

### 3. Estudos Básicos

Neste capítulo encontram-se informações sobre a jazida a topografia e sobre o patrimônio espeleológico, paleontológico, e arqueológico, tendo base também em estudo anteriores realizados por esta consultoria em projetos situados nas proximidades da área do empreendimento proposto. Cabe ressaltar que em paralelo a elaboração deste EIA/RIMA corre estudo arqueológico específico para o proposto projeto sobre suas áreas diretamente afetadas (ADA) e de influência direta (AID). Contudo, neste estudo já constam relação de imagens obtidos das áreas de ADA e AID obtidas durante trabalhos de campos deste EIA.

Os estudos aqui apresentados também foram elaborados através de consulta a literatura técnico-científica (que trata de recomendações sobre o diagnóstico arqueológico, espeleológico e paleontológico), instruções normativas e instrumentos legais que criaram diretrizes que norteiam o diagnóstico elaborado, além de visita “in loco”.

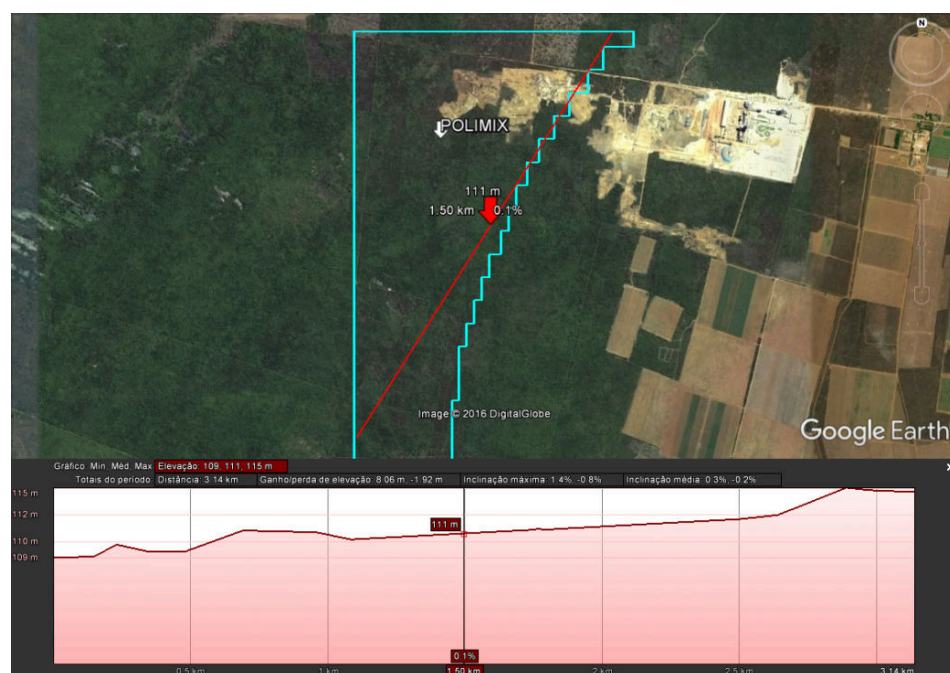
No planejamento de elaboração deste diagnóstico, as informações obtidas por meio dos indicadores selecionados (temas ambientais: arqueologia, espeleologia, e paleontologia das cavidades) foram sistematizadas, ordenadas e agrupadas. Esta síntese foi realizada para que possa subsidiar a tomada de decisão e a consecução da avaliação de impactos, prognóstico e medidas mitigadoras da exploração de calcário proposto pela **Mineração de Calcário Polimix** sob o patrimônio espeleológico, arqueológico e paleontológico.

Aqui também se agregam os estudos da flora relativos ao desmatamento, incluindo a parte florestal com o inventário florístico e fitossociológico.

#### 3.1. Topografia e Planimetria

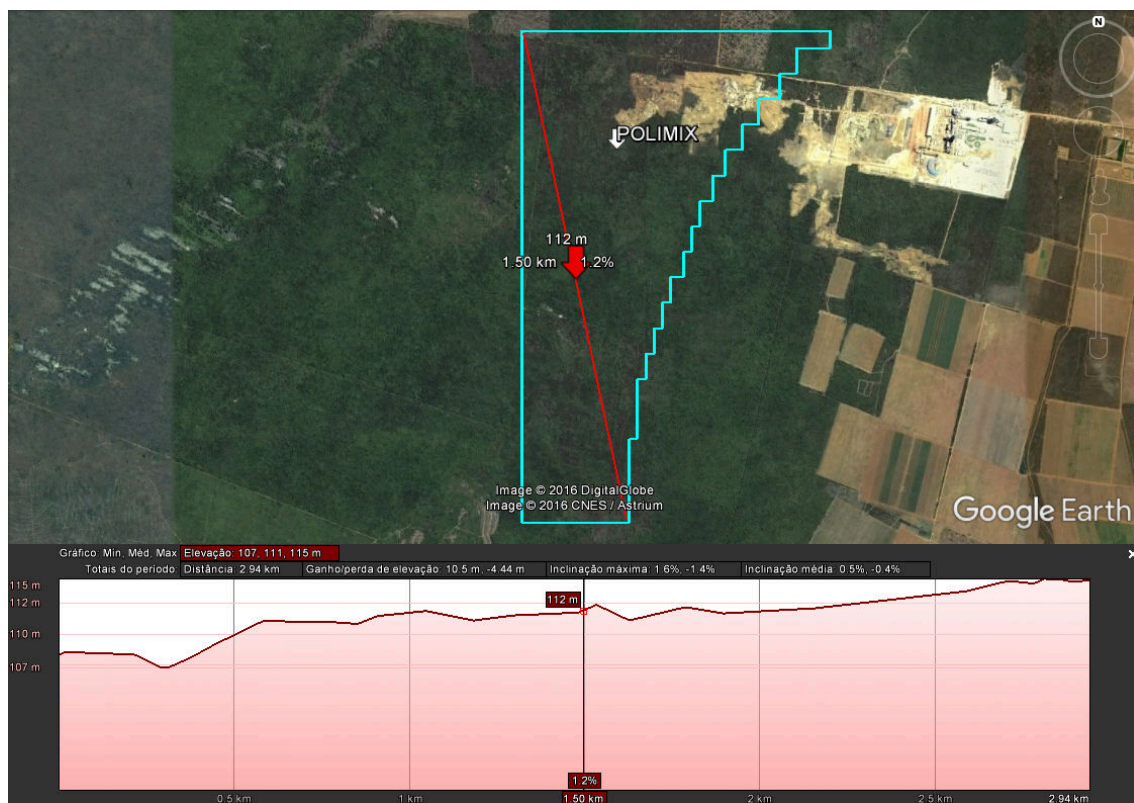
Foi realizada durante vistorias a área em apreço com GPS de mão, com acurácia média de  $\pm 3\text{m}$ . Uma precisão maior não é requerida devido à relativa monotonia geomorfológica do terreno, de extensa horizontalidade. Assim, informações obtidas ao longo do reconhecimento de campo e com auxílio de perfis observou-se o terreno com elevações que varia em média de 107 a 115 m, ou seja, uma diferença de cota de 8 metros, como se pode observar através dos perfis demonstrados nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3, respectivamente NE – SO, NO – SE, e N – S, no qual demonstra suave caimento do para todo quadrante norte.

Figura 3.1 – Perfil Topográfico NE - SO



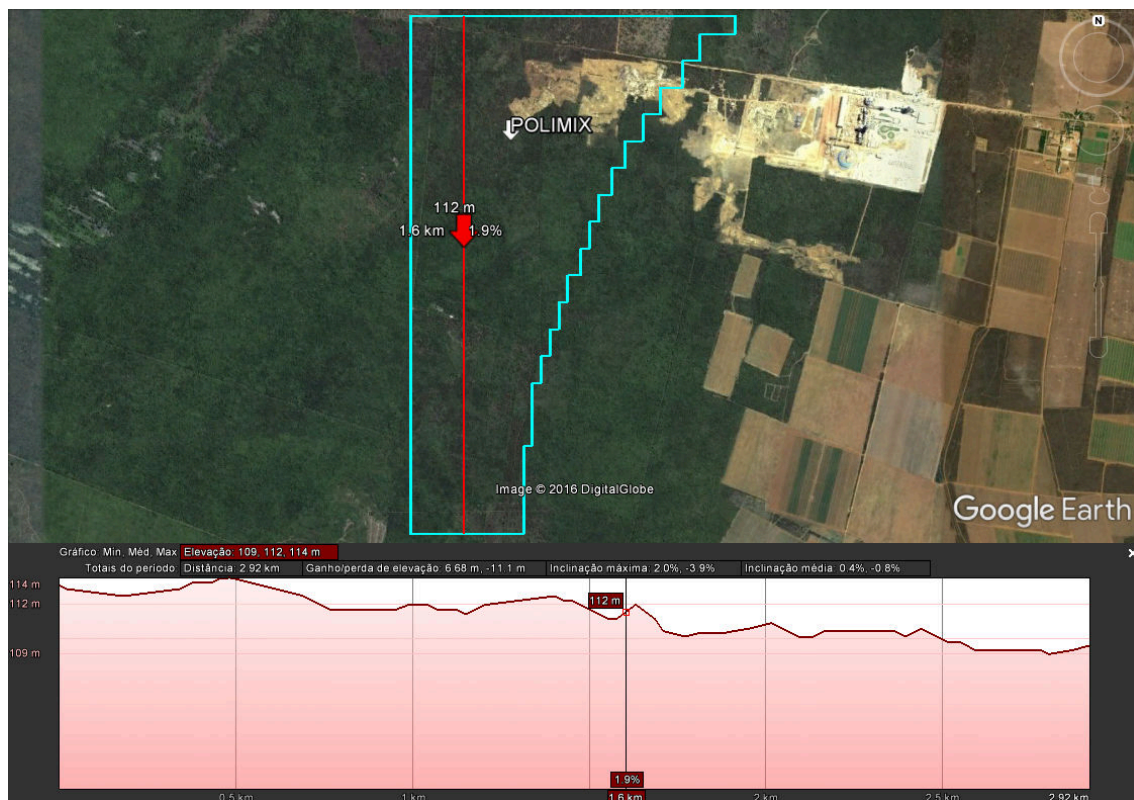
Elaboração: INFOambiental a partir da Fonte: Google Earth Pro, 2016.

Figura 3.2 – Perfil Topográfico NO - SE



Elaboração: INFOambiental a partir da Fonte: Google Earth Pro, 2016.

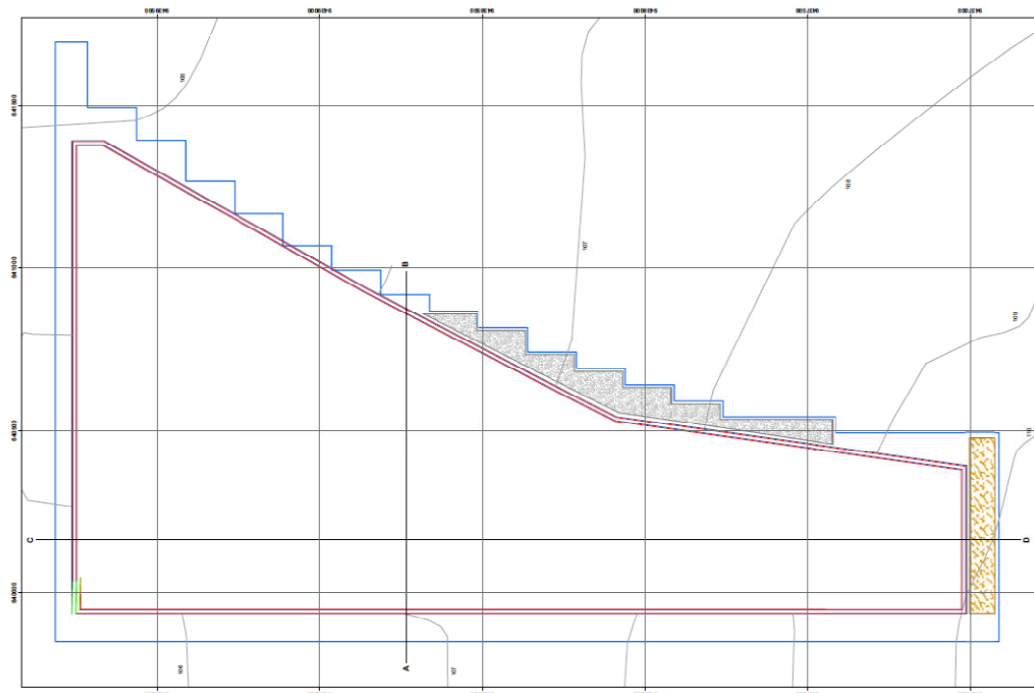
Figura 3.3 – Perfil Topográfico S - N



Elaboração: INFOambiental a partir da Fonte: Google Earth Pro, 2016.

O levantamento topográfico confirmar o que através dos demais recursos utilizados previam que se trata de uma área plana e que suavemente declina para o setor norte da propriedade.

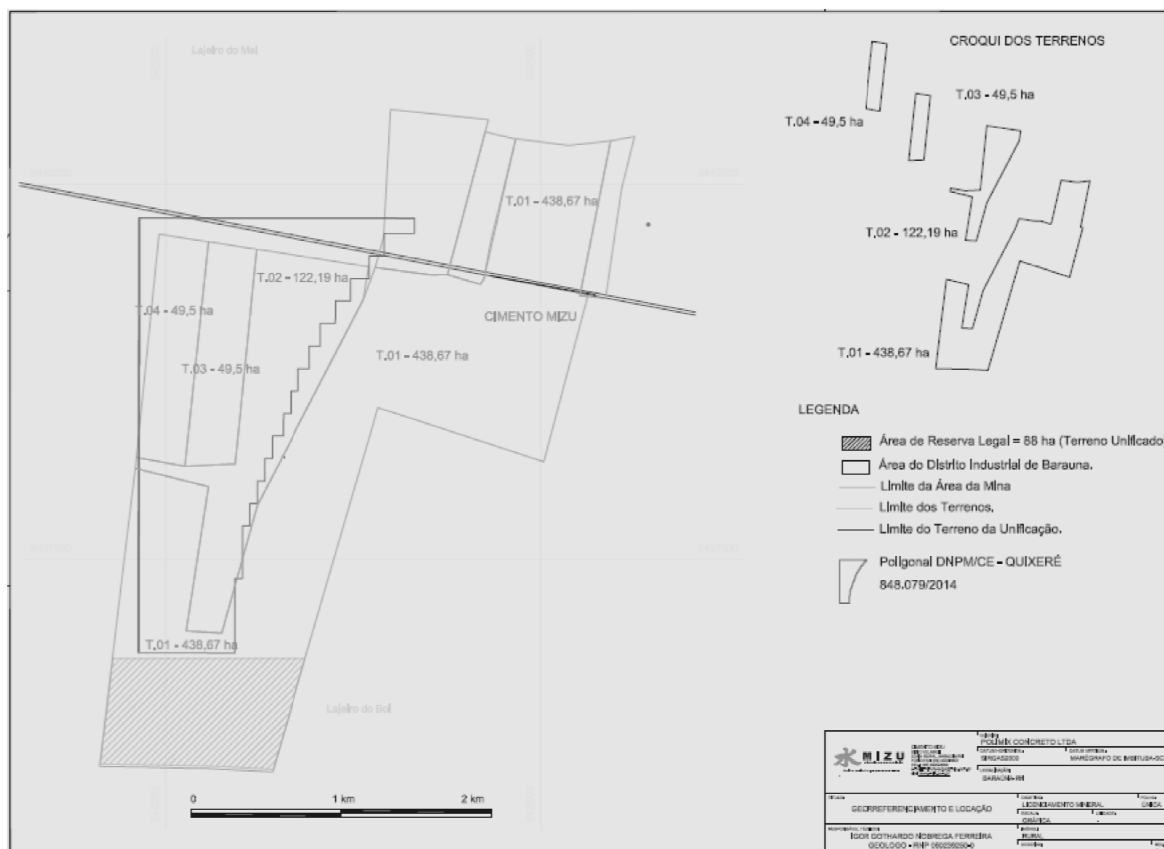
Figura 3.4 – Levantamento Topográfico



Fonte: Polimix.

Quanto o levantamento das áreas do empreendimento, cabe destacar que o polígono da área do Processo DNPM nº 848.079/2014 registrada no Estado do Ceará é de 292,37 hectares, e está contígua a outra área também pertencente ao Grupo Polimix, porém registrada no Estado do Rio Grande do Norte, por isso em um levantamento planimétrico compartilha suas propriedades, inclusive reserva legal, como se observa nas ilustrações das Figuras 3.5.

Figura 3.5– Croqui dos Terrenos Envolvidos



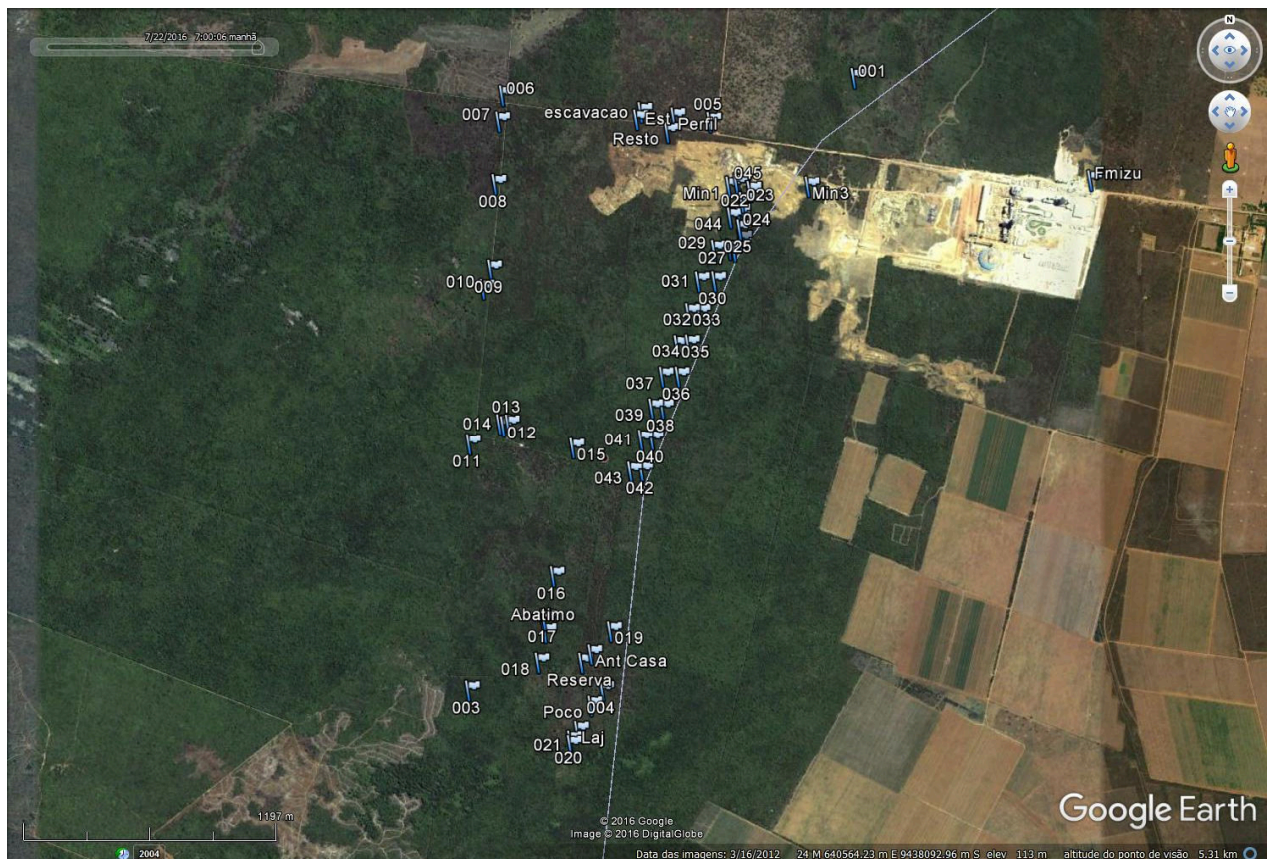
Fonte: Polimix.



### 3.1.1. Controle de Campo

Nos trabalhos de campo a INFOambiental fez a conferência de pontos em GPS de mão no DATUM WGS 84, a fim de verificar a existência de limites (entre Estados) e pontos destacados do terreno. O levantamento foi plotado no sistema Google Earth sobre imagem de satélite resultando na apresentação da Figura 3.6.

Figura 3.6 – Checagem de Pontos em Campo



Elaboração: INFOambiental, 2016, sobre imagem Google Earth, 2012

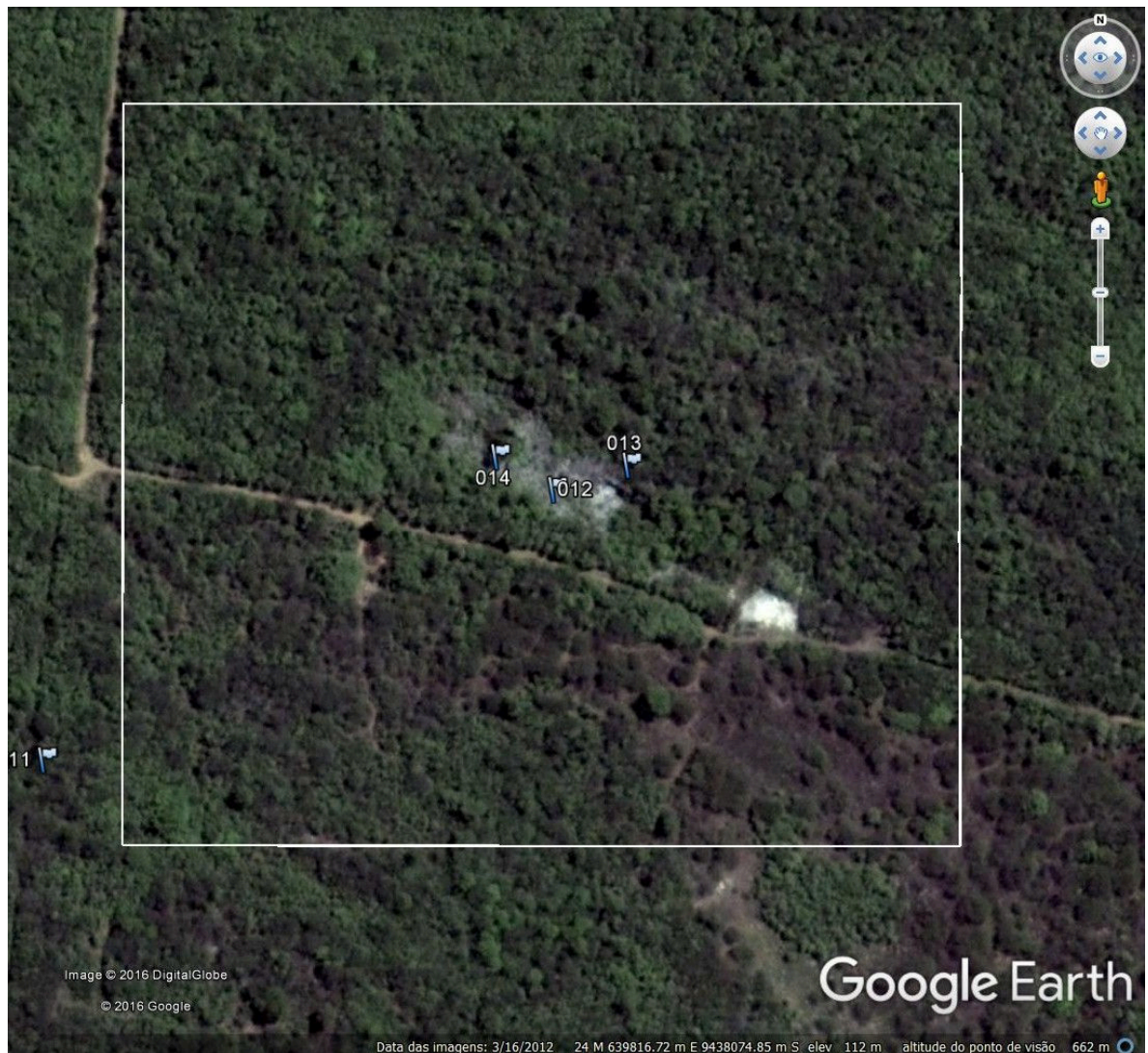
Nesse levantamento foi identificado um afloramento calcário denominado Lajado do Boi, tendo em consideração o esqueleto de um boi encontrado no local. Conforme se pode ver na documentação fotográfica o local tendo calcário aflorante e fraturas é propício para exploração arqueológica e sendo assim ficou delimitada uma área mínima de cem metros no entorno como excluída do processo de mineração até que um diagnóstico mais completo seja feito, dentro do princípio da precaução. A ilustração da Figura 3.7 mostra o detalhe da área de exclusão montada na imagem de satélite.



Um dos aspectos geológicos que incluem esse lajedo como área prioritária para pesquisa é uma marca de subsidência recente, onde o bloco calcário superior desabou deixando a mostra um arbusto. Este arbusto é prova da atualidade da subsidência, na qual a cavidade não se presta a conter restos arqueológicos e/ou fósseis, os quais demandariam período de tempo bem superior ao do arbusto para se depositarem, todavia o lajedo tem outros afloramentos e fica restrito de ocupação. Não há impedimento para a mineração, pois o local encontra-se fora da cava até o ano 10.



Figura 3.7 – Detalhe do Lajedo do Boi



Elaboração: INFOambiental, 2016, sobre imagem Google Earth, 2012

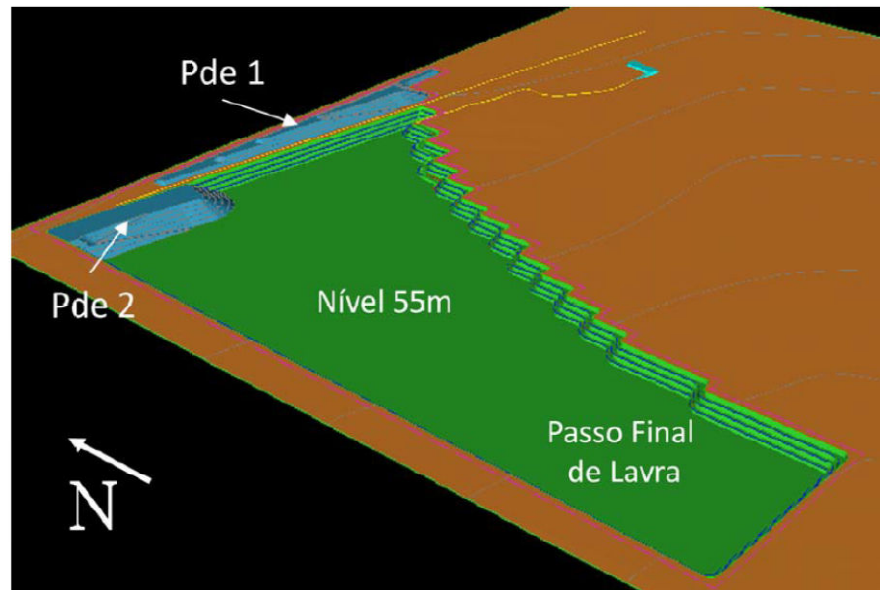
Como se verifica na ilustração a zona de exclusão compreende aproximadamente 4 ha, inclusive fora do domínio dos terrenos matriculados nos quais se fará a mineração e onde não se admitirá mineração até que a área tenha sido detalhada sob a perspectiva técnico ambiental e arqueológica, e autorizada pelo IPHAN, o que se recomenda buscar nas próximas fases do licenciamento ambiental, tendo um dos planos de controle e monitoramento listados no Capítulo 11 a finalidade de fazer esse detalhamento na perspectiva da cavidade e seu detalhamento, inclusive arqueológico.

### 3.2. Jazimento

O processo no Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM está sob o nº 848.079/2014. A poligonal do processo junto ao DNPM está inserida em terrenos próprios do Grupo Polimix, e que atualmente corre em paralelo processo de mudança de titularidade a passar para a titularidade em nome do pedido desse processo de licença prévia, no caso **Polimix Concreto Ltda.**

No âmbito geral da jazida, a substância mineral a ser utilizada é o calcário. A mineração será desenvolvida a céu aberto, em níveis, ensejando a utilização de calcários com variadas concentrações de óxido de cálcio, permitindo assim blendagem de tipos e a consequente racionalização de utilização da jazida.

A Figura 3.8 apresenta a projeção final da cava, onde a Lavra na Jazida de Calcário será realizada a céu aberto, em cava descendente, com bancadas em geral de 10 metros de altura (máximo 15 m), alcançando nível final de 55 metros de profundidade.

*Figura 3.8 – Projeção do Processo Final de Lavra*

Fonte: Polimix.

### 3.3. Espeleologia

#### 3.3.1. Introdução

Entende-se por cavidade natural subterrânea, popularmente conhecida como “caverna”, todo e qualquer espaço subterrâneo acessível ao homem, com ou sem abertura identificada. Sendo conhecida, também, como gruta, lapa, toca, abismo, fuma ou buraco, estando inclusos em seu ambiente conteúdo hídrico e mineral, sua fauna e flora características e o corpo rochoso onde estes estão inseridos, desde que tenham sido formados através de processos naturais, independente das dimensões e do tipo de rocha encaixante, como descrito no Parágrafo único do Artigo 1º do Decreto nº 6.640, de 07 de Novembro de 2008. Este instrumento legal foi um dos princípios norteadores deste levantamento básico.

Este geossistema possibilita o desenvolvimento de estudos na área científica, investigações em diversos campos de conhecimento, contribuindo assim para o crescimento social e econômico quando utilizado de maneira adequada. Podem, ainda, ser aproveitados para lazer, através de práticas esportivas, recreativas e de contemplação, desde que o seu ambiente seja respeitado e conservado. Estes aspectos são importantes em um levantamento do patrimônio espeleológico, como o da **Mineração de Calcário Polimix**, para a construção de cenários futuros de atividades associadas às possíveis cavidades (atividades econômicas, turísticas, científicas, etc.), após a emissão de licenças ambientais.

Esses ambientes de karst, assim denominados em função de seções tipo entre o norte da Itália e antiga Iugoslávia, são de grande importância para o armazenamento de água, com a recarga de aquíferos. A denominação da região se dá em função da palavra Eslovena KRAS, que significa nada menos que “campo de pedras calcárias”.

A dissolução das rochas calcárias pelas águas meteóricas produzem o karst, onde internamente podem haver cavidades, cujas algumas mais recentes possuem alto potencial científico, por possuírem informações sobre os processos geológicos, reconhecendo a origem, formação e as transformações da litologia local e do paleoclima anteriormente ocorrido numa região qualquer.

Algumas cavidades naturais conservam ainda, dentro de seu ambiente, informações culturais de povos do passado através de sítios arqueológicos e sítios fósseis, que possibilitam identificar espécies e vegetais fósseis. Estas comumente são abrigo de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, tanto da flora quanto da fauna. Economicamente podem, após planejamento ambiental adequado e com manejo espeleológico, constituir uma importante fonte de atividades como o turismo e esporte; atividades estas que beneficiam tanto a economia local quanto a economia nacional (CECAV/ICMBIO,2009).



As cavidades naturais subterrâneas dispõem de uma quantidade significativa de instrumentos legais para sua proteção, manutenção e preservação, principalmente por sua ocorrência em grande escala no território brasileiro e seu valor cultural, histórico, paleontológico, mineral e biológico. Parte dessas normas está discriminada no Capítulo 02 deste Estudo Prévio de Impacto Ambiental.

A Chapada do Apodi (como se pode verificar no Diagnóstico Ambiental no Capítulo 07 deste Estudo Prévio de Impacto Ambiental) faz parte da Bacia Sedimentar Potiguar e compreende uma unidade calcária onde o relevo atual é composto pela dissecação de rochas mais antigas, não correspondendo ao típico karst, considerando seu topo plano, bem diferente das formas aguadas dos relevos cársticos.

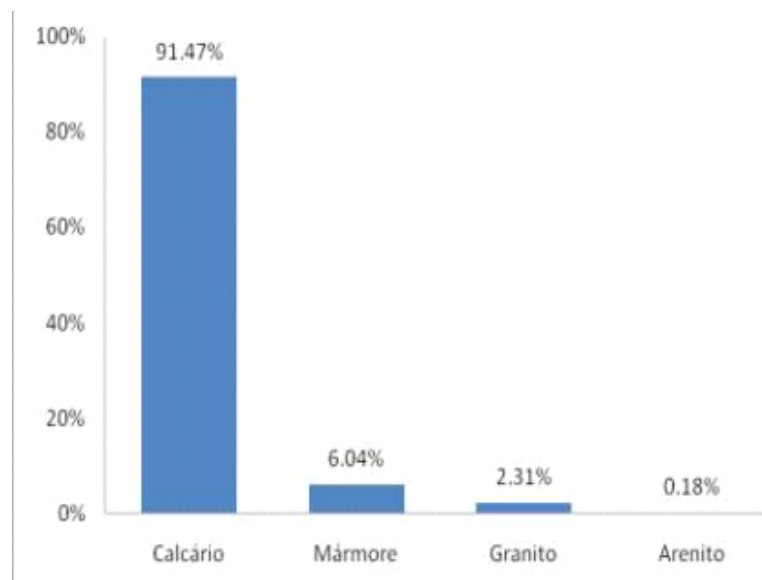
### 3.3.2. A Bacia Potiguar

A Bacia Potiguar está localizada no extremo nordeste brasileiro, incluída no Estado do Rio Grande do Norte e Ceará, entre 35° e 38° de longitude oeste e 4°50' de latitude sul, apresentando uma área total de 48.000 km<sup>2</sup>. Sua formação está relacionada com a fase de sequências flúvio-marinhas transgressivas na abertura do Oceano Atlântico Sul. Isso ocorreu quando as placas africana e sul-americana criaram uma depressão delimitada por falhamentos, devido ao processo de divergência das placas. Após esta separação dos continentes, ocorreu a deposição de arenitos e folhelhos fluviodeltaicos da Formação Açu e carbonatados da Formação Jandaíra, que ao decorrer do tempo sofreram erosão e formaram a grande quantidade de lajedos que há na área (Bertani et al. 1990).

Essa deposição ocorreu no cretáceo (Entre 145 e 65 milhões de anos passados), onde aquela região era um ambiente marinho (barra de maré e praia), característico por conter conchas de moluscos e ossos de organismos marinhos e que a partir de sua decomposição e sedimentação deram origem às rochas calcárias.

Os calcários da Formação Jandaíra são encontrados em mais de 90% das áreas de cavidades do Estado do Rio Grande do Norte, segundo informações do CECAV, como se pode constatar no Gráfico 3.1.

Gráfico 3.1 – Ocorrências de Cavernas por Litologia



Fonte: Cruz et al. (2010).

As feições de relevo mais próximas da condição cárstica estão em lajedos, sendo estes geralmente formados por rochas calcárias, podendo ser divididas fundamentalmente nos lajedos localizados nos seguintes Municípios: Jandaíra, Felipe Guerra/Apodi, Martins e Baraúna, no Estado do Rio Grande do Norte (Ferreira et al. 2010).

As cavernas desenvolvem-se em subsolos, mas nem por isso são fenômenos isolados, pois estão submetidos a vários processos geológicos e climáticos que modelam o relevo da superfície, mais frequentemente composto por rochas carbonáticas, que são rochas solúveis representadas basicamente pelos calcários: carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e dolamitos (carbonato de cálcio e carbonato duplo de cálcio e magnésio –  $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$ ) (Silva, 2009).

Nas áreas de ocorrência de cavernas, devido à ação da água ácida, através principalmente do fator químico (corrosão e dissolução) e, também, física (erosão) e com drenagem predominantemente subterrânea, se forma esse relevo onde a paisagem característica tem aspecto ruiforme, esburacado, frequentemente em vales fechados, onde são visíveis as macro-formações (dolinas, torres, pontes, arcos de pedra, grandes paredes verticais, canyons, sumidouros, ressurgências, abismos, cavernas) e as micro-formações (lápias e espeleotemas).

As cavernas que podem ou não estar presentes, são uma das formas no karst, e pode-se encontrar uma vastíssima gama de macro e microformas formadas como já foi abordado, pela ação química, principalmente subterrânea da água ácida e erosão da rocha carbonática que formam galerias, câmaras e outros condutos, mas também pela ação de dissolução irregular e descontínua da água ácida que penetra pelo solo, na rocha, por suas fendas, fraturas, laminações, formando principalmente as microformas, como: estalactites, estalagmites, colunas, cortinas, vulcões, flores, helictites, lápias, etc (Silva, 2009).

Litologicamente, a Formação Jandaíra é composta por calcários cinza a creme, de relativa homogeneidade, havendo ainda margas, calcarenitos cinza claros a amarelados, siltitos, folhelhos, argilitos e dolomitos creme. Níveis restritos e descontínuos de evaporitos (gipsita e celestita subordinada) ocorrem na base. Com relação à faciologia, trata-se de calcários biodetríticos, originados em ambiente marinho de águas rasas, relativamente quentes e movimentadas.

No lajedo popularmente como Lajedo do Boi identificou-se que as feições de fendas formadas no calcário da Formação Jandaíra, conforme indicado nas ilustrações da Figura 3.9.

*Figura 3.9 – Feições de Fendas formadas no Calcário da Formação Jandaíra (Lajedo do Boi)*



Elaboração: INFOambiental, 2016.

Afloram na área apenas rochas da Formação Jandaíra, representada por calcários micríticos, finos, apresentando ou não bioclastos, sendo as rochas de cor creme clara (raramente escura) a branca. (Gonçalves, 2009).

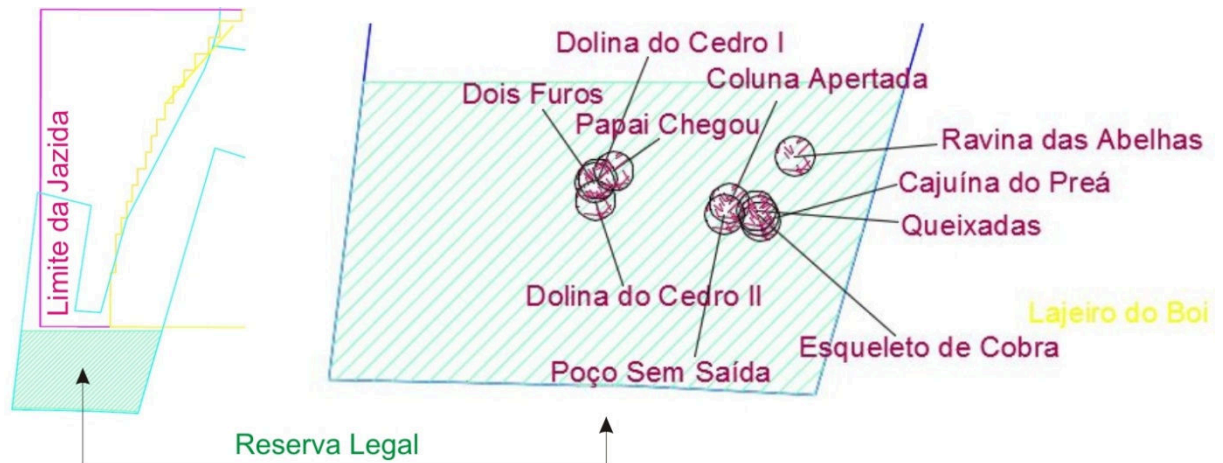
Observa-se na Figura 3.10 que corresponde à área de reserva legal (hachurada) que esta abrange a todas **as cavidades identificadas**, ou seja, estas **não correram o risco de destruição pelo avanço da mineração**, já que a reserva legal se trata de uma área obrigatoriamente preservada dentro da propriedade rural.



O Lajedo do Boi (Figura 3.11) fica na área de influência direta do projeto de mineração dentro dos limites municipais de Quixeré - CE. Nesse local existe uma gruta onde foram encontrados ossos bovinos (daí o nome), testemunhos de morcegos e cobras. Esse material foi fotografado e encontra-se na Documentação Fotográfica deste EIA/RIMA.

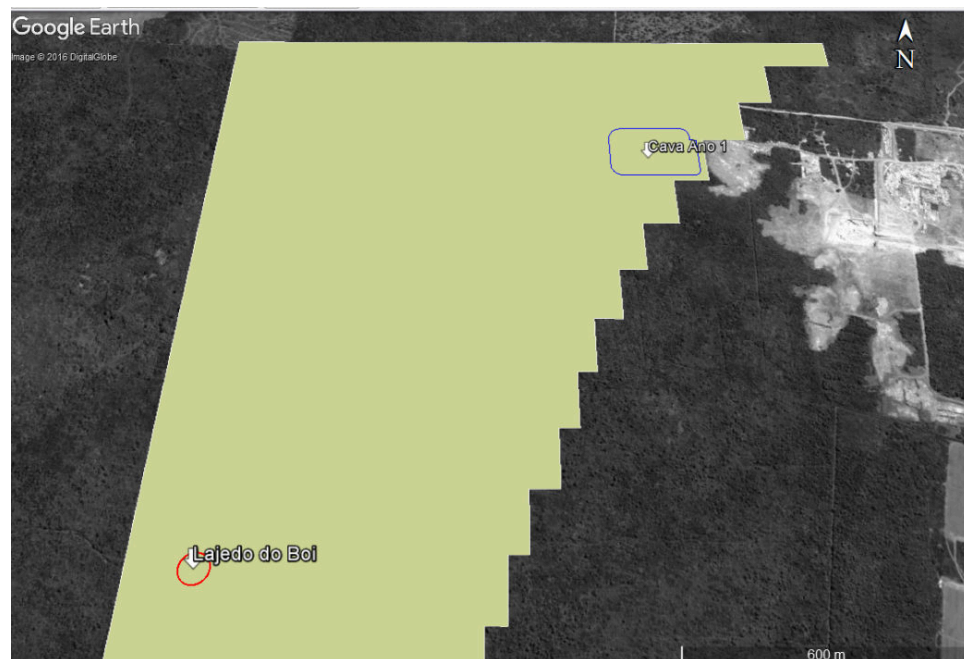
Este Lajedo é a cavidade mais próxima do local da mineração e dista 2.700 m do local da mineração (Cava Ano 1), da forma que existe no momento. Ainda assim, após a projeção de crescimento da mina (Cava Ano 10), a proximidade da mesma ao lajedado não atingirá 1.500 m.

Figura 3.10 – Relação das Cavidades e Abrigos Identificados na área de Reserva Legal



Fonte: Polimix.

Figura 3.11 – Croqui de Distância entre o Lajedo do Boi e a Cava Ano 1



Elaboração: INFOambiental, 2016.

### 3.3.3. Usos, Impactos e Potencialidade das Cavidades

Vários impactos podem ocorrer sobretudo o assoreamento e desabamentos (áreas de risco geotécnico). Dentre os usos, pode-se citar que na área das cavidades e no entorno, ocorre desde coleta de água para abastecimento, atividades agrícolas de subsistência, caça, uso religioso, além de pesquisas científicas, dentre as quais pode-se citar as pesquisas realizadas pelo Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, conforme informação de moradores. A Gruta do Rosário e o “Complexo das Furnas”, ambos situados no Rio Grande do Norte possuem grande potencialidade, sobretudo turística, educacional e científica.

O diagnóstico ambiental aqui apresentado constrói cenários que identificam as potencialidades, fragilidades, acertos e conflitos da área de influência dos impactos do projeto proposto. Essas observações permitem desenvolver, para a região de estudo, um conjunto de alternativas que trata da atividade econômica proposta (mineração de calcário). Deve-se observar que tais alternativas são sempre pensadas em função da conservação ambiental, e estão incluídas neste o patrimônio espeleológico (Santos, 2004).

*Quadro 3.1 - Impactos, Usos e Potencialidades das Cavidades*

Cavidades	Impactos Principais	Usos Atuais	Potencialidades
Gruta do Rosário	Desabamentos	Água para abastecimento, uso religioso, pesquisa científica e outros	Recarga de aquíferos, potencial científico, educacional e turístico.
Furnas	Exploração irregular de calcário, riscos de desabamentos	Água para abastecimento, pesquisas científicas, caça	Recarga de aquíferos, potencial científico, educacional e turístico.

Fonte: EIA/RIMA – Mineração BELOCAL- INFOambiental, 2011.

### 3.4. Paleontologia

O estudo dos aspectos fossilíferos fornece importantes dados sobre a evolução biológica, datação das camadas das rochas, reconstrução do paleoambiente, história geológica da Terra com as sucessões da fauna e da flora ao longo do Tempo. Uma importância econômica da Paleontologia reside na identificação dos combustíveis fósseis (petróleo, gás, carvão, minerais, etc.). Este patrimônio é extremamente relevante para a compreensão da história no nosso planeta e, portanto, deve ser preservado (Cassab, 2003).

As rochas calcárias da Bacia Potiguar foram descobertas em 1886, por João Martins da Silva Coutinho, naturalista do Museu Nacional do Rio de Janeiro, durante sua participação em uma expedição ao Vale do Rio Mossoró, na Província do Rio Grande do Norte (Moraes, 1953).

Os depósitos marinhos cretáceos brasileiros possuem muitos elementos que testemunham essa evolução. No que diz respeito aos invertebrados, os melhores registros estão na região Nordeste, cujas bacias Potiguar, Sergipe-Alagoas e Pernambuco-Paraíba são as mais representativas (Figura 3.12).

#### 3.4.1. Bacia Potiguar

Na bacia Potiguar preservou-se uma rica e diversificada associação fossilífera do Cretáceo, composta principalmente por grupos de invertebrados com poucos vertebrados. Gastrópodes, bivalves e equinóides são os grupos mais abundantes, ocorrendo também conchostráceos, corais, icnofósseis, alguns peixes e uma tartaruga. Os amonóides são raros, mas os exemplares encontrados auxiliam na datação bioestratigráfica. Esses fósseis trazem informações sobre as condições paleoambientais durante a deposição dos sedimentos (Soares et al., 2003).

A Figura 3.13 apresenta arenito pertencente à unidade estratigráfica denominada Formação Açu (Cretáceo). O ambiente deposicional que contém os fósseis corresponde a leques aluviais e a um sistema fluvial meandrante e entrelaçado. Podem ocorrer folhelhos e siltitos intercalados com fósseis de ambientes estuarinos (Mixohalinos).

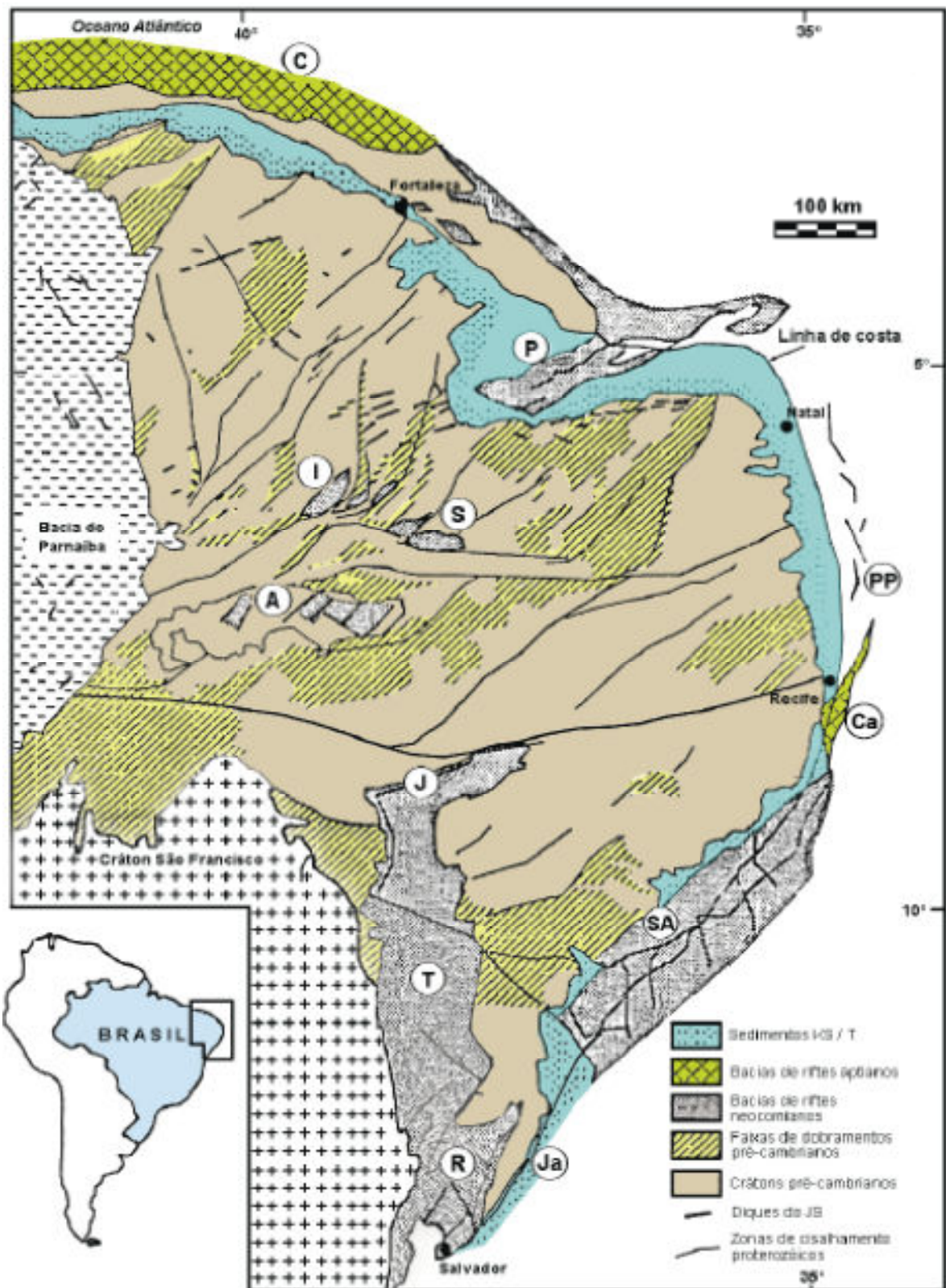
A Formação Jandaíra corresponde a uma sequência carbonática que mergulha suavemente em direção à costa atlântica. Segundo Tibana & Terra (1981), a mesma é constituída principalmente por calcarenitos com bioclastos de moluscos (foraminíferos planctônicos), algas verdes, briozoários e equinóides; calcarenitos com miliolídeos, calcilutitos bioclásticos e calcilutitos com bird's eyes.

Os mesmos autores sugerem para esta unidade um modelo deposicional com fácies de planície de maré, plataforma rasa e mar aberto, em uma bacia formada no intervalo do Turoniano ao Campaniano Inferior. Geomorfologicamente, parte da bacia Potiguar representa a Chapada do Apodi, com o clima do tipo semi-árido e vegetação predominante do tipo caatinga.



Os moluscos equinóides e os crinóides são os macrofósseis mais abundantes e diversificados na AID do Projeto. Além destes invertebrados, há na literatura registros de conchostráceos, briozoários, corais, poliquetos e entre os vertebrados, três espécies de peixes e uma de tartaruga.

Figura 3.12 - Bacias que Compõem o Sistema de Riftes do Nordeste Brasileiro



Fonte: (Modificado de Matos, 1992). C – Ceará. P – Potiguar. I – Iguatu. S – Sousa. A – Araripe. R – Recôncavo. T – Tucano. J – Jatobá. SA – Sergipe- Alagoas. PP – Pernambuco – Paraíba. Ja – Jacuípe. Ca – Cabo.

Figura 3.13 - Arenito Pertencente à Unidade Estratigráfica Denominada Formação Açu (Cretáceo),



Fonte: Acervo da INFOambiental, 2011.

A Figura 3.14 mostra concha de molusco fóssil (Mollusca: Gastropoda) em amostra do Calcário Jandaíra.

Figura 3.14 - Concha de Molusco Fóssil (Mollusca: Gastropoda) em Amostra do Calcário Jandaíra.



Fonte: Acervo da INFOambiental, 2011.

A Figura 3.15 mostra fóssil da Formação Jandaíra encontrado. O círculo vermelho mostra exemplares de discos de lírios do mar (echinodermata: crinoidea) fossilizados durante a formação de um ambiente marinho há, aproximadamente, 90 milhões de anos (turoniano inferior). A tafonomia dos espécimes sugere fossilização em ambiente de ondas de tempestade com rápido soterramento.

Na Formação Açu, os fósseis encontrados em uma localidade, na região de Russas, localizada na borda oeste da bacia, no Estado do Ceará. Estavam preservados em folhelhos e siltitos que ocorriam intercalados com os arenitos característicos dessa formação. Tratavam-se de crustáceos semelhantes às baratinhas-da-praia e bivalves dos gêneros *Mytilus* e *Brachidontes*, todos característicos de ambientes com influência marinha.



Ocorrem também restos de vegetais (segundo a literatura científica e relatos na região) e escamas de peixe, identificadas nos trabalhos de campo como *Tharrhias castellanoi* (Duarte & Santos, 1961).

Figura 3.15 – Fóssil da Formação Jandaíra



Fonte: Acervo da INFOambiental, 2011.

O material paleontológico situa-se, sobretudo, no Turoniano Inferior no Cretáceo em um evento transgressivo (subida do nível do mar) e no início do fenômeno de regressão (queda do nível do mar).

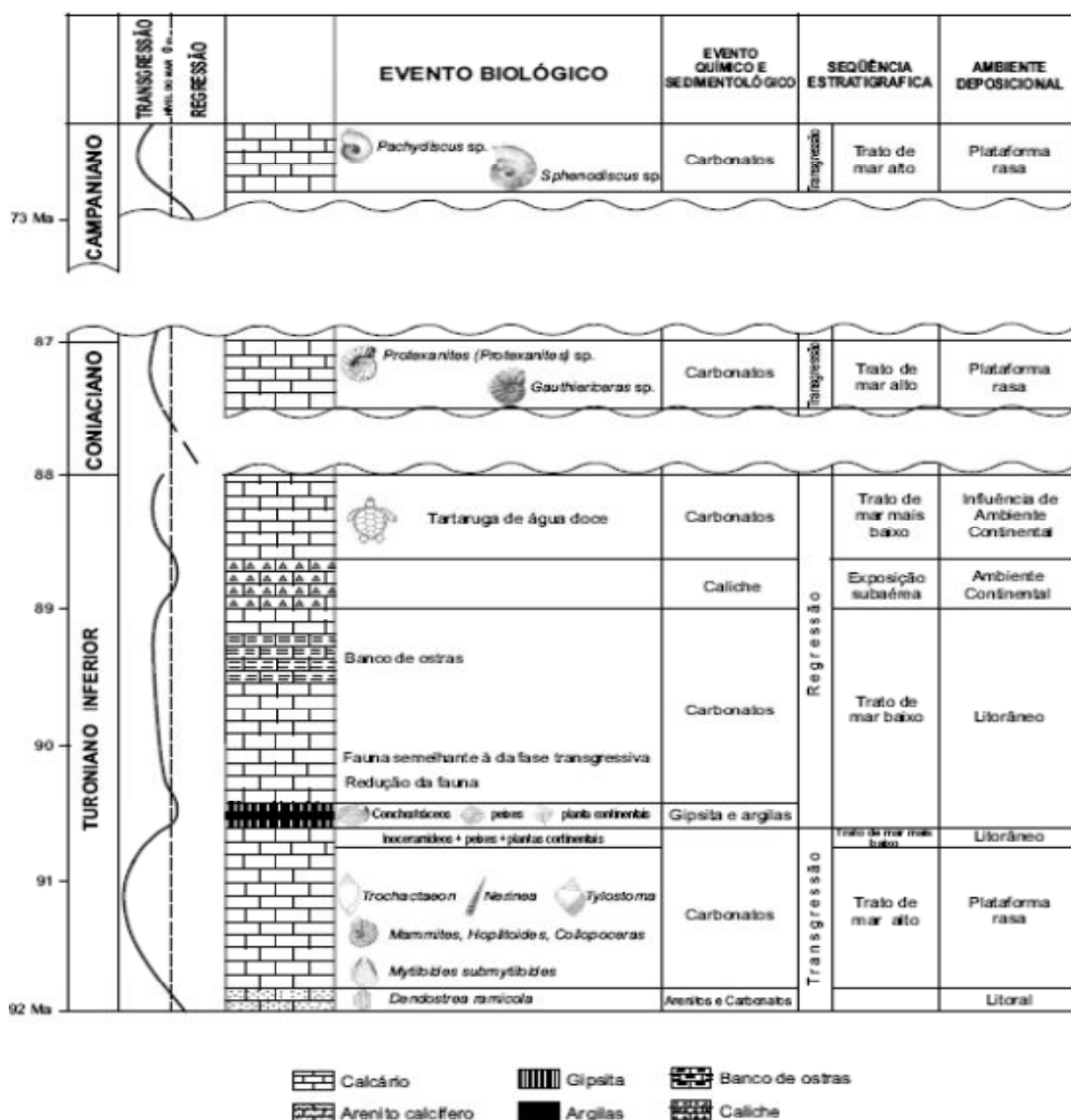
A Formação Jandaíra apresenta, em sua parte aflorante, quatro faixas de sedimentos de idades diferentes e associações fossilíferas de composição variada, datadas do Eoturoniano ao Neocampaniano. Duas são eoturonianas (a primeira transgressiva e a segunda regressiva), a terceira foi depositada durante o Neoconiaciano e a quarta no Neocampaniano. Os fósseis refletem deposição em ambientes de planície de maré e laguna, mas em alguns locais foram encontrados indícios de uma sedimentação em águas mais agitadas. São bastante diversificados se analisados em sua totalidade, mas pontualmente, predominam poucas espécies. Em geral os depósitos são autóctones com os indivíduos preservados em posição de vida (Cassab, 2003). A fotografia de um fóssil pode ser vista na Figura 3.16 e a sequência paleontológica da unidade na Bacia está discriminada na ilustração da Figura 3.17.

Figura 3.16 - Gastrópode *Nerinea Sp* (Mollusca: Gastropoda): Indicador do Trato de Mar Alto na Plataforma Marinha Rasa com Aproximadamente 91 Milhões de Anos.



Fonte: Acervo da INFOambiental, 2011.

Figura 3.17 - Sequência Paleontológica da Formação Jandaíra (Bacia Potiguar).



Fonte: Cassab (2003).

A ordem que caracteriza o material estudado foi a Prionodesmacea, por ter maior número de espécies identificadas e é representada, principalmente, pelas famílias Ostreidae e Pectinidae. A família Ostreidae é a mais representativa e tem como principais gêneros: Ostrea e Lopha. Essa família desempenha um grande papel nas associações do Calcário Jandaíra, onde muitas vezes encontram-se bancos constituídos quase exclusivamente de Ostrea (ostra fóssil) (Figura 3.18). A espécie *Ostrea mossoroensis* é a mais típica na área. Outra espécie muito encontrada foi *Lopha ramicola* que é uma das espécies mais comuns na parte inferior do Calcário Jandaíra na transição com o Arenito Açú.

A delimitação entre a primeira e a segunda associação foi marcada pela ocorrência de depósitos de gipsita intercalados com níveis argilosos, contendo fósseis de conchostráceos, peixes e restos de plantas. Esses depósitos evaporíticos indicam o trato do nível de mar mais alto e o início da fase regressiva. A continuidade da fauna na segunda associação fossilífera indica também uma idade Eoturoniano.



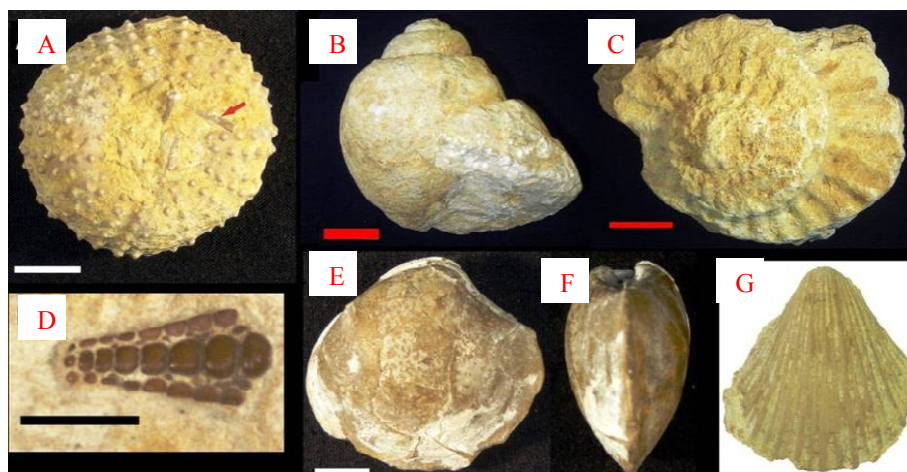
Figura 3.18 - *Ostreídeos (Mollusca: Bivalvia) Cretáceos da Espécie Ostrea Mossoroensis.*



Fonte: Acervo da INFOambiental, 2011.

Em consulta a coleção do Laboratório de Paleontologia da UFC, pode-se verificar a diversidade de espécies fossilíferas da área de estudo, sobretudo próximo ao município de Baraúna e Governador de Dix-Sept Rosado (Figura 3.19).

Figura 3.19 - *Fósseis Depositados no Acervo da Universidade Federal do Ceará Provenientes da Bacia Potiguar: Município de Governador Dix-Sept Rosado e Baraúna - RN.*

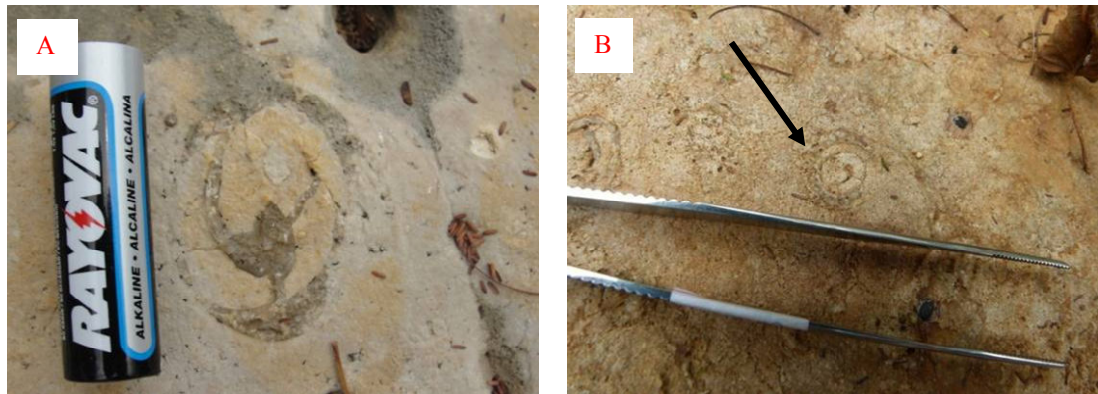


Fonte: Acervo da Universidade Federal do Ceará, in EIA/RIMA – Mineração BELOCAL INFOambiental, 2011.

Na imagem (A) pode ser identificado Equinóide ou Ouriço-Do-Mar (Filo Echinodermata) onde a Seta Indica a Presença de Espinhos Preservados; Gastrópode ou Caramujo (Filo Mollusca, Classe Gastropoda, Espécie *Tylostoma Crandalli*) (B); Concha Fragmentada de Amonóide (Filo Mollusca, Classe Cephalopoda, Espécie *Texanites Sp.*) (C); Dentes do Peixe Fóssil *Coelodus Sp* (D). Concha de Bivalve (Filo Mollusca) em Vista Lateral e Frontal (E e F). Bivalve da Espécie *Neithea (Neithea) Coquandi* (G). As imagens estão representadas com as seguintes escalas: 1cm A, D, E, F e G; 5cm em B e C.

Os fósseis de moluscos gastrópodes foram caracterizados pelo grande número de espécimes das famílias Nerineidae e Naticidae. Na família Nerineidae a identificação só foi possível até o nível de gênero (*Nerinea sp.*), devido às condições precárias de preservação de alguns exemplares. A Família Naticidae é um dos grupos mais comuns no calcário cretáceo. Em relação aos aspectos tafonômicos observados na maioria das vezes os Naticidae ocorreram na forma de moldes internos, com ausência da concha externa espiralada (Figura 3.20 - A e B).

Figura 3.20 - Gastrópodes Fósseis: Observa-se Intensa Recristalização e Dissolução do Material Carbonático da Concha



Fonte: Acervo da INFOambiental, 2011.

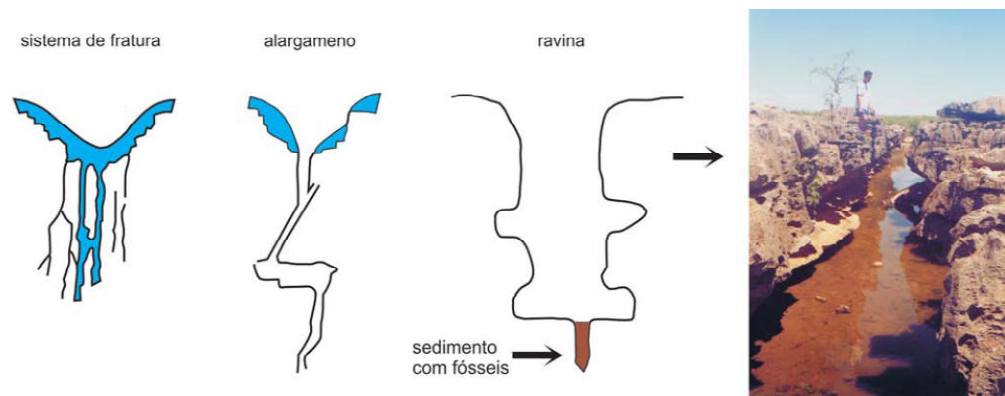
### Fósseis e Sítios Paleontológicos do Pleistoceno Tardio - Recente

A formação dos sítios em que ocorrem os fósseis do Pleistoceno-Holoceno (2 milhões de anos ao recente) se dá pela ação do intemperismo químico em rochas ígneas e nos carbonatos da Formação Jandaíra, sobretudo nas áreas próximas as cavidades. Um esquema geral pode ser visto na ilustração da Figura 3.21.

Falhas e fraturas presentes nas rochas permitem a entrada de água que gradualmente dilui os carbonatos. Esse intenso processo de carstificação formou as ravinas e grutas encontradas na região de estudo. Quando formadas, essas estruturas foram preenchidas com sedimentos e restos de organismos vivos trazidos pela água das chuvas (Santos, 2001; Santos *et al.*, 2002; Porpino *et al.*, 2004; Porpino *et al.*, 2009a).

Além das ravinas, também se pode encontrar tanques fossilíferos que são formados por um processo semelhante (Santos, 2001; Ximenes, 2009). A diferença básica é que as ravinas são formadas em carbonatos de rochas sedimentares e os tanques em rochas ígneas.

Figura 3.21 - Modelo Esquemático sobre a Formação dos Depósitos Fossilíferos do Pleistoceno-Holoceno Encontrados em Ravinas.



Fonte: Porpino et al, 2009.

A fauna encontrada nesses depósitos é composta predominantemente por ossos de vertebrados, principalmente mamíferos extintos associados à megafauna pleistocênica (Cartelle, 1999).

Entre eles pode-se destacar Preguiças Gigantes (*Eremotherium laurillardii*), Gliptodontes (*Panochthus greslebini*, *Glyptodon* sp.), Tatus (*Tolypeutes tricinctus*, *Holmesina paulacoutoi*), Raposas (*Cerdocyon thous*), Cães das Cavernas (*Procyon troglodytes*), Tigres Dentes-de-Sabre (*Smilodon populator*); Gatos-do-Mato (*Leopardus* cf. *L. tigrinus*), Ursos (*Arctotherium* sp.), Cavalos (*Hippidion* sp., *Equus* (*Amerhippus*) sp.), Camelídeos (*Palaeolama major*), Macraquênias (*Xenorhinotherium bahiense*), Mastodontes (indeterminado) e Toxodontes (indeterminados) (Santos, 2001; Porpino et al 2009).



A paisagem da época em que esses animais viveram era diferente. Uma savana com um clima mais ameno, contrastando com alguma vegetação mais fechada do tipo florestal. As ravinas deveriam servir como fontes de água para essa fauna (Cartelle, 1999; Porpino et al, 2004). A hipótese mais provável para a extinção desses grandes animais foram as mudanças climáticas associadas a passagem do Pleistoceno para o Holoceno.

Os levantamentos de dados feitos em campo e com base em literatura científica mostraram que os principais sítios fossilíferos do Pleistoceno-Holoceno encontrados na região de influência do empreendimento são as áreas próximas as cavidades (Santos, 2001; Porpino et al 2009a; Porpino et al 2009b). **Na área de influência direta do empreendimento não foram encontrados estes fósseis durante as expedições de campo.** Todavia não foi realizado um levantamento paleontológico e sim um levantamento da paleontologia para composição de um estudo ambiental. Isso significa que um estudo específico pode vir a identificar fósseis na área. Ainda mais pelas dimensões reduzidas das espécies descritas e a ocorrência insignificante de ravinas na área dificultam esse tipo de encontro ao acaso.

### 3.5. Arqueologia

A arqueologia é uma ciência social, podendo ser tanto as que ainda existem, quanto as atualmente extintas, através de seus restos materiais, sejam estes objetos móveis ou objetos imóveis. Também se incluem as intervenções no meio ambiente efetuada pelo homem. A palavra arqueologia vem do grego: archaios, 'velho' ou 'antigo', e logos, 'ciência'.

Ao contrário do que se pensa a arqueologia não estuda apenas o passado remoto da Humanidade. Nas Américas, convencionou-se chamar de Arqueologia Histórica a pesquisa feita em locais ocupados pelos europeus e africanos que entraram em contato com os indígenas durante o processo de colonização. A Arqueologia atua também junto a sociedades atuais como grupos indígenas, negros ou mesmo caboclos, buscando compreender, através da observação do presente, a maneira como os vestígios materiais podem informar sobre o comportamento e os padrões culturais de sociedades extintas.

#### Outras definições:

- *A maioria dos primeiros arqueólogos, que aplicaram a sua disciplina aos estudos das antiguidades, define a arqueologia como o "estudo sistemático dos restos materiais da vida humana já desaparecida". Outros arqueólogos enfatizaram aspectos psicológico comportamentais e definiram a arqueologia como "a reconstrução da vida dos povos antigos". (Fonte: página eletrônica - wikipédia, novembro/2007);*
- *Arqueologia é a ciência que tem como um dos principais objetivos entenderem o funcionamento e as alterações pelas quais passaram as diversas sociedades ou culturas humanas desde tempos ancestrais. (Fonte: página eletrônica - Arqueologia do Brasil, maio/2008);*
- *Ciência que estuda a história da humanidade, os costumes e a cultura de povos antigos através de seus monumentos, documentos e de objetos encontrados em escavações. (Fonte: Dicionário Aulete Digital).*

#### 3.5.1. Histórico da Arqueologia

De acordo com Antônio Canto, colunista da Brasil Escola (junho/2016), os primeiros estudos da arqueologia remontam ao período do Renascimento, movimento intelectual, artístico e literário ocorrido na Europa no século XVI, que marcou a transição da Idade Média para a Idade Moderna.

O interesse por arqueologia começou na Itália, a partir dos primeiros humanistas, conceitos básicos e descrições arqueológicas que culminaram nas discussões e polêmicas atuais da arqueologia, gerando, com o advento destas pesquisas, hipóteses, julgamentos, análises e uma metodologia de trabalho e raciocínio que busca entender os diversos estágios das atividades humanas em épocas remotas. Difundida por humanistas como Francesco Petrarca, a arqueologia foi amplamente divulgada e cultivada por artistas italianos do período Renascentista. Descobertas arqueológicas significativas, como as antigas cidades italianas de Pompéia e Herculano, onde se encontram sepultadas em espessas camadas de cinzas e lavas decorrentes da erupção do Vesúvio no ano 79 d.C. e, também, a decifração de hieróglifos (caracteres das escrituras dos antigos egípcios) pelo pesquisador francês Jean-François Champollion, abriram novas perspectivas para a arqueologia.

Por volta do século XVIII, escavações nestas cidades da Campaña revelaram consideráveis descobertas arqueológicas preservadas pelas camadas de cinzas da erupção do Vesúvio. A evidência de templos, praças, ruas, residências, rolos manuscritos e objetos utilitários em metais e outros materiais recuperados das escavações consolidava ainda mais os estudos e as pesquisas arqueológicas, uma vez que a partir desses elementos, foi possível reconstituir aspectos do modo de vida e dos costumes da Antiga Roma.

As primeiras discussões sobre a pré-história tiveram início também no período Renascentista, mas só no século XIX, a partir dos estudos desenvolvidos pelo pesquisador francês Jacques Boucher de Crevecoeur de Perthes, é que obteve maior impulso científico. Após 1863, os temas voltados à Pré-história consolidavam-se com base nas importantes descobertas arqueológicas (restos humanos) advindas de escavações no Périgord (França). Com o desenvolvimento científico europeu do século XIX, foram criados museus e laboratórios de pesquisa que possibilitaram a realização de análises e a sistematização de investigações científicas dessa natureza, ainda que a arqueologia só tenha atingido o seu auge como ciência no século XX.

### **3.5.2. Sítio Arqueológico**

Define-se como sítio arqueológico o local utilizado pelos grupos pretéritos para as suas habitações e todas as atividades que permitiram a sua subsistência, cujos testemunhos encontram-se espacialmente distribuídos. A área que envolve os locais ocupados por estes grupos para a caça, a pesca, a coleta e a agricultura podem ser estendidas a sítios arqueológicos, pois se considera importante entender o espaço em que os sítios foram construídos. A partir de características particulares da localidade em que estão os sítios arqueológicos, pode-se compreender com maior facilidade como viveram os antigos habitantes e como eles utilizaram o meio ambiente para suprir as suas necessidades. Os tipos mais comuns de sítios arqueológicos são:

#### **3.5.2.1. Sítios Lito-Cerâmicos**

Neste tipo de sítio há a predominância de materiais cerâmicos em sua superfície, sendo um indício para esta classificação. Ao escavar este tipo de sítio, são encontrados cacos de cerâmicas, ou mesmo cerâmicas inteiras, geralmente associadas a outros elementos arqueológicos, como por exemplo, os artefatos líticos, ferramentas em pedra, ossos e restos de alimentos. Algumas peças, como urnas funerárias, potes de barro para utilidades culinárias, para conterem líquidos, armazenamento, dentre outras funções, são bastante comuns neste tipo de sítio.

#### **3.5.2.2. Sítios de Arte Rupestre**

Neste caso, são encontradas pinturas e gravações realizadas nos paredões de rocha pelos grupos pré-históricos, possivelmente na intenção de contarem a história do seu dia-a-dia. Este tipo de sítio está geralmente associado ou próximo aos sítios lito-cerâmicos.

#### **3.5.2.3. Os Sambaquis**

Neste tipo de sítio, na forma de pequenas montanhas, encontra-se geralmente próximo a superfícies aquosas como mar, rios, mangues, lagoas, etc. Os grupos pré-históricos sambaquieiros construíram estes montes utilizando conchas, restos de habitações, alimentos, dentre outros elementos que, junto com os sedimentos (areia), formaram esta elevação. Os sambaquis não eram os locais de moradia; eram simplesmente os “lixões” onde eram depositadas as sobras da alimentação, as carcaças dos crustáceos e as ossadas de peixes e pequenos mamíferos que serviam de alimento; por motivos desconhecidos, passaram a abrigar sepulturas humanas, sendo que a intempérie dissolveu as camadas superiores do sambaqui, fazendo uma petrificação por cálcio dos esqueletos imersos no núcleo do sambaqui, conservando-os, e os seus adornos funerários, pelos milênios.

#### **3.5.2.4. Sítios Históricos**

Estes tipos de sítio enquadram-se ruínas de edificações ou mesmo a edificação propriamente dita, como fortes, igrejas, prédios antigos, engenhos e monumentos. Associados aos materiais encontrados nestes sítios estão os canhões, armas de fogo, balas, moedas, louças/faianças, garrafas dentre outros objetos.

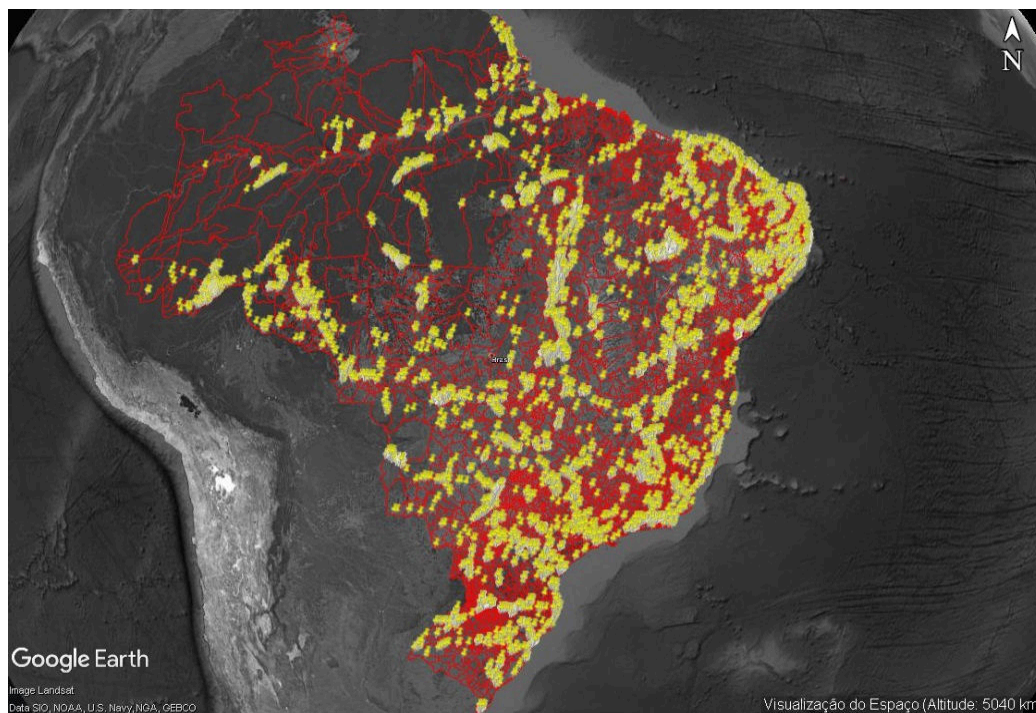


### 3.5.3. Arqueologia no Brasil

Achados arqueológicos não são apenas encontrados e investigados no Egito (pirâmides) ou os monumentos clássicos gregos e romanos. Ao contrário, a arqueologia está se diversificando cada vez mais e, no Brasil, é possível encontrar pesquisadores em atividade na Mata Atlântica, nas Dunas do Nordeste ou em meio à Floresta Amazônica.

A Figura 3.22 mostra superficialmente com estão distribuídos os sítios arqueológicos no Brasil. Nota-se também, o quanto à região nordeste é representativo e se destaca nesta ilustração.

Figura 3.22 - Mapa de Localização de Sítios Arqueológicos no Brasil



Fonte: Base de dados do IPHAN, 2016.

De acordo com a página eletrônica do Ambiente Brasil (novembro/2016), a arqueologia no Brasil teve início em 1834, com o dinamarquês Peter Lund, que escavou as grutas de Lagoa Santa em Minas Gerais, onde foram encontrados ossos humanos misturados com restos animais com datação de 20 mil anos. Durante o segundo reinado no Brasil, Dom Pedro II implantou as primeiras entidades de pesquisa, como o Museu Nacional do Rio de Janeiro. Em 1922, surgiram outras organizações como o Museu Paulista e o Museu Paraense.

Em 1950, estrangeiros começaram a vir para o País, e passaram a explorar sítios arqueológicos na Amazônia, no Pará, no Piauí, no Mato Grosso e na faixa litorânea. Em 1961, todos os sítios arqueológicos foram transformados por lei em patrimônio da União, a fim de evitar sua destruição pela exploração econômica.

No sudeste do Piauí encontra-se uma das maiores concentrações de sítios arqueológicos do Brasil. Em Pedra Furada, a brasileira Niède Guidon encontrou, no ano de 1971, restos de alimento e carvão com datação de 48 mil anos, além desses trabalhos evidenciaram amostras de arte rupestre e restos de animais da megafauna e sítios de agricultores-ceramistas, sítios de caçadores coletores que puderam fornecer datações muito antigas para o continente americano.

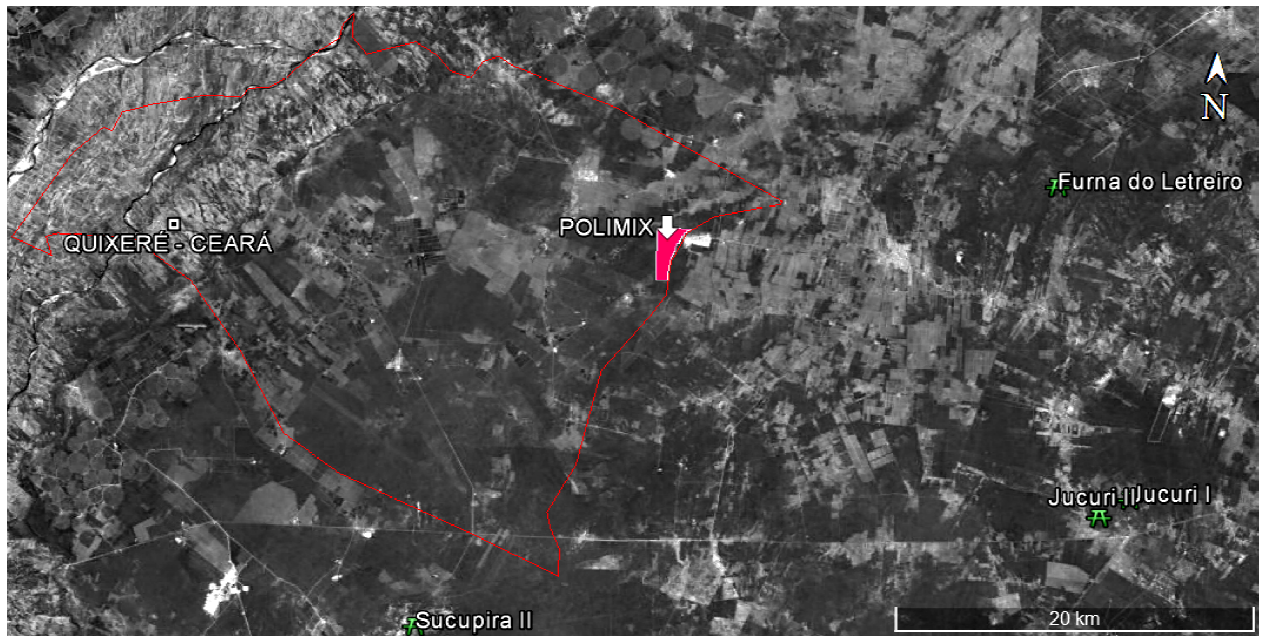
Em 1991, a norte-americana Anna Roosevelt, arqueóloga, descobriu pinturas rupestres na caverna da Pedra Pintada no Pará com mais de 11 mil anos, e, em 1995, revelou sítios cerâmicos na Amazônia com datação de 9 mil anos.

Oficialmente o IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) registrava em 02/11/2016 o quantitativo de 25.666 sítios arqueológicos catalogados no país. A presença de tantos remanescentes arqueológicos inseridos principalmente no nordeste, que guarda riquezas naturais foi responsável pela criação de parques nacionais, como foi o caso do Parque Nacional da Serra da Capivara em 1979 e atualmente tombado pela UNESCO como patrimônio da humanidade em 1991.

### 3.5.4. Arqueologia no Entorno Distante da Área de Estudo

Como destacado anteriormente a respeito da Figura 3.19, a região nordeste destacam-se quanto à quantidade de sítios arqueológicos. Segundo consulta realizada na página eletrônica do IPHAN (02/11/2016), no estado do Ceará existem 556 registros encontrados de sítios arqueológicos catalogados. A Figura 3.23 demonstra a posição geográfica dos sítios catalogados mais próximos da área diretamente afetada, e demonstra que não existe ocorrência nenhuma no município de Quixeré.

Figura 3.23 – Sítios Arqueológicos mais próximos da Área de influência do projeto em apreço.



Elaboração: INFOambiental, 2016 sobre Base de dados do IPHAN.

De acordo com o com a página eletrônica do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), os municípios de Quixeré, Jaguaruana e Russas (área de entorno próximo) não constam no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA). O que foi averiguado que os respectivos municípios citados na Figura 3.20 são os que possuem registros comprovados:

- Sítio Sucupira II localizado em Limoeiro do Norte – CE;
- Sítio Furna do Letreiro localizado em Barauna – RN; e
- Sítios Jucuri I e II localizados em Mossoró – RN.

É possível, porém não confirmado que exista uma estreita relação entre os artefatos catalogados pelo IPHAN, com a presença de grupos indígenas no estado do Ceará e do Rio Grande do Norte.

Para a conclusão desta etapa das pesquisas foi imprescindível à realização de um levantamento bibliográfico apurado sobre o assunto. Essa contextualização foi concluída com base no levantamento e análise de fontes bibliográficas relevantes à arqueologia no estado do Ceará, bem como através de uma consulta ao sítio eletrônico do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) ([www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br)), com vistas à obtenção de informações sobre os sítios arqueológicos registrados no Sistema de Gerenciamento do Patrimônio Arqueológico (SGPA). Com este procedimento tomou-se conhecimento prévio da existência de sítios arqueológicos cadastrados no IPHAN para o entorno da área de estudo.

### 3.5.5. Arqueologia na Área do Empreendimento

Sobre a ausência de marcas do passado na região Cearense em comparação à Norte Rio Grandense, se aponta a condição basal da unidade calcária e a ocupação de suas cavidades por materiais silticos, arenosos e argilosos, vindos das camadas superiores na bacia que foram sendo erodidas ao longo dos tempo, assim sem cavidades abertas na houve condições de utilização dos locais pelos homens e/ou pelos animais.



Todas as cavidades na Área Diretamente Afetadas estão preenchidas por materiais argilosos de coloração avermelhada. Isso pode ser documentado na Mina Mlzu, imediatamente vizinha à área do empreendimento da Polimix. Ademais também foram identificadas cavidades recentes no local denominado Lajedo do Boi, as quais são muito recentes para encerrar achados arqueológicos, todavia a área delas e seu entorno numa distância de cem metros ficará indisponível para mineração até que se façam levantamentos mais detalhados do local.

Para análise do IPHAN o Arqueólogo e Historiador Jagoanhara Seixas Vicente, fez o enquadramento do empreendimento na normativa IPHAN nº 01/2015, tendo em vista que é um empreendimento posterior a março de 2015, e para o qual orientou a elaboração da Ficha de Caracterização da Atividade (FCA) que pode ser vista em anexo a este EPIA/RIMA.

### 3.6. Inventário Florestal

No reconhecimento regional, o levantamento florístico foi feito pelo método do caminhamento (Filgueiras et al., 1994) por ser um método simples, de fácil aplicação, rápido, preciso e confiável (Walter & Guarino, 2006). Ao longo dos percursos realizados em campo foram registradas algumas das particularidades da cobertura vegetal em cada uma das Unidades de Paisagem definidas preliminarmente. Paralelamente ao reconhecimento dos padrões vegetacionais mapeáveis na escala de trabalho, estabeleceu-se um relatório fotográfico, apresentado ao final do estudo, para ilustração das diferentes situações constatadas em campo.

A priori foram delimitadas as áreas das principais unidades ecossistêmicas de influência direta e indireta do projeto. Em seguida percorreram-se as áreas delimitadas dentro e no entorno da área para recolher e identificar amostras de fauna e flora.

Para verificar a suficiência amostral foi feita a correlação entre o número de espécies encontradas e o tamanho da área amostrada, sendo que a parcela amostrada era considerada suficiente e representativa quando a curva de coletor (Melo & Mantovani, 1994) se tornava assintótica.

Realizou-se um inventário florístico e fitossociológico, no qual as unidades amostrais foram constituídas de parcelas medindo 20 metros x 20 metros, sendo, distribuídas, aleatoriamente, 02 parcelas na área de mina (Figura 3.24).

*Figura 3.24 – Uma das parcelas 20x20m amostradas*



Elaboração: INFOambiental, 2016.

Para realizar o trabalho foi necessário realizar pesquisa bibliográfica pertinente ao assunto e análise dos produtos cartográficos e orbitais.

Na maioria dos estudos da vegetação não é possível enumerar e medir todos os indivíduos da comunidade e estimar o valor dos parâmetros da população (Mateucci & Colma, 1992). Assim, o método de amostragem, empregado para qualiquantificar uma floresta, pode ser com parcela (área fixa) ou de distância (Pires – O'Brien & O'Brien, 1995).

Amostragem Simples ao Acaso foi o método utilizado para selecionar, sem reposição,  $n$  elementos de uma população de tamanho  $N$ , em que todos têm a mesma probabilidade de ser escolhidos para a amostra. Na prática, o mapa vegetacional é dividido em  $n$  unidades amostrais de tamanho pré-definido, enumerando-as. Em seguida faz-se o sorteio aleatório dessas unidades.

Aplicou-se métodos tidos como fitossociológicos (métodos de distância) para determinar variáveis, tais como densidade, área basal e volume.

Citam-se algumas definições:

- Unidade amostral: parte da área da plantação florestal utilizada na amostragem;
- Amostra: conjunto das unidades amostrais;
- População: aquilo que é objeto da amostragem em relação às variáveis que são mensuradas;
- CAP: circunferência a altura do peito (1,3 metros do solo);
- H: altura total da árvore. É a distância vertical da base até a gema apical da árvore.

Todos os indivíduos arbustivos e arbóreos presentes nas parcelas com circunferência a altura da base (CAB) maior ou igual a 10 centímetros, que foram consideradas adultas, foram identificados tomando-se, também, dados referentes à altura do caule e altura total da árvore.

Foi calculada a densidade relativa para cada espécie amostrada, em cada unidade amostral, representando este parâmetro, a proporção em porcentagem do número de indivíduos de uma determinada espécie, em relação ao número total de indivíduos de todas as espécies amostradas (Mateucci & Colma, 1982).

As observações incluíram diâmetro e altura de árvores; a composição das espécies (árvores e arbustos), qualidade de solos, indicadores da degradação de terras, percepção dos utilizadores locais das terras, sobre mudanças na utilização das terras, principais produtos extraídos da floresta; etc.

A suficiência amostral foi avaliada por meio da curva do coletor, traçando-se a curva do número cumulativo de espécies por unidade amostral levantada. A intensidade amostral resultou em cerca de 0.7%.

O trabalho iniciou-se com a elaboração de uma carta base de classificação tipológica da vegetação, a partir de uma imagem de satélite, com apoio de fotos aéreas e mapas topográficos disponíveis, além de incursões ao campo. Os estágios sucessionais encontrados no local foram: campo (pastagem abandonada), capoeira, catinga secundária.

O levantamento preliminar das espécies, também do entorno, inclusive herbáceas ou de hábito herbáceo, componentes de Flora foi realizado por ocasião de amostragens ecológicas rápidas (fitossociologia) nas diferentes comunidades, conforme o hábito predominante e estão expressas na Tabela 7.1. As formações arbustivas/arbóreas da área do empreendimento foram analisadas por intermédio do método de parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) e se propõe a uma análise quali-quantitativa da Flora com CAP  $\geq 10$  centímetros.

Os dados amostrados nas parcelas foram anotados em fichas de campo, registrando as seguintes variáveis: nome vulgar, diâmetro a altura do peito (DAP=1.30 metros do solo), e diâmetro à altura da base (DNB=0,30 metros do solo), medidos com fita métrica, e as alturas totais efetuadas, tendo como base medições utilizando um clinômetro em 10 árvores de cada parcela, e as demais estimadas por erro de, aproximadamente, 0.5 metros.

Avaliaram-se as frequências, densidades e dominâncias, absolutas e relativas, das plantas, o índice de valor de cobertura (IVC) e o índice de valor de importância (IVI) o qual expressa numericamente a importância de uma determinada espécie em uma comunidade e foi determinado através da soma de seus valores de densidade, frequência e dominância, expressos em porcentagem (Curtis & McIntosh, 1950; Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Os cálculos foram efetuados com o auxílio do software MS Excel.

Por meio da análise da estrutura horizontal foi possível verificar a participação das diversas espécies na comunidade, suas relações entre si e as tendências de distribuição espacial. Os índices utilizados nessa análise foram assim definidos:



- **Densidade** - é o número de indivíduos de uma espécie por unidade de área em uma dada comunidade florestal. Seu valor diz respeito ao grau de participação de cada espécie que ocorre numa associação vegetal, dado em relação a uma determinada área.
- **Frequência** - está relacionada com a uniformidade de distribuição horizontal de cada espécie no terreno por ela ocupado, caracterizando, assim, sua ocorrência dentro das unidades amostrais. Em termos absolutos e relativos é obtida pelas seguintes expressões.
- **Dominância** - é o espaço ocupado por cada espécie, por unidade de área (A). Em termos absolutos e relativos, é calculado da seguinte maneira.
- Com a soma dos valores relativos de densidade e dominância, obtém-se o **índice de valor de cobertura (IVC)**, que permite definir o grau de cobertura da espécie na comunidade vegetal.
- Outro índice utilizado como medida na análise estrutural de povoamentos é o **índice de valor de importância (IVI)**, que consiste na soma aritmética dos valores relativos de abundância, dominância e frequência, dando uma boa indicação da importância da espécie dentro do povoamento.

Para efetuar a coleta de dados no campo usou-se o equipamento detalhado no Quadro 3.2.

*Quadro 3.2 - Equipamento Necessário para Equipe de Campo*

Equipamento Necessário	Observações
Bússola (360°)	Orientação e Localização
Máquina fotográfica digital	Registro fotográfico
Barbante	Marcação das parcelas
Fita colorida de marcação	Marcação da via de acesso
Sacos a prova de água	Proteção dos instrumentos de medição e formulários
Régua	Medição do diâmetro
Binóculo	Visualização à distância
Prensa, jornais, vidros, caixas	Para a coleta de amostras (plantas/folhas/animais mortos)
Lista de espécies de flora e fauna /chave de identificação	Auxiliar na identificação das espécies
Régua/ Fita Métrica	Medição do diâmetro dos caules dos arbustos ou ramos
Equipamento Necessário	Observações
Trena de 05 metros	Medição da Altura
Prancheta	Facilitar apontamentos
Clinômetro	Medir altura e inclinação
Mapas topográficos e mapas de campo	Localização
Blocos de apontamentos, lápis, canetas e marcadores	Registro gráfico

Equipamento Necessário	Observações
Facção	Facilitar acesso
Canivete	Cortar material
Mochilas	Acondicionar equipamentos

Elaboração: INFOambiental, 2016

Mapas com a cobertura da área do levantamento foram preparados para apoiar a orientação no campo, ampliados e reproduzidos numa escala apropriada. Foram incluídos mapas topográficos (escala 1:100.000), e imagem de satélite. Antes da visita ao campo, a equipe planejou o itinerário mais fácil e rápido para chegar a unidade de amostragem. Os informadores locais foram de grande valia, pois indicaram a melhor via para chegar à unidade de amostragem.

### 3.6.1. Relatório do Inventário Florestal

#### 3.6.1.1. Relação das Espécies

Foram encontradas nas parcelas amostradas para elaboração deste inventário florestal as espécies listadas no Quadro 3.3, a seguir:

Quadro 3.3 – Espécies encontradas nas parcelas amostradas

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
Angico-roxo	<i>Anadenanthera columbrina</i> (Vell.)	Mimosoideae
Aroeira	<i>Astronium urundeuva</i> (Allemão) Engl	Anacardiaceae
Calumbi	<i>Mimosa malavocentra</i> Mart.	Mimosoideae
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	Caesalpinioideae
Feijão-bravo	<i>Capparis cynophallophora</i> L.	Capparaceae
João-mole	<i>Pisonia tomentosa</i>	Nyctaginaceae
Jurema-branca	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Duche	Mimosoideae
Maniçoba	<i>Manihot glaziovii</i> Muell.Arg.	Euphorbiaceae
Marmeleiro	<i>Croton sonderianus</i> Muell.Arg.	Euphorbiaceae
Mororó	<i>Bauhinia Cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Caesalpinioideae

Elaboração: INFOambiental, 2016

### 3.6.2. Parcelas do Inventário Florestal

- ✱ Sistema de amostragem: aleatório
- ✱ Tamanho das parcelas: 400 m<sup>2</sup> (20 x 20)

#### 3.6.2.1. Coordenadas das Parcelas

Apresentadas no Quadro 3.4.



Quadro 3.4 – Coordenadas dos vértices das parcelas

Parcela	Área (m²)	Coordenada UTM			
1	400	E 641018 N 9439208	E 641035 N 9439198	E 641019 N 9439182	E 641004 N 9439195
2	400	E 641067 N 9439226	E 641059 N 9439207	E 641042 N 9439218	E 641052 N 9439236

Elaboração: INFOambiental, 2016

### 3.6.2.2. Equipamentos Utilizados

Mapa georreferenciado, trenas de 50 metros, suta finlandesa (para medição de diâmetro, Figura 3.25), fita métrica de 1,5 m, receptor GPSmap 60CSx-Garmin, foice, facão, bússola, prancheta, lápis, borracha, fichas de campo.

Figura 3.25 – Medição do diâmetro na base com a suta finlandesa



Elaboração: INFOambiental, 2016.

### 3.6.3. Parâmetros e Variáveis

Dados dendrométricos:

- espécies florestais, classificadas pelos seus nomes populares, sendo estas identificadas com auxílio de pessoas da própria região (mateiros);
- diâmetro na base (DNB em cm), medido a 0,30 m acima do nível do solo;
- diâmetro a altura do peito (DAP, em cm), medido a 1,30 m do nível do solo;
- altura (H, em m), obtida por estimativa.

Critérios adotados:

- foram medidas somente as árvores com DAP igual ou superior a 2,0 (dois) centímetros;
- as árvores com bifurcações ocorridas abaixo de 0,30 metros foram consideradas como um só indivíduo e seus diversos fustes foram mensurados na base e na altura do peito;
- as árvores com bifurcações ocorridas acima de 0,30 m foram consideradas como um só indivíduo e os diversos fustes foram mensurados na altura do peito;
- também foram mensurados todos os indivíduos que se encontravam mortos ainda em pé.

Programa utilizado: INFL - Programa de Inventário Florestal - 2008 - Projeto BRA/02/G31-GEF Caatinga – Versão 1.0.0.10a.

### 3.6.3.1. Dados de Cubagem

Baseado nas pesquisas desenvolvidas pelo Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/087/007, testadas em vários inventários florestais, especialmente nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, durante a avaliação do estoque lenhoso do nordeste brasileiro foi elaborado o Quadro 3.5.

*Quadro 3.5 - Dados de cubagem utilizados para as espécies encontradas na área inventariada.*

Espécie	Coeficiente	Coeficiente	UBU	DB
	"A"	"B"	(%)	(kg/dm <sup>3</sup> )
Angico-roxo	0,001	837,810	32,660	0,720
Aroeira	0,983	1037,239	33,900	0,740
Calumbi	0,001	837,810	32,660	0,720
Calumbi (morta)	0,001	837,810	32,660	0,720
Catingueira	2,287	1109,380	37,100	0,687
Feijão-bravo	0,001	837,810	32,660	0,720
João-mole	0,001	837,810	32,660	0,720
Jurema-branca	0,922	0,559	23,470	0,671
Jurema-branca (morta)	0,922	0,559	23,470	0,671
Maniçoba	0,001	837,810	32,660	0,720
Marmeleiro	3,121	814,212	33,000	0,654
Marmeleiro (morta)	3,121	814,212	33,000	0,654
Mororó	2,613	608,823	21,800	0,840

Elaboração: INFOambiental, 2016

- modelo Geral da Equação: (1)  $PV = a + b \times (ABP \times H)$
- utilizado na conversão de metro cúbico (m<sup>3</sup>) para metro estéreo (st) o fator de empilhamento de 2,95 st/m<sup>3</sup>.

### 3.6.3.2. Intervalos de classes de diâmetro

- Classe I = 2,0 a 6,0 cm
- Classe II = 6,1 a 10,0 cm
- Classe III = 10,1 a 14,0 cm
- Classe IV = 14,1 a 18,0 cm
- Classe V = 18,1 a 26 cm
- Classe VI = > 26,0 cm

### 3.6.3.3. Cálculos e Análise Estatística

Média de volume por hectare:



$$\mu = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{279,35}{2} = 139,67 \text{ st/ha}$$

Onde: n = número de parcelas

Variância:

$$S^2 = \frac{[\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2/n]}{n-1} = \frac{39051,59 - 78036,42/2}{1} = 33,27 \text{ st/ha}$$

Desvio Padrão:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{33,37} = 5,78 \frac{\text{st}}{\text{ha}}$$

Erro Padrão da Média:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{5,78}{\sqrt{2}} = 4,08 \text{ st/ha}$$

Coefficiente de Variação:

$$CV = \frac{S}{\mu \cdot 100} = \frac{5,78}{139,67 \cdot 100} = 4,14\%$$

Intervalo de Confiança:

$$IC = \mu \pm t \cdot S_x = 139,67 \pm 6,31 \cdot 4,08 = 139,67 \pm 25,75$$

$$IC = 113,92 \text{ st/ha} \leq 139,67 \leq 165,43 \text{ st/ha}$$

Onde: t = 6,31 (t de Student para probabilidade de 10% com 1 grau de liberdade)

Erro de amostragem:

$$\times \text{ Erro Absoluto: } E_{abs} = t \cdot S_x = 6,31 \cdot 4,08 = 25,75 \text{ st/ha}$$

$$\times \text{ Erro Relativo: } E_{rel} = \left[ \frac{(t \cdot S_x)}{\mu} \right] \cdot 100 = \left[ \frac{(6,31 \cdot 4,08)}{139,67} \right] \cdot 100 = 18,44 \%$$

Precisão de amostragem:

$$N = \frac{(t)^2 \cdot (CV)^2}{(LE)^2} = \frac{(6,31)^2 \cdot (4,14)^2}{(20)^2} = 1,71 \text{ parcelas} \cong 2$$

Onde:

N = Número de parcelas necessárias para amostragem da área, considerando um erro de 20%.

LE = Limite de erro = 20%

### 3.6.3.4. Resumo da Análise Estatística

De acordo com os dados obtidos, os resultados são apresentados no Quadro 3.6:

*Quadro 3.6 - Parâmetros avaliados no inventário florestal.*

Parâmetros avaliados	Sigla	Valores
Média Volumétrica	$\bar{X}$	139,67 st/ha
Variância	$S^2$	33,37 st/ha
Desvio Padrão	S	5,78 st/ha

Parâmetros avaliados	Sigla	Valores
Erro Padrão da Média	Sx	4,08 st/ha
Coeficiente de Variação	CV	4,14 %
Intervalo de Confiança	IC	113,92 st/ha ≤ 139,67 ≤ 165,43 st/ha
Erro Absoluto	Eabs	25,75 st/ha
Erro Relativo	Erel	18,44 %
Precisão da amostragem	N	2,00 parcelas

Elaboração: INFOambiental, 2016

### 3.6.4. Resumo do Inventário Florestal

O volume lenhoso das parcelas estudadas é exibido no Quadro 3.7:

*Quadro 3.7 Estimativa dos Volumes por Parcela da Área Inventariada*

Parcela	Volume (m³/ha)	Volume (st/ha)
1	45,95	135,59
2	48,76	143,76
TOTAL	94,71	279,35
MÉDIA	47,35	139,67

Elaboração: INFOambiental, 2016

A divisão das classes de diâmetro da área estudada é encontrada no Quadro 3.8.

*Quadro 3.8 - Estoque potencial por classe diamétrica da área inventariada.*

Classes	Nº árvores n/ha	Abb (m²/ha)	Abp (m²/ha)	Volume (m³/ha)	Volume (st/ha)
I	2.288	3,50	2,59	16,22	47,85
II	800	4,07	3,28	18,21	53,69
III	138	1,62	1,26	7,13	21,02
IV	63	1,23	0,92	5,80	17,11
V	0	0,00	0,00	0,00	0,00
VI	0	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAIS	3289	10,41	8,06	47,35	139,67

Elaboração: INFOambiental, 2016





No Quadro 3.9, é exibido os dados volumétricos por cada espécie e cada classe de diâmetro:..

Quadro 3.9 - Produção de biomassa florestal por espécies e classes de diâmetro.

Espécie	Volumes por Classes de Diâmetro (St/Ha)						Volume Total (st/ha)
	I	II	III	IV	V	VI	
Angico-roxo	0,00	0,72	1,59	0,00	0,00	0,00	2,31
Aroeira	1,27	0,76	0,00	8,18	0,00	0,00	10,21
Calumbi	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Calumbi (morta)	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92
Catingueira	12,22	34,78	14,47	8,93	0,00	0,00	70,39
Feijão-bravo	0,80	0,60	4,97	0,00	0,00	0,00	6,37
João-mole	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Jurema-branca	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
Jurema-branca (morta)	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
Maniçoba	0,20	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81
Marmeleiro	15,77	6,05	0,00	0,00	0,00	0,00	21,82
Marmeleiro (morta)	11,72	8,35	0,00	0,00	0,00	0,00	20,07
Mororó	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70
<b>TOTAL</b>	<b>47,85</b>	<b>53,69</b>	<b>21,02</b>	<b>17,11</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>139,67</b>

Elaboração: INFOambiental, 2016

### 3.6.4.1. Estimativa do Volume

-  - Volume médio lenhoso (total): 139,67 st/ha
-  - Volume médio lenhoso das espécies mortas: 21,11 st/ha
-  - Volume médio lenhoso das espécies restritas de corte (aroeira): 10,21 st/ha
-  - Volume médio lenhoso das espécies exploráveis: 108,35 st/ha

### 3.6.5. Fitossociologia

#### FÓRMULAS:

- $FAe = (Pe/Pt) \times 100$ , sendo: FAe – Frequência Absoluta da espécie; Pe – Número de unidades que a espécie ocorre; Pt - Número total de unidades amostrais);
- $FRe = (FAe/FAt).100$ , sendo: FRe – Frequência Relativa da espécie; FAt - Frequência absoluta total;
- $DAe = n/A$ , sendo: DAe – Densidade Absoluta da espécie; n - abundância da espécie; A – área (dados relativo para 1,00 Ha);
- $DRe = n/N \times 100$ , sendo: DR – Densidade Relativa da espécie; N - Número total de indivíduos amostrados);



- $DoAe = Gi/A$ , sendo: DoAe – Dominância Absoluta da espécie; Gi – Área basal na altura do peito;
- $DoRe = Gi/Gt$ , sendo: DoRe – Dominância Relativa da espécie; Gt – Área basal total na altura do peito;
- $IVCe = DRe + DoRe$ , sendo: IVCe - Índice de Valor de Cobertura;
- $IVle = DRe + FRe + DoRe$ , sendo: IVle - Índice de Valor de Importância;
- $\% IVle = IVle/3$ , sendo: % IVle - Porcentagem do Valor de Importância das espécies.

No Quadro 3.10 é exibido o resumo dos cálculos realizados para a área estudada.

### 3.6.5.1. Relatórios do Inventário Florestal

- Anexo 1: Distribuição por classe de diâmetro para todas as espécies
- Anexo 2: Distribuição das árvores por classe de diâmetro e por espécie
- Anexo 3: Distribuição das espécies por classe de diâmetro e por parcela
- Anexo 4: Frequência, Densidade e Dominância por espécie
- Anexo 5: Análise Estatística do Inventário Florestal.
- Anexo 6: Ficha de campo do Inventário Florestal.

Estes anexos encontram-se no Volume de Anexos deste EPIA/RIMA.

### 3.6.6. Diagnose de Espécies Dominantes

As espécies citadas a seguir foram encontradas dentre nos ecossistemas estudados, nas áreas de influência direta e indireta do projeto. Diversas espécies vegetais já haviam sido descritas por Braga (1976), este item deste estudo não se limita às espécies dominantes das parcelas avaliadas, mas trata da AID e AII do projeto como um todo.

#### 3.6.6.1. Espécimes Vegetais

- AMEIXA (*Ximenia americana*) - Árvore pequena ou arbusto espinhoso de 3-4 metros de altura, de casca avermelhada a cinzenta, fina, pouco rugosa a lisa, muito adstringente. Fornece madeira de cor rósea, compacta e leve, muito elástica, bastante durável, própria para cabos de ferramentas e de instrumentos agrícolas. Os frutos comestíveis são uma importante fonte de vitaminas e sais minerais para os habitantes da caatinga, em épocas de pouca oferta de frutas. Na medicina caseira a casca é usada como adstringente. As sementes dão 70% de óleo viscoso, amarelo e purgativo.
- ANGICO (*Anadenanthera* spp.) - são árvores de altura entre 6 e 7 metros e com troncos entre 60 e 80 centímetros de diâmetro. Têm caule reto, galhos muito reforçados e ramificados. Suas folhas são miúdas em palmas e suas flores brancas, muito numerosas e sem cheiro, e o fruto, em vagens pequenas, chatas, compridas e de sementes pequenas. Usado como madeira de lei para tabuados. Rico em tanino é usado em indústria de curtume. O chá de Angico combate bronquite, asma, tosse, angina, diarreia, disenteria, faringite, gripes e problemas nos pulmões. Também é usado para combater o raquitismo e a debilidade orgânica.
- AZEITONA-ROXA (*Syzygium jambolana*) - Árvore que atinge elevada estatura apresenta frutos de coloração roxa que são utilizados pela população local para a alimentação, produção de geléia e comercialização em feiras e mercados.
- AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva*) - Árvore de tronco alto, linheiro, encimada por larga copa formada por ramos flácidos. Estes, quando novos, são revestidos de pelos. Folhas alternas, imparipinadas, ovado-obtusos, pubescentes. Flores em panículas, purpúreas com pelos brancos. Frutos drupáceos, pequeninos, globoso-ovais, curtamente apiculados. Madeira de cerne roxo-escuro, com veios claros, dura. Cascas balsâmicas e hemostáticas, usadas contra as doenças das vias respiratórias, do sistema genito-urinário. Pelo seu elevado teor em tanino são aproveitáveis na indústria de curtume. As folhas maduras são usadas como forrageiras.

Quadro 3.10 – Parâmetros da Estrutura Horizontal da Vegetação

Nome popular	Nome científico	DAe	DRe (%)	FAe	FRe (%)	DoAe	DoRe (%)	IVCe	IVle	% IVle
Angico-roxo	<i>Anadenanthera columbrina</i> (Vell.)	25	0,76	50,00	5,00	0,080	2,305	8,07	3,07	2,69
Aroeira	<i>Astronium urundeuva</i> (Allemão) Engl	62	1,89	100,00	10,00	0,294	8,475	20,36	10,36	6,79
Calumbi	<i>Mimosa malavocentra</i> Mart.	25	0,76	50,00	5,00	0,030	0,856	6,62	1,62	2,21
Calumbi (morta)	<i>Mimosa malavocentra</i> Mart.	13	0,40	50,00	5,00	0,032	0,916	6,31	1,31	2,10
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	1.088	33,08	100,00	10,00	1,700	48,996	92,08	82,08	30,69
Feijão-bravo	<i>Capparis cynophallophora</i> L.	100	3,04	100,00	10,00	0,220	6,351	19,39	9,39	6,46
João-mole	<i>Pisonia tomentosa</i>	13	0,40	50,00	5,00	0,001	0,023	5,42	0,42	1,81
Jurema-branca	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.)Duche	25	0,76	100,00	10,00	0,019	0,533	11,29	1,29	3,76
Jurema-branca (morta)	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.)Duche	38	1,16	50,00	5,00	0,023	0,660	6,82	1,82	2,27
Maniçoba	<i>Manihot glaziovii</i> Muell.Arg.	25	0,76	50,00	5,00	0,028	0,810	6,57	1,57	2,19
Marmeleiro	<i>Croton sonderianus</i> Muell.Arg.	825	25,08	100,00	10,00	0,456	13,150	48,23	38,23	16,08
Marmeleiro (morta)	<i>Croton sonderianus</i> Muell.Arg.	612	18,61	100,00	10,00	0,465	13,389	42,00	32,00	14,00
Mororó	<i>Bauhinia Cheilanthes</i> (Bong.)Steud.	438	13,32	100,00	10,00	0,123	3,536	26,85	16,85	8,95
Total		3289	100,00	1000,00	100,00	3,47	100,00	300,00	200,00	100,00

Elaboração: INFOambiental, 2016

- **BOM-NOME** (*Maytenus rigida*) - Arvoreta de folhas curtamente pecioladas, inteiras, coriáceas, obtusas ou retusas. Flores pequenas, brancas, em cimos. Frutos capsulares. Madeira para pequena carpintaria. A entrecasca do caule é empregada popularmente no Nordeste do Brasil no tratamento das dores em geral, infecções e inflamações.
- **BURRA- LEITEIRA** (*Sapium lanceolatum*) – Árvore de tronco reto. Casca cinza e fina, folhas simples, alternas, ovais, verde escuro brilhante. Flores muito pequenas e amarelas. Fruto globoso. Apresenta látex. É útil na restauração florestal, em sistemas agro-florestais, melífera.
- **CARNAÚBA** (*Copernicia prunifera*) - Palmeira de grande beleza, tanto pelo porte como pela fronde, a carnaúba tem o espique linheiro, indiviso, esguio, um tanto espessado na base, de 10 a 20 metros de altura. As raízes são depurativas e diuréticas, usadas tanto no tratamento de úlceras, erupções cutâneas e outras manifestações secundárias da sífilis, quanto no reumatismo e artrismo. O estipe fornece madeira para construção civil e marcenaria. As folhas fornecem palha para cobertura, parede e divisões de casas e aproveitamento da cera. Com a palha também se fabricam chapéus, esteiras, capachos, etc.
- **CATINGUEIRA** (*Caesalpinia pyramidalis*) - Arvoreta com até quatro metros de altura. Folhas bipinadas, 5 a 11 folíolos, sésseis, alternos, obtusos, oblongos. Flores amarelas dispostas em racemos pouco maiores ou tão longos quanto à folha. Vagem achatada de cor escura. Madeira para lenha, carvão e estacas. As folhas, flores e cascas são usadas no tratamento das infecções catarrais e nas diarreias e desinteições.
- **CUMARU** (*Amburana cearensis*) - Árvore de porte regular, até 10 metros de altura, revestida por uma casca vermelho-pardacenta, suberosa que se destaca em lâminas finas. Folhas alternas com 7 a 12 folíolos ovaladas. As flores brancacentas, miúdas e muito aromáticas formam lindos racemos axilares que cobrem inteiramente os galhos despidos de folhas por ocasião da floração. Vagem achatada e quase preta, contendo uma semente alada, achatada e rugosa, preta, de cheiro ativo e agradável. Cascas e sementes peitorais, antipasmódicas, emenagogas. O banho das cascas se usa a amenizar as dores reumáticas.
- **EMBIRATANHA** (*Pseudobombax marginatum*) - As fibras da casca são muito resistentes e dão excelentes cordas. Dessa resistência provém o seu apelido: embira e tanha, corrutela de itã, de pedra, dura, rija – embira forte. As raízes novas são tenras e de um adocicado agradável. Utilizada na medicina caseira para tratar inflamações das vias urinárias, na restauração florestal e alimentação. A “lã” é usada para encher estofados e as fibras da casca são muito resistentes e servem como cordas.
- **FEIJÃO-BRAVO** (*Capparis cynophallophora*) - Ocorre em áreas de caatinga, nas encostas de serras e nas margens de rios. Árvore pequena de até 6 metros de altura. Casca pardacenta, lisa, levemente fissurada longitudinalmente. A madeira é dura, pesada, de cor creme e é usada para estacas e lenha. Na medicina caseira, raízes, folhas, cascas e sementes são utilizadas no tratamento de doenças venéreas, vermes e outros padecimentos. As folhas verdes são uma importante fonte de forragem para os animais na estação seca. As flores são consumidas pelos caprinos e ovinos na estação seca.
- **IMBURANA-DE-ESPINHO** (*Commiphora leptophloeos*) - Árvore coberta de espinhos. Folhas opostas e pinadas. Flores em cachos. Fruto drupáceo, acre-doce, mas comestível quando bem maduro. O tronco, por incisão, fornece um balsamo verde-alourado, sucedâneo da terebentina. Imburana-de-espinho significa imbu falso.
- **JUAZEIRO** (*Ziziphus joazeiro*) - Árvore de 4-12 metros de altura, com tronco de 30 centímetros ou mais de diâmetro. Casca lisa, cinza-escura, levemente castanha. Copa frondosa, globosa, verde-escura. A infusão das folhas e o macerado da entrecasca são amargos e adstringentes. Raspas da casca e da raiz são usadas para aliviar asma. A folhagem serve de forragem o ano inteiro e tem alto teor de proteínas. As frutas são consumidas por caprinos, ovinos e suínos. Na indústria a cinza do lenho, rica em potassa, é empregada como lixívia na fabricação do sabão.
- **JUCÁ** (*Caesalpinia ferrea* var *ferrea*) - Árvore pequena, raramente mediana, de casca acinzentada, lisa e fina, que se renova anualmente. Folhas bipinadas com até quatro pinas, providas cada uma destas de quatro a seis pares de folíolos pequenos, glabros, oblongos, verdes, quebradiços, com os pecíolos pubescentes do lado inferior dos folíolos. Flores amareladas, pequenas, dispostas em panículas pubescentes e terminais. Vagem achatada, encurvada e com sementes escuras e duríssimas.



A entrecasca, posta em infusão, serve para toda qualidade de contusões e feridas, bem como é usada para combater a tosse crônica e a asma.

- **JUREMA-PRETA** (*Mimosa tenuiflora*) - Árvore pequena. Caule de cor escura, armado de espinhos rígidos com ramos verrucoso-tormentosos. Folhas bipinadas com 12 a 14 pares de folíolos miúdos, ovais ou oblongos, esparso pubescente no verso. Flores róseas também miúdas, dispostas em espigas, de pedúnculo e perianto pubescentes. Vagem pequena, articulada e espiralada. Madeira para estacas, lenha e carvão, folhas forrageiras, cascas sedativas, narcóticas, adstringentes e amargas.
- **MACAMBIRA** (*Bromelia laciniosa*) - Planta herbácea, acaule, vivaz. Folhas sésseis, invaginantes, linear-lanceoladas, resistentes, estriadas, terminadas em ponta acerada, com as margens providas de acúleos muito fortes, esverdeados ou fusco flavescentes, até 8 milímetros de comprimento, os inferiores recurvados para baixo e os superiores para cima. Flores arroxeadas, dispostas em inflorescências alongadas, usualmente paniculadas, erguidas no centro das folhas, densas, cotonosas, pulverulentas. Fruto, baga angulosa, de uns 6 centímetros de comprimento. Uso forraginosa.
- **MANDACARU** (*Cereus jamacaru*) - Ocorre no litoral e na caatinga, em solos compactos e profundos. Cacto formado por eixo alongado, de porte elevado e ramificado. Caule colunar, verde, suculento, em ângulos, ramificado e de crescimento indeterminado. Folhas modificadas em espinhos. Flores grandes, brancas, com longos tubos; os botões florais abrem à noite. Frutos em bagas, vermelhas, com sementes pretas. A flor serve como alimento para morcegos e outros animais. É usado na forragem de bovinos e para reter a umidade e proporcionar uma quantidade mínima de água para as hortaliças.
- **MANIÇOBA** (*Manihot glaziovii*) - Árvore até 20 metros de altura, de tronco roxo, ramificado a partir de seu último terço. Folhas palmadas, ovais, glabras, verde-claras, cobertas de matéria cerosa azulada. Cápsula globosa, com 5 estrias. Sementes brilhantes, duras, amarelas, de cor castanha. Planta rica em látex, madeira leve e porosa, para caixotaria e tamancos. Folhas e extremidades verdes forraginosas. As raspas das raízes secas ao sol constituem excelente alimento para o gado, especialmente leiteiro.
- **MARMELEIRO-PRETO** (*Croton sonderianus*) - Arbusto ou árvoreta pequena. Folhas alternas, cordiformes-alongadas, tomentosa por baixo. Flores cheirosas, amarelas espigas. Cápsula pequena, trigona, com 3 sementes. Madeira usada em cercas e produção de palitos. A infusão da casca e raiz é aplicada contra as hemorragias uterinas e goza de propriedades herpéticas. Entrecasca estomáquica. Invade as pastagens, tornando-se praga de difícil erradicação. Apresenta cor da casca cinza-escura.
- **MARMELEIRO-BRANCO** (*Croton sincorensis*) - Arbusto ou árvoreta pequena. Folhas alternas, cordiformes-alongadas, tomentosa por baixo. Flores cheirosas, espigas amarelas. Cápsula pequena, trigona, com 3 sementes. Madeira pra cercas e produção de palitos. A infusão da casca e raiz é aplicada contra as hemorragias uterinas e goza de propriedades herpéticas. Entrecasca estomáquica. Invade as pastagens, tornando-se praga de difícil erradicação. Antibiótica. Apresenta cor da casca clara.
- **MOFUMBO** (*Combretum leprosum*) - Arbusto lenhoso, muito ramificado, semi-sarmentoso. Folhas opostas, pecioladas, inteiras, ovadas ou oblongas, agudas na base, membranosas, escabrosas. Flores dipostas em panículas terminais, pequenas e amarelas. Sâmara aveludada, pequena. Folhas e entrecasca hemostática, sudoríficas e calmantes. Cresce nos baixios, beira de rios e quebradas de serras.
- **MORORÓ** (*Bauhinia cheilantha*) - Arbusto alto ou árvore pequena. Folhas bilobadas, ecioladas, glabras em cima e algo pubescente por baixo com 9 nervuras salientes. Flores em cachos, de coloração branco-creme. Vagem chata, comprida e escura, contendo muitas sementes, tomentosa quando nova e glabra quando adulta. Madeira para estaca e lenha. Casca adstringente e peitoral. Ramas forraginosas.
- **MULUNGU** (*Erythrina velutina*) - Árvore alta, com o tronco e ramos pouco aculeados. Folhas trifoliadas, com folíolos romboédrico-arredondados. Flores vermelhas, em racemos. Vagem pequena, um tanto curva, com 1-2 sementes vermelhas. Já foi cultivada como árvore de sombra para os cafezais. A infusão da casca dos mulungus passa por poderoso calmante e expectorante. A madeira, leve, branca e porosa, quase não tem aplicação. Dela se servem os sertanejos para fazer cavaletes, com os quais atravessam os rios por ocasião das cheias.

- **PAU-D'ARCO- ROXO** (*Tabebuia impetiginosa*) - Árvore de 10-15 metros de altura e 30 centímetros de diâmetro, tronco reto e cilíndrico. Casca cinza-acastanhada. Folhas opostas, com 5 folíolos oblongos, com margem inteira ou levemente serrada até o ápice. Flores grandes. Madeira pesada, empregada na construção naval e civil. Na medicina caseira é feita a infusão das cascas no combate à sarna. O produto do cozimento da casca é adstringente e mucilaginoso, útil contra úlceras sifilíticas e também utilizado como anticancerígeno, hipertensor e no tratamento das doenças venéreas. Apresenta propriedades antiinflamatórias e sedativas.
- **PAU-BRANCO** (*Auxemma oncocalyx*) - É uma árvore de casca adstringente, madeira de cerne roxo-escuro, folhas forrageiras, flores brancas, aromáticas. Drupa foliácea, glabra, envolvendo uma única semente. Adulta, atinge 8 metros de altura. A sua madeira dura, é de grande valor. Usada como forragem, melífera, ornamental e no tratamento de ectoparasitas em animais. A casca é usada para banhos de feridas e talhos.
- **PEREIRO** (*Aspidosperma pyrifolium*) - Árvore de porte regular, de casca lisa e acinzentada. O cerne, amarelo e um pouco elástico presta-se a trabalhos de marcenaria e carpintaria, principalmente para a confecção de cadeiras.
- **PINHÃO** (*Jatropha mollissima*) - Pequena árvore ou arbusto, com caule reto, liso, casca verde-cúprea, desprendendo-se em lâminas horizontais, de cor cinza-acastanhada, quando seca. Folhas alternas, pecíolo verde com áreas avermelhadas. Flores apresentando variações na cor entre vermelho, laranja e salmão até branco-avermelhado. O fruto é uma cápsula verde. Possui látex que é utilizado na medicina caseira como cicatrizante e hemostático. As raízes são diuréticas. O óleo da semente é usado como purgativo forte, assim como, pode ser utilizada na indústria, na fabricação de tintas e sabões, na iluminação e lubrificação.
- **SABIÁ** (*Mimosa caesalpinifolia*) - Árvore de até 7 metros de altura, com caule pouco espinhoso de casca grossa e pardacenta. Folhas bipinadas, flores brancas, legume pequeno. Pelo seu rápido desenvolvimento é indispensável a qualquer trabalho de reflorestamento. Apresenta cascas peitorais. As folhas maduras ou secas são usadas como forragem para o gado.
- **XIQUE-XIQUE** (*Pilosocereus gounellei*) - Planta arbustiva de ampla distribuição em toda a região semi-árida do Nordeste. Os frutos são bagas arredondadas, achatadas. Os frutos são bastante consumidos por animais silvestres, principalmente os pássaros. É possível considerar que o xique-xique, como outras cactáceas do semi-árido, é uma opção para o repovoamento de áreas onde não mais é possível o cultivo de lavouras tradicionais como milho, feijão, etc. Aproveitamento na alimentação dos rebanhos e para fabricação de doces.

### 3.6.6.2. Espécimes Animais - AVES

- **ANUN-PRETO** (*Crotophaga ani*) – Vive na orla da vegetação de mangue e, principalmente, na vegetação antrópica (cajueiros). Podem ser também observados em todos os ambientes da área de estudo. Sua alimentação consiste de pequenos vertebrados e invertebrados.
- **BEIJA-FLOR RABO-DE-TESOURA** (*Eupetomena macroura*) - Cauda grande fortemente bifurcada, cabeça e pescoço azuis e resto da plumagem verde-escuro. É um dos maiores e mais briguentos beija-flores, comum em capoeiras, cerrados, jardins com árvores e em áreas abertas. Costumam perseguir outros beija-flores em vôo, expulsando-os de suas áreas favoritas, como árvores em floração.
- **BEM-TE-VI** (*Pitangus sulfuratus*) – São vistos em áreas de formação aberta, como nas áreas de cajueiros ou nas comunidades antrópicas. Quanto à sua alimentação, é um predador onívoro e inclusive sabe pescar.
- **CABORÉ-DE-ORELHA** (*Otus choliba*) - Apresentam penas na cabeça que formam orelhas curtas. É uma das espécies mais comuns na orla de matas, cerrado ou mesmo em cidades, para onde é atraída pelos insetos e pequenos vertebrados dos quais se alimenta. Faz seus ninhos em ocos de árvores ou em qualquer cavidade protegida.
- **FOGO-APAGOU** (*Scardafella squammata*) – Os lados da cauda são brancos, corpo ferrugíneo com as bordas das penas escurecidas, o que lhe confere a aparência escamosa, é encontrada em campos secos, cerrados, caatingas e em jardins arborizados de áreas urbanas. Vive aos pares ou em grupos pequenos.

Alimenta-se no chão, andando com a barriga quase arrastando no solo. Faz seu ninho de gravetos em formato de xícara, normalmente a 1 ou 2 metros de altura, às vezes também no chão, onde põe dois ovos brancos.

- **GARÇA-PEQUENA** (*Egretta thula*) - Frequentemente aparecem na margem do mangue, nos rios e riachos da região, onde pescam. Reproduzem em ninhais nas faixas mais úmidas. Surgem em grupos e podem ser vistas associadas a outras espécies.
- **GARÇA-BRANCA-GRANDE** (*Ardea alba*) - Comum a beira dos lagos, rios e banhados. Alimentam-se de peixes, anfíbios, répteis e invertebrados, capturados comumente dentro d'água; para tal, mantém-se quase imóvel à espera da presa. Como as outras garças, ela voa com o pescoço encolhido e as pernas estendidas. Apresenta tamanho de cerca de 70 centímetros.
- **GARÇA-VAQUEIRA** (*Bubulcus ibis*) - Totalmente branca, com dedos pardacentos, bico, íris e tarsos (pernas) amarelos, no adulto, e anegrados nos jovens. Apresenta pescoço grosso, parecendo ter um papo. Durante a reprodução, o bico e as pernas ficam fortemente avermelhados, e o peito e as costas parecem sujos, com manchas cor-de-ferrugem. É comumente vista junto do gado, alimenta-se de insetos e pequenos vertebrados.
- **GAVIÃO-CARAMUJEIRO** (*Rostrhamus sociabilis*) – Habita áreas paludícolas onde encontra o seu principal alimento, o caramujo.
- **GAVIÃO-CARIJÓ** (*Rupornis magnirostris*) - Pardacente, com listras brancas nas asas e na cauda e o ventre mais claro. É o gavião mais abundante do Brasil, até nas cidades. Geralmente é visto voando aos pares, planado e batendo as asas rapidamente, sempre fazendo barulho. Preda grandes insetos, lagartixas, pequenas cobras, pássaros e até morcegos em repouso.
- **GAVIÃO-PERNILONGO** (*Geranospiza caerulescens*) - Pernas excessivamente compridas, corpo pequeno e cauda longa. Possui pés adaptados com o dedo externo muito curto, apropriado para retirar suas presas (que são baratas, rãs, lagartixas, morcegos e outros pequenos vertebrados) de buracos de árvores e de bromélias. É visto em matas abertas, bordas de alagados e manguezais.
- **LAVADEIRA** (*Fluvicola nengeta*) - Branca e com uma faixa negra formando uma máscara no olho, asas negras e costas acinzentadas, é encontrada nas bordas d'água, em lamaçais e sobre a vegetação flutuante.
- **MAÇARICO** (*Tringa* sp.) – O maçarico é uma espécie migratória que permanece somente durante um período do ano. É visto principalmente nas margens dos rios. Alimenta-se de pequenos caranguejos e moluscos.
- **MARTIM-PESCADOR** (*Chloroceryle americana*) – Como o próprio nome indica é um pescador. Sua técnica é mergulhar sobre um peixe a partir de um ponto fixo. Costuma nidificar em buraco na superfície do solo, a salvo das inundações.
- **PAPACÚ** (*Forpus xanthopterygius*) - Habitam mata densa e visitam, em bandos, os ambientes aquáticos. Alimentam-se de sementes, frutos (coquinhos, polpas, vagens). Nidificam em buracos escavados nos troncos das árvores ou em cupinzeiros.
- **PAPA-LAGARTAS** (*Coccyzus megalorhynchus*) – Vivem nas matas, capoeiras dispersas, ambientes lacustres. Consomem insetos e outros artrópodes da copa das árvores. São aves cosmopolitas da América Latina, sendo migratórias no Nordeste Brasileiro. Podem ser encontrados nas áreas ribeirinhas e lacustres das áreas de influência da Polimix Concreto LTDA - Quixeré, temporariamente, usando o local para descanso e forramento.
- **PARDAL** (*Passer domesticus*) - Encontrado principalmente nas zonas antrópicas. É uma ave onívora.
- **RASGA-MORTALHA** (*Tyto alba*) - Cabeça alongada, predominantemente branca, é comum no Cerrado e em outras regiões semiabertas próximas a habitações humanas de todo o Brasil e em quase todo o mundo. É mais comumente vista à noite, às vezes saindo para caçar ao pôr-do-sol. Alimenta-se de ratos, morcegos, sapos, rãs, lagartos, cobras e pequenas aves, além de insetos. Caça ratos a noite, próximo a habitações humanas. Emite um grito fortíssimo, frequentemente durante o voo. Faz seu ninho em sótãos de casas velhas, forros e torres de igreja, pombais e grutas, onde põe ovos compridos que são incubados pela fêmea, que é alimentada pelo macho durante o período de 30 a 34 dias.



Os filhotes abandonam o ninho com cerca de dois meses de idade. Reproduz-se durante todo o ano.

- ROLINHA-CALDO-DE-FEIJÃO (*Columbina talpacoti*) - Encontrada em áreas abertas, campos, plantações e áreas urbanas. O macho é marrom-ferrugíneo com a cabeça cinza-azulada; a fêmea é inteiramente marrom-clara. É a mais conhecida das pombinhas brasileiras, alimenta-se de grãos e sementes no chão. Vive solitária, aos pares ou em grupos de tamanhos variáveis. Faz um ninho raso, localizado a um metro de altura ou mais, em meio a arbustos. Nas cidades, costuma fazer ninho sobre vigas, debaixo de telhas, em coberturas de edifícios ou galpões, onde põe dois ovos brancos.
- SABIÁ (*Turdus rufiventris*, *Turdus amaurochalinus*) – Habita as matas, campos antrópicos e ambientes aquáticos da área, Alimentam-se principalmente de frutos e sementes. Sua alimentação consiste de sementes, frutos, pequenos vertebrados e invertebrados. O ninho é feito de raízes, musgos e barro.
- SABIÁ-BRANCO (*Turdus leucomelas*) - Cabeça acinzentada, bico escuro, costas e asas ferrugíneas, garganta esbranquiçada com estrias pardacentas, peito branco - sujo que vai ficando claro até a base da cauda. É encontrado na borda de matas, parques, matas de galerias e coqueirais.
- SARACURA (*Aramides* sp.) – A saracura vive principalmente nos locais mais úmidos. Alimentam-se de peixes, insetos, frutos e sementes.
- URUBU-DE-CABEÇA-PRETA (*Coragyps atratus*)- Corpo todo negro, inclusive a cabeça e o pescoço que também são nus e enrugados. Os ninhegos mudam do pardo-amarelado, passando pelo branco e pelo cinza, até trocarem as penas de jovens, pretas como a dos adultos, só que com a cabeça nua menos enrugada. É uma das aves mais comuns em centros urbanizados. Vive em grupos grandes, alimentando-se de animais mortos ou enfraquecidos e frágeis, ou de qualquer matéria orgânica em decomposição. Faz seu ninho dentro de árvores mortas, entre pedras, em raízes ou outra vegetação entrelaçada, onde põe dois ovos brancos manchados com pontos marrons.
- VIUVINHA (*Arundinicola leucocephala*) - O macho é quase todo preto, com apenas a cabeça e a garganta brancos; fêmea com as partes superiores marrom-acinzentadas, as inferiores esbranquiçadas e apenas a testa branca. É encontrado em áreas pantanosas, margens de rios e ilhas fluviais. Permanece a maior parte do tempo pousada no alto da vegetação ou em troncos e ramos baixos sobre a água. Executa vôos curtos e rápidos para apanhar insetos. Faz ninho em forma de bola, onde põe de dois a quatro ovos branco-amarelados. É migratória. Também conhecida como lavadeira-de-cabeça-branca