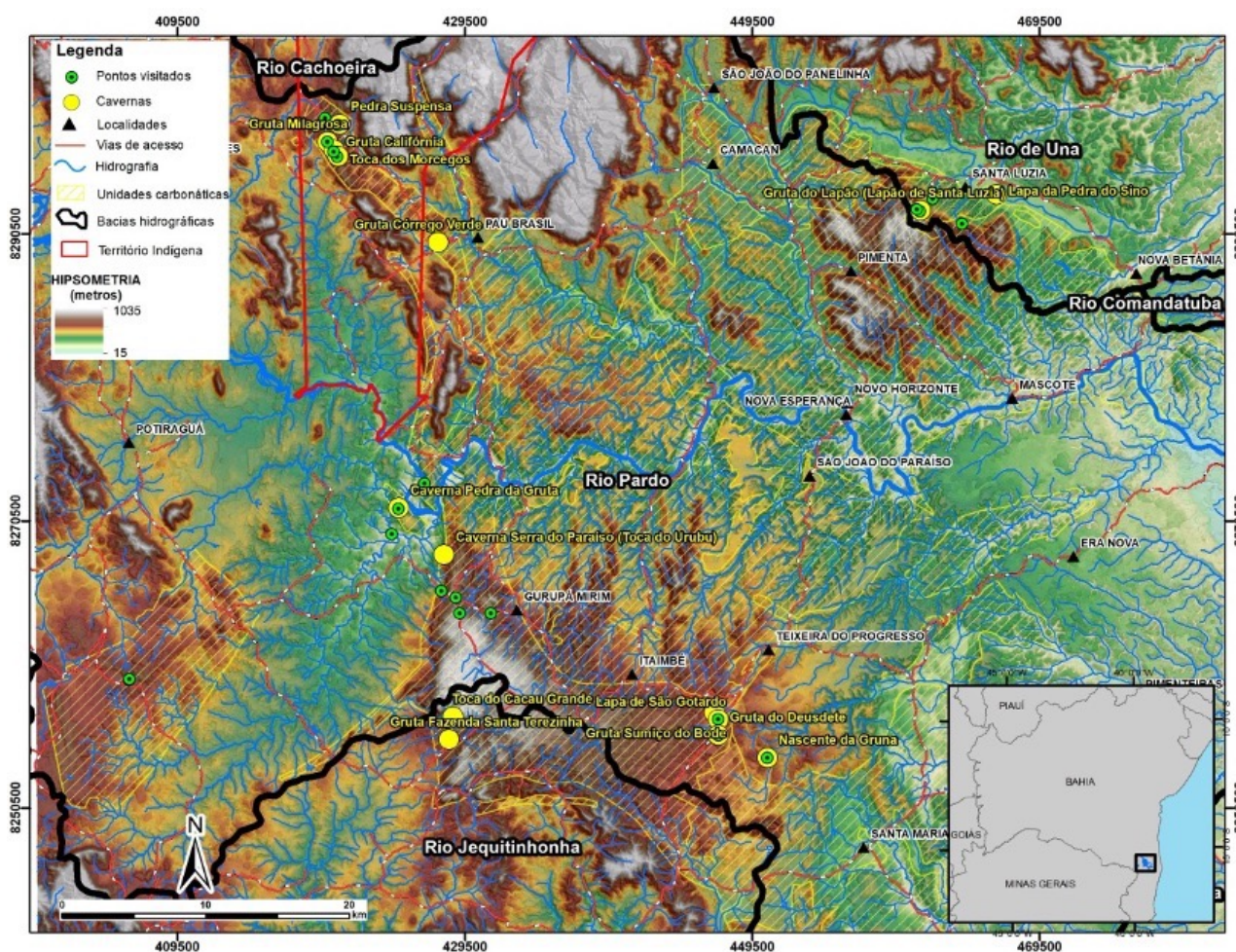
Entre os dias 07 e 13 de outubro de 2021 pesquisadores do Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente – NEHMA, sediado no Instituto de Geociências – IGeo da Universidade Federal da Bahia – UFBA, juntamente com espeleólogos do Grupo Sul Baiano de Espeleologia – GSBE realizaram expedição científica no carste e nas cavernas da bacia do rio Pardo, região que fica situada no Sul da Bahia (Figura 1).

A expedição consiste na segunda etapa de campo do projeto: “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia”, que tem como objetivo principal estabelecer as áreas de abrangência e subdivisões das regiões cársticas, em rochas carbonáticas no Estado baiano, como forma de contribuir na definição de critérios para classificação dos enfoques regional e local, previstos no Decreto 6.640/2008. Para tanto, estão sendo

realizadas campanhas de campo, aliadas ao inventário do universo de conhecimentos e informações disponíveis sobre esses terrenos e geração de cartografia detalhada dessas áreas.

O projeto, que foi iniciado em janeiro de 2021, está sendo conduzido mediante parceria entre NEHMA / IGeo - UFBA e CECAV, sendo financiado através do TCCE ICMBio/Vale No. 02/2020, um termo de compromisso de compensação espeleológica firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).

Nessa etapa de campo foram percorridos cerca de 650 km na área, sendo visitado um total de 11 cavidades naturais subterrâneas (Figura 2). Um aspecto de destaque nessa região cárstica é a variedade de litologias onde se desenvolveram essas cavidades, de



**Figura 1:** Modelo Digital do Terreno - MDT representativo do relevo na bacia do rio Pardo. As rochas carbonáticas afloram nas partes mais elevadas do terreno e apresentam um conjunto de cavidades com até 800 metros de desenvolvimento mapeados.



e modo que foram encontradas cavernas instaladas em brechas, conglomerados, calcários laminados e calcários maciços. Algumas das cavidades visitadas estão situadas no interior do Território Indígena Caramuru Catarina Paraguaçu, localizado no município de Pau Brasil. Todas as demais estão distribuídas pelos municípios de Potiraguá, Mascote e Santa Luzia.

Conforme levantamentos prévios, os terrenos cársticos da bacia do rio Pardo consistem em um dos menos estudados no Estado baiano. Dentre o conjunto de cavidades visitadas, constatou-se o uso religioso das seguintes: a) Gruta Milagrosa – utilizada para rituais pela comunidade do território indígena, para além de um altar, outrora usado para celebrações cristãs; b) Gruta do Deusdete (ou Igreja) - teve sua entrada modificada para fins religiosos e está com seu interior muito depredado e c) Pedra da Gruta – que conta com um altar de ex-votos e oratório cristão, logo na sua entrada. A Gruta do Lapão de Santa Luzia, que representa a maior caverna conhecida na região, vem

sendo objeto de visita turística e possui rica história mítico-religiosa. Nas demais cavidades foram constatados apenas vestígios de visita esporádica.

Na quase totalidade da área visitada, as unidades carbonáticas ocorrem nas partes mais altas do relevo, de maneira que o carste se apresenta como uma superfície ondulada, com topos convexos, nas porções a Norte e a Sul, e com cristas aguçadas na porção Nordeste, nas imediações do município de Santa Luzia. Dolinas, com tamanhos muito variados e, por vezes, alinhadas, foram observadas na maior parte dos terrenos percorridos. Para além disso, no município de Mascote, próximo da Pedra da Gruna, foi registrada a presença de uma série de nascentes cársticas. Mediante os trabalhos já realizados pelo GSBE na região, entende-se que a etapa de prospecção já está bem avançada, porém restam trabalhos de detalhe na topografia de parte das cavernas registradas naquela região.



A



C



B



D

**Figura 2:** **A** – Caverna da Gruta Milagrosa, situada no interior do Território Indígena Caramuru Catarina Paraguaçu e utilizada para fins ritualísticos. **B** – Gruta do Abelhão, situada em Potiraguá e instalada em uma brecha hidrotermal, com evidências de origem hipogênica. **C** – Gruta de São Gotardo, instalada em calcários dobrados e rica em espeleotemas. **D** – Entrada da Gruta do Lapão de Santa Luzia, a maior cavidade conhecida na Bacia do Rio Pardo.



**ANEXO G – MATÉRIA NA REVISTA ESPELEOLOGIA DIGITAL NºIII – 2022 DA  
SOCIEDADE EXCURSIONISTA E ESPELEOLÓGICA – SEE**

# Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no estado da Bahia

**Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira**  
**Carlos Gleidson Campos da Purificação**  
**Tarsila Carvalho de Jesus**  
**Leo Linke Ferreira**

*Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente – NEHMA – IGeo/UFBa*

O projeto de pesquisa: “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia”, tem como objetivo principal estabelecer as áreas de abrangência e subdivisões das regiões cársticas, em rochas carbonáticas no Estado da Bahia, como forma de contribuir na definição de critérios para classificação dos enfoques regional e local, previstos no Decreto 6.640/2008. Para tanto, serão realizadas campanhas de campo, aliadas ao inventário de conhecimentos e informações disponíveis sobre esses terrenos, a fim de gerar uma cartografia detalhada dessas áreas.

O projeto, que foi iniciado em janeiro de 2021, está sendo conduzido mediante parceria entre NEHMA / IGeo - UFBa e CECAV, sendo financiado através do TCCE ICMBio/Vale No. 02/2020, um Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).

Os resultados esperados servirão tanto para compilar e sistematizar, quanto gerar informações em escala mais detalhada sobre esses terrenos, para contribuir com estudos posteriores das mais diversas áreas, incluindo a vulnerabilidade e/ou potencialidades do carste em rochas carbonáticas na Bahia. Para além de servir como marco para o licenciamento, gestão ambiental e conservação do

patrimônio espeleológico no Estado, pode ainda fornecer um modelo a ser adotado em outras Unidades da Federação.

A pesquisa tem um prazo previsto de 24 meses e, no decorrer do mês de julho de 2021, foi realizada a primeira etapa de campo, percorrendo cerca de 2.000 km nas áreas de ocorrência das rochas das formações Acauã e Olhos D’Água, ambas incluídas no Supergrupo Canudos e aflorantes no norte e nordeste da Bahia. Na Figura 1 apresenta-se uma ilustração com os locais percorridos nessa primeira etapa de campo.

Esse supergrupo engloba rochas carbonáticas depositadas no Neoproterozóico, há cerca de 600 Ma de anos atrás, que foram objeto de deformação e transformações por metamorfismo, durante o Ciclo Brasileiro, iniciado por volta de 540 Ma de anos. Estas se deram nas bordas do Cráton São Francisco - um bloco continental que engloba quase todo o território do Estado da Bahia e parte de Minas Gerais, que foi consolidado há mais de 1,7 Ga de anos, durante o Ciclo Transamazônico, entre 2,26 e 1,86 Ga de anos.

Os trabalhos de campo se deram nas Serras do Icó, da Borracha, do Jerônimo, além das cercanias dos municípios de Euclides das Cunha e de Paripiranga. Nesse último local, membros do Grupo Mundo Subterrâneo de Espeleologia – GMSE acompanharam a equipe de campo do projeto, seguindo todos os padrões de segurança necessários ante a pandemia da COVID 19.

Na Serra do Icó as rochas carbonáticas da formação Acauã se apresentam muito deformadas, conforme registrado na Gruta do Icó (Figura 2A). Cabe ressaltar a presença de uma mina de extração de rocha ornamental em área próxima da cavidade, com atividade interrompida há cerca de três anos.

Na sequência, a equipe seguiu para a Serra da Borracha, onde, dentre outros locais, foi visitada a Gruta do Patamuté, um amplo salão onde está instalado um templo religioso, com altar e ex-votos (Figura 2B). Nessa serra a equipe realizou ainda prospecção na tentativa de encontrar o registro de uma cavidade próxima, porém a ocorrência não foi confirmada, sendo encontrada apenas uma pequena dolina, com diâmetro inferior a 10 metros e profundidade de até 1,5 metros.

Nos arredores da Serra da Borracha foi também visitada a Serra do Juá, onde foi encontrada a caverna Toca Grande, além de tufas carbonáticas e cavidades de pequeno porte com até 10 metros de desenvolvimento (Figura 2C).

Posteriormente, a equipe seguiu para Serra do Jerônimo, onde visitou a Gruta do Jerônimo, uma cavidade marcada pela presença de amplos salões e feições que evidenciam uma etapa relevante de espeleogênese hipogênica na formação da cavidade (Figura 2D). Logo ao lado dessa serra, foram também visitadas as Grutas do Salitre do Caipan de cima (Figura 2E) e de baixo, no município de Canudos.

Em seguida, sabendo da ocorrência de rochas carbonáticas aflorantes no município de Euclides da Cunha, além da presença de mineradoras de calcário para fabricação de cal e da ausência de registro de cavidades naquele local, optou-se por buscar informações com os moradores da zona rural e por meio desses diálogos foi constatada a ocorrência de, ao menos, três cavidades, com destaque para a Gruta do Sino (Figura F), primeiro registro de caverna no município. A cavidade possui cerca de 25 metros de desenvolvimento e representa a maior cavidade visitada pela equipe. Cabe registrar que foi observada a ocorrência de um carste

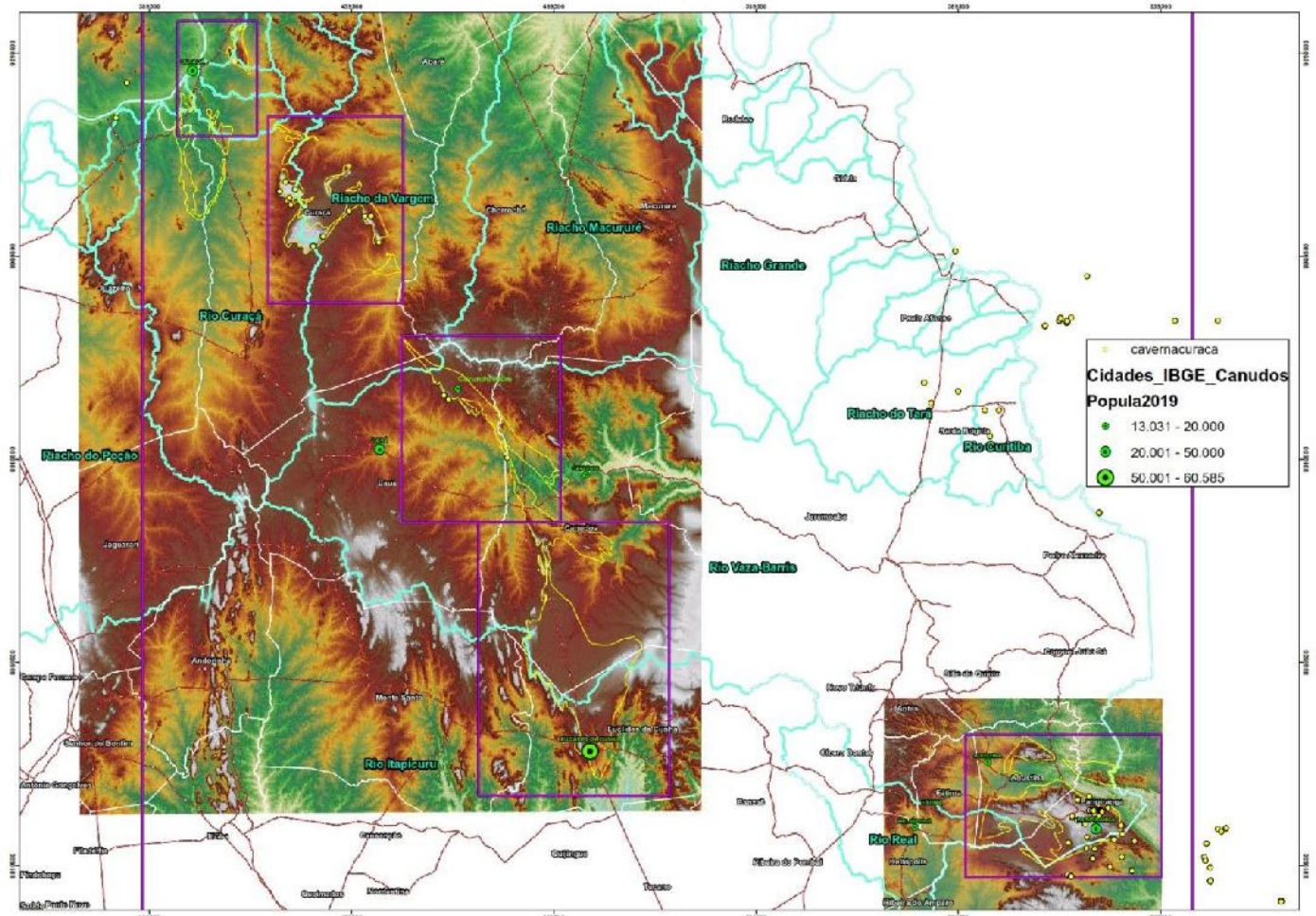


Figura 1: Distribuição das áreas de ocorrência do Supergurpo Canudos, visitadas na primeira etapa de campo, realizada durante o mês de Julho de 2021.

encoberto em Euclides da Cunha, com a presença de dolinas de subsidência, conforme visto em campo e também de acordo com relatos dos moradores locais.

Na etapa final do campo, a equipe visitou grutas no município de Paripiranga, onde merece destaque a Gruta do Bom Pastor (Figura 2G) que, com mais de 70 metros de desnível, representa uma das maiores grutas do município. Foi também visitada a Gruta da Salamanta (Figura 2H), instalada em tufas calcárias, com mais de 50 metros de desenvolvimento e que consiste em um sítio de relevância paleoambiental, já que nessas tufas são encontrados muitos fósseis vegetais, importantes para entender os climas pretéritos e a evolução do carste naquela região.

A próxima campanha de campo do projeto está prevista para o mês de outubro de 2021 e deverá acontecer na Bacia do Rio Pardo. Até o final de

2022 a equipe percorrerá ainda as áreas de ocorrência das rochas carbonáticas dos Grupos Una e Bambuí, para além das formações Caboclos e Caatinga, completando assim todas as regiões carbonáticas do estado baiano. Como resultado deverão ser publicados artigos com uma proposta de método para definição dos enfoques local e regional, previstos no Decreto 6.640, de 2008, para além de um livro versando sobre as cavernas e o carste na Bahia.

A equipe também disponibilizou uma pesquisa online para identificação e levantamento dos trabalhos de topografia realizados em cavidades instaladas em rochas carbonáticas no Estado da Bahia, disponível em: <https://forms.gle/fnYSLfHAo-7CPvXBt7>. Qualquer pessoa que tenha mapeado cavernas em rochas carbonáticas na Bahia pode responder o formulário. Essas informações serão de grande ajuda e são importantes para o sucesso do projeto.

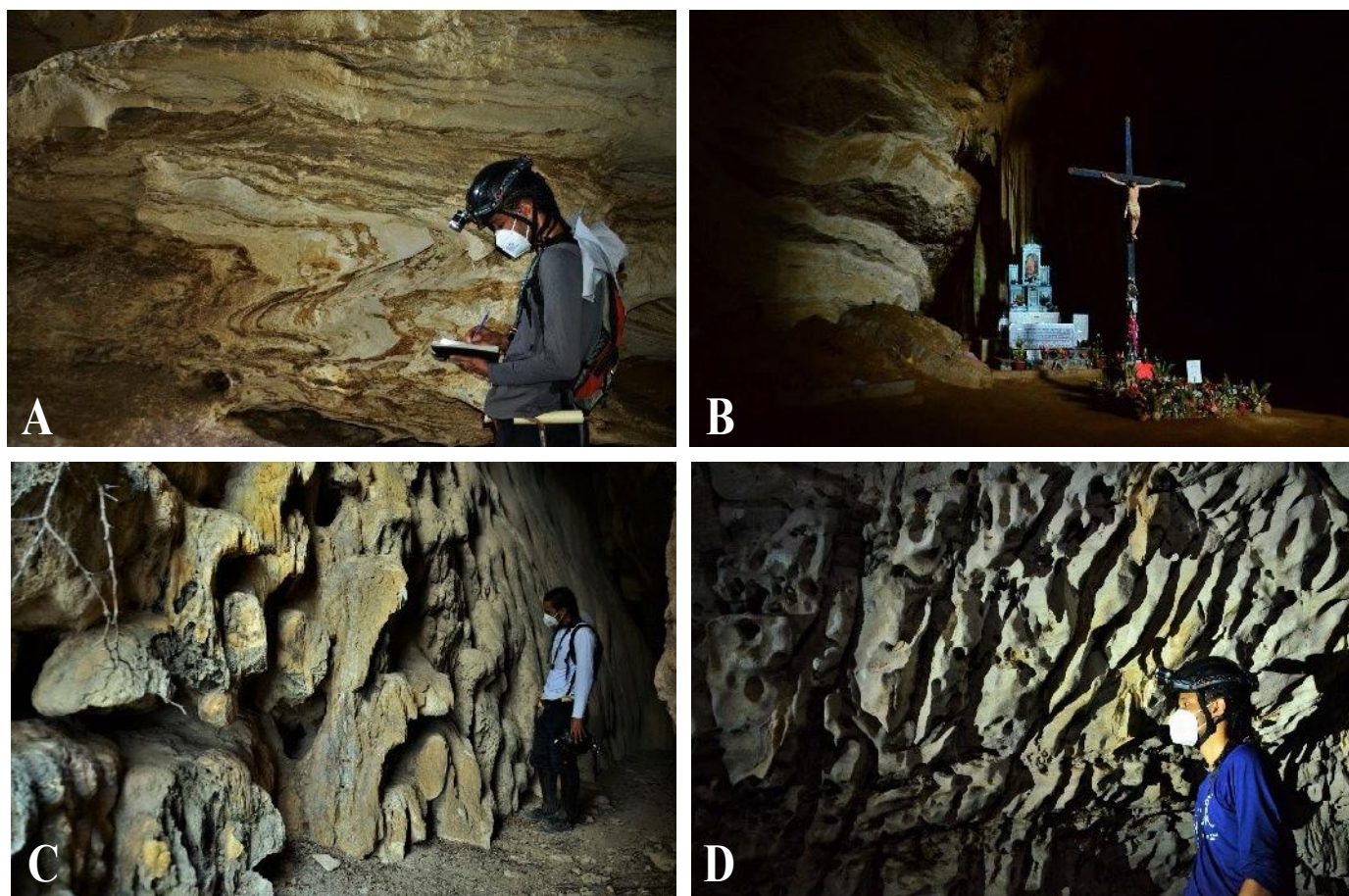


Figura 2: 2A – Dobras nas paredes da Gruta do Icó. 2B – Altar religioso no interior da Gruta do Patramuté. 2C – Gruta em Tufas Calcárias na Serra do Juá. 2D – Pedans indicativos de processos hipogênicos na espeleogênese da gruta do Jerônimo.



Figura 2E – Estruturas na parede da Gruta do Salitre do Caipan de Cima, em Canudos. 2F – Interior da Gruta do Sino  
2G – Aspecto da rocha carbonática no interior da Gruta do Bom Pastor. 2H – Fósseis vegetais na Gruta da Salamanta.

**ANEXO H – RESUMO EXPANDIDO PUBLICADO NOS ANAIS DO 36º CONGRESSO  
BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA (CBE)**



# ANAIS do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Brasília-DF, 20-23 de Abril de 2022



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE) disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

PEREIRA, R. G. F. A.; PURIFICAÇÃO, C. G. C.; FERREIRA, L. L.; JESUS, T. C.. Cavernas e carste em rochas carbonáticas no estado da Bahia In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. *Anais...* Campinas: SBE, 2022. p.560-566. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe\\_560-566.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_560-566.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

## **CARVERNAS E CARSTE EM ROCHAS CARBONÁTICAS NO ESTADO DA BAHIA**

*CAVES AND CARBONATE KARST IN THE STATE OF BAHIA*

**Ricardo Galeno Fraga de A. PEREIRA (1); Carlos Gleidson Campos da PURIFICAÇÃO (1); Leo Linke FERREIRA (1); Tarsila Carvalho de JESUS (1).**

(1) Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente – NEHMA, Instituto de Geociências - IGeo da Universidade Federal da Bahia - UFBA.

**Contatos:** [fraga.pereira@ufba.br](mailto:fraga.pereira@ufba.br); [carlos\\_purificacao@hotmail.com](mailto:carlos_purificacao@hotmail.com); [tarsila.carvalho@hotmail.com](mailto:tarsila.carvalho@hotmail.com); [leo.linke@yahoo.com.br](mailto:leo.linke@yahoo.com.br).

### **Resumo**

Os terrenos cársticos em rochas carbonáticas no Estado da Bahia ocorrem associados à seis principais unidades geológicas, quais sejam: Grupo Bambuí, Grupo Una, Formações Caboclo e Caatinga, Grupo Rio Pardo e Supergrupo Canudos. Entretanto, há muito a ser estudado, e até descoberto, nessas áreas, consideradas de alto potencial espeleológico. O escopo do projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia” almeja contribuir para a construção do conhecimento desses terrenos ao passo em que propõe um modelo de regionalização em consonância com o previsto no Decreto 6.640/2008. O projeto foi iniciado em janeiro de 2021 e segue em andamento até dezembro de 2022. Suas atividades contemplam a pesquisa bibliográfica, a construção de banco de dados digitais, além de cinco campanhas de campo. Dentre os resultados esperados, espera-se contribuir para a divulgação científica e a gestão e conservação desses ambientes.

**Palavras-Chave:** Carste da Bahia; Cavernas da Bahia; Carbonatos da Bahia; Regionalização do Carste.

### **Abstract**

*The carbonate karst of the state of Bahia occurs in six main terrains - Bambuí Group, Una Group, Caboclo and Caatinga Formations, Rio Pardo Group and Canudos Supergroup. However, there is much to be studied, and even discovered, in these areas, which are considered to have a high speleological potential. The scope of the project "Characterization and regionalization of karstic terrains, in carbonate rocks, in the State of Bahia" is to contribute to the construction of knowledge of these terrains while proposing a regionalization model in line with the terms of Decree 6.640/2008. Through bibliographic research, the setting up of a digital database and five fieldtrip campaigns, the project, which will run until December 2022, will also provide the basis for scientific dissemination and the management and conservation of these environments.*

**Keywords:** Karst of Bahia; Caves of Bahia; Carbonates of Bahia; Karst regionalization.

## **1. INTRODUÇÃO**

Quando se fala em carste na Bahia, logo se percebe que o Estado é dotado de características superlativas, como a Gruta do Padre, em Santana, ou a Toca da Boa Vista, em Campo Formoso. Mas o vasto território baiano é rico e variado, em se tratando de carste e cavernas, e há ainda muito a ser explorado e conhecido. Além das Províncias Carbonáticas localizadas na Chapada Diamantina – instaladas no Grupo Una, formação Caatinga e formação Caboclo – e no Oeste baiano, onde ocorre o Grupo Bambuí, existem os terrenos cársticos à norte/nordeste, na região do Supergrupo Canudos, e à sul, no Grupo Rio Pardo,

como ilustrado na **figura 1**, que apresenta a localização dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas no Estado.

O projeto de pesquisa “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia” tem como objetivo principal estabelecer as áreas de abrangência e subdivisões das regiões cársticas, em rochas carbonáticas no Estado da Bahia, como forma de contribuir na definição de critérios para classificação do enfoque regional e apontar diretrizes para o enfoque local, previstos no Decreto 6.640/2008.

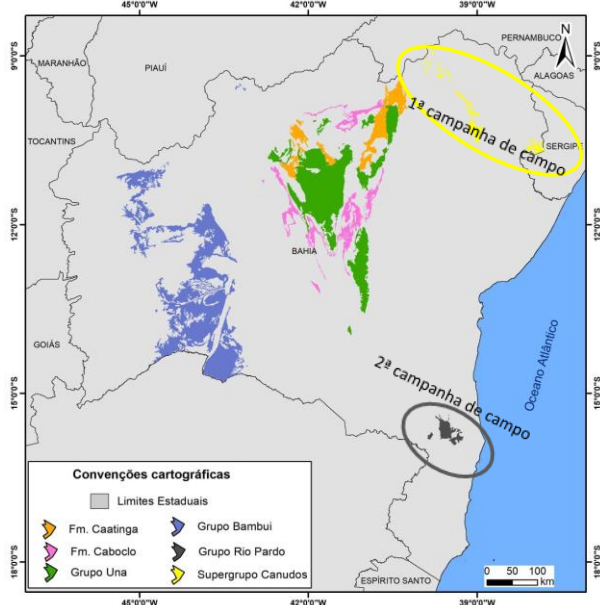
No que se refere à regionalização dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas no Estado da Bahia, bem como à definição dos enfoques regionais, foi

possível traçar paralelos entre os enfoques regional e local e o modelo Província-Distrito-Sistema apresentado em Karman & Sanchez (1979) e aprofundado em Sanchez (1992). Para Karmann & Sanchez (*op cit*) a província consiste em uma região, pertencente à uma mesma unidade geológica passível de carstificação, enquanto os distritos espeleológicos representam os setores com maior incidência de cavernas, no interior de uma província, atestando a descontinuidade e anisotropia da carstificação ao longo de uma mesma unidade carbonática.

Em uma primeira análise, a estratigrafia, as variações estruturais e faciológicas associadas ao passado paleoclimático e tectônico condicionam tanto a tipologia das cavernas e do carste quanto a compartimentação topográfica, resultando em diferenças marcantes na espeleogênese, concentração e distribuição de feições cársticas. Nesse sentido, pode-se então estabelecer um paralelo entre os distritos propostos por Karmann & Sánchez (1979) e o enfoque Regional, que serão aqui tratados como equivalentes.

Como um objetivo secundário, mas não menos importante, é aumentar o conhecimento acerca desses terrenos cársticos, com o intuito de fomentar a divulgação de informações, especialmente entre gestores públicos, a fim de promover a conservação e usos mais sustentáveis desses terrenos.

Para tanto, estão sendo realizadas campanhas de campo, aliadas ao inventário do universo de conhecimentos e informações disponíveis sobre esses terrenos e geração de cartografia detalhada dessas áreas.

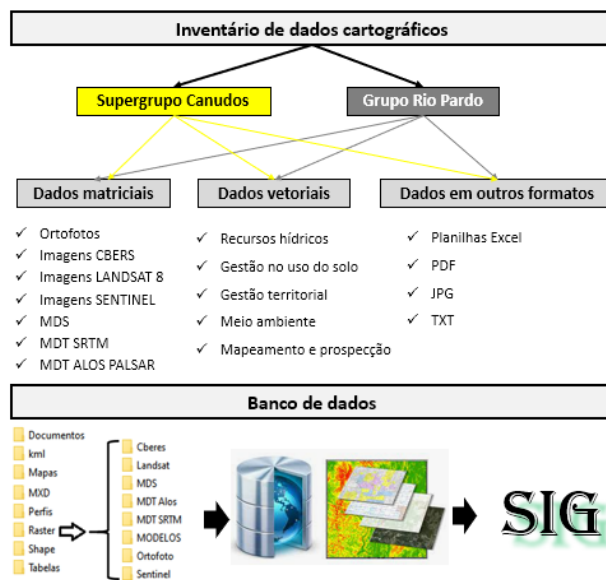


**Figura 1:** Mapa de distribuição dos terrenos cársticos carbonáticos na Bahia.

O projeto, teve início em janeiro de 2021 e irá até dezembro de 2022. Está sendo conduzido mediante parceria entre NEHMA/IGeo - UFBA e CECAV, financiado através do TCCE ICMBio/Vale No. 02/2020, um termo de compromisso de compensação espeleológica firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade (ICMBio), com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).

## 2. MÉTODOS & TÉCNICAS

O projeto se divide em três etapas. A primeira, finalizada em maio de 2021, consistiu na pesquisa bibliográfica e construção de inventário de dados cartográficos e digitais sobre os terrenos de carste carbonático da Bahia, ilustrados na **figura 2**.



**Figura 2:** Inventário de dados cartográficos realizados para a primeira e segunda campanha de campo.

A segunda etapa é referente às campanhas de campo, divididas em cinco visitas nas regiões apontadas na Figura 1. A última etapa é o desenvolvimento da regionalização em mapas e textos auxiliares, artigos acadêmicos com uma proposta de método para definição do enfoque regional, além de diretrizes para o enfoque local, bem como a confecção de um livro de divulgação científica.

Para a definição dos enfoques regionais, com base nos resultados obtidos até o momento e tendo em consideração o que está estabelecido no Decreto 6.640, de 2008, entende-se “por enfoque regional, a unidade espacial que engloba no mínimo um grupo ou formação geológica e suas relações com o ambiente no qual se insere”. Diante disso, nesse trabalho estão sendo revisados em detalhe, a partir dos dados levantados em

campo, os distritos espeleológicos, propostos por Karmann & Sánchez (1979) para o Estado da Bahia. Esses distritos, que são aqui considerados como uma região, com homogeneidade fisiográfica, instalada sobre uma mesma unidade estratigráfica, que pode variar desde Supergrupo até formação, são então utilizados como equivalentes aos enfoques regionais para cada um dos terrenos estudados.

Já no que compete ao enfoque local, que segundo o Decreto 6.640, de 2008, correspondem à “unidade espacial que engloba a cavidade e sua área de influência”, dada a escala do trabalho nem sempre tem sido possível estabelecer critérios consistentes para cada um dos terrenos, todavia o relevo e, por vezes, as bacias hidrográficas têm se mostrado caminhos viáveis para o

estabelecimento desse enfoque e, quando possível, serão aqui apontados e comentados.

### 3. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados parciais, obtidos para as áreas de ocorrência do Supergrupo Canudos e Grupo Rio Pardo, nas quais já foram realizados levantamentos de campo e compilação de resultados. Os resultados obtidos para esses alvos são compilados na **Tabela 1**. Os dados apontados nessa tabela sumarizam as características encontradas para cada um dos terrenos visitados nas campanhas de campo, sendo representativos dos distritos espeleológicos aqui estabelecidos e consistem nos parâmetros aqui considerados para a definição dos enfoques regionais propostos para cada um dos alvos.

**Tabela 1.** Resumo dos aspectos que caracterizam os distritos espeleológicos.

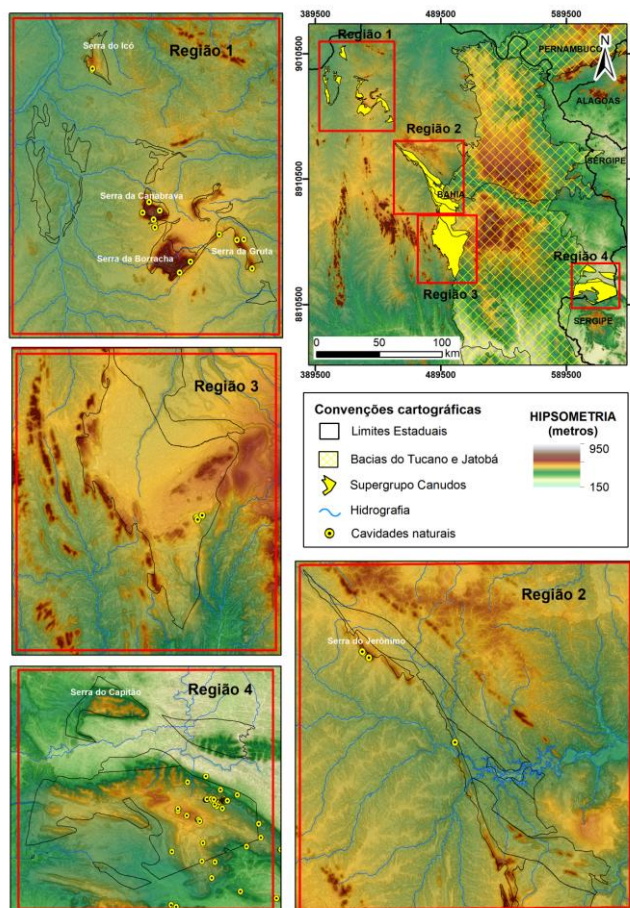
Província	Supergrupo Canudos				Grupo Rio Pardo		
Período	Toniano ao Criogêniano				Toniano ao Criogêniano		
Domínio Tectônico	Bacia de Antepaís				Bacia de Antepaís		
% da Área do Estado	0,31%				0,22%		
Quantidade de Artigos	11				6		
Distritos	Curaçá	Uauá	Euclides da Cunha	Paripiranga	Potiraguá - O	Pau Brasil Potiraguá – E Mascote Itapebi	Santa Luzia
Litotipos Calcários Predominantes	Mrm. Grosso; Tufas	Mrm. Médio Calcarenito	Meta Calcário.	Mrm. Fino Caalcilutito Tufas	Brecha carbonática	Meta Calcário Branco; Meta Calcário Laminado.	Conglomerado carbonático.
Estruturas Sedimentares	Estrt. Cruzada Silicificação	Lent. Arenítica	Concreções (Fe,Mg)	Concreções (Fe, Mg)	-	Estrt. Cruzada Concreções (Fe, Mg)	Lent. Arenítica
Intrusões	Quartzo/Calcita	Calcita	-	Quartzo	-	Quartzo	-
Regime de Deformação	Dúctil	Lent. Arenítica	Rúptil	Dúctil	Maciço	Rúptil/Dúctil	Rúptil
Domínio Tectônico	Antepaís Thin-Skined Alóctone	Antepaís Thin-Skined Autóctone/Parautóctone	Antepaís Thin-Skined Autóctone/Parautóctone	Zona externa Thick Skined Alóctone	Antepaís Thin-Skined Parautóctone	Antepaís Thin-Skined Parautóctone	Antepaís Thin-Skined Autóctone
Modelados Prevalentes	Dissecação Estrutural de Topo Aguçado  Carste Descoberto	Dissecação Estrutural de Topo Convexo  Carste Descoberto	Dissecação Estrutural de Topo Tabular  Carste Coberto	Dissecação Estrutural de Topo Convexo Terraço Fluvial  Carste Descoberto	Dissecação Homogênea de Topo Convexo  Carste Coberto	Dissecação Estrutural de Topo Convexo  Carste Descoberto	Dissecação Estrutural de Topo Aguçado  Carste Descoberto

Formas de Relevo	Crista Assimétrica Gruta	Crista Assimétrica Gruta	Crista Assimétrica Dolinas Gruta	Borda de Anticlinal Escavada Gruta	Gruta	Dolina Sumidouro Ressurgência Borda de Patamar Cárstico Gruta	Crista Simétrica Gruta
Padrões de Cavidades	?	?	?	Espongiforme Anastomosado	Ramiforme	Anastomosado, Curvilíneo, Retilíneo	Network
Tipologia do Carste	Denudado Aberto	Aberto Deep-Seated	Encoberto em Exumação	Denudado Aberto	Aberto Deep-Seated	Aberto/Denudado	Aberto
Feições cársticas	Epigênicas	Epigênicas Hipogênicas	Dolina Encoberta	Dolina de Colapso	Epigênicas Hipogênicas	Epigênicas	Epigênicas
Concentração de Registros no CANIE	16	5	0	82	0	15	2

### 3.1 Supergrupo Canudos

Na região do Supergrupo Canudos, à Norte/Nordeste do Estado da Bahia, foram visitados terrenos cársticos vinculados à um conjunto de serras, incluindo 15 cavidades, nos municípios de Curaçá, Canudos, Uauá, Euclides da Cunha, Paripiranga e Crisópolis.

Essa área foi compartimentada em 4 enfoques regionais ilustrados na **figura 2** e cometados a seguir: (i) região de Curaçá, cujo relevo se apresenta bem dissecado, com uma vasta planície e as rochas carbonáticas ocorrem sustentando serras e relevos residuais, como observado na **figura 3**, e são caracterizadas pela presença de mármores muito deformados e metamorfisados; (ii) região de Uauá e norte de Canudos, com porções do Grupo Estância que foram objeto de deformação mais superficial, de menor grau metamórfico do que as rochas da localidade de Curaçá, sem sofrer deslocamento significativo, e que são marcadas pela ocorrência de serras em *hogbacks*. Uma gruta local e representativa dessa região pode ser vista na **figura 4**; (iii) região de Euclides da Cunha e sul de Canudos, onde uma porção de rochas do Grupo Estância foi alvo de deformação no seu local de deposição, sem apresentar deslocamento significativo. A gruta do Sino, maior cavidade encontrada nessa região é apresentada na **figura 5**; e (iv) região de Paripiranga, onde ocorrem as rochas da Formação Olhos D'Água, do Grupo Vaza Barris, que registram intensa atividade tectônica, de natureza predominantemente rúptil dúctil, e apresentam cavidades com desenvolvimento preferencialmente vertical. A gruta do Bom Pastor consiste na cavidade de maior desenvolvimento nessa região é apresentada na **Figura 6**.



**Figura 2:** Compartimentação dos enfoques regionais para o Supergrupo Canudos.

Registra-se que nos quatro enfoques regionais estabelecidos para a área de ocorrência do Supergrupo Canudos e que foram aqui sumariados, constatou-se a ocorrência de serras sustentadas por rochas carbonáticas. Essas serras representam um aspecto geomorfológico que, até o estágio atual do

trabalho, têm se mostrado um parâmetro consistente para a definição de enfoques locais para cada um dos enfoques regionais estabelecidos nesse alvo.



**Figura 3:** Aspecto dissecado do relevo na área de ocorrência das rochas carbonáticas do Supergrupo Canudos na bacia do rio São Francisco.



**Figura 4:** *Pendants* na Gruta do Salitre do Caipã I.



**Figura 5:** Gruta do Sino, maior cavidade encontrada em Euclides da Cunha.

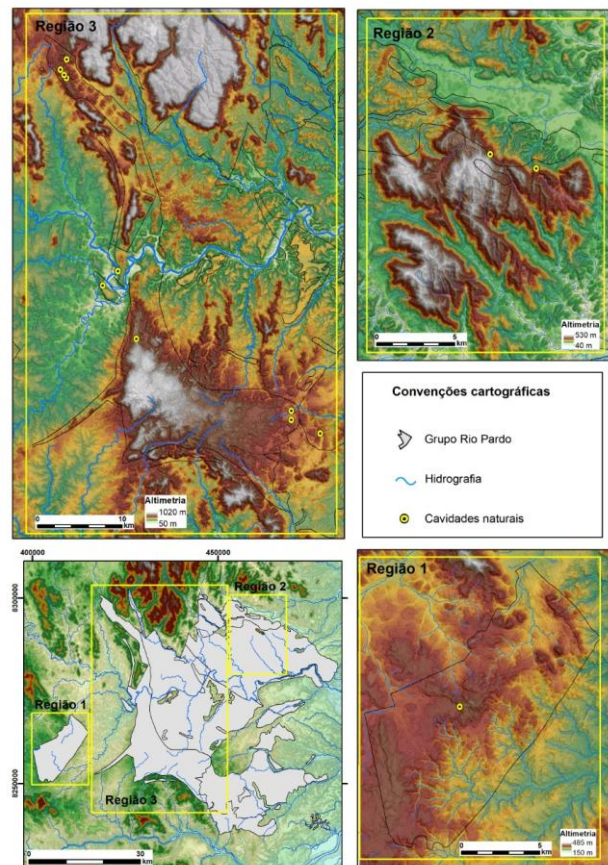


**Figura 6:** Metacalcário laminado, com intercalação argilosa na Gruta do Bom Pastor, Paripiranga.

### 3.2 Grupo Rio Pardo

No sul da Bahia, região onde ocorrem as rochas do Grupo Rio Pardo, foram percorridos, em campo, os terrenos carbonáticos em Camacã, Pau Brasil - onde as cavidades ficam inseridas no Território Indígena Caramuru Catarina Paraguaçu, além das cidades de Potiraguá, Mascote, Itapebi, Santa Luzia. Nessa província foram visitadas 11 cavidades.

Esses terrenos foram compartimentados em 3 regiões, que são ilustradas na **figura 7** e serão listados e sumariados a seguir.



**Figura 7:** Compartimentação dos enfoques regionais para o Grupo Rio Pardo.

(i) Potiraguá Oeste, marcado pela presença de cavidades hipogênicas, formadas pela ação de processo hidrotermal que afetou as rochas carbonáticas ali presentes, conforme representado na **figura 8**; (ii) Santa Luzia, onde o carste se desenvolveu em conglomerado constituído por clastos e matriz carbonática, ilustrado na **figura 9**, e que foi formado pela erosão do orógeno brasileiro, instalado sobre as rochas do Grupo Rio Pardo; e (iii) Pau Brasil, Potiraguá Leste e Mascote, onde ocorrem pacotes de rochas carbonáticas e siliciclásticas intercaladas e deformadas em regime dúctil, como ilustrado na **figura 10**.

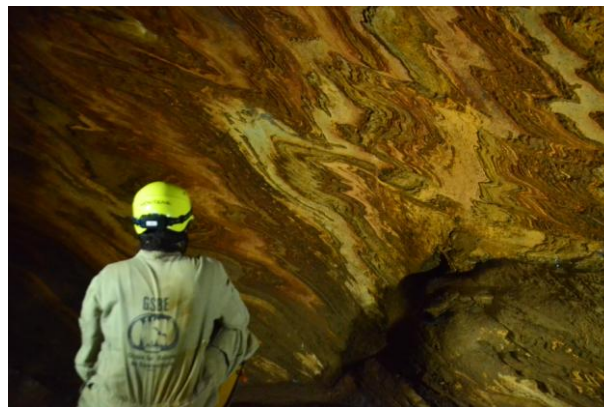
A regionalização dos terrenos dessa província ainda se encontra em andamento, de modo que suas características ainda seguem em análise e ainda não restam claros os critérios e parâmetros que podem ser considerados para os enfoques locais.



**Figura 8:** Aspecto da brecha hidrotermal onde se instalou a gruta do Abelhão em Potiraguá.



**Figura 9:** Conglomerado da formação Salobro, com matriz e clastos carbonáticos, onde se desenvolveu a gruta do Lapão de Santa Luzia.



**Figura 10:** Rochas carbonáticas deformadas em regime dúctil na Pedra da Gruta, em Potiraguá.

### 3.3 Outras regiões

Como o projeto se encontra ainda em andamento, resta ainda a realização de três campanhas de campo, que trarão resultados de regionalização para o Grupo Bambuí (campo em fevereiro/2022), Grupo Una e as Formações Caatinga e Caboclo (campos em junho e setembro/2022).

### 4. Considerações finais

A compartimentação dos terrenos cársticos carbonáticos do Estado da Bahia levanta algumas questões importantes, dado a extensão desses terrenos e seus contextos específicos. Embora as normativas legais busquem estabelecer um modelo ideal a ser seguido no licenciamento de atividades e empreendimentos, sabe-se que os terrenos cársticos são marcados por particularidades e possuem uma dinâmica peculiar, que exigem estudos de detalhe para cada cenário.

O próprio conhecimento dos terrenos, que seria pré-requisito para tal regionalização, é defasado em muitas áreas da Bahia, assim como do Brasil. Isso impõe dificuldades não só nos estudos e trabalhos de campo, mas principalmente na gestão do carste carbonático nas diferentes áreas do país. Estudos como o que estão em curso nesse projeto poderão ampliar os conhecimentos, gerar informações e instrumentos para melhorar a gestão, para além de contribuir com ações nacionais em curso e em prol da conservação do Patrimônio Espeleológico. Nesse cenário nacional, merece destaque o Plano de Ação para a Conservação do Patrimônio Espeleológico nas Áreas Cársticas da Bacia do São Francisco – PAN Cavernas do São Francisco, que vem sendo realizado sob a coordenação do CECAV e com abordagem sistemática por bacia hidrográfica, tratando não somente do ambiente cavernícola, como também a

sua área de influência, incluindo uma série de relações ambientais, sociais e econômicas.

A importância de se conhecer o carste baiano nem sempre é clara o suficiente para as autoridades locais, exceto quando ocorrem problemas ambientais ou geotécnicos, como por exemplo a subsidência de terrenos nos municípios de Irecê e Lapão, no centro-norte da Chapada Diamantina, devido ao rebaixamento do nível freático, ocasionado pelo alto volume de bombeamento da água subterrânea do aquífero cárstico ali existente. Ou também os históricos conflitos relacionados ao uso de água, no município de Iraquara, também na Chapada Diamantina, e na região oeste, no município de Correntina.

Demanda por água potável, agricultura e turismo são exemplos de exploração dos terrenos cársticos que devem, ou deveriam, ser direcionados pelo conhecimento das especificidades de cada compartimento e suas relações com os meios em que estão inseridos, a fim de criar meios mais sustentáveis de uso e ocupação da Terra nesses terrenos.

O setor turístico de grutas e cavernas, por exemplo, é ainda extremamente sub-explorado no Estado da Bahia. Alguns municípios mantêm e exploram, tradicionalmente, o uso mítico-religioso de suas cavernas, especialmente para romarias e celebrações, como a Gruta Nossa Senhora da Soledade, em Bom Jesus da Lapa e a Gruta da Mangabeira, em Ituaçu. Outros, aproveitam a beleza cênica de algumas de suas cavernas, como a Pratinha, em Iraquara ou o Poço Encantado, em Itaetê. Entretanto o setor carece de estudos direcionados, incluindo os Planos de Manejo Espeleológico, e de incentivos nos locais menos conhecidos.

## REFERÊNCIAS

- Karmann, I.; Sánchez, L.E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. Espeleo-Tema, n. 13, ano IX. SBE. 1979.
- Sanchez, L.E. O Sistema, Unidade Lógica de Referência dos Estudos Espeleológicos. Revista Espeleo-Tema. v.16, p.3-14. 1992.

Em contribuição para a construção do conhecimento a divulgação científica dessas áreas, esse projeto espera enriquecer o debate sobre o carste carbonático na Bahia e gerar instrumentos para contribuir para o uso responsável dessas áreas no país. Os resultados planejados têm intuito de compilar, sistematizar e gerar informações em escala mais detalhada sobre esses terrenos, além de direcionar olhares para a vulnerabilidade e/ou potencialidades do carste em rochas carbonáticas na Bahia.

Outro ponto é que estudos posteriores poderão advir dos resultados desse projeto, à medida em que a regionalização das áreas irá evidenciar, também, as regiões de menor conhecimento espeleológico. Para além de servir como marco para o licenciamento, gestão ambiental e conservação do patrimônio espeleológico no Estado, podendo ainda fornecer um modelo de regionalização a ser adotado em outros Estados brasileiros.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem todo o apoio e suporte das equipes do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - ICMBIO/CECAV, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade – IABS, para além do suporte dos Grupos de Espeleologia GMSE, GSBE e SEE.

**ANEXO I – RESUMO EXPANDIDO SUBMETIDO AO 37º CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA (CBE).**

## REGIONALIZAÇÃO DO CARSTE, EM ROCHAS CARBONÁTICAS, NO ESTADO DA BAHIA

REGIONALIZATION OF CARBONATE KARST IN THE STATE OF BAHIA

### Resumo

O estado da Bahia ocupa terceiro lugar em número de cavernas registradas no cadastro nacional de cavidades. Dentre os registros, 1.143 cavernas estão distribuídas nas seis Províncias Espeleológicas em rochas Carbonáticas existentes na Bahia. Com seu alto potencial espeleológico e importantes contribuições ao Patrimônio Espeleológico nacional e mundial, muito ainda resta a ser feito em termos de gestão e conservação de cavernas na Bahia. Por essa razão, o projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia” foi desenvolvido, objetivando aumentar o repertório do conhecimento dos terrenos carbonáticos do estado e subdividir as Províncias Espeleológicas – utilizando o Enfoque Regional abordado no Decreto nº 6.640/2008 e na IN MMA nº2 – em regiões que melhor caracterizem tais terrenos e auxiliem no licenciamento ambiental, uso sustentável e proteção de tão vulneráveis ambientes.

**Palavras-Chave:** Cavernas da Bahia; Enfoque Regional; Regionalização do Carste.

### Abstract

*The state of Bahia ranks third in number of caves registered in the national cave census. Among the records, 1143 cave are distributed in the six Speleological Provinces in Carbonate rocks existing in Bahia. With its significant speleological potential and important contributions to the national and world Speleological Heritage, much still remains to be done regarding the management and conservation of caves in Bahia. For this reason, the project "Characterization and regionalization of karstic terrains in carbonate rocks in the state of Bahia" was developed, aiming to increase the repertoire of knowledge of the state's carbonate terrains and to subdivide the Speleological Provinces - using the Regional Approach addressed in Decree 6340/2008 and in the MMA IN No. 2 - in regions that better characterize such terrains and help in the environmental licensing, sustainable use and protection of such vulnerable environments.*

**Keywords:** Caves of Bahia; Regional Approach; Karst regionalization.

## 1. INTRODUÇÃO

O estado da Bahia é um dos que possui maior potencial espeleológico no Brasil. Com 1.694 cavidades registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, ocupa o terceiro lugar dentre as unidades da federação com o maior número de cavernas conhecidas (CECAV, 2021). Destas, 1.143 estão distribuídas nas seis Províncias Espeleológicas em rochas Carbonáticas existentes na Bahia e representadas na **Figura 1**, quais sejam: Supergrupo Canudos, Grupo Rio Pardo, Grupo Bambuí, Grupo Una, Formação Caboclo e Formação Caatinga (CANIE, 2022).

Além do destaque pela quantidade, muitas das cavidades subterrâneas naturais baianas figuram entre as maiores cavernas brasileiras. Dentre as 50 maiores cavidades

registradas e mapeadas no Brasil, 29 estão localizadas nas Províncias Espeleológicas da Bahia (Rubioli *et al.*, 2019). Outras características colocam as cavernas da Bahia em evidência, como por exemplo, pela riqueza de espécies de animais troglófilos e troglomórficos encontrados, formando verdadeiros *hotspots* de biodiversidade subterrânea (Trajano & Bichuette, 2010; Souza-Silva *et al.*, 2015). Ou também, por aspectos espeleogenéticos, alguns pouco comuns, que conferem formatos e feições de relevância no estudo de cavernas.

Também importantes por razões espeleoturísticas, algumas cavernas da Chapada Diamantina estão entre as mais visitadas no país, como a Gruta da Pratinha, em Iraquara, ou o Poço Encantado, em Itaetê (**Figura 2**). Estima-se que as cavidades mais famosas da região recebam cerca de 50.000

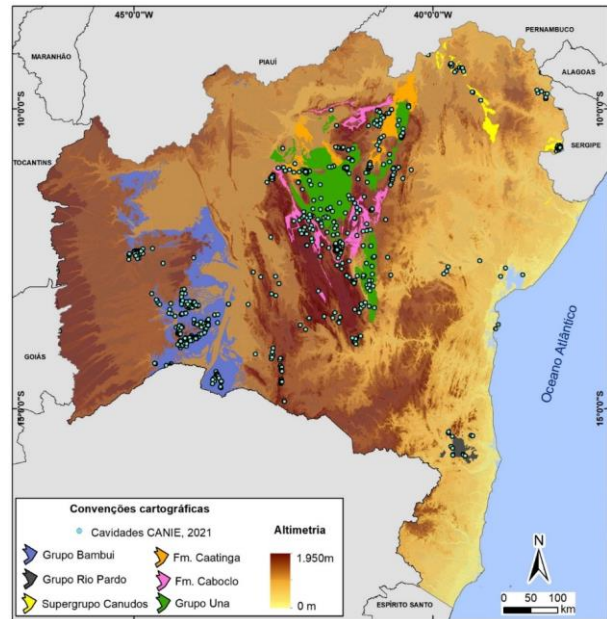
visitantes por ano (Lobo & Boggiani, 2013). Válido mencionar também o aspecto cultural-religioso, que coloca as cavernas do santuário de Bom Jesus da Lapa e a Gruta da Mangabeira, esta última em Ituaçu, dentre as mais conhecidas na Bahia – com a primeira delas alcançando cerca de 1 milhão de visitas todos os anos (Lobo & Boggiani, 2013).

Apesar da relevância incontestável dessas cavernas e dos terrenos carbonáticos que as contém – o que inclui também o uso das rochas para fins industriais, para a construção civil e agricultura – a população e comunidades do entorno e mesmo as autoridades locais parecem não compreender completamente seu significado. Exceto quando ocorre algum problema ambiental ou geotécnico, esses terrenos e cavidades ficam, em sua maioria, incógnitos ao público leigo.

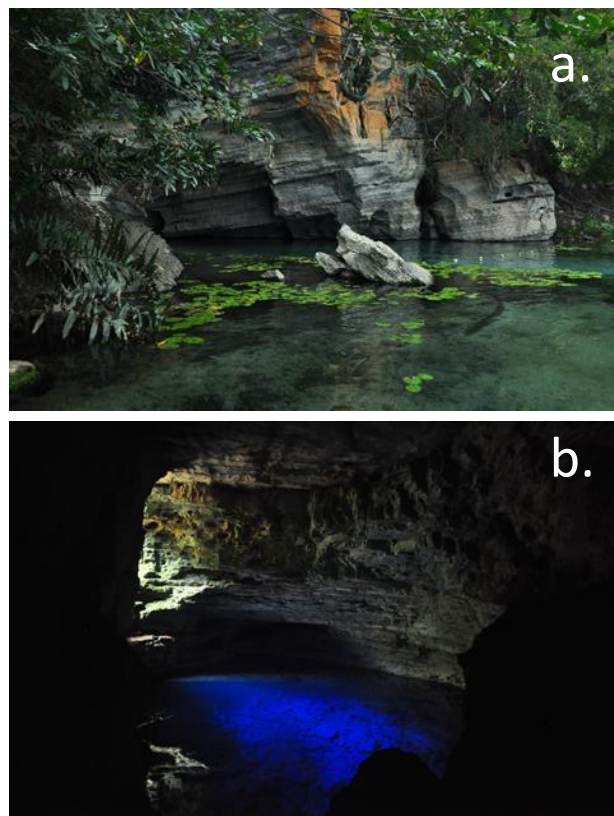
Diante desse contexto, a conservação desse inestimável patrimônio é necessária e urgente, embora ainda negligenciada pelos órgãos públicos competentes – especialmente na ausência de implementação dos Planos de Manejo Espeleológico, que se fazem necessários em algumas dessas cavidades.

Com o intuito de enriquecer o debate acerca da gestão e conservação de cavernas, o projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia” foi pautado, especialmente, nos textos do Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008, e na Instrução Normativa Nº 2, do Ministério do Meio Ambiente, de 30 de Agosto de 2017 – com o objetivo principal de estabelecer os enfoques regionais para os terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, na Bahia, como forma de contribuir na definição de critérios para a classificação desse enfoque previsto na legislação e prestar suporte nos processos de licenciamento ambiental.

Esse trabalho se destina, então, a apresentar um resumo dos resultados alcançados ao longo dos dois anos em que tal projeto se desenvolveu.



**Figura 1:** Mapa das Províncias Espeleológicas Carbonáticas da Bahia com a distribuição de cavernas registradas (CANIE, 2022). Autoria: do projeto.



**Figura 2:** Duas das principais cavernas turísticas da Bahia. (a) entrada da Gruta da Pratinha, em Iraquara; (b) Poço Encantado, Itaetê. Fotos: Ricardo G. Fraga de A. Pereira.

## 2. METODOLOGIA

O projeto foi realizado em três etapas. A primeira, de pré-campo, consistiu na construção de um inventário de bibliografias e de um banco de dados geoespaciais sobre os terrenos de carste em rochas carbonáticas na Bahia.

A segunda etapa, de campo, envolveu cinco campanhas de campo, distribuídas entre julho de 2021 e outubro de 2022, cobrindo os terrenos das seis Províncias Espeleológicas em rochas carbonáticas pelo estado.

Em sequência a cada um dos campos, se deu a terceira etapa, que tratou da compilação dos dados levantados em campo e relativos, essencialmente, aos aspectos litológico, estruturais e de relevo, que serviram de base para a regionalização desses terrenos. Nas sequência foram propostas as divisões, pelo enfoque regional, das províncias, com o auxílio de mapas e textos descritivos para cada área.

Na delimitação de cada região, foi constatada uma analogia entre a definição de distrito espeleológico (Karmann & Sanchez, 1979) e do enfoque regional, de maneira que para a definição desses enfoques foram considerados os seguintes atributos: análise do relevo, configuração da rede de drenagem, ocorrência e desenvolvimento de feições cársticas de superfície (exocarste) ou internas às cavidades (endocarste), litotipos e variações nas unidades litoestratigráficas, e configuração estrutural/geotectônica.

Os resultados completos do projeto foram entregues sob a forma de: (1) um artigo, submetido à Revista Brasileira de Espeleologia, do CECAV, que trata do estado da arte da gestão e manejo de cavernas na Bahia e apresenta as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças em relação ao espeleoturismo baiano, utilizando a análise SWOT; (2) um livro de caráter técnico, apresentando o método adotado na regionalização dos terrenos cársticos em rochas carbonáticas na Bahia, bem como a caracterização dos mesmos – com o objetivo

de ser embasamento teórico para tomada de decisão para órgãos licenciadores e gestores estaduais/municipais e modelo de aplicação da regionalização nos outros estados; e (3) um livro de divulgação científica, que traz informações e curiosidades sobre as cavernas e o carste em rochas carbonáticas da Bahia.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 O método de regionalização do carste

O desenvolvimento do método de regionalização do carste em rochas carbonáticas no estado da Bahia foi baseado nos aspectos legais, sobre o Enfoque Regional, trazidos pelos textos do decreto 6.640 de 2008 e da IN MMA nº2/2017.

Em termos técnico-científicos, os trabalhos de Karmann & Sanchez (1979, 1986) e Sanchez (1992) trazem um modelo de divisão do carste em Províncias, Distritos e Sistemas conforme uma série de parâmetros geológicos e fisiográficos.

Através da análise da legislação, percebeu-se que é possível traçar uma analogia entre o Enfoque Regional e o modelo já consagrado de Província-Distrito-Sistema. O fluxograma da **Figura 3** apresenta os trechos de definição dos enfoques regional e local, além dos parâmetros do modelo de Karmann e Sanchez – que aliados aos trabalhos de campo e análise da geologia e geomorfologia, entre outras características, das Províncias Espeleológicas, permitiram gerar a regionalização proposta pelo projeto.

A regionalização recomendada segue a divisão das Províncias Espeleológicas já consagradas em CECAV (2009) trazendo novas subdivisões, as regiões espeleológicas, dentro de cada província. Devido à grande extensão das áreas estudadas, os nomes das regiões foram escolhidos com base nos municípios abrangidos pelos terrenos cársticos e as principais características que determinaram a delimitação.



**Figura 3:** Fluxograma geral do desenvolvimento do método do projeto “Regionalização dos Terrenos Cársticos Carbonáticos do estado da Bahia”.

### 3.2 As províncias e o enfoque regional

Utilizando a analogia entre o Enfoque Regional e o modelo de Províncias e Distritos, foram delimitadas 26 distritos (ou enfoques regionais) que subdividem os terrenos cársticos Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, da Bahia.

Na Província do Supergrupo Canudos, no Norte e Nordeste do estado, onde são catalogadas 103 cavidades (CANIE, 2022), foram discriminadas quatro distritos entre Curaçá e Paripiranga. No carste dessa província, as serras sustentadas pelos carbonatos marcam o relevo ao longo da área, a exemplo da Serra do Icó, Serra da Borracha e Serra do Jerônimo.

A Província do Grupo Rio Pardo, localizada em meio ao bioma de Mata Atlântica no Sul baiano, muitas vezes em estágio avançado de desmatamento, e com 17 registros de cavernas (CANIE, 2022), foi dividida em três distritos. Em sua extensão, ocorrem grande diversidade de litologias carbonáticas, o que é um dos destaques do

carste local, quais sejam: carbonato maciço, rochas laminadas e estratificadas, conglomerados e brechas carbonáticas.

No Oeste da Bahia, a Província do Grupo Bambuí, que possui 529 cavidades naturais subterrâneas cadastradas (CANIE, 2022), foi subdividida em cinco distritos. O aquífero cárstico do Grupo Bambuí é uma importante fonte hidrogeológica para o rio São Francisco, ajudando a suprir o regime perene do rio em seu curso médio e pelo sertão nordestino.

A região da Chapada Diamantina contém as Províncias Espeleológicas do Grupo Una e das Formações Caboclo e Caatinga. A Província do Grupo Una, que contém 420 cavernas conhecidas e registradas, foi dividida em 10 distritos e sugere-se que a mesma passe a ser denominada de Província Espeleológica da Formação Salitre, já que trata-se da única unidade carbonática dessa província. É nessa formação que ocorrem as principais cavernas turísticas da Chapada Diamantina. Também aí, no aquífero Salitre, vêm ocorrendo importantes conflitos pelo uso da água, que nos últimos anos tem sido super

explorada e se tornou escassa em algumas áreas.

Na Província da Formação Caboclo são catalogadas 24 cavernas e foram individualizadas duas regiões. Embora não possua grandes potencialidades de uso turístico, a Gruta do Cristal, situada nessa província, foi recentemente utilizada em estudos para análogos da indústria do petróleo com grandes contribuições nessa área do conhecimento (Ferronato *et al.*, 2021; La Bruna *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2021).

E para a Província da Formação Caatinga, onde ocorrem 62 cavidades cadastradas (CANIE, 2022), também foram separadas duas regiões. O carste da Formação Caatinga é o mais recente de todos e talvez um dos mais ameaçados, pois seu principal componente – o calcareto “mármore” Bege Bahia – vem sendo intensamente explorado como rocha ornamental nos últimos anos, colocando risco muitas das cavidades ali presentes.

#### 4. CONCLUSÕES

O projeto “Caracterização e regionalização dos terrenos cársticos, em rochas carbonáticas, no Estado da Bahia” foi uma ferramenta importante na aquisição de novos dados de caracterização do carste e das cavernas desenvolvidas em rocha carbonática na Bahia.

Aumentar o conhecimento sobre o carste baiano e suas peculiaridades é fundamental para melhorar as ações de gestão, manejo e conservação de tão vulneráveis terrenos e das cavernas já utilizadas ou com potencial de uso pelo espeleoturismo no estado.

À luz do modelo Província-Distrito-Sistema, já consagrado na espeleologia brasileira, foi possível estabelecer um paralelo entre a categoria de distritos e o enfoque regional – que é descrito no Decreto 6.640 de 2008 e na IN MMA nº2/2017.

A partir desse paralelo, foram definidas 26 regiões dentro das seis Províncias Espeleológicas, em rochas carbonáticas, no estado da Bahia. A regionalização recomendada foi a seguinte: duas regiões na Província Espeleológica da Formação Caatinga, duas regiões na Província

Espeleológica da Formação Caboclo, cinco regiões na Província Espeleológica do Grupo Bambuí, três regiões na Província Espeleológica do Grupo Rio Pardo, 10 regiões na Província Espeleológica do Grupo Una, e quatro regiões na Província Espeleológica do Supergrupo Canudos.

Sugere uma mudança no nome da Província Espeleológica do Grupo Una para Província Espeleológica da Formação Salitre, já que esse grupo foi extinto na literatura geológica e a formação Salitre é a única unidade carbonática nessa província.

A definição das regiões – ou distritos, sob o enfoque regional – aqui proposta está respaldada no inventário da literatura especializada, na cartografia geológica e geomorfológica sistemática, nos dados do cadastro nacional de cavidades conhecidas e nos levantamentos de campo, que permitiram o reconhecimento e a descrição dos contextos geomorfológico e geológico dessas regiões.

Espera-se que essa regionalização possa ser aplicada a fim de permitir maior assertividade na determinação das áreas de influência de possíveis empreendimentos em ambiente cárstico na Bahia. E dessa forma, o método aqui proposto fornecerá subsídios para um cumprimento mais assertivo da legislação vigente em relação à proteção de cavidades naturais subterrâneas.

Em tempo, esse método pode ser aplicado em outras Províncias Espeleológicas brasileiras, aumentando o entendimento do enfoque regional trazido pela legislação e proporcionando novos conhecimentos e instrumentos necessários ao uso sustentável de cavernas, ao licenciamento ambiental e à gestão do Patrimônio Espeleológico nacional.

#### 5. AGRADECIMENTOS

O trabalho contou com o financiamento através do TCCE ICMBio/Vale No. 02/2020, um Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica firmado entre a Vale S.A. e o Instituto Chico Mendes de Conservação para a Biodiversidade - ICMBio, com gestão operacional realizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade – IABS. Os autores agradecem todo o suporte prestado pelas equipes do IABS e CECAV ao longo da realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de novembro de 2008, nº 218, Seção 1, p. 8-9.
- CANIE – CADASTRO NACIONAL DE INFORMAÇÕES ESPELEOLÓGICAS. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>. Acesso em 17 nov. 2022.
- CECAV – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Regiões Cársticas do Brasil. Brasília: ICMBio, 2009. Escala: 1:8.500.000.
- CECAV – CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Anuário estatístico do patrimônio espeleológico Brasileiro - CANIE. Brasília, 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav\\_-\\_anuario\\_estatistico\\_espeleologico\\_2021.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/cecav_-_anuario_estatistico_espeleologico_2021.pdf). Acesso em: 16 de jan. 2023.
- FERRONATTO, J.P.F., DOS SANTOS SCHERER, C.M., DRAGO, G.B., RODRIGUES, A.G., DE SOUZA, E.G., DOS REIS, A.D., B'ALLICO, M.B., KIFUMBI, C., CAZARIN, C.L. Mixed carbonate-siliciclastic sedimentation in a mesoproterozoic storm-dominated ramp: Depositional processes and stromatolite development. **Precambrian Research** 361, 106240. 2021.
- KARMANN, I.; SANCHEZ, L.E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-tema**, Campinas, n. 13, p. 105 - 67, 1979.
- KARMANN, I.; SANCHEZ, L. E. Speleological provinces in Brazil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ESPELEOLOGIA. n. 9., 1986, Barcelona, **Anais [...]** Barcelona: Comisión Organizadora del IX Congreso Internacional de Espeleología v. 1, p. 151-153, 1986.
- LA BRUNA et al. High-permeability zones in folded and faulted silicified carbonate rocks—Implications for karstified carbonate reservoirs. **Mar. Petrol. Geol.** 2021.
- LOBO, H.A.S.; BOGGIANI, P.C. Caves as geological heritage. **Boletim Paranaense de Geociências** 70:190–199. 2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gabinete do Ministro. Instrução Normativa nº 2, de 30 de agosto de 2017. Define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5º do Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1º de setembro de 2017, nº 169, Seção 1, p. 161-165.
- RUBBIOLI, E.; AULER, A.; MENIN, D.; BRANDI, R. Cavernas - Atlas do Brasil Subterrâneo. Brasília, **ICMBio**, 340p. 2019.
- SÁNCHEZ, L. E. O sistema, unidade lógica de referência dos estudos espeleológicos. **Espeleo-tema**, Campinas, v. 16, p. 3-14, 1992.
- SOUZA-SILVA, M.; MARTINS, R. P.; FERREIRA, R. L. Cave Conservation Priority Index to Adopt a Rapid Protection Strategy: A Case Study in Brazilian Atlantic Rain Forest. **Environmental Management** 55: 279–295. 2015.
- SOUZA, V.H.P.; BEZERRA, F.H.R.; VIEIRA, L.C.; CAZARIN, C.L.; BROD, J.A. Hydrothermal silicification confined to stratigraphic layers: implications for carbonate reservoirs. **Mar. Petrol. Geol.** 124, 104818. 2021.
- TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. **Subterranean Biology** 7: 1–16. 2010.