

# Série Tecnologia Ambiental

## **Georreferenciamento da região de extração do mármore Bege Bahia – Revisão da Literatura**

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro  
Marcelle Lemos de Amorim Cerqueda  
Rosana Elisa Coppedê Silva  
Caroline Martins de Sousa**



# **SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**Georreferenciamento da região de extração do mármore  
Bege Bahia – Revisão da Literatura**

## **PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA**

**Luiz Inácio Lula da Silva**

Presidente

## **MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

**Luciana Santos**

Ministra de Estado

**Luis Manuel Rebelo Fernandes**

Secretário Executivo

**Isa Assef dos Santos**

Subsecretária de Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais

## **CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL**

**Silvia Cristina Alves França**

Diretora

**Robson Araujo D’Ávila**

Coordenador de Administração - COADM

**Andréa Camardella de Lima Rizzo**

Coordenadora de Planejamento, Gestão e Inovação - COPGI

**Paulo Fernando Almeida Braga**

Coordenador de Processamento e Tecnologias Minerais - COPTM

**Marisa Nascimento**

Coordenadora de Processos Metalúrgicos e Ambientais - COPMA

**Leonardo Luiz Lyrio da Silveira**

Coordenador de Rochas Ornamentais - CORON

**Arnaldo Alcover Neto**

Coordenador de Análises Minerais - COAMI

# **SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL**

ISSN 0103-7374

**STA - 140**

## **Georreferenciamento da região de extração do mármore Bege Bahia – Revisão da Literatura**

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro**

Engenheiro Químico, D.Sc., Pesquisador do CETEM/MCTI

**Marcelle Lemos de Amorim Cerqueda**

Engenheira Geóloga, D.Sc., Bolsista PCI do CETEM/MCTI

**Rosana Elisa Coppedê Silva**

Engenheira Geóloga, D.Sc., Pesquisadora colaboradora  
CETEM/MCTI

**Caroline Martins de Sousa**

Engenheira Ambiental, Pesquisadora colaboradora  
CETEM/MCTI

**CETEM/MCTI**

2025

# SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

**Editor:** Luis Gonzaga Santos Sobral

**Subeditor:** Andréa Carmadella de Lima Rizzo

**CONSELHO EDITORIAL:** Saulo Rodrigues P. Filho (UNB), Jorge Rubio (UFRGS), José Ribeiro Aires (CENPES), Luis Enrique Sánches (EPUSP), Virginia Sampaio Ciminelli (UFMG), Luís Alberto Dantas Barbosa (UFBA), Ricardo Melamed (UNB), Marcello F. Veiga (University of British Columbia-Canadá), Bruce Marshall (University of British Columbia-Canadá).

Não existe uma definição única que se enquadre na ampla diversidade que o tema “Tecnologias Ambientais” abrange. Em primeiro lugar, o campo das Tecnologias Ambientais é caracterizado por um alto grau de diversidade e heterogeneidade. Em geral, o termo é usado para incluir tecnologias e aplicações que supostamente ajudam a reduzir o impacto negativo da atividade industrial e dos serviços, de usuários privados ou públicos, no meio ambiente. O conceito se refere, normalmente, a tecnologias “no final do processo” (end-of-pipe) integradas a tecnologias limpas e de recuperação de áreas contaminadas. No entanto, também pode abranger questões de sentido mais amplo, como monitoramento, medição, mudança de produtos ou gerenciamento de sistemas ambientais. As tecnologias ambientais são, portanto, de natureza interdisciplinar e podem ser aplicadas em qualquer etapa da cadeia produção-consumo. Tendo isso em mente, a *Série de Tecnologia Ambiental* tem por objetivo congrega especialistas, tais como: pesquisadores, tecnologistas, professores etc., do CETEM em particular, para que divulguem suas pesquisas em áreas tão diversas para servirem como estímulo para os novos e futuros pesquisadores.

There is no single definition that fits the wide diversity that the theme “Environmental Technologies” covers. First, the field of Environmental Technologies is characterized by a high degree of diversity and heterogeneity. In general, the term is used to include technologies and applications that are supposed to help reduce the negative impact of industrial activities and services, by private or public users, on the environment. The concept usually refers to technologies “at the end of the process” (end-of-pipe) integrated with clean technologies and recovery of contaminated areas. However, it can also cover broader issues such as monitoring, measuring, changing products or managing environmental systems. Environmental technologies are, therefore, of an interdisciplinary nature and can be applied at any stage of the production-consumption chain. Bearing this in mind, the “Environmental Technology Series” aims at bringing together specialists, such as: researchers, technologists, professors etc., from CETEM in particular, to disseminate their research in such diverse areas to serve as a stimulus for new and future researchers.

O conteúdo desse trabalho é de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es).

Copyright © 2025 CETEM/MCTI

Todos os direitos reservados.  
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação de copyright (Lei 5.988)

Valéria Cristina de Souza  
Diagramação e Editoração Eletrônica

André Luiz Costa Alves  
Projeto Gráfico

Informações:  
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral  
Av. Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária  
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ  
Homepage: [www.cetem.gov.br](http://www.cetem.gov.br)

#### CIP – Catalogação na Publicação

G346

Georreferenciamento da região de extração do mármore Bege Bahia: Revisão da  
da Literatura / Roberto Carlos da Conceição Ribeiro [et al.]. – Rio de Janeiro:  
CETEM/MCTI, 2025.

73 p. - (Série Tecnologia Ambiental; 140).

ISBN 978-65-5919-066-9.

1. Rochas ornamentais. 2. Mármore Bege Bahia. 3. Geologia regional.  
4. Georreferenciamento. I. Ribeiro, Roberto Carlos da Conceição. II. Cerqueda,  
Marcelle Lemos de Amorim. III. Silva, Rosana Elisa Coppedê. IV. Sousa,  
Caroline Martins. V. Centro de Tecnologia Mineral. VI. Série.

CDD 552.4

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do CETEM/MCTI  
Bibliotecário(a) Rosana Silva de Oliveira CRB7 – 5849

# SUMÁRIO

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| RESUMO                                                    | 8  |
| ABSTRACT                                                  | 10 |
| 1   INTRODUÇÃO                                            | 13 |
| 1.1   APL do Mármore Bege Bahia                           | 13 |
| 1.2   Geologia Regional                                   | 15 |
| 1.3   Geologia Local                                      | 17 |
| 1.4   Formação Caatinga                                   | 18 |
| 1.5   Carbonato Brechado Friável                          | 22 |
| 1.6   Dolomitização                                       | 24 |
| 1.7   Concreção Ferruginosa                               | 25 |
| 2   OBJETIVO                                              | 27 |
| 3   METODOLOGIA                                           | 28 |
| 3.1   Identificação dos Lineamentos                       | 28 |
| 3.2   Avaliação do Solo da Região                         | 28 |
| 3.3   Determinação da Geomorfologia                       | 30 |
| 3.4   A Vegetação do Bioma Caatinga                       | 30 |
| 4   RESULTADOS E DISCUSSÕES                               | 31 |
| 4.1   Lineamentos Traçados e Geração da Roseta de Direção | 31 |
| 4.2   Geologia do Jazimento                               | 32 |
| 4.3   Geomorfologia                                       | 34 |
| 4.4   Solos                                               | 40 |
| 4.5   Hidrologia Superficial                              | 52 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 4.6   Vegetação - Caatinga                                         | 55 |
| 4.7   Descrição da Fauna Estudada                                  | 56 |
| 4.8   Meio Socioeconômico                                          | 58 |
| 4.9   Avaliação do Impacto Ambiental                               | 60 |
| 4.10   Estratigrafia                                               | 64 |
| 4.11   Distribuição dos Calcretes da Formação<br>Caatinga na Bahia | 66 |
| 5   CONCLUSÕES                                                     | 68 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                                         | 70 |



## RESUMO

A Bahia posiciona-se como o terceiro maior produtor de rochas ornamentais do Brasil, possuindo a mais completa diversidade de cores de rochas do país, que vão desde as suas mais famosas rochas azuis, passando por uma variedade de cores, incluindo-se Mármore, granitos, arenitos e conglomerados. O calcário, conhecido comercialmente como Bege Bahia, é um material do tipo “calcrete” ou caliche, abundante na região do rio Salitre. Esta rocha é tipificada na formação Caatinga, de ambiente continental, o calcrete provém de alteração de calcários de formação salitre, de ambiente marinho. É identificado como Mármore quando, além do padrão estético tão apreciado no Brasil, evidenciam-se as propriedades físicas e tecnológicas do material utilizado como rocha ornamental. O objetivo do trabalho foi a identificação da direção preferencial dos lineamentos e se existe uma possível herança da formação Salitre. Para tal, foi selecionada uma área da região, onde foram traçados os lineamentos e posteriormente interpretados. Os lineamentos foram traçados com auxílio da ferramenta ARCGIS 9.2®. A partir das informações extraídas, dividiram-se os alinhamentos em tamanhos iguais, com o objetivo de atribuir peso às medidas coletadas. Estes dados foram processados com uma extensão desenvolvida pela ESRI® disponível gratuitamente na internet. Tal extensão fornece diagramas estatísticos que leva em conta a direção e a quantidade de medidas. Os resultados indicaram um sistema de falhas e fraturas com orientação NW-SE, subordinadamente NE-SW e E-W. Esse sistema é registrado nas proximidades de Xique-Xique onde os carbonatos estão em contato com o embasamento cristalino. Com isso sugere-se aqui que o padrão de “sulcos” que se verifica na formação Caatinga tem uma herança com os eventos tectônicos que a Formação Salitre sofreu e esse padrão controla a formação de cavernas na região de Ouro-lândia-BA. As maiores elevações podem ser observadas no extremo NW e SE da área em estudo. São representadas geologicamente por manchas de

sedimentos inconsolidados que parecem capear os carbonatos Caatinga e Salitre. As cotas mais altas da área de estudo atingem cerca de 597 metros nesses sedimentos, seu relevo no geral é plano a suavemente ondulado. É escassa a vegetação arbórea arbustiva nessa região e não foram observados cursos d'água nesse trecho. Uma segunda unidade de importância geomorfológica local são os sedimentos inconsolidados (TQD) que formam relevos positivos em relação aos carbonatos. A região estudada integra a sub-bacia hidrográfica do Rio Salitre pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. O Rio Salitre nasce na Chapada Diamantina, em Morro do Chapéu-BA na localidade conhecida como “Boca da Madeira” e deságua no Rio São Francisco a 20 km a montante de Juazeiro-BA, na localidade de Campos dos Cavalos situada a jusante da Barragem de Sobradinho. A cobertura vegetal ocorrente na área de influência indireta (município de Ourolândia) corresponde às Fitofisionomias de Savana Estépica (Caatinga) e Contato Caatinga-Floresta Estacional Decidual Submontana, dentro do Bioma Caatinga. Por fim, a extração do Mármore remonta ao ano 1970, quando inexistiam preocupações com o meio ambiente e com o desenvolvimento sustentável e a extração era muitas vezes predadora, ou seja, os mineradores procuravam extrair a substância mineral nos locais que apresentassem mais facilidades de acesso e aparentemente possuísem melhor qualidade. O desconhecimento da tipologia do jazimento aliado aos equipamentos inadequados e muitas vezes improvisados conduzia a resultados negativos e os locais eram abandonados.

**Palavras-chave:** mármore bege bahia, Georreferenciamento, geologia regional.

## **ABSTRACT**

Bahia is the third largest producer of ornamental rocks in Brazil, with the most complete diversity of rock colors in the country, ranging from its most famous blue rocks to a variety of colors including marble, granite, sandstone and conglomerates. The limestone known commercially as Beige Bahia is a material of the “calcrete” or caliche type, abundant in the Salitre River region. This rock is typified in the Caatinga formation, of a continental environment; calcrete comes from the alteration of limestones of the Salitre formation, of a marine environment. It is identified as marble when, in addition to the aesthetic standard so appreciated in Brazil, the physical and technological properties of the material used as ornamental rock are evident. The objective of the work was to identify the preferential direction of the lineaments and whether there is a possible inheritance from the Salitre formation. To this end, an area of the region was selected, where the lineaments were traced and subsequently interpreted. The lineaments were traced with the aid of the ARCGIS 9.2® tool. From the extracted information, the alignments were divided into equal sizes, with the aim of assigning weight to the collected measurements. This data was processed with an extension developed by ESRI® available for free on the internet. This extension provides statistical diagrams that take into account the direction and number of measurements. The results indicated a system of faults and fractures with a NW-SE orientation, subordinately NE-SW and E-W. This system is recorded in the vicinity of Xique-Xique, where the carbonates are in contact with the crystalline basement. This suggests that the pattern of “grooves” observed in the Caatinga formation is a legacy of the tectonic events that the Salitre Formation underwent, and that this pattern controls the formation of caves in the Ourorândia-BA region. The highest elevations can be observed in the extreme NW and SE of the study area. They are geologically represented by patches of unconsolidated sediments that appear to cap the

Caatinga and Salitre carbonates. The highest elevations in the study area reach approximately 597 meters in these sediments, and the relief is generally flat to gently undulating. There is little shrubby vegetation in this region, and no watercourses were observed in this section. A second unit of local geomorphological importance is the unconsolidated sediments (TQD), which form positive relief in relation to the carbonates. The region studied is part of the Salitre River sub-basin, which belongs to the São Francisco River Basin. The Salitre River rises in the Chapada Diamantina, in Morro do Chapéu-BA, in the area known as “Boca da Madeira”, and flows into the São Francisco River 20 km upstream from Juazeiro-BA, in the area of Campos dos Cavalos, located downstream of the Sobradinho Dam. The vegetation cover in the area of indirect influence (municipality of Ourolândia) corresponds to the Steppe Savannah (Caatinga) and Caatinga-Submontane Deciduous Seasonal Forest Contact Phytophysiognomies, within the Caatinga Biome. Finally, marble extraction dates back to 1970, when there were no concerns about the environment and sustainable development and extraction was often predatory, that is, miners sought to extract the mineral substance in places that were easier to access and apparently had better quality. The lack of knowledge of the deposit typology combined with inadequate and often improvised equipment led to negative results and the sites were abandoned.

**Keywords:** beige bahia marble, georeferencing, regional geology.



## 1 | INTRODUÇÃO

### 1.1 | APL do Mármore Bege Bahia

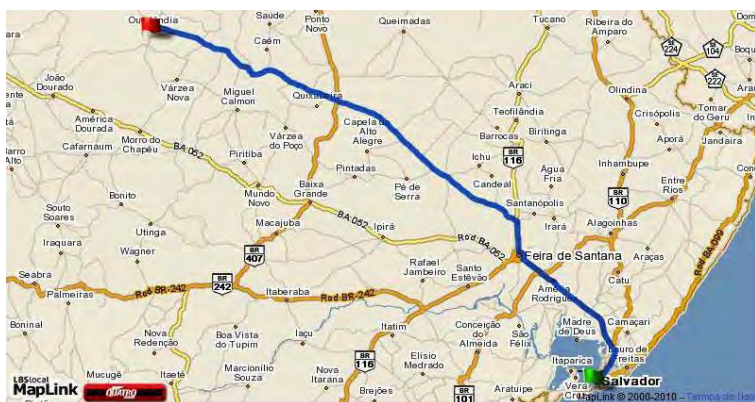
A Bahia posiciona-se como o terceiro maior produtor de rochas ornamentais do Brasil, possuindo a mais completa diversidade de cores de rochas do país, que vão desde as suas mais famosas rochas azuis, passando por uma variedade de cores incluindo-se Mármore, granitos, arenitos e conglomerados.

O calcário, conhecido comercialmente como Bege Bahia, é um material do tipo “calcrete” ou caliche, abundante na região do rio Salitre. Esta rocha é tipificada na formação Caatinga, de ambiente continental, o calcrete provém de alteração de calcários de formação salitre, de ambiente marinho. É identificado como Mármore quando, além do padrão estético tão apreciado no Brasil, evidenciam-se as propriedades físicas e tecnológicas do material utilizado como rocha ornamental.

Descoberto há mais de 50 anos como rocha para revestimento, o Mármore Bege Bahia teve sua extração e comercialização iniciada a partir da década de 70. Inicialmente extraído em bloquetes para recorte de pequenas peças, desde sua inserção no mercado já recebeu vários nomes, até ficar consagrado como Bege Bahia, uma referência à cor da rocha e seu Estado de origem.

A extração e produção do Mármore Bege Bahia, teve início com Guilhermino Jatobá, Gian Franco Biglia e José de Castro que, sem dúvidas, enfrentaram desafios enormes à época para a extração e beneficiamento da rocha, em função da infraestrutura precária em relação ao transporte, energia, mão de obra, comunicação e inexistência de tecnologia e insumos apropriados.

O Município de Ouroilândia situa-se na macrorregião centro-norte da Bahia e no Território de Identidade de Piemonte da Chapada Diamantina (Alto do Vale do Rio Salitre) pertencendo, de acordo com Plano Diretor de Regionalização da Saúde do Estado da Bahia, à macrorregião Centro Norte como município satélite da microrregião de Jacobina, integrante da mesorregião Centro-Norte Baiano. O acesso a partir de Salvador se realiza pelas rodovias pavimentadas BR-324, BR-116 e BA 368 num percurso total de 415 km. Para circulação dentro do município as vias são de terra ou cascalho. (Figura 1) Ouroilândia limita-se a leste com o Município de Jacobina, à sul com Várzea Nova e Morro do Chapéu, à oeste com Sento Sé e Umburanas, e ao norte com Mirangaba. A área municipal é de 1.333 km<sup>2</sup>. A sede municipal tem altitude de 576 metros e coordenadas geográficas 10°58'00" de latitude sul e 41°01'00" de longitude oeste.



**Figura 1:** Mapa de acesso à Ourolândia.

## 1.2 | Geologia Regional

Este trabalho baseia-se nas atividades realizadas por Sá Filho, R. J. et al., 2012.

A área de ocorrência da Formação Caatinga encontra-se inserida na região centro-norte do Craton do São Francisco (ALMEIDA, 1977), unidade geotectônica de maior consolidação anterior ao ciclo Brasileiro. Especificamente, está inserida na denominada Bacia Epicontinental Marinha Una/Bambuí – cobertura sedimentar dobrada mais jovem da área, cujo desenvolvimento se deu no Proterozóico Superior, a qual se encontra instalada nas depressões do Craton do São Francisco contemporaneamente com a evolução das faixas móveis/orógenos do Ciclo Brasileiro que delimitam o referido Craton.

Relacionadas à citada bacia foram configurados segmentos das sub-bacias de Irecê e Salitre, sendo individualizados metaconglomerados (diamictitos), na porção basal, sucedidos pela unidade litológica genericamente denominada de metacalcários, embora ocorram subordinadamente, níveis de metadolomitos, metargilitos calcíferos, margas, metarenitos etc. A Formação Caatinga ocorre relacionada aos vales dos rios Salitre, Jacaré e Verde, todos afluentes da margem direita do Rio São Francisco. Esta unidade foi, inicialmente, mencionada por Branner (ALMEIDA, 1977), no vale do Rio Salitre, onde descreveu um calcário branco que denominou de “Calcário Caatinga”. Outros autores, também, mencionados no Projeto Radambrasil (BRASIL, 1982) citam a referida unidade ao longo dos últimos anos:

Melo Junior (1938) atribuiu-lhe um ambiente continental, a partir de estudos de detalhe sobre a origem e petrografia desta sequência



sedimentar. Já Oliveira e Leonardos (1943) indicaram a idade miocênica para estas rochas, enquanto Kegel (1959) mapeou-a como "calcário das vazantes".

Brito Neves (1965) reconheceu a mesma unidade nos vales dos rios Verde e Jacaré, denominando-a de Formação Tiririca e em 1967 voltou a revalidar o conceito de Branner dando-lhe a denominação de "Formação Caatinga".

Os trabalhos geológicos de caráter regional dos Projetos LETOS (MOUTINHO DA COSTA, 1976) e Bahia (PEDREIRA et alii, 1975) complementaram seu mapeamento, mantendo a denominação de Formação Caatinga, que aqui também será adotada (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

Segundo Penha, 1994, estudos petrográficos detalhados a partir de furos de sonda na região de Ourolândia indicaram que a formação do perfil de calcários nesta região caracteriza um perfil calcrete, decorrente de processos pedogenéticos e diagenéticos sobre uma rocha carbonática pré-existente de idade mais antiga e exposta sub-areamente.

A unidade da Formação Caatinga sobrepõe-se discordantemente ao Grupo Una, além de situar-se também de maneira discordante sobre a Formação Bebedouro, nas imediações de Camirim e sobre as rochas cristalinas do Complexo Caraíba-Paramirim, principalmente na região sul de Juazeiro. Em locais diversos a Formação Caatinga encontra-se mascarada por depósitos areno-argilosos, resultantes dos períodos de erosão que se sucederam à sua deposição. A Formação Caatinga tem sua origem ainda não totalmente solucionada; porém, a mais plausível até hoje apresentada, é explicada pela dissolução dos calcários da Formação Salitre, seguido pela redeposição em ambiente

continental preenchendo sulcos do substrato. O conteúdo fossilífero encontrado na bacia do Rio Salitre indica uma idade quaternária (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

### 1.3 | Geologia Local

A região estudada compreende uma superfície de 163km<sup>2</sup> envolvendo toda a área de influência direta (AID) Formação Salitre: Devido a sua concentração restrita na área de estudo (extremo SW) e o fato de não haver exploração de bens minerais nesta unidade na região, uma breve descrição de campo aqui será apresentada. Essa unidade de idade neoproterozóica é composta por um pacote carbonático e pelítico com menos de 1000m de espessura, contendo unidades siliciclásticas descontínuas e pouco espessas ( $\pm 70$ m) de meta-arcósio na base. (SANCHES et. al., 2007). Em campo foram descritos calcários laminados negros, devido à concentração de matéria orgânica, próximo ao Poço Verde. Estes calcários apresentam-se suavemente dobrados e fraturados. Estão presentes, também, laminas de metapelitos subordinadamente entre as camadas de calcários com coloração avermelhada. O contato com a formação Caatinga não foi observado em campo, mas é interpretado como sendo discordante devido ao grande hiato de tempo que separa as duas unidades.

Analisando imagens aéreas de satélite (Landsat 7) e de radar (SRTM), em escala regional, (Embrapa e INPE) respectivamente, é possível interpretar lineamentos estruturais preferencialmente orientados segundo a direção N-S e E-W, fato balizado também pela orientação de fraturas vistas em campo. Esses lineamentos são importantes para explicar um dos tipos de modelos para a formação de cavernas na formação Caatinga (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

## 1.4 | Formação Caatinga

Destaca-se na faixa estudada a Formação Caatinga, constituída por rochas carbonáticas sobrepondo-se à Formação Salitre e recoberta por sedimentos terció-quaternários. O Mapa Geológico mostra a distribuição das unidades geológicas mencionadas. A formação Caatinga perfaz mais de 70% de área aflorante onde foram feitos os levantamentos de campo. Suas melhores exposições estão concentradas, principalmente, ao longo do rio Salitre e do riacho da Conceição. Em campo foram observadas ao todo 4 fácies dessa formação referente a estágios de evolução do perfil de alteração tipo calcrete aventado para a gênese dessa formação, segundo Penha (1994) dentre outros. São as seguintes: carbonato cinza tipo “lapiez”, carbonato esbranquiçado tipo “cabeço”, carbonato fossilífero e carbonato brechado friável.

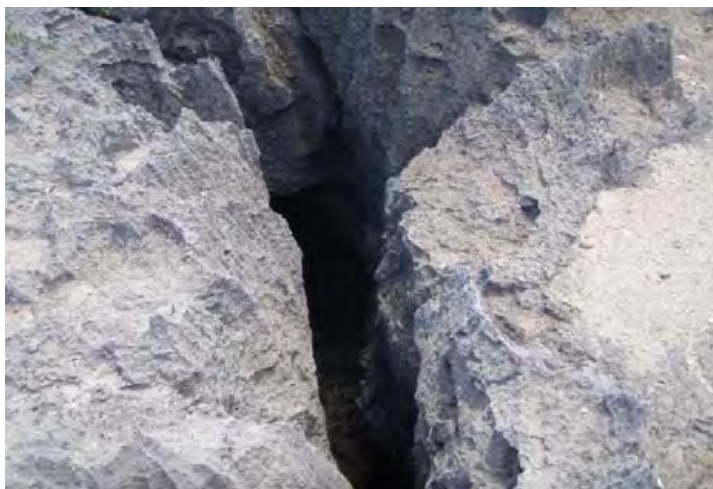
Localmente, a Formação Caatinga é representada por afloramentos de calcário cinza, feição lapiéz, com extensões variadas e por afloramentos de calcário esbranquiçado, mostrando “cabeços” arredondados alternados com solo argiloso avermelhado.

Os afloramentos com feição lapiéz, que neste estudo foi denominado de Unidade A (Figura 2), mostra uma superfície desigual, sem cobertura de solo, presença constante de “fendas” com aberturas variadas e comprimentos de sub métrico a métrico (Figura 3).



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 2:** Afloramentos de calcário Caatinga com feição lapiez.



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 3:** Fendas no calcário.

Segundo Sá Filho, R.J. et al., 2012, os afloramentos rasos “cabeços”, aqui denominado de Unidade B, não apresentam “fendas” definidas e mostram forte associação com o solo argiloso de alteração. A Formação Caatinga apresenta-se litificada na sua porção superior, espessura de mais ou menos 12 metros, o que despertou o interesse de empresários para sua utilização como pedra ornamental – revestimento, pisos e bancadas, passando a ser denominada comercialmente como “Mármore”. As primeiras pedreiras foram instaladas nos afloramentos com feição lapiez, passando com o correr do tempo a serem implantadas nas áreas com cobertura de solo ou sem a feição lapiez.

Carbonato Cinza tipo “Lapiez” em afloramento apresenta coloração acinzentada formando uma capa endurecida, mostrando pináculos de dimensões variadas, associadas a cancelas (canalículos) de dissolução do carbonato, segundo linhas de escoamento de água superficial, predominantemente verticais e interligadas a cavidades subterrâneas. Formam exposições desnudas e com vegetação escassa associada aos sulcos mais profundos. Em subsuperfície mostra-se esbranquiçada, típica do calcário Caatinga.

Essa fácies distribui-se na área de influência direta – AID, predominando ao longo da calha do rio Salitre formando paredes verticais. Na porção central da área estudada são encontrados afloramentos com extensões variadas, normalmente formando um campo aplainado ao nível do terreno. Muito localmente observa-se exposição sobressaindo-se na topografia (relevo positivo) com topo plano. A fácies Lapiez é quase sempre associada à extração do Mármore Bege Bahia e intimamente ligada às cavidades naturais. Carbonato esbranquiçado tipo “cabeço” denominação dada em analogia com a parte superior da camada de calcário Caatinga, litificada que é extraída com a denominação de Mármore

Bege Bahia. Esta fácies aflora em quase toda área central da faixa estudada e caracteriza-se por mostrar exposição de calcário esbranquiçado, de topo arredondado intimamente associado ao solo avermelhado por vezes amarelado. O relevo é plano a suavemente ondulado, mostrando na maioria das áreas esparsa cobertura vegetal. Suas melhores exposições podem ser observadas nas cavas dos empreendimentos de mineração da região e na escarpa ao longo do rio Salitre.

A associação com um estágio mais evoluído de pedogênese, além da ausência de lapiez, diferencia esta fácies da anterior. São comuns feições cársticas de dissolução. Naturalmente essa unidade aflora em forma de “cabeços” o que dá nome a fácies.

Carbonato fossilífero. Essa fácies ocupa uma porção restrita da área de estudo e está associada a pedreiras antigas e atuais de extração de um material denominado de “pedra portuguesa”. Sua formação deve estar associada a eventos de extinção em massa e certamente houve transporte em sua deposição devido a distribuição aleatória dos fósseis principalmente de gastrópode, além de fósseis de algas e lamelibrânquios (RIBEIRO et al, 2002).

A presença desses fósseis tem um significado prático que é a provável existência de corpos de água durante algumas fases do processo de formação desse calcrete (GEOEXPLORE, 2002), além de também ressaltar as evidências da associação biogênica na formação do perfil de alteração da formação Caatinga (PENHA, 1994).



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 4:** Disposição aleatória de fosséis de gastrópodes na fácies de carbonato.

## 1.5 | Carbonato Brechado Friável

Essa fácies se apresenta de forma restrita na área de estudo, tem coloração vermelho-esbranquiçada é texturalmente pulverulenta e está associada à evolução de um perfil calcrete com a presença de blocos calcários típicos.

Segundo Penha (1994) essa fácies é caracterizada como um horizonte nodular-gredoso, onde a proliferação de vegetais e microrganismos no solo gredoso fomenta a ação de processos pedogenéticos, com consequente aumento da porosidade da rocha original, com isso ocorre a maior percolação das águas meteóricas, forma-se um material friável e pulverulento, com seixos e matacões de calcário.

Feições diagenéticas. Os fenômenos diagenéticos mais importantes nos calcretes são a silicificação, dolomitização, a presença de concreções ferruginosas e feições de dissolução. Tanto a sílica como o magnésio quanto ferro teriam como fonte o próprio calcário da Formação Salitre, onde ocorrem com frequência. O mecanismo de formação do calcrete do vale do rio Salitre consiste na dissolução de calcarenitos e calcilutitos da Formação Salitre e reprecipitação em condições climáticas que se alternam entre períodos prolongados de aridez e períodos curtos de elevada umidade. É nos períodos de acentuada umidade, quando percolam águas de baixo pH, que os carbonatos se dissolvem e migram na forma de carbonato ácido de cálcio (mais conhecido como bicarbonato de cálcio (RIBEIRO et al, 2002).

A alta concentração do bicarbonato acarreta a elevação do índice de alcalinidade e causa a dissolução dos níveis de sílica, de magnésio e ferro dos calcários da Formação Salitre. Ao serem transportados em solução, estes elementos irão substituir parte do carbonato redepositado como calcrete ou preencher cavidades diagenéticas. Formam-se, assim, os nódulos e concreções que são comuns em todas as fácies da formação Caatinga descritas nesse relatório. Silicificação. A silicificação é uma feição comum nas rochas carbonáticas e ocorre níveis de alteração tipo calcrete, quando o calcário fonte tem em seu pacote a presença de  $\text{SiO}_2$  disponível para ser remobilizada. É um processo de substituição pelo qual soluções ácidas, de baixo pH e ricas em sílica, percolam a rocha, dissolvem parte do  $\text{CaCO}_3$  e precipitam a sílica sob formas diversas, como o sílex propriamente dito, a calcedônia que é uma variedade de sílex fibroso e o megaquartzo que é um tipo de sílex mais bem formado. No caso da Formação Caatinga, a silicificação ocorre como nódulos, concreções, preenchendo microfraturas e microcavidade (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).



## 1.6 | Dolomitização

A dolomitização é uma feição diagenética menos expressiva na formação Caatinga; entretanto, quando presente, possui um significado todo especial, pois a cor Bege da maioria dos intraclastos ou pseudo-intraclastos (Figura 5) é devido a dolomitização parcial/total desses constituintes. No jargão dos mineradores e dos garimpeiros, o calcrete com os pseudo-intraclastos ou intraclastos de cor Bege, caracterizam um tipo de rocha denominado “Mármore caramelado” que tem sua aceitação e valor de mercado maior, em relação ao Mármore mais comum. A fonte desse elemento está associada à formação Salitre, que tem descritos ao longo de seu perfil de empilhamento dolomitos portadores de Magnésio.



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 5:** Dolomitização.

## 1.7 | Concreção Ferruginosa

Essa feição tem área de ocorrência restrita, foi descrita em afloramentos (Figura 6) e também associados a solos da formação Caatinga. Para que o ferro originalmente na formação Salitre, tenha entrado em solução e precipitado na formação Caatinga seria necessário um pH extremamente ácido para níveis superficiais. Esse ponto pode ter sido alcançado nos momentos de aridez com a concentração de sais em copos d'água naquela época.



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 6:** Cocreção ferruginosa.

A análise da imagem mostrou a existência de lineamentos de extensões variadas nos afloramentos de calcário. Nas etapas de campo verificou-se que os lineamentos observados correspondiam a sulcos (canelículas) semelhantes a fendas, normalmente abertas, e com profundidades variadas.

Verificou-se que estas “fendas” apresentam íntima associação com as cavidades naturais subterrâneas com ou sem entrada delimitada. Esta constatação conduziu à seguinte decisão: determinar se existe uma direção preferencial para estes sulcos e a partir daí verificar-se um possível padrão de distribuição das cavidades naturais. Levantou-se a hipótese de a possibilidade destes sulcos serem originados pelo sistema de fraturas da Formação Salitre (subjacente) e que segundo Penha (1994) e Paixão citado por Geoexplore (2002), originou os calcários da Formação Caatinga (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

## 2. | OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão da literatura do georreferenciamento da região de exploração do mármore Bege Bahia.

### **3 | METODOLOGIA**

#### **3.1 | Identificação dos Lineamentos**

Para a identificação da direção preferencial dos lineamentos e se existe uma possível herança da formação Salitre, foi selecionada uma área tipo, onde foram traçados os lineamentos e posteriormente interpretados. Os lineamentos foram traçados com auxílio da ferramenta ARCGIS 9.2®. A partir das informações extraídas, dividiram-se os alinhamentos em tamanho iguais, com o objetivo de atribuir peso às medidas coletadas. Estes dados foram processados com uma extensão desenvolvida pela ESRI® disponível gratuitamente (rosediagram) na internet. Tal extensão fornece diagramas estatísticos que leva em conta a direção e a quantidade de medidas (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

#### **3.2 | Avaliação do Solo da Região**

Foram realizadas amostragens de solos para a verificação da composição química desses solos em áreas representativas da poligonal em estudo, notadamente em algumas das parcelas escolhidas para a realização do levantamento florístico e estrutural das espécies vegetais mais representativas (áreas com certo grau de preservação) e em áreas antropizadas: com exploração agropecuária, no entorno de minerações e em áreas em processo inicial de regeneração. Com essa diversidade de situações no contexto de uso atual do solo, procurou-se associar os dados analíticos com a realidade de uso e manejo desses solos. Apresenta-se a seguir as características dos locais onde os solos foram amostrados, para análise química.

Amostra 1 (A1) – Essa amostra de solo foi retirada em uma das áreas onde foi realizada amostragem para levantamento florístico e fitossociológico das espécies vegetais da caatinga. Situada em Área de Preservação Permanente (APP), na margem direita do rio Salitre. A vegetação encontra-se bem preservada e exuberante, apresentando no solo uma boa camada de serapilheira, solo com textura média, estrutura moderada, cor escura no horizonte O e com boa concentração de raízes no horizonte A.

Amostra 2 (A2) – O local da amostragem de solo situa-se em uma área em processo de recuperação natural, próximo de uma área que está sendo minerada; com predomínio de vegetação arbustiva com pouca presença de serapilheira no solo, textura arenosa e estrutura fraca.

Amostra 3 (A3) – O local da amostragem de solo situa-se em uma área fortemente antropizada, com preparo do solo realizado de forma equivocada e com pastagem degradada, sem presença de serapilheira no solo, textura arenosa e estrutura fraca.

Amostra 4 (A4) – O local da amostragem de solo situa-se em uma área antropizada com pastagem degradada em processo de regeneração espontânea da vegetação, sem presença de serapilheira no solo, textura arenosa e estrutura fraca.

Amostra 5 (A5) – O local da amostragem de solo situa-se em uma área antropizada nas proximidades de uma exploração mineral artesanal, sem presença de serapilheira no solo, textura média e estrutura fraca.

Amostra 6 (A6) – O local da amostragem de solo situa-se em uma área antropizada, sendo utilizada para pastoreio extensivo de bovinos e caprinos, estando em estágio inicial de regeneração espontânea, com textura média e estrutura moderada (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

### **3.3 | Determinação da Geomorfologia**

A geomorfologia foi elaborada com base em imagem disponibilizada no site da EMBRAPA e tratada no pacote Arc Gis 9.2®. Trata-se de uma imagem de radar da expedição SRTM das folhas sc-24-y-a e sc-24-y-c do IBGE e recortadas para a área de estudo. O modelo de elevação MDE apresentado tem fins ilustrativos objetivando dar uma idéia do relevo plano a levemente ondulado e mostrar a calha do rio Salitre (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

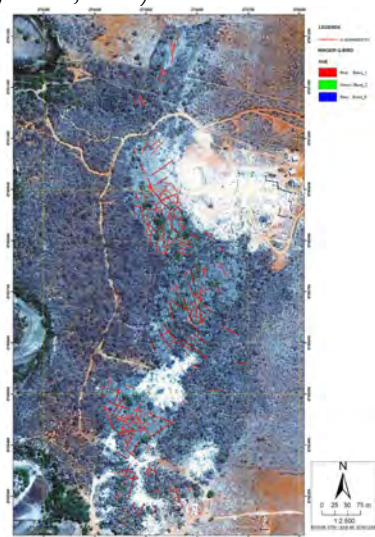
### **3.4 | A Vegetação do Bioma Caatinga**

A descrição e caracterização da cobertura vegetal local baseou-se no levantamento fitofisionômico cujos pontos estudados, foram georreferenciados com aparelho GPS Garmin Etrex® Legend e posteriormente plotados, com o auxílio do ArcGis 9.3 na imagem de satélite Q-bird. A integração dos dados obtidos no campo com as feições da imagem permitiu a elaboração do Mapa de Vegetação em escala compatível com os objetivos de estudo (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 | Lineamentos Traçados e Geração da Roseta de Direção

Com os lineamentos traçados e a roseta de direção gerada, foi possível interpretar uma direção preferencial (NW-SE) e duas subordinadas (NE-SW e E-W) (Figura 7). Com isso foram levantados dados da bibliografia sobre a formação Salitre, onde se observou que se ressalta o sistema de falhas e fraturas com orientação NW-SE, subordinadamente NE-SW e E-W. Esse sistema é registrado nas proximidades de Xique-Xique onde os carbonatos estão em contato com o embasamento cristalino (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

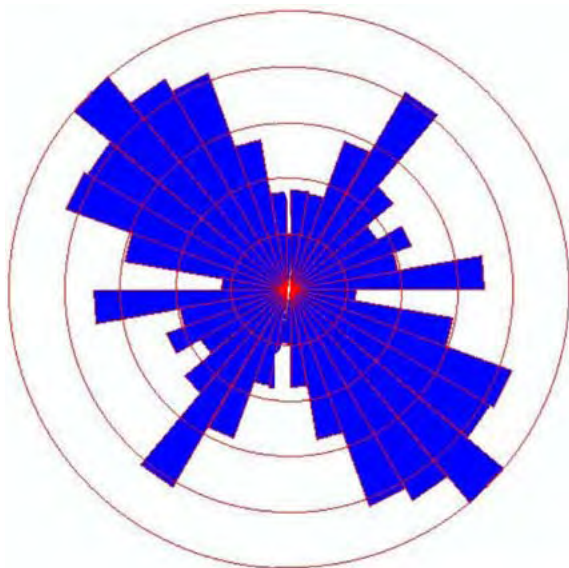


Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 7:** Área tipo utilizada para identificação estatística dos lineamentos estruturais



Com isso sugere-se aqui que o padrão de “sulcos” que se verifica na formação Caatinga tem uma herança com os eventos tectônicos que a Formação Salitre sofreu e esse padrão controla a formação de cavernas na região de Ourolândia-BA.



Fote: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 8:** Roseta de direções preferenciais dos lineamentos traçados na área.

## 4.2 | Geologia do Jazimento

Segundo Sá Filho, R. J. et al., 2012 o Mármore Bege Bahia é um calcário litificado constituindo a porção superior da Formação Caatinga. Tem a forma tabular originando uma camada horizontal com superfície plana a levemente ondulada. Na área estudada estende-se ao longo da calha do rio Salitre. Observou-se em visita

a áreas de lavra atuais e cavas abandonadas que a espessura desta camada é variável. A espessura aumenta de leste para oeste em direção ao rio Salitre. Nas cavas mais próximas ao Rio Salitre a espessura alcança uma profundidade de 7,50 metros, cerca de cinco pisos e a leste, mais distante da calha do rio Salitre cerca de 6 km, atinge-se no máximo 3 pisos considerado como uma condição excepcional. Normal é de 2 pisos. No sentido norte a camada estende-se ao longo do Rio Salitre até perto do rio São Francisco.

Em linhas gerais, o avanço da frente de lavra segue a direção NW-SE, seguindo a lineação preferencial. Localmente, nas diferentes frentes de lavra podem ocorrer direções N-S. Os locais de relevo positivo são alvos preferenciais das extrações manuais. Ocorre na parte central da área estudada uma concentração de blocos arredondados de calcário caatinga, formando uma ocorrência denominada de “ninho de matacões”. Esta área vem sendo explorada por garimpeiros independentes caracterizando uma lavra clandestina e predatória. O calcário caatinga litificado é o minério e a reserva geológica da área estudada pode ser inferida pelo produto da área de exposição do calcário caatinga ( $120.800.000 \text{ m}^2$ ) pela espessura média da camada litificada da ordem de 3 metros. Na estimativa da reserva geológica considerou-se a espessura média em 3 metros, considerando que as espessuras maiores encontram-se ao longo da calha do rio Salitre situando-se em áreas de preservação permanente – APPs do rio e as áreas de proteção das cavidades naturais. (Anexo) Deste modo estimou-se uma reserva geológica bruta com  $362.400.000 \text{ m}^3$ , levando-se em conta que atualmente consegue-se uma recuperação na lavra da ordem de 60% tem-se uma reserva geológica de  $217.440.000 \text{ m}^3$ . As áreas de influência das cavidades naturais perfazem um total  $5.157.358,05 \text{ m}^2$  correspondendo a um

volume estimado da ordem de  $15.472.074,15\text{m}^3$ . Abatendo-se, então, da reserva geológica tem-se um volume estimado em  $201.967.925,85\text{m}^3$  de calcário caatinga litificado com potencial para exploração. Comercialmente o Mármore Bege Bahia é classificado em dois tipos: Mármore branco ou claro e o Mármore caramelado ou corado.

Mármore Bege Bahia branco não difere em campo do calcário caramelado. Não é possível a delimitação de contato entre os mesmos. Ocorre na margem do Rio Salitre, um nível de calcário maciço sem aspecto brechóide, sub-horizontal com mergulho suave em direção a calha do rio. Fonte de extração de pedra portuguesa e rica de fósseis de gastrópodes (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

### 4.3 | Geomorfologia

#### 4.3.1 | Geomorfologia regional

A bacia do rio Salitre possui um modelado com feições distintas, em função das condições de pediplanação e da diversificação de rochas que apresentam resistências variadas à erosão. Predomina na bacia um relevo aplanado ou suavemente ondulado, com cursos de água profundamente encaixados, basicamente correndo sobre as rochas calcárias. Em determinados trechos ocorrem acumulações de origem Cenozóica, onde se misturam os detritos mais recentes de origem fluvial (areias, seixos e argilas) com matacões compondo formas de baixadas. Os planos mais conservados estão representados por topos residuais em forma de mesas, como é o caso dos componentes da serra do Funil, na parte leste da bacia, próximo a Oco d'Água e Taquarandi. Nas áreas pediplanizadas evidenciam-se as formas de relevo

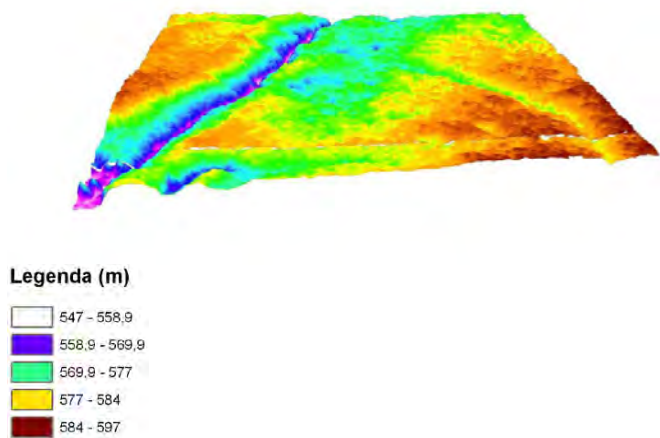
“Karstico”, formas específicas esculpidas em calcário, formando dolinas e grutas, notadamente no vale do Rio Pacui e nas proximidades de Várzea Nova. Esses cursos d’água sobre o calcário Salitre, no rio Salitre, formam angulosidades que sugerem a ocorrência de controle estrutural. As formas mais escarpadas situam-se nas bordas da bacia do rio Salitre, constituindo as unidades: Chapada de Morro do Chapéu, Blocos Planálticos Setentrionais e Reversos do Planalto da Diamantina, (BAHIA, 1986). A unidade Chapada de Morro do Chapéu consiste de extensos aplanamentos e áreas dissecadas com intensidades diferentes. Apresenta-se parcialmente esvaziada e delineada por escarpas monoclinais e modelados tabuliformes, limitados por vales encaixados, entremeados eventualmente por feições de lombadas e vales largos e rasos. O limite oriental é a serra do Tombador.

Os Blocos Planálticos Setentrionais englobam feições esculpidas sobre formações do Grupo Chapada Diamantina, caracterizadas por compartimentos elevados e seccionado pela drenagem, que se adaptou a linhas de fraquezas comandando a dissecação diferencial. As bordas das escarpas são irregulares, com ravinas nas nascentes dos rios e riachos. Essas elevações localizam-se principalmente a noroeste da bacia, verificando-se a sua influência direta na ocupação humana desta área, dificultando o acesso não só à construção de estradas como à utilização agrícola. Os Reversos do Planalto da Diamantina - compreendem os terrenos planos embutidos entre as elevações do Planalto da Diamantina, rampeados em direção ao rio São Francisco, partindo das chapadas de Morro de Chapéu e das escarpas que margeiam os Blocos Planálticos Setentrional em direção à margem do rio. Possuem altitudes variando gradativamente de 400 a 800 metros com leves rupturas de declives. A área abrangida pelo estudo

situa-se no médio curso da Bacia do Rio Salitre, caracterizando-se por um relevo aplanado ou suavemente ondulado, destacando-se localmente escarpas verticais na borda da calha do curso d'água (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

#### 4.3.2 | Geomorfologia local

As maiores elevações podem ser observadas no extremo NW e SE da área de estudo. São representadas geologicamente por manchas de sedimentos inconsolidados que parecem capear os carbonatos Caatinga e Salitre. As cotas mais altas da área de estudo atingem cerca de 597 metros nesses sedimentos, seu relevo no geral é plano a suavemente ondulado. É escassa a vegetação arbórea arbustiva nessa região e não foram observados cursos d'água nesse trecho. Uma segunda unidade de importância geomorfológica local são os sedimentos inconsolidados (TQD) que formam relevo positivo em relação aos carbonatos (Figura 9).



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 9:** Modelo digital de elevação - MDE da área de estudo.

Segundo Sá Filho, R. J. et al., 2012, por meio da Figura 9 são notórios os dois domínios citados acima. As menores altitudes são representadas pelos carbonatos da formação Caatinga e Salitre com cotas entre 547 a 577 metros. A área estudada assenta-se, predominantemente sobre litologias carbonáticas, possibilitando o desenvolvimento de feições cársticas. Apresenta-se uma rápida descrição das feições mais características. Dias (1998), citando Bigarella et alii, refere-se que existem alguns determinantes fundamentais para o desenvolvimento das formas cársticas: destacando que os depósitos calcários devem ter extensão regional, com grande espessura e ocorrência próxima da superfície. Devem apresentar acamamentos delgados, fissurados e fraturados, além de uma diferença de nível considerável entre o topo da formação calcária e o lençol freático.

Dias (1998) ,com base no apresentado por Bigarella et alii (1994), menciona dois grupos de formas geomórficas produzidas pelo processo de carstificação: as formas exocársticas ou superficiais e as formas endocársticas ou subterrâneas. As formas superficiais identificadas na área estudada são representadas por:

Lapiás – é um tipo de microforma do carste correspondente a caneluras ou sulcos superficiais de dissolução na superfície das rochas cársticas, produzidas, se recobertas por solo, pela ação dos ácidos húmicos; quando aparece a rocha nua, o escoamento das águas pluviais é que é responsável pelo seu aparecimento.

Dolinas – as dolinas são feições principais do relevo cárstico. Correspondem a depressões no terreno de forma circular ou oval, originadas, principalmente, por dissolução e subsidência ou colapso, geralmente numa fissura ou interseção de diáclases. Podem apresentar desde alguns metros a mais de uma centena

de metros. A evolução das dolinas conduz a outras formas fechadas (uvalas e poljés) e quando desenvolve-se verticalmente origina, em profundidade, formas abertas (abismos ou sima).

Uvalas – o termo é utilizado para designar depressões alongadas, originadas, provavelmente, pela evolução e coalescência de duas ou mais dolinas. As uvalas correspondem, portanto, a uma evolução de dolinas mais em superfície do que em profundidade.

Canhões ou Canyons – correspondem a vales de flancos retilíneos e íngremes, cavados, normalmente, por rios oriundos de áreas extra-cársticas.

Sumidouro ou Ponor – esta forma topográfica refere-se ao local onde o curso d'água penetra no subsolo. Os sumidouros são, via de regra, derivados de dolinas desenvolvidas verticalmente, interligando vazios subterrâneos desenvolvidos horizontalmente. O retorno da água em superfície ocorre nas chamadas ressurgências. Dentre as formas endocársticas, existentes na área e com base em Dias (1998) encontram-se:

- Cavernas - correspondem a um leito natural subterrâneo, com água ou seco, ocupando um espaço vazio, estendendo-se vertical ou horizontalmente, geralmente acompanhando planos de estratificação ou linhas de maior fraqueza da rocha. A dissolução e a corrosão são os principais processos na formação das cavernas, além da ação abrasiva. Uma caverna é formada por diversos compartimentos internos: corredores, salas, salões, galerias e acidente verticais, como as estalactites e as estalagmites. As estalactites e estalagmites são formas de deposição químicas originadas pela evaporação da água que percola

pelas diáclases com Bicarbonato de Cálcio, e depositando o  $\text{CaCO}_3$ . A deposição no teto das cavernas dá origem à estalactite, e a deposição no chão, cria as estalagmites. Quando uma estalagmite se une a uma estalactite temos o surgimento de uma coluna. De acordo com LLADÓ (1970, *apud* BIGARELLA et alii, 1994) uma caverna passa a designar-se gruta quando possui espeleotemas, representando grande beleza cênica. (DIAS, 1998).

- Travertinos - correspondem a um tipo especial de espeleotema apresentando-se em formas de diques formados por calcita. Ocorrem no interior de cavernas ou também nos rios, em locais de corredeiras ou cachoeiras. Ratificando o afirmado anteriormente, muitas dessas formas exo ou endocársticas podem estar ausentes em algumas regiões cársticas, visto o estágio evolutivo do processo de carstificação da paisagem, que é determinado – repete-se – pelas condições climáticas e pela estruturação litológica. Na área estudada identificaram-se unidades geomórficas, típicas de regiões cársticas como o campo de lapiez, que são representadas por afloramentos rochosos de calcretes com vegetação e solos escassos. O relevo é plano, observando-se pináculos, canceluras e cavidades naturais - grutas, locais, abrigos etc. (detalhadas no item referente à espeleologia). Estas feições, como abordado no item geologias locais, podem apresentar controle estrutural ou devido a paleo canais fluviais. Essa unidade ocorre como manchas na porção central da área de estudo e está intimamente ligada a extração do Mármore Bege Bahia. Outra feição importante em termos geomórficos são as escarpas calcárias associadas ao Rio Salitre. Essa feição pode ser observada ao longo de trechos do leito do Rio Salitre e no meandro abandonado do próprio rio, localizado na porção NW da área de estudo. Nessa região



se eleva uma escarpa por cerca de 5 metros acima da calha do meandro abandonado do rio Salitre. Importância biológica foi dada a esse trecho devido a sua localização (distante do centro urbano) e pela presença mais acentuada de fauna e flora silvestre.

Constatou-se a existência de acumulações naturais de água, destacando-se a denominada localmente como As lagoas, de forma arredondada possivelmente associada a uma dolina. Ocorrem outros locais de acumulação de água pluvial, muito rasas e que durante o período de estiagem secam. São atrativos para fauna silvestre e antrópica da região. A população no entorno, também, utiliza-se da água destas lagoas (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

#### 4.4 | Solos

Uma combinação de eventos físicos, químicos e biológicos está envolvida na formação do solo. A construção do solo se inicia com a fragmentação física do material de origem, que consiste de camadas de rochas ou outros depósitos geológicos mais recentes. O tipo de material de origem e o clima determinam o tipo de solo formado (GUILHERME et al, 2001). Deve-se proceder à utilização racional do solo para evitar problemas de degradação causados principalmente pela erosão e pela contaminação dos mananciais, que comprometem o ambiente, com graves prejuízos para o homem (PRADO et al, 2006). Os levantamentos de solos diferenciam-se, principalmente, quanto aos objetivos a que se destinam e quanto à extensão das áreas que abrangem (IBGE, 2007). No município de Ourorândia, dentro da poligonal pré-estabelecida pelo termo de referência elaborado pelo IMA, optou-se pelo levantamento exploratório de solos, na qual buscou-se informações de natureza qualitativa do recurso solo, com a finalidade de identificar áreas de maior ou menor potencial,

prioritárias para o desenvolvimento em caráter regional e local (IBGE, 2007). Segundo o levantamento exploratório realizado pela Embrapa/SUDENE (1973), na área estudada ocorrem predominantemente cambissolo eutrófico, rasos a pouco profundos, textura arenosa-média, relevo plano a suave ondulado e uma participação menor com latossolo eutrófico vermelho-amarelo com relevo plano a suave ondulados e textura média. O solo local apresenta boas qualidades químicas e limitações no tocante aos aspectos físicos (textura e estrutura).

Todas as amostras de solo apresentaram pH em torno da neutralidade (de praticamente neutro a fortemente alcalino), influência direta da rocha matriz calcária que originou esse solo. O teor de matéria orgânica decresceu da amostra nº 1 (A1) até a amostra nº 6 (A6) em decorrência do decréscimo de serapilheira depositada na camada superficial do solo. Ou seja, na medida em que as áreas são antropizadas o teor de matéria orgânica tende a diminuir substancialmente, pois a vegetação fica mais rarefeita, além de manejos inapropriados para esse tipo de solo e bioma, sem nenhum trabalho de manejo e conservação para esses solos, acelerando-se a mineralização da matéria orgânica. O teor de fósforo também decresceu muito em função da exploração desses solos, sem a devida reposição, via reciclagem de nutrientes e/ou adubações. Apesar do pH em água estar elevado, o teor de sódio encontrado nas amostras de solo está baixo, sem o risco de salinização. Outro item fundamental é com relação à mensuração da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) com valores de moderado a altos, demonstrando que são solos com boa fertilidade natural. Os termos granulometria ou composição granulométrica são empregados quando se faz referência ao conjunto de todas as frações ou partículas do solo, incluindo desde as mais finas de natureza coloidal (argilas), até as mais

grosseiras. Já o termo textura é empregado especificamente para a composição granulométrica da terra fina do solo - fração menor que 2 mm de diâmetro (IBGE, 2007). Outra amostragem de solos foi realizada visando-se definir a classe textural desses solos. Para tal foi realizada a análise granulométrica, no laboratório de solos da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), dos horizontes A (H A) e horizonte B (H B) de alguns perfis de solos. Assim, buscou-se na paisagem cortes de estradas preservados e algumas trincheiras abertas pela atividade mineradora. A única exceção foi a amostra nº 6 (P6 H A), que foi retirada em área antropizada (caatinga em estágio inicial de regeneração) e sendo amostrado na camada superficial do solo (0-20 cm).

Segundo informações do mapa exploratório - reconhecimento de solos (Embrapa/SUDENE, 1973) e do Projeto RadamBrasil (1983), existe uma prevalência do solo cambissolo eutrófico sobre o latossolo eutrófico na área estudada. Contudo quando plotada a poligonal na qual foi realizado o levantamento exploratório de solos, sobre o mapa de solos da Embrapa/Sudene (1973), constatou-se uma maior abrangência dos cambissolos nessa poligonal, que o preconizado pelo levantamento original. Isso ocorreu provavelmente em função da escala (1:1. 000.000) utilizada naquele mapa exploratório, que está sujeita a algumas distorções quando trabalhados em mapas com escalas maiores e/ou em função da presença de manchas de solos de cambissolos inseridas em áreas com domínio dos latossolos. Todas as amostras de solos, após interpretação das informações das análises químicas, granulométricas e as análises morfológicas realizadas em campo, pode-se afirmar que essas amostras de solos são representadas pelo cambissolo eutrófico.

Nos perfis analisados (P1 a P5) constatou-se uma cor uniforme em todo o perfil, com a ocorrência de cores vermelha e amarela, denotando a maior presença de óxido de ferro no primeiro. Constatou-se também uma ligeira variação no teor de argila do horizonte A para o horizonte B e estrutura fraca quando da análise morfológica em campo. Após a realização da análise granulométrica, em laboratório credenciado, pode-se classificar o horizonte B como sendo incipiente (Bi), característico dos cambissolos e com a textura arenosa-média excetuando-se a amostra de solo do ponto P2, na qual apresenta um gradiente textural maior que 1,7 sendo, portanto, classificado como horizonte B textural. Essa mancha de solo, pelas suas características, no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006, 2<sup>o</sup> edição), seria classificada como um Chernossolo. Certamente em 1973, quando do levantamento exploratório de solos realizado pela Embrapa/SUDENE, o mesmo foi classificado como Cambissolo Eutrófico com argila de atividade alta com A chernozênico (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 10:** Trincheiras abertas para exploração manual do Mármore Bege Bahia

A área da poligonal em estudo abrange 16.158 ha. Os valores apresentados mostram que 79,5 % da área são de domínio do grupo do Cambissolo eutrófico, que se caracteriza por serem solos rasos a pouco profundos, indicando um estágio de pequena evolução pedogenética (solos jovens). Com menor representatividade, com 20,5 % da poligonal estudada são do domínio do grupo Latossolo eutrófico, que se caracteriza por ser solo profundo a muito profundo (profundidades maiores que 1,0 m), indicando um estágio avançado de evolução pedogenética. Os solos inseridos dentro da poligonal estudada, apesar de apresentarem uma boa fertilidade natural, apresentam restrições a

nível físico, em função da textura arenosa a média e estrutura fraca. Essas características físicas, aliadas ao manejo inadequado (sucessivas arações e gradagens) aplicado na preparação desses solos para a atividade agrícola, sem a devida sistematização do solo para plantios em curva de nível, vêm degradando paulatinamente a paisagem e consequentemente diminuindo o seu potencial produtivo.

Esse solo deve ser manejado com o mínimo de revolvimento (cultivo mínimo e plantio direto) nas áreas com exploração agropecuária, bem como estimular o incremento da deposição de fitomassa sobre o mesmo, por intermédio de cultivos em aléias de leguminosas e/ou introdução de sistemas agroflorestais, propiciando, assim, maior reciclagem de nutrientes e deposição de matéria orgânica no solo e consequente melhoria da sua estrutura com reflexos positivos na diminuição de processos erosivos e conservação de umidade dos solos (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012.).

#### 4.4.1 | Sistema de avaliação da capacidade de uso dos solos

O sistema de avaliação de terras de acordo com sua capacidade de uso foi um dos primeiros surgidos e dos mais conhecidos mundialmente. É um sistema qualitativo, de propósito geral e voltado para as limitações das terras, sobretudo no que diz respeito à susceptibilidade à erosão. Baseia-se, primordialmente, nas combinações de efeito do clima e atributos do solo (inclusive declividade) que limitam o uso agrícola da terra e/ou impõem riscos de degradação pela erosão acelerada (LEPSH, 1991).

A utilização das terras, salvo algumas poucas situações, é feita sem critérios de capacidade de uso e/ou aptidão agrícola, o que tem levado à queda de produtividade, menor retorno econômico, poluição e assoreamento de mananciais, rebaixamento do lençol

freático, deslocamento do homem do campo, perda da biodiversidade, entre outras, resumindo-se em perda ou diminuição do potencial de sustentabilidade (ALVARENGA e PAULA, 2000). A capacidade de uso das terras dá ideia das possibilidades e limitações da terra, conceituando a sua adaptabilidade para diversos fins. É uma classificação técnico-interpretativa representando um grupamento qualitativo dos tipos de solos, sem considerar a localização ou características econômicas. As características e propriedades são sintetizadas em classes homogêneas, com o propósito de apresentar a máxima intensidade de uso para uma determinada gleba, sem risco de degradação (LEPSCH, 1991). Conforme Hudson (1995) citado por Silva (2001), assim como outras modalidades de classificação, esse tipo de classificação técnica tem o propósito particular de indicar os dados que levem a decidir qual a combinação de uso agrícola e medidas de controle da erosão que permitam o aproveitamento mais intensivo da terra, sem risco de depauperamento do solo. A determinação da capacidade de uso da terra é uma poderosa ferramenta utilizável no seu planejamento, pois encerra uma coleção lógica e sistemática de dados e apresenta os resultados de forma diretamente aplicável ao planejador (LOMBARDI NETO; BERTONI, 1990, citado por SILVA, 2001).

Na elaboração de planejamentos agroambientais exigem-se, dentre outras informações, aquelas relacionadas ao diagnóstico físico, envolvendo aspectos de solos, clima, relevo, vegetação, recursos hídricos, drenagem, geomorfologia e geologia. Deste modo, através de metodologias orientadas para avaliação das terras, é possível se estabelecer as alternativas de uso agrícola mais adequado, garantindo a produção e controlando a erosão, por um tempo indeterminado. A introdução, junto aos agricultores, de

técnicas disponíveis e comprovadas de manejo e conservação do solo, constituem condição indispensável para minimizar o processo de degradação ambiental (LOMBARDI NETO; BERTONI, 1990, citado por SILVA, 2001). As práticas conservacionistas visam à manutenção da potencialidade produtiva do solo, ou seja, com técnicas utilizadas para aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças do processo erosivo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990, citado por ALVARENGA; PAULA, 2000). As tecnologias empregadas nas propriedades com diferentes sistemas de produção podem afetar, de forma negativa ou positiva, a sustentabilidade das microbacias. Os modelos de produção agropecuária, quando não eficientes, provocam impactos de graves conseqüências econômicas e sociais, que se farão sentir ao longo do tempo (ALVARENGA; PAULA, 2000). A intensidade de uso diz respeito à maior ou menor mobilização imposta ao solo, expondo-o a certo risco de erosão e/ou perda de produtividade, de forma que os cultivos anuais são considerados de uso mais intensivo que os cultivos perenes e estes mais que as pastagens (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012.).

A expressão encerra os efeitos do meio físico na aptidão da terra para ser explorada, sem sofrer danos consideráveis por desgaste e empobrecimento com cultivos anuais, permanentes, pastagens, reflorestamento, ou vida silvestre. Desta forma, as terras inseridas na poligonal definida pelo Termo de Referência do IMA para o município de Ouroândia foram classificadas tomando-se como base os seguintes grupos e classes de capacidade de uso das terras: (Anexo 7) Grupo A.

Classe I: terras cultiváveis sem problemas especiais de conservação (cor convencional: verde-claro): Terras com



aptidão para culturas a serem utilizadas com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre;

Classe II: terras cultiváveis com problemas simples de conservação (cor convencional: amarelo);

Classe III: terras cultiváveis com problemas complexos de conservação (cor convencional: vermelho);

Classe IV: terras cultiváveis apenas ocasionalmente, ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação (cor convencional: azul); Grupo B: Terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre; porém cultiváveis no caso de algumas culturas especiais protetoras do solo: Classe V: terras com drenagem, pedregosidade e/ou adversidades climáticas muito problemáticas para permitir cultivos; geralmente solos associados a várzeas, cultiváveis apenas em casos muito especiais (cor convencional: verde-escuro);

Classe VI: terras adaptadas em geral para pastagem e/ou reflorestamento ou vida silvestre, com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas protetoras do solo (cor convencional: alaranjado);

Classe VII: terras em geral adaptadas somente para pastagens ou reflorestamento ou vida silvestre, com problemas complexos de conservação (cor convencional: marrom). Grupo C;

Classe VIII: terras apropriadas apenas para proteção da flora e fauna silvestre, recreação ou para fins de armazenamento de água (cor convencional: roxo). Terras impróprias para cultivos perenes, pastagens ou reflorestamentos, porém apropriadas para proteção da flora e fauna silvestre, recreação ou para fins de armazenamento de água.

Subclasses de capacidade de uso representam classes de capacidade de uso qualificados em função da natureza da limitação, tornado, assim, mais explícitas, as práticas ou grupos de práticas conservacionistas a serem adotadas. A natureza da limitação é designada por letras minúsculas. Convencionalmente, as limitações de uso podem ter quatro naturezas:

Limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão;

Limitações relativas ao solo (profundidade, pedregosidade);

Limitações por excesso de água;

Limitações climáticas.

O uso excessivo de arações e/ou gradagens superficiais e continuamente nas mesmas profundidades no processo de preparo de solo provoca a desestruturação da camada arável, transformando-a em duas camadas distintas: uma superficial pulverizada e outra subsuperficial compactada. Essa transformação reduz a taxa de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, incrementa a enxurrada e eleva os riscos de erosão hídrica do solo. Outrossim, prejudica o desenvolvimento radicular das plantas afetando o potencial de produtividade do sistema agrícola. O preparo excessivo, associado à cobertura deficiente do solo, a chuvas intensas e ao uso de áreas inaptas para culturas anuais, constitui o principal fator desencadeador dos processos de degradação dos solos. Como meio de prevenção do problema, indicam-se técnicas como redução da intensidade de preparo, máxima cobertura de solo, cultivo de áreas aptas para culturas anuais e emprego de semeadura em contorno, associadas ao conjunto de práticas conservacionistas orientadas à prevenção da erosão. Quase toda compactação e erosão causada pelas gotas de chuva poderão ser evitadas se, no mínimo, 40% a 50% da

superfície do solo estiver protegida com algum tipo de cobertura bem distribuída, que pode ser obtida através de técnicas de manejo (SHAXSON, 1988, citado por ALVARENGA; PAULA, 2000). Segundo Guilherme et al. (2001) algumas práticas de conservação do solo e tipos de manejo da terra ajudam na prevenção contra a erosão. A adoção dessas, isoladamente ou em conjunto, depende do estudo da viabilidade e eficiência das mesmas, o que é definido pela cultura, tipo de solo, topografia e poder aquisitivo do agricultor. As limitações de uso das terras são de três naturezas: limitações pela erosão e/ou risco de erosão (e), limitações relativas ao solo (s), referidas ao potencial nutricional e limitações relativas à má drenagem do solo (a). Quanto ao potencial nutricional do solo, o relacionamento da saturação em bases ( $V\%$ ) com a capacidade de troca de cátions (CTC) proporciona uma avaliação mais precisa do que simplesmente o uso do índice de saturação em bases (OLIVEIRA, 1992). Foram realizadas várias incursões a campo no decorrer de quatro campanhas no município de Ourolândia, objetivando-se realizar o levantamento do meio físico, através da coleta de informações referentes às características granulométricas e químicas dos solos, classes de declive, vegetação, drenagem/permeabilidade do perfil, profundidade efetiva do solo, nível de pedregosidade, riscos de inundação e suscetibilidade à erosão do solo visando à construção do mapa de Capacidade de Uso das Terras.

#### 4.4.2 | Uso atual das terras

Para uma melhor visualização das categorias de uso e ocupação das terras, confeccionou-se um mapa de Uso Atual das Terras. (Anexo). Esse mapa engloba todas as coberturas naturais e antrópicas existentes na área de enfoque deste estudo. A caracterização do uso considera o conhecimento da utilização

da terra pelo homem e a presença de vegetação natural, alterada ou não. A área total da poligonal estudada perfaz 16.628 ha, dos quais 1,3% são destinados para a atividade mineradora e 60,2% da área são destinadas para atividade agropecuária (Lavouras Permanentes mais Pastagem). Observa-se, também, uma importante participação do bioma Caatinga, em estágio inicial de regeneração a preservado, com 34,4%. A área com pastagem tem uma participação de 50,6%. Essa participação expressiva das áreas com pastagem torna-se preocupante, em função do elevado processo de degradação dessas áreas, muito em função do manejo incorreto na manutenção do rebanho ou pela utilização de capacidade de suporte inadequada - propiciada pelo super-pastejo e/ou não se respeitando o ciclo fenológico das gramíneas utilizadas, sobretudo o capim buffel, fazendo com que as mesmas entrem em processo de decadência antecipada - ou mesmo a introdução das gramíneas em áreas com limitações a nível pedológico (solos muito rasos). Como consequência imediata, surgem grandes vazios na cobertura do solo, favorecendo os processos erosivos e o surgimento de outras espécies oportunistas, que na maioria das vezes não palatáveis ao rebanho.

Dentro dessa categoria está incluída uma pequena participação com culturas de ciclo curto e médio, como o milho, feijão e mamona. As áreas com essas culturas possuem uma grande variação de ano após ano, sendo de difícil determinação espacial através de imagens de satélite. Observa-se, também, a participação de lavouras permanentes com 9,6% da poligonal, na qual a mesma é representada pela cultura do sisal. Assim, infere-se que existe uma pequena diversificação nas culturas exploradas pelos agricultores, sendo mais um indicativo importante da não sustentabilidade das propriedades agrícolas, em virtude da baixa produtividade associada à inexistência de estruturas destinadas ao

beneficiamento e comercialização da produção. Fica evidenciado o baixo nível tecnológico utilizado na maioria das propriedades agrícolas, perpassando pela forma de preparo do solo - sem nenhuma preocupação com a utilização de práticas conservacionistas e da conservação da umidade do solo - até na escolha das espécies utilizadas, condicionando um ciclo perverso de não sustentabilidade na atividade agropecuária. Tecnologias apropriadas para as condições de clima semi-árido já foram amplamente pesquisadas e testadas pela academia, órgãos de pesquisas governamentais (Embrapa e EBDA) e entidades não governamentais; contudo, esse conhecimento carece de uma ampla divulgação e implementação junto aos produtores, notadamente aos inseridos na agricultura familiar (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

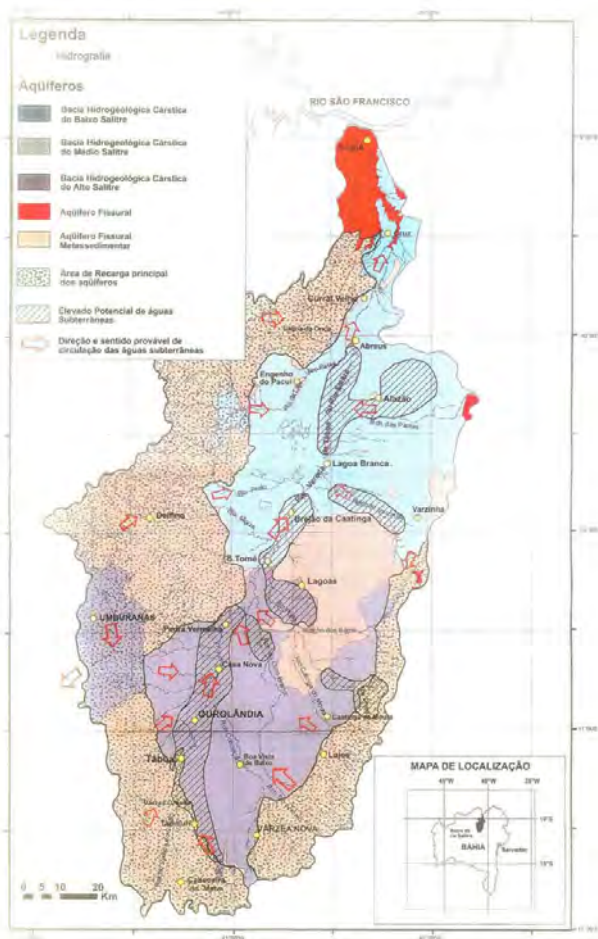
#### 4.5 | Hidrologia Superficial

A região estudada integra a sub-bacia hidrográfica do Rio Salitre pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. O Rio Salitre nasce na Chapada Diamantina, em Morro do Chapéu-BA na localidade conhecida como “Boca da Madeira” e deságua no Rio São Francisco a 20 km a montante de Juazeiro-BA, na localidade de Campos dos Cavalos situada a jusante da Barragem de Sobradinho (CEI, 1986).

Esta bacia hidrográfica está subdividida em Alto, Médio e Baixo Salitre, situada no centro-norte do estado da Bahia, em uma região semiárida, composta pelos municípios de Campo Formoso, Várzea Nova, Umburanas, Jacobina, Mirangaba, Morro do Chapéu, Juazeiro, Ourolândia, Sento Sé e Miguel Calmon. O principal rio da sub-bacia é o Salitre, que tem como afluentes pela margem direita os riachos da Conceição, Ouro Branco,

Caatinga do Moura, Rio Preto, Varzinha e Piabas. Pela sua margem esquerda desaguam os rios Morim, Preto e Pacuí (SILVA, 2006). O Rio Salitre escoar na direção Sul/Norte, tem uma extensão de 333,240 km, abrange uma área de 13.467 km<sup>2</sup> com um perímetro de 640 km. Possui uma forma alongada na direção S/SW – N/NE, apresentando a porção mais larga no trecho do alto Salitre, estreitando-se até a confluência com o Rio São Francisco. A bacia do Rio Salitre encontra-se 100% inserida no “polígono da seca”, apresenta longos períodos de estiagem intercalados com estações chuvosas curtas e irregulares, com precipitação média anual em torno de 500 mm (GRH, 2004). Possui uma distribuição bastante irregular da chuva e mostra a maioria de seus cursos d’ água secos, em grande parte do ano. GRH (2004) menciona que a bacia do salitre apresenta problemas de disponibilidade hídrica, relacionando com o baixo índice pluviométrico e uma distribuição temporal e irregular das chuvas, o que dificulta o escoamento superficial. O Rio Salitre e seus afluentes são enquadrados como intermitentes, ou seja, secam nos períodos de pouca chuva entre os meses de agosto a outubro e nos meses de fevereiro a abril mostra escoamento superficial (GRH, 2004). A área estudada situa-se no médio Salitre e encaixa-se em litologias carbonáticas do Grupo Una (Formação Salitre) e da Formação Caatinga. As rochas calcárias, em alguns casos, sofrem intensa solubilização originando o conhecido relevo cárstico, onde ocorrem a formação de cavidades subterrâneas possibilitando que o fluxo de água superficial desapareça em subsuperfície, são os sumidouros. O escoamento subterrâneo retorna à superfície nos locais denominados de ressurgência. O riacho da Conceição é um grande exemplo. O mapa de APPs (Anexo) retrata tal fato observando-se o sumidouro a montante da Toca dos Ossos e a ressurgência na margem direita do Rio Salitre.

Na Figura 11 observe-se que a tendência do fluxo de água subterrânea é no sentido da calha do Rio Salitre e na direção norte, ao encontro da confluência com o Rio São Francisco (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 11:** Mapa dos domínios aquíferos do Vale do Rio Salitre.

## 4.6 | Vegetação – Caatinga

A cobertura vegetal ocorrente na área de influência indireta (município de Ouro-lândia) corresponde às Fitofisionomias de Savana Estépica (Caatinga) e Contato Caatinga-Floresta Estacional Decidual Submontana (IBGE, 1992), dentro do Bioma Caatinga. Muito da vegetação original foi perdido, mas ainda é possível verificar sua presença em fragmentos não ocupados pela agropecuária e mineração, principalmente nas proximidades de lugares úmidos. Nas áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada estes fragmentos apresentam mais características da Caatinga do que do Contato Caatinga-Floresta Estacional, uma vez que existe domínio do primeiro sobre o segundo. O bioma Caatinga é dominado por um dos poucos tipos de vegetação cuja distribuição é totalmente restrita ao Brasil (FERRI, 1979), no domínio de climas semiáridos, ocupando a quase totalidade da área pertencente aos estados nordestinos e o norte de Minas Gerais. Cobre uma porção significativa de 11,67% do território nacional se contarmos com as áreas de transição para outros biomas (CAMACHO e BAPTISTA, 2005), estende-se de 2°54' a 17°21' S e sua cobertura é estimada entre 800.000 e 935.000 km<sup>2</sup> (54,53 %) da área da região Nordeste (IBGE, 2005; RODAL & SAMPAIO, 2002; TABARELLI & SILVA, 2003). Atinge o nível do mar nos estados do RN, CE e PI, mas nos estados da Bahia e de Minas Gerais encontra-se a uma altitude média entre 400-700m, podendo excepcionalmente ultrapassar a altitude de 1.000m, em pontos de contato com as montanhas da Cadeia do Espinhaço (Chapada Diamantina na Bahia e Serra do Espinhaço em Minas Gerais) (TAYLOR & ZAPPI, 2004). É um bioma com relativa riqueza biológica e endemismos, possuindo um complexo de vegetação decídua e xerófila, heterogêneo quanto à fisionomia e estrutura, mas relativamente uniforme quanto à composição



(RIZZINI, 1979). A ocorrência de secas estacionais e periódicas estabelece regimes intermitentes aos rios e deixa a vegetação sem folhas, que volta a brotar enverdecendo a paisagem nos curtos períodos de chuvas (IBAMA, 2006).

O bioma possui 123 Unidades de Conservação, das quais 41 de Proteção Integral e 82 de Uso Sustentável. Em termos de superfície, a Caatinga conta com apenas 5,7 milhões de hectares protegidas, das quais apenas 1,1 milhão em Unidades de Proteção Integral. Considerando a área do bioma, aproximadamente 85 milhões de hectares, isto representa apenas 6,7 e 1,3% respectivamente. A Bahia possui 4 Unidade de Conservação Federais, 13 estaduais, 2 municipais e 8 RPPN's (CNIP, 2010).

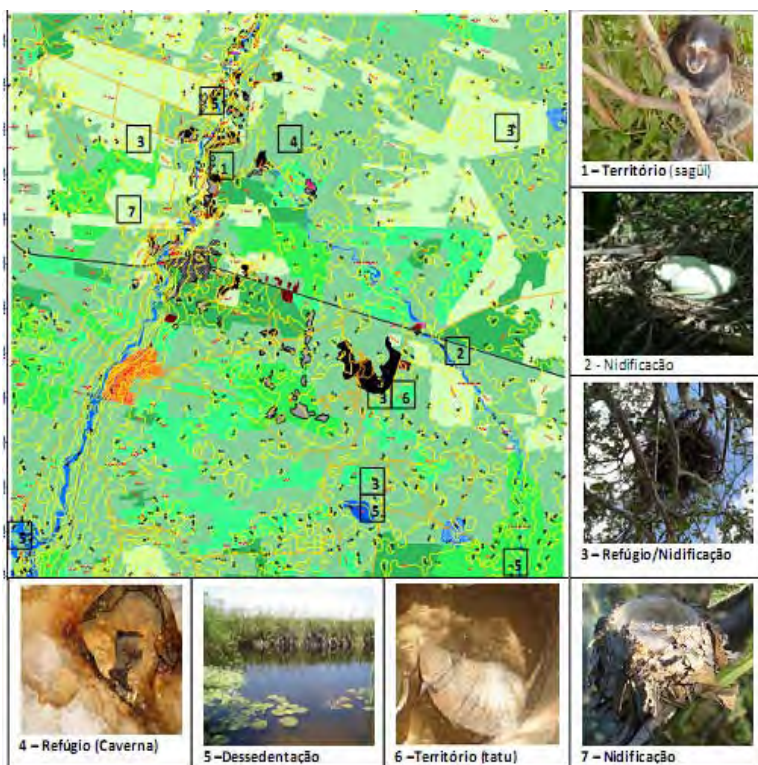
#### **4.7 | Descrição da Fauna Estudada**

Realizou-se a caracterização da fauna autóctone utilizando metodologias específicas que atendessem as necessidades e peculiaridades de cada grupo animal. Assim sendo, buscou-se o reconhecimento das espécies com ocorrência no trecho do empreendimento, assim como nas áreas de influência direta e indireta. Entre os recursos metodológicos, foram utilizadas a observação direta e a realização de entrevistas, que auxiliaram na confirmação das espécies de difícil visualização “in loco” como mamíferos, répteis e anfíbios. Os dados coletados em campo foram confrontados com as informações bibliográficas sobre ocorrência, distribuição e status das espécies. O esforço amostral (total de 100 horas de campo) percorrendo as trilhas se deu no início da manhã e no final da tarde, preferencialmente. Mamíferos: para o levantamento da mastofauna, foram feitas observações diretas utilizando a técnica de Transectos Lineares, percorrendo a pé ao longo de trechos de trilhas já existentes na área. Procura por

vestígios, ou seja, pegadas e/ou animais mortos. Os animais foram identificados segundo a bibliografia (CABRERA, 1961; SILVA, 1994; EMMONS, 1997; FREITAS E SILVA, 2005). Aves: para o levantamento da avifauna, foram feitas observações diretas com binóculos, utilizando a técnica de Transectos Lineares, percorrendo a pé ao longo de trilhas já existentes na área observação de ninhos, restos de animais mortos e vocalizações. Foram utilizados o guia de campo (SOUZA, 2004) e bibliografia especializada (SICK, 2001). Répteis e Anfíbios: para o levantamento da herpetofauna, répteis e anfíbios, foram feitas observações diretas nos açudes, cursos d'água e sob troncos caídos, ocos de árvores e sombras. Os animais foram identificados segundo a bibliografia (PETERS; OREJAS MIRANDA, 1971; MARQUES et al., 2001; CAMPBELL; LAMAR, 2004; KWET; DI-BERNARDO, 1999; FREITAS e SILVA, 2005).

Invertebrados: os mesmos foram levantados à medida que ocorriam os levantamentos florísticos e fitossociológicos os quais foram encontrados na vegetação natural e antrópica, solo, serrapilheira, nos cursos d'água e nas empresas visitadas. Fez-se, também, entrevistas com os moradores e trabalhadores locais com utilização de guias de invertebrados. (FREITAS e SOUZA, 2006 e BURNIE, 2000).

A Figura 12 apresenta alguns exemplos encontrados das espécies da fauna nas áreas de ocorrência, abrigos, áreas territoriais, sítios de reprodução e desenvolvimento das crias (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).



Fonte: Sá Filho, R. J. et al., 2012.

**Figura 12:** Áreas de ocorrência, abrigos, áreas territoriais das espécies, sítios de reprodução e desenvolvimento das crias em Orolândia – BA.

#### 4.8 | Meio Socioeconômico

O Mármore foi descoberto na região na década de 50 e a atividade de extração teve início na década de 70, período no qual não havia uma legislação mais efetiva de gestão ambiental. O recurso mineral encontrado na região, nesse primeiro momento, foi

chamado de Mármore Marta Rocha, em alusão à Miss Brasil, pois as duas “Rochas” tinham origem baiana. Com o tempo, internamente passou-se a chamar de Mármore Bege Bahia e, internacionalmente, é conhecido com Bahia Travertine. A região do Vale do Rio Salitre é a maior produtora de Mármore Bege Bahia no Brasil, uma das rochas mais consumidas no país. Ourolândia detém 90% das reservas, seguida por Campo Formoso, Mirangaba e Morro do Chapéu (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

O diagnóstico socioambiental da referida região foi desenvolvido em três diferentes macro atividades, conforme o apresentado a seguir: pesquisa documental, que se configura no levantamento de dados secundários, através de análise de estudos e dados técnicos pré-existent, revisão bibliográfica, jornais, documentos e dados estatísticos disponíveis nos diversos órgãos, entidades e empresas privadas (IBGE, CRA, SEI, SEPLAN, CONDER, teses, estudos anteriores, entre outros).

É válido ressaltar, desde já, que os dados encontrados no IBGE fornecem uma noção geral da situação do município, pois os mesmos foram, em sua maioria, constituídos a partir do censo realizado, há 10 anos, período no qual o município tinha apenas 10 anos de emancipação; assim, estão defasados. Contudo tais dados possibilitaram análises comparativas, no que tange às características do município e ao processo de desenvolvimento econômico, estrutural e de serviço. Esta primeira etapa forneceu os elementos preliminares de identificação do município de Ourolândia, que serviu de suporte para a etapa seguinte. Cabe ressaltar que esse procedimento se perpetua ao longo de todo o estudo. A segunda atividade referiu-se ao reconhecimento da área de estudo e levantamento dos dados secundários no próprio município de Ourolândia. Nesta fase do trabalho de campo

realizou-se a primeira campanha de campo, que se constituiu numa etapa fundamentalmente de observação, a qual objetivou identificar as diversas localidades do estudo, povoados, empresas, vias de acesso, fontes hidrográficas (barragens, rios, poços), associações e informantes.

A segunda campanha de campo, (já com uma paisagem verde, após período de chuva, totalmente diferente da primeira incursão) objetivou percorrer os povoados e assentamentos que estão na poligonal, identificar associações e lideranças locais, como também levantamento de dados secundários junto à Prefeitura e secretarias municipais. Realizou-se, também, o levantamento de coordenadas geográficas para a elaboração de mapa georreferenciado da área estudada.

Na terceira etapa realizou-se o levantamento de dados primários. Conjuntamente, a primeira e segunda atividades forneceram os elementos necessários para a elaboração do instrumento de coleta de dados para a etapa seguinte (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

## **4.9 | Avaliação do Impacto Ambiental**

Os estudos ambientais realizados na faixa do município de Ourolândia, onde concentram-se as atividades diretamente ligadas ao recurso mineral denominado de Mármore Bege Bahia, salientam os impactos ambientais resultantes dos diversos processos desenvolvidos. Constatou-se, como era esperado, a existência de impactos ambientais de magnitudes variadas resultantes da ação das diferentes atividades produtivas sobre o meio ambiente. Verificou-se que entre os impactos mais relevantes aqueles que interagem com o meio socioeconômico são os que apresentam valores no patamar mais elevado. Estes impactos são de característica positiva e resultam em benefícios

para a comunidade gerando empregos e, consequentemente, uma maior distribuição de renda. Exige, também, contrapartida do poder municipal na melhoria da infraestrutura local. Os impactos positivos, na maioria das vezes, são de ignição lenta e o efeito é retardado, demorando a mostrar sua importância e, consequentemente, sua relevância em relação às demais alterações ambientais. A cidade de Ourolândia retrata a ação positiva dos empreendimentos relacionados ao Mármore Bege Bahia ressaltada pelo comércio variado com supermercados, lojas de moda e artigos de presente. Observa-se a existência de veículos novos e, principalmente, a presença marcante de motocicletas modernas. Os empreendimentos relacionados à mineração de Mármore podem ser considerados, atualmente, como o principal meio econômico da região, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento dos municípios onde ocorre o Bege Bahia. Entretanto, destaca-se a ação da atividade produtiva no meio físico e biótico, quando determinadas atividades provocam alterações ambientais profundas, muitas delas, de caráter direto, longa duração ou mesmo irreversível.

A extração do Mármore remonta ao ano 1970, quando inexistiam preocupações com o meio ambiente e com o desenvolvimento sustentável e a extração era muitas vezes predadora, ou seja, os mineradores procuravam extrair a substância mineral nos locais que apresentassem mais facilidades de acesso e aparentemente possuísem melhor qualidade.

O desconhecimento da tipologia do jazimento aliado aos equipamentos inadequados e muitas vezes improvisados conduzia a resultados negativos e os locais eram abandonados (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).



**Figura 13:** Frentes de lava abandonadas.

Outro fato observado, que ratifica a degradação provocada pela ausência de pesquisa mineral no início da exploração do calcário Caatinga como Mármore, é que praticamente todas as cavas antigas estão associadas aos afloramentos do calcário, quase sempre lapiezado. No início o alvo preferencial eram os paredões existentes ao longo do Rio Salitre. O resíduo era lançado pela borda do paredão para o leito do rio. Na área estudada vê-se que o trecho do rio Salitre, situado a norte do povoado de Barragem, foi alvo de intensa extração com lançamento de resíduos no leito do rio.

Observa-se na região inúmeras cavas antigas e abandonadas sem que fossem alvo de qualquer medida de recuperação. Algumas mostram, atualmente, indícios de recuperação natural, outras se

mostram ótimos reservatórios de água pluvial, sustentando volumes razoáveis durante longos períodos de estiagem.

O empilhamento de blocos e rejeitos, formando elevações sem cobertura de solo e vegetação. Em alguns locais constituem abrigos para fauna de pequeno porte (ratos, cobras, calangos etc.) que retornam aos locais degradados.

Observou-se que os danos ambientais identificados são na sua grande maioria resultante de empreendimentos não relacionados à atividade mineradora e sim pelas atividades agropecuárias que em décadas passadas atuaram fortemente na região, destacando-se o algodão e posteriormente a pastagem e o sisal. A atividade agropecuária provocou acentuada redução da vegetação local. Observou-se que a porção do Rio Salitre, a montante do distrito de Barragem, apresenta-se com a mata ciliar completamente removida. A mesma situação pode ser constatada ao longo do Riacho da Conceição. No mapa de localização dos empreendimentos (Anexo) esta situação é bem caracterizada, pois não existem atividades mineradoras nos trechos mencionados, à exceção de duas áreas de lavras (L13 e L14) e duas de beneficiamento (B20 e B21).

No trecho norte do Rio Salitre, entre os povoados de Barragem e de Alazão, a vegetação ciliar sofreu degradação provocada por ambas as atividades: mineração e agropecuária. No entanto, sabe-se que, pelo processo de ocupação histórica do rio Salitre e riacho da Conceição, a ocupação se deu pela agropecuária e como neste estudo analisa-se o passivo existente, não se pode concluir que a mineração cooperou significativamente para a degradação existente, pois se observa que o desmatamento para a atividade se dá de forma pontual, preservando alguns fragmentos de vegetação. Certamente há a geração de impactos, sobretudo pela



fragmentação do ecossistema que compromete a formação de corredores biológicos; porém, dentro de uma análise de paisagem, onde a matriz predominante é a atividade agrícola, a contribuição com a geração do passivo pela mineração foi avaliada neste contexto de sobreposição de atividades e impactos (SÁ FILHO, R. J. et al., 2012).

#### **4.10 | Estratigrafia**

A estratigrafia da bacia compreende um embasamento que é representado, a noroeste da bacia, pelas rochas paleoproterozoicas atribuídas ao Complexo Xique-Xique, uma associação de quartzito, itabirito e silexito, de ocorrência restrita. As rochas do Supergrupo Espinhaço contornam toda a Bacia de Irecê, atuando como substrato para as rochas neoproterozóicas. O Grupo Paraguaçu é composto por arcóseos, siltitos, folhelhos e raros níveis conglomeráticos, que registram a transição de ambientes continentais até marinho raso (SANTOS, 2019).

O Grupo Chapada Diamantina representa um novo ciclo de sedimentação e inclui duas sequências sedimentares que correspondem as Formações Tombador e Caboclo, mais basais, e a Formação Morro do Chapéu no topo.

A Formação Tombador é constituída por rochas sedimentares clásticas, que tem idade superior a um bilhão de anos. Elas são compostas por conglomerados e arenitos de fácies eólica, fluvial e deltaica com predominância da primeira (SANTOS, 2019).

Em seguida está a Formação Caboclo, que atribuíram idade cambriana. A Formação Caboclo consiste em uma alternância de argilitos e siltitos, que são interpretados como depósitos de

planície de maré, os quais transgrediram sobre a Formação Tombador

Sobrepondo as Formações Tombador e Caboclo está a Formação Morro do Chapéu. A Formação Morro do Chapéu é constituída, na sua porção basal, por sistemas fluviais que retrabalham os sedimentos superiores da Formação Caboclo. Os dois terços superiores restantes, pertencentes a esta formação, correspondem a depósitos de arenitos médios associados a uma ampla desembocadura estuarina influenciada por correntes de maré e ondas.

Sedimentos glaciais da Formação Bebedouro (diamictitos e tilitos) se depositaram na bacia e posteriormente foram cobertos por uma espessa sequência de carbonatos da Formação Salitre, depositada em um ambiente de planície de maré e em discordância angular e erosiva sobre o embasamento.

A Formação Salitre é caracterizada por carbonatos de origem marinha rasa, sendo constituída por calcilitos, margas, silexitos, calcarenitos, calcissilitos, argilitos, dolomitos e laminitos algais (SANTOS, 2019).

Os calcretes Caatinga fazem parte das coberturas neógenas-quarternárias dessa bacia e estão inseridos na Formação Caatinga; essa formação pode ser dividida em três unidades:

- i) calcários esbranquiçados laminados a maciços, pulverulentos correspondendo diretamente aos calcretes Caatinga;
- ii) tufos calcários fossilíferos e
- iii) “areia” carbonáticas no leito das drenagens. Os tufos calcários do Rio Salitre constituem um depósito completamente independente e distinto do calcrete Caatinga. As areias

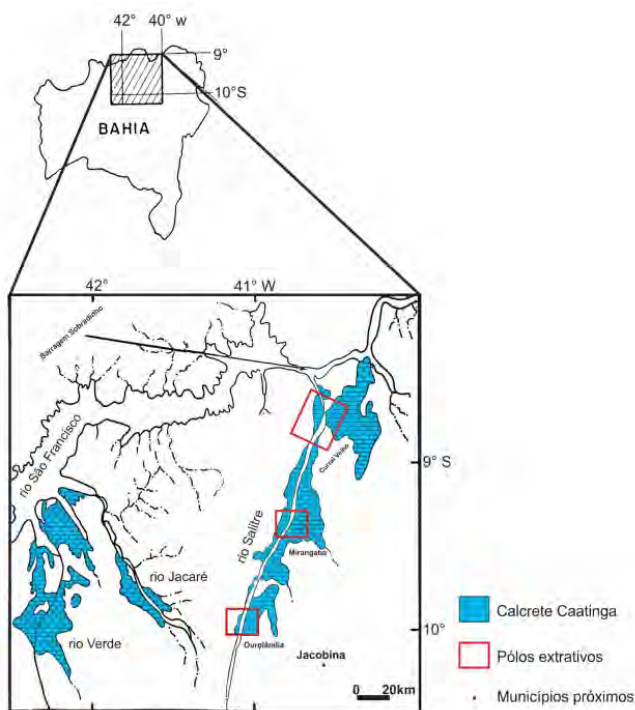
carbonáticas são fruto da precipitação da calcita por evaporação a partir de água saturadas em  $\text{CaCO}_3$  proveniente das formações carbonáticas mais antigas.

Esses calcretes são mais comuns na porção noroeste da bacia, com espessura variando de poucos centímetros a 5 metros, sendo pulverulentos e de coloração branca. Esses calcretes foram identificados juntamente com blocos de calcissiltitos e calcilutitos. A idade do calcrete Caatinga varia do Pleistoceno ao Holoceno (SANTOS, 2019).

O calcrete Caatinga é interpretado como resultado da dissolução e reprecipitação *in situ* de carbonatos da Formação Salitre (BORGES et al., 2016) e sua assinatura isotópica indica uma origem de água doce para essas rochas.

#### **4.11 | Distribuição dos Calcretes da Formação Caatinga na Bahia**

Segundo Santos, 2019, o calcrete da Formação Caatinga ocorre amplamente ao norte da Bahia, localizado na margem direita da bacia do rio São Francisco e distribuídos nos vales dos rios Verde, Jacaré e Salitre entre as coordenadas 40°00' W a 42°36' W e 9°00' S a 11°30' S (Figura 14). Os principais polos extrativos são os de Ourolândia, Mirangaba e Curral Velho (RIBEIRO, 2002), todos localizados no vale do Rio Salitre.



**Figura 14:** Distribuição dos calcretes da Formação Caatinga nos vales dos rios Verdes, Jacaré e Salitre e localização dos principais polos extrativos (PENHA, 1994; SANTOS, 2019).

## 5 | CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que os resultados indicaram um sistema de falhas e fraturas com orientação NW-SE, subordinadamente NE-SW e E-W. Esse sistema é registrado nas proximidades de Xique-Xique onde os carbonatos estão em contato com o embasamento cristalino. Com isso sugere-se aqui que o padrão de “sulcos”, que se verifica na formação Caatinga, tem uma herança com os eventos tectônicos que a Formação Salitre sofreu e esse padrão controla a formação de cavernas na região de Ourolândia-BA. As maiores elevações podem ser observadas no extremo NW e SE da área de estudo. São representadas geologicamente por manchas de sedimentos inconsolidados que parecem capear os carbonatos Caatinga e Salitre. As cotas mais altas da área de estudo atingem cerca de 597 metros nesses sedimentos, seu relevo no geral é plano a suavemente ondulado. É escassa a vegetação arbórea arbustiva nessa região e não foram observados cursos d'água nesse trecho. Uma segunda unidade de importância geomorfológica local são os sedimentos inconsolidados (TQD) que forma relevo positivo em relação aos carbonatos. A região estudada integra a sub-bacia hidrográfica do Rio Salitre, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. O Rio Salitre nasce na Chapada Diamantina, em Morro do Chapéu-BA na localidade conhecida como “Boca da Madeira” e deságua no Rio São Francisco a 20 km a montante de Juazeiro-BA, na localidade de Campos dos Cavalos situada a jusante da Barragem de Sobradinho. A cobertura vegetal ocorrente na área de influência indireta (município de Ourolândia) corresponde às Fitofisionomias de Savana Estépica (Caatinga) e Contato Caatinga-Floresta Estacional Decidual Submontana, dentro do Bioma Caatinga. Por fim, a extração do Mármore remonta ao ano 1970, quando inexistiam preocupações com o meio ambiente e

com o desenvolvimento sustentável e a extração era muitas vezes predadora, ou seja, os mineradores procuravam extrair a substância mineral nos locais que apresentassem mais facilidades de acesso e aparentemente possuísem melhor qualidade. O desconhecimento da tipologia do jazimento, aliado aos equipamentos inadequados e muitas vezes improvisados, conduzia a resultados negativos e os locais eram abandonados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. O cráton do São Francisco, Revista Brasileira de Geociências, ISSN: 0375-7536, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977.

BRASIL, A., 1982, Folha SE. 21 Corumba e parte da folha SE.20: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra / Projeto RADAMBRASIL, ISBN 2408140900.

BRITO NEVES, B.B., 1965. Notas preliminares sobre a hidrogeologia do Calcário Bambuí". Rev. Água Subterrânea, Recife, PE, 1, 3.

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.

GEOEXPLORE CONSULTORIA E SERVIÇOS LTDA. Investigação geológica e ambiental dos depósitos e áreas de ocorrências do Mármore Bege Bahia, na região situada entre os municípios de Ourolândia e Jacobina, a S e Campo Formoso, a N. Salvador: CBPM/COMIN, 2002. 135p., il.color.

MELLO, JR., J.L. 1938. Geologia e Hidrologia do Noroeste da Bahia. SGM. Boletim 90, Rio.

MOUTINHO DA COSTA, L.A. Projeto leste do Tocantins/Oeste do rio São Francisco; relatório final. Rio de Janeiro, DNPM/CPRM/PROSPEC, 1976. 11v. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM 2547).

OLIVEIRA, A.I. de; LEONARDOS, O.H. 1943. Geologia do Brasil. Serviço de Informação Agrícola, Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro. Serie didática 2. 813p.

PENHA, A.E.P.P. O Calcário Caatinga de Ourolândia, Bahia: Feições Diagnósticas, Gênese e Evolução de um Perfil Calcrete. 1994. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal da Bahia, Salvador. 114p.

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.

RIBEIRO, M.C.M. Ovo e fragmentos de cascas de ovos de dinossauros, provenientes da região de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v. 60, p.223-228, 2002.

ROXO, M.G. de O. Note on a new species of fossil Gasteropoda from Bahia, Brazil *Artemon andradai* sp. nov. An. Acad. Bras. Ci., Rio de Janeiro, 12 (4): 277-78. KEGEL, W. Estudos geológicos na zona central da Bahia. B. Div. Geol. Mineral. Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro, n. 198. 1959. 35 p. BRITO NEVES, B.B. de. Notas preliminares sobre a hidrogeologia do Calcário Bambuí. Água Subterrânea, Recife, 1 (3): 3-12, 1965.

SÁ FILHO, R.J.; MESQUITA, C.C.B.; SAPUCAIA, C.J.P.; PINHEIRO, R.C. Estudos Ambientais, Trabalho de consultoria realizado por RSA FILHO consultoria Geológica e Ambiental Ltda., 2012.

SANCHES, A.L.; MISI, A.; KAUFMAN, A.J.; AZMY, K. 2007. As sucessões carbonáticas neoproterozóicas do Cróton do São Francisco e os depósitos de fosfato: correlação e fotogênese, Revista Brasileira de Geociências, 37, 182-194.

SANTOS, R.M.O. Caracterização Petrográfica dos Calcretes da Formação Caatinga – Bahia, Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Geologia, 2019.



## SÉRIES CETEM

As Séries Monográficas do CETEM são o principal material de divulgação da produção científica realizada no Centro. Até o final do ano de 2024, já foram publicados, eletronicamente e/ou impressos em papel, mais de 390 títulos, distribuídos entre as seis séries atualmente em circulação: Rochas e Minerais Industriais (SRMI), Tecnologia Mineral (STM), Tecnologia Ambiental (STA), Estudos e Documentos (SED). A Série Iniciação Científica consiste numa publicação eletrônica anual.

A lista das publicações poderá ser consultada em nossa homepage. As obras estão disponíveis em texto completo para download. Visite-nos em <https://www.gov.br/cetem/pt-br/assuntos/repositorio-mineralis-e-biblioteca>.

### Últimos números da Série Tecnologia Ambiental

**STA-139 – Avaliação de risco ecológico da disposição dos resíduos oriundos da lavra e beneficiamento do mármore Bege Bahia.** Cristiane Andrade de Lima, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Caroline Martins de Sousa, Manuella de Lima Ribeiro e Pedro Paulo Cardoso Lima, 2025.

**STA-138 – Estudo de uma porcelana que ornamenta o mosaico da fonte do Jardim das Princesas do Museu Nacional do Rio de Janeiro.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Manuella de Lima Ribeiro, Marcelle Lemos de Amorim Cerqueda e Rosana Elisa Coppedê Silva, 2025.

**STA-137 – Pré-viabilidade econômica da utilização dos resíduos do mármore Bege Bahia na produção de pisos geradores de energia.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Gilson Ezequiel Ferreira e Pedro Paulo Cardoso Lima, 2025.

## **INFORMAÇÕES GERAIS**

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral  
Avenida Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária  
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ  
E-mail: [biblioteca@cetem.gov.br](mailto:biblioteca@cetem.gov.br)  
Homepage: <http://www.cetem.gov.br>

## **NOVAS PUBLICAÇÕES**

Se você se interessar por um número maior de exemplares ou outro título de uma das nossas publicações, entre em contato com a nossa biblioteca no endereço acima.

Solicita-se permuta.

We ask for interchange.



## Missão Institucional

Desenvolver tecnologias inovadoras e sustentáveis, e mobilizar competências visando superar desafios nacionais do setor mineral.

## O CETEM

O Centro de Tecnologia Mineral - CETEM é um instituto de pesquisas, vinculado ao Ministério da da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI, dedicado ao desenvolvimento, à adaptação e à difusão de tecnologias nas áreas minerometalúrgica, de materiais e de meio ambiente.

Criado em 1978, o Centro está localizado no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, na cidade Universitário, no Rio de Janeiro e ocupa 20.000m<sup>2</sup> de área construída, que inclui 25 laboratórios, 4 plantas-piloto, biblioteca especializada e outras facilidades.

Durante seus 47 anos de atividade, o CETEM desenvolveu mais de 800 projetos tecnológicos e prestou centenas de serviços para empresas atuantes nos setores minerometalúrgico, químico e de materiais.